



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Plan de mejora de gestión tradicional de un proyecto
multifamiliar a través de la implementación BIM en Lima, 2024**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORAS:

Cabrera Paucar, Minerva Nicol (orcid.org/0000-0001-5476-651X)

Vasquez Cabanillas, Mileny Angelita (orcid.org/0000-0002-7916-976X)

ASESORES:

Mg. Diaz Malpartida, Isai Nelson David (orcid.org/0000-0001-8525-4760)

MSc. Murga Torres, Emzon Enrique (orcid.org/0000-0002-7618-9650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MURGA TORRES EMZON ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Plan de mejora de gestión tradicional de un proyecto multifamiliar a través de la implementación BIM en Lima, 2024", cuyos autores son VASQUEZ CABANILLAS MILENY ANGELITA, CABRERA PAUCAR MINERVA NICOL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 26 de Junio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MURGA TORRES EMZON ENRIQUE DNI: 70283659 ORCID: 0000-0002-7618-9650	Firmado electrónicamente por: EMURGATO el 26- 06-2024 19:59:18

Código documento Trilce: TRI - 0775397



Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CABRERA PAUCAR MINERVA NICOL, VASQUEZ CABANILLAS MILENY ANGELITA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Plan de mejora de gestión tradicional de un proyecto multifamiliar a través de la implementación BIM en Lima, 2024", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
VASQUEZ CABANILLAS MILENY ANGELITA DNI: 74838568 ORCID: 0000-0002-7916-976X	Firmado electrónicamente por: MVASQUEZCAB el 27-06-2024 19:06:55
CABRERA PAUCAR MINERVA NICOL DNI: 77353060 ORCID: 0000-0001-5476-651X	Firmado electrónicamente por: MCABRERAPA13 el 27-06-2024 19:05:08

Código documento Trilce: INV - 1692572

Dedicatoria

A mi amada familia, dedico esta tesis a ustedes con profundo amor y gratitud. Gracias por ser mi faro en la oscuridad y mi fuente de fortaleza.

A mi madre, abuela y bisabuela, por su amor incondicional, sabiduría y apoyo. Sus enseñanzas y sacrificios han sido la base de mis sueños.

A mis hermanos y amigos verdaderos, por su ánimo y compañía en este camino. Gracias por compartir risas, lágrimas y victorias.

También dedicado a mi Liam.

Este logro es nuestro, y cada página refleja su amor y respaldo.

Con todo mi corazón,

Cabrera Paucar, Minerva Nicol

En primer lugar a Dios, por bendecirme y cuidarme.

A mis padres por apoyarme y sobre todo enseñarme valores que me permitieron ser una persona de bien.

A mis hermanos por el amor incondicional, por impulsarme a cumplir mis sueños y metas, pero sobre por apoyarme desde el día uno, que empecé mi vida académica.

A mi abuelita por impulsarme a seguir, por su cariño sincero y consejos que me guiaron a ser una mejor persona.

Y sobre todo a mis dos amores pequeños Caleb Ibrahim y Sophia Cataleya.

Vásquez Cabanillas, Mileny Angelita

Agradecimiento

A Dios,

Gracias por ser mi guía y fortaleza, y por tus bendiciones en cada paso de este camino.

A la universidad, por brindarme un espacio de crecimiento y aprendizaje.

A mis asesores, en especial a mi coasesor, por su paciencia y ayuda incondicional.

A mi persona especial, por su compañía de inicio a fin.

Con todo mi agradecimiento,

Cabrera Paucar, Minerva Nicol

A mi familia, por las enseñanzas brindadas, los valores que me inculcaron, por siempre estar a mi lado a pesar de las adversidades, apoyándome a mi desarrollo académico.

A los asesores, que gracias a sus conocimientos me brindaron una guía y las herramientas necesarias durante el desarrollo del proyecto de tesis.

A mi coasesor por siempre acompañarnos en cada paso.

Vásquez Cabanillas, Mileny Angelita

Índice de contenidos

Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	ii
Declaratoria de Originalidad de Autores.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento	v
Índice de contenidos	vi
Índice de Tablas.....	vii
Índice de Figuras	ix
Resumen	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA.....	10
III. RESULTADOS.....	15
IV. DISCUSIÓN	97
V. CONCLUSIONES.....	101
VI. RECOMENDACIONES	104
REFERENCIAS	105
ANEXOS.....	1

Índice de Tablas

Tabla 1.	<i>Interacciones de BIM y LEAN para optimización de plazos</i>	24
Tabla 2.	<i>VARIABLES para la validación del Caso de Estudio</i>	25
Tabla 3.	<i>Los niveles de LOD.</i>	37
Tabla 4.	<i>Lista de los involucrados en el proyecto.</i>	42
Tabla 5.	<i>Control de RFI's</i>	44
Tabla 6.	<i>Control de RFI'S detallado</i>	45
Tabla 7.	<i>Tabla de Actualización de Liberaciones Piso 9.</i>	47
Tabla 8.	<i>Formato de Submittal</i>	51
Tabla 9.	<i>Porcentajes de Status de Submittals</i>	52
Tabla 10.	<i>Gestión Soca</i>	56
Tabla 11.	<i>Resultado de Gestión de Calidad.</i>	58
Tabla 12.	<i>Control de Partidas</i>	63
Tabla 13.	<i>Look Ahead Planning</i>	64
Tabla 14.	<i>PPC Acumulado</i>	68
Tabla 15.	<i>Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)</i>	70
Tabla 16.	<i>Análisis de Restricciones</i>	72
Tabla 17.	<i>Master Plan.</i>	74
Tabla 18.	<i>Plan Diario</i>	75
Tabla 19.	<i>Programación Semanal</i>	77
Tabla 20.	<i>Cronograma de obra del método tradicional</i>	80
Tabla 21.	<i>Resultado de la optimización de plazos.</i>	81
Tabla 22.	<i>Porcentaje de optimización</i>	82
Tabla 23.	<i>Ahorro total de hitos en días</i>	84
Tabla 24.	<i>Ahorro total de actividades en días</i>	85
Tabla 25.	<i>Matriz de Categorización.</i>	3

Tabla 26.	<i>Cuadro de Superficies Techadas</i>	12
Tabla 27.	<i>Listado de intercambio de información</i>	13
Tabla 28.	<i>Definición del modelo por etapas</i>	14
Tabla 29.	<i>Preguntas iniciales del caso de estudio</i>	15
Tabla 30.	<i>Resumen de RFI'S</i>	17
Tabla 31.	<i>Tabla de Actualización de Liberaciones Piso 10</i>	18
Tabla 32.	<i>Status de Submittal</i>	19
Tabla 33.	<i>No conformidades</i>	20
Tabla 34.	<i>Reporte de No Conformidad</i>	21
Tabla 35.	<i>Control de mano de obra</i>	26
Tabla 36.	<i>Look Ahead Planning</i>	27
Tabla 37.	<i>Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)</i>	28
Tabla 38.	<i>Porcentaje de Análisis de Incumplimiento Acumulado</i>	29
Tabla 39.	<i>Listado de Restricciones</i>	30
Tabla 40.	<i>Listado de Causas de Incumplimiento</i>	31
Tabla 41.	<i>Lista de Involucrados</i>	32
Tabla 42.	<i>Master Plan</i>	33
Tabla 43.	<i>Variables validadas y preguntas finales para Caso de Estudio</i>	34

Índice de Figuras

Figura 1.	Estructura de análisis del primer objetivo.	16
Figura 2.	LOD 100 al 500.	20
Figura 3.	Estructura de análisis de segundo objetivo.....	29
Figura 4.	Contenido del PEB.	30
Figura 5.	Objetivos del proyecto que desea el cliente.....	32
Figura 6.	Requerimientos del cliente con BIM.	36
Figura 7.	Lista de los entregables durante el proyecto.	38
Figura 8.	Aplicando el PEB con interacción de BIM y Lean	40
Figura 9.	Diagrama de flujo de la Comunicación con el Cliente	43
Figura 10.	Porcentaje de Control de RFI's.	44
Figura 11.	Acuerdos en campo.....	48
Figura 12.	Gráfico de Porcentaje de Aprobación de Submittal.....	52
Figura 13.	Reporte de No Conformidad.	53
Figura 14.	Respuesta de No Conformidad.....	54
Figura 15.	Programación diaria de Liberaciones	57
Figura 16.	Modelado BIM 3D de estructuras.....	59
Figura 17.	Modelado BIM 3D de arquitectura.....	60
Figura 18.	Modelado BIM 3D de Instalaciones Sanitarias.....	60
Figura 19.	Modelado BIM 3D de Instalaciones Eléctricas.	61
Figura 20.	Look Ahead Planning.....	65
Figura 21.	Avances de obra a través de modelo 3D.	66
Figura 22.	Porcentaje de PPC y PPC Acumulado.....	69
Figura 23.	Planificación Semanal.....	78
Figura 24.	Sectorización de proyecto.....	79
Figura 25.	Porcentaje de hitos.	83

Figura 26.	Porcentaje de actividades.....	84
Figura 27.	Gráfico de hitos con las dos metodologías.....	85
Figura 28.	Gráfico de actividades con las dos metodologías.	86
Figura 29.	Flujo de control para modelos BIM.....	88
Figura 30.	Ejemplo de interferencia de un Nuevo Conflicto.....	89
Figura 31.	Ejemplo de interferencia de un Conflicto Resuelto.	90
Figura 32.	Estructura de gestión de carpetas en Drive.	92
Figura 33.	Estructura del cuarto objetivo.....	94
Figura 34.	Resultado de pregunta 05.....	95
Figura 35.	Resultado de pregunta 10.....	96
Figura 36.	Comparación de nivel de adopción BIM en Lima.	1
Figura 37.	Nivel de adopción BIM por tipo de proyectos. N= 211.....	1
Figura 38.	Distribución de conglomerados y proyectos en sector urbano.	1
Figura 39.	Nivel de usos de aplicaciones BIM.....	2
Figura 40.	Plano de Ubicación y Localización del proyecto Villamar 131.	4
Figura 41.	Ubicación del Proyecto.	10
Figura 42.	Proyecto Renderizado.	11
Figura 43.	Segundo ejemplo de Observación	22
Figura 44.	Tercer ejemplo de Observaciones.	23
Figura 45.	Cuarto ejemplo de Observaciones.	24
Figura 46.	Quinto ejemplo de Observaciones.	24
Figura 47.	Sexto ejemplo de Observaciones.....	25
Figura 48.	Resultado de pregunta 01.....	36
Figura 49.	Resultado de pregunta 02.....	36
Figura 50.	Resultado de pregunta 03.....	37
Figura 51.	Resultado de pregunta 04.....	37
Figura 52.	Resultado de pregunta 05.....	38

Figura 53.	Resultado de pregunta 06.....	38
Figura 54.	Resultado de pregunta 07.....	39
Figura 55.	Resultado de pregunta 08.....	39
Figura 56.	Resultado de pregunta 09.....	40
Figura 57.	Resultado de pregunta 10.....	40
Figura 58.	Resultado de pregunta 11.....	41

Resumen

La presente investigación llevó por título Plan de mejora de gestión tradicional de un proyecto multifamiliar a través de la implementación BIM en Lima, 2024; partiendo con la problemática de la baja adopción con BIM en los edificios multifamiliares ubicados al Sur de Lima, en base a esto se propuso un Plan de ejecución BIM (PEB), integrando algunas fases para mejorar el proyecto Villamar 131.

En este caso de estudio se empleó un enfoque cualitativo, tipo aplicado, diseño no experimental transversal, con un alcance explicativo - descriptivo, teniendo como escenario de estudio a un complejo residencial ubicado en el Distrito de San Miguel en la provincia y departamento de Lima, en un predio que abarca una superficie de 1,600 m² y consta de 13 pisos, azotea y 2 sótanos. Este proceso involucró la implementación de BIM en un edificio Multifamiliar, y la validación de las variables por expertos, mediante la escala de Likert.

Finalmente, se logró visualizar una reducción de plazos (días), con 13.49% en hitos y 27.51% en actividades del proyecto, por lo que se concluyó que implementando la metodología BIM con filosofía Lean Construction se lograron obtener mejores beneficios para este estudio de caso.

Palabras Clave: BIM, Lean Construction, PEB, optimización, calidad.

Abstract

This research was titled Plan to improve traditional management of a multifamily project through BIM implementation in Lima, 2024; Starting with the problem of low adoption with BIM in multifamily buildings located south of Lima, based on this, a BIM Execution Plan (PEB) was proposed, integrating some phases to improve the Villamar 131 project.

In this case study, a qualitative approach was used, applied type, non-experimental cross-sectional design, with an explanatory-descriptive scope, taking as the study scenario a residential complex located in the District of San Miguel in the province and department of Lima. on a property that covers an area of 1,600 m² and consists of 13 floors, a roof terrace and 2 basements. This process involved the implementation of BIM in a Multifamily building, and the validation of the variables by experts, using the Likert scale.

Finally, it was possible to visualize a reduction in deadlines (days), with 13.49% in milestones and 27.51% in project activities, so it was concluded that by implementing the BIM methodology with Lean Construction philosophy, better benefits were obtained for this case study.

Keywords: BIM, Lean Construction, PEB, optimization, quality.

I. INTRODUCCIÓN

El sector construcción en Perú, es un sector con fundamental importancia para el crecimiento económico y la infraestructura de nuestro país. Sin embargo, en la gestión actual de la construcción se hace evidente la necesidad imperante de incorporar metodologías de trabajo colaborativo que promuevan una mayor eficiencia, calidad y optimización de recursos. (Pablo Orihuela, 2019). Esta urgente demanda se refleja especialmente en el ámbito de las edificaciones multifamiliares, donde los niveles de adopción de Building Information Modeling (BIM) se encuentran en sus etapas iniciales.

La baja adopción de BIM en proyectos de edificaciones multifamiliares conlleva a una serie de desafíos en términos de gestión y ejecución de proyectos (Raquel Guerra, 2020). Es en este contexto que se propone la confección de un plan para mejorar, teniendo como principal objetivo la unión de la metodología BIM para la mejora de gestión de proyectos. Mediante esta estrategia, su propósito es mejorar la eficacia de los productos en construcción, reducir los ciclos, minimizar los costos y acortar los tiempos de entrega, entre otros beneficios.

Si bien es cierto, el método tradicional es uno de los sistemas más usados en las obras de construcción y ha sido de gran ayuda durante décadas. Sin embargo, hoy en día este método ya no es considerada muy eficaz debido a las variabilidades que se generan, por ello los avances realizados en el rubro construcción nos ayuda a disminuir o reducir hasta en su totalidad los desperdicios. Estos se identifican en la falta de recursos, la mala gestión en la logística, atrasos, traslado de materiales, deficiencias en los procesos constructivos, entre otros, esto tiene como resultado que el personal no pueda terminar una actividad para realizar otra, que la ejecución de las tareas sea más lenta y que el proyecto no cuente con la calidad requerida.

El sector de la construcción, particularmente en el área de las edificaciones multifamiliares, ha enfrentado una problemática persistente que influye en la productividad y eficacia de las organizaciones constructoras.

El presente proyecto tiene como objetivo explicar el potencial de la metodología BIM para mejorar las técnicas de gestión en todas las fases de la construcción, incluso después de la finalización de los proyectos. No obstante, se destaca que la interacción adecuada de esta metodología produce resultados superiores. Por esta razón, se lleva a cabo un estudio para evaluar la sinergia en un proyecto de construcción de viviendas multifamiliares, con el objetivo de desarrollar un plan para mejorar esta interacción. Según la investigación de Murguía, Vasquez, et al (2023), las edificaciones de este tipo muestran una adopción baja de BIM, subrayando la importancia de buscar formas para elevar dicho nivel.

Según lo detallado se planteó la siguiente pregunta general: ¿Cuál sería el plan de mejora para la Gestión Tradicional de un Proyecto Multifamiliar a través de la Implementación BIM en Lima, 2024?

La razón para emprender este proyecto radica en la progresiva necesidad de retribuir la demanda de viviendas multifamiliares en Perú a través de proyectos de construcción eficaces. San Miguel, ubicado al oeste del país, desempeña un papel crucial al actuar como un punto de conexión entre los distritos hoteleros de nuestra ciudad. Su índice en implementación de adopción BIM es baja, lo cual implica su aumento de desperdicios, calidad y deficiencia de información en toma de decisiones y estrategias.

Esta misma implementación resulta beneficiosa en los proyectos porque reduce los sobrecostos, aumenta la participación de los involucrados, mejora la calidad final de las edificaciones y reduce los tiempos de entrega. La metodología que usaremos en este proyecto beneficia de manera general a todos los peruanos ya que el sector construcción tiende a generar más de un millón de empleos anuales. Así mismo la mejora de calidad de materiales usados en los proyectos edificados hace que la seguridad no sea un problema y todo es gracias a la buena implementación de esta gestión.

El propósito general de esta investigación es: Proponer un plan de mejora de gestión tradicional en un edificio multifamiliar a través de la Implementación BIM, asimismo fueron planteados los siguientes objetivos específicos: a)

Identificar las funcionalidades y ventajas de la metodología BIM en proyectos inmobiliarios. b) Crear un plan preliminar de gestión para que sea aplicado en el proyecto la optimización de plazos. c) Aplicar un plan de mejora con interacción BIM en el caso de estudio. d) Evaluar el plan actual de obra con la metodología tradicional vs el plan implementando BIM.

Con el propósito de obtener un entendimiento más abarcador del tema de estudio, se hacen uso de diversas fuentes, incluyendo artículos y tesis a nivel internacional, nacional y local, con el propósito de respaldar el contexto previamente expuesto, como se ha discutido anteriormente:

Dos Santos et al. (2021), en la investigación de su proyecto titulada “Compatibilidad de Proyectos mediante metodología BIM”, nos dice que los edificios suelen involucrar múltiples proyectos realizados por diferentes expertos, lo que aumenta el riesgo de interferencias durante la ejecución, lo que a su vez conlleva retrasos, costos adicionales, y posibles problemas de construcción. Este artículo se enfoca en examinar la metodología BIM para la coordinación de obras. Al coordinar las obras en edificación, es factible detectar problemas entre componentes y realizar ajustes antes de la etapa de construcción, lo que contribuye a reducir pérdidas de tiempo y recursos, así como a prevenir potenciales complicaciones. A pesar de que la innovación BIM es transformadora, su adopción no es un procedimiento simple y no es ampliamente conocido entre los especialistas. Por ende, se requiere una mayor inversión en la capacitación de profesionales por parte de las empresas y su inclusión en los programas de estudios de ingeniería y arquitectura, lo cual es esencial para avanzar en el sector de la edificación.

Haddad Assed et al. (2024), en ejemplo práctico II, llamado “Aplicación del Análisis de Sostenibilidad del Ciclo de Vida en BIM en etapas tempranas de diseño para la selección del sistema estructural de un edificio residencial en España”, en este apartado caso se examina los resultados alcanzados a partir de la ejecución en un enfoque de Evaluación de Sostenibilidad del Ciclo de Vida (LCSA) utilizando tecnología BIM en un proyecto arquitectónico situado en Andalucía. Se examinaron dos sistemas estructurales diferentes durante la etapa inicial del diseño para resaltar la relevancia de la ejecución de distintos sistemas

y materiales de construcción. El proyecto en cuestión es una vivienda social plurifamiliar auspiciada por una Empresa Pública de Vivienda de Sevilla. Se elaboró una biblioteca exhaustiva que abarca aspectos ambientales, económicos y sociales, obtenidos de diversas fuentes como bases de datos locales y generales, así como Declaraciones Ambientales de Producto. Esta información se integró en los modelos BIM, enriqueciendo su contenido. La evaluación se llevó a cabo de manera automatizada mediante un script de Dynamo, lo que facilitó la visualización instantánea de los impactos de cada opción durante la fase inicial del diseño.

Jovanovichs and Mounzer (2022), este documento titulado “Contribución del BIM en la compatibilización de proyectos de diferentes especialidades integradas por la construcción civil” ofrece una descripción detallada de la implementación de la metodología BIM en el transcurso de la coordinación de obras en los diferentes niveles de modelado de especialidades dentro de un proyecto determinado. Se efectuó una revisión bibliográfica que abordó las incompatibilidades señaladas por otros autores, junto con un análisis de caso llevado a cabo utilizando el Revit como software. El objetivo primordial fue resaltar la relevancia de la visualización espacial proporcionada por el BIM para mitigar problemas en la construcción, enfatizando la imperante necesidad de difundir esta tecnología en el ámbito de la construcción civil. En estos tiempos, el área construcción se apoya en métodos restringidos que son susceptibles a errores, por lo que el BIM se considera la más reciente novedad tecnológica para la planificación de edificaciones. Gracias a esta tecnología, los obstáculos en los proyectos pueden ser fácilmente identificadas, facilitando así la adecuación de los elementos para garantizar su adecuación.

Caldart, C. and Scheer, S. (2022), en su proyecto con título “Planificación del diseño del sitio de construcción utilizando modelado BIM 4D” nos mencionan que una adecuada planificación del sitio conlleva beneficios en productividad, seguridad y reducción de costos de transporte de materiales. Sin embargo, debido a su naturaleza dinámica, la planificación del diseño del sitio de construcción suele ser una tarea compleja y poco eficiente. El empleo del modelado BIM 4D ayuda a visualizar la disposición espacial de los elementos en

el sitio de construcción a lo largo de todo el proyecto, permitiendo establecer sus asignaciones en períodos de tiempo específicos y mejorando el aprovechamiento físico del espacio. Mediante el método de Investigación en Ciencias del Diseño, este artículo aporta una contribución significativa al definir un proceso que utiliza el modelado BIM 4D para implementar la planificación y gestión de obras de construcción, teniendo en cuenta la naturaleza dinámica fundamental de este tipo de proyectos.

Cabrera, J. and Quiroz, L. (2020) en la tesis que se titula “Análisis del retorno de inversión al aplicar Building Information Modeling (BIM) en un proyecto inmobiliario. (Lima - Perú)” nos explica que en esta investigación se buscó evaluar la viabilidad económica de la adopción con BIM en una edificación dentro del mercado peruano utilizando como medida el reingreso de inversión (ROI). Se destaca la importancia de identificar indicadores que puedan persuadir a los no usuarios del BIM en el sector peruano sobre el valor que esta metodología aportaría al disminuir la variabilidad en alcance, costos y plazos. Esto incluye la disminución de pérdidas debido a la incompatibilidad de diseños y a las gestiones inadecuadas asociadas a metodologías tradicionales de construcción, entre otros aspectos. Además, se busca optimizar las fases de los dominios tradicionales en los proyectos. Para lograrlo, se estudió un proyecto ejecutado de manera convencional y se simuló el mismo proyecto utilizando el BIM. Luego, se compararon y analizaron ambos resultados empleando parámetros cualitativos y cuantitativos para determinar el valor agregado que supondría la implementación con BIM en una ejecución inmobiliaria. Se espera que los hallazgos, las conclusiones y las sugerencias de este estudio respaldan la adopción futura con BIM en proyectos y empresas similares en el ámbito de la construcción.

Heras (2021), con su tesis titulada “Metodología BIM en la mejora del diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020”, el objetivo fundamental de esta indagación es evaluar si la aplicación de la metodología BIM conduce a mejoras. En Lima durante el año 2020. El enfoque de la tesis es medir y comparar los resultados entre el método tradicional y el uso de BIM en la variable dependiente. Esto se

logra al analizar los indicadores de rendimiento relacionados con la creación de documentos de carácter técnico y económico, la detección de intromisiones entre diferentes campos de conocimiento y el tiempo de labor. La categoría de estudio utilizado es de carácter aplicado, y el diseño de esta indagación se clasifica de manera experimental. La población bajo estudio consiste en 60 y 50 registros de datos, mientras que la muestra se compone de 50 y 30 registros, seleccionados mediante una selección aleatoria de muestras simples. El procedimiento empleado para recopilar datos es la percepción, y la herramienta utilizada es una ficha de observación. Como resultado tras llevar a cabo esta investigación, se puede afirmar que el empleo de la metodología BIM conlleva mejoras notables en la planificación de proyectos de infraestructura. Estas mejoras se manifiestan de manera notable a través de los indicadores analizados, con un aumento promedio del 58.00% en el primer indicador, un incremento del 94.00% en el segundo indicador, y un aumento del 29.29% en el tercer indicador.

Saad Alotaibi et al. (2024) en su artículo titulada “Adopción del modelado de información de construcción (BIM) para mejorar la gestión legal y contractual en proyectos de construcción” nos dice que el principal objetivo es ofrecer a las partes involucradas en un proyecto la capacidad de abordar proactivamente los desafíos legales asociados con BIM, fomentar relaciones colaborativas y mejorar los resultados del proyecto al ofrecer claridad sobre los aspectos regulatorios y contractuales relacionados con esta metodología. Se emplea el modelado de ecuaciones estructurales para analizar detalladamente las complejas interacciones entre consideraciones legales, contratos y la adopción de BIM. Al enfocarse en la industria de la construcción y utilizar este enfoque analítico avanzado, el estudio contribuye significativamente al avance de nuestro entendimiento tanto académico como práctico en la gestión de los aspectos legales y contractuales de la implementación de BIM.

Wang et al. (2024), en su investigación “El impacto de la gestión de integración basada en BIM en el desempeño de megaproyectos en China” destaca que la gestión de integración basada en BIM no solo implica manejar estratégicamente los datos y documentos esenciales durante su periodo de vida, sino también mejorar la eficiencia del flujo de trabajo para las ejecuciones de

proyectos. Además, facilita la colaboración entre los participantes del proyecto y permite una respuesta ágil a los cambios en situaciones de alta incertidumbre. A pesar de esto, la investigación empírica que valide el potencial de la gestión BIM para megaproyectos es limitada. Los estudios sobre la integración de BIM y megaproyectos mediante métodos cuantitativos carecen de especificidad, sin abordar cómo BIM podría mejorar la gestión de megaproyectos a través de factores críticos. Es necesario identificar las ventajas específicas que la gestión de integración basada en BIM podría ofrecer a los megaproyectos, con el objetivo de respaldar su implementación y mejorar su rendimiento, allanando así el camino para una aplicación más amplia de BIM en este tipo de proyectos.

Tang, W. (2023), en su investigación titulada “Aplicación de la tecnología BIM en el refuerzo y rehabilitación de proyectos de inspección de edificios existentes” explica que la elección de la tecnología BIM se debe a que el método convencional de inspección y refuerzo de edificios existentes implica muchas mediciones y documentación manuales, lo que resulta menos eficiente y más propenso a errores. En cambio, el uso de BIM permite automatizar la compilación y técnica de datos, mejorando así la eficiencia laboral y reduciendo errores. Además, BIM puede integrar diversos tipos de información de construcción, lo que garantiza una gestión más completa y precisa de la información, crucial para evaluar la seguridad estructural y diseñar esquemas de refuerzo razonables. En resumen, la implementación de BIM en proyectos de refuerzo y renovación de edificios existentes busca mejorar la eficiencia laboral, optimizar el diseño y la construcción, mejorar la gestión de la información del edificio y fomentar la comunicación y colaboración en el proyecto.

Raza Muhammad et al. (2023), en su artículo de investigación “Características potenciales del modelado de información de construcción (BIM) para la aplicación de áreas de conocimiento de gestión de proyectos en la industria de la construcción” expresa que BIM, es una herramienta tecnológica, que facilita el modelado paramétrico de estructuras basado en objetos y apoya a los gestores de proyectos en el proceso colaborativo de gestión de la construcción. Aunque relativamente reciente, su utilidad se ha consolidado en las últimas décadas en diversos procesos de construcción y fabricación. Mejora

la colaboración entre todas las partes involucradas y se integra eficazmente con los sistemas de entrega de proyectos. Además, permite la integración de diversas disciplinas mediante una comunicación efectiva, analiza la constructibilidad de los sistemas del proyecto, evalúa costos y tiempos mediante cálculos precisos, visualiza proyectos de manera detallada y fomenta la cooperación entre equipos. Estas funciones son esenciales para un gestor de proyectos durante su tiempo de ejecución.

Patel Arpit et al. (2023). en su artículo “Construcción sostenible mediante el uso de marcos novedosos que utilizan métodos BIM, LEED y Lean” menciona que (BIM) es una plataforma y un proceso integral, la cual se ve como una gran oportunidad en el área de arquitectura, la ingeniería y construcción, además sus avances son vistos como los más significativo en estas industrias, ofrece una plataforma colaborativa para el modelado digital preciso de proyectos de construcción en entornos virtuales. Este ha evolucionado como un sistema que facilita la integración y gestión de datos durante toda la etapa de un edificio, permitiendo un uso más eficiente de los datos de diseño existentes para la planificación sostenible y el análisis del rendimiento. La diseñadora utiliza herramientas para aplicar BIM y generar un modelo 3D de la estructura, donde se seleccionan los materiales de diseño. El aporte principal de este estudio radica en exponer un marco de método BIM-Lean para impulsar mejoras de rendimiento en el sector construcción. Por lo tanto, la finalidad del autor es entender cómo implementar la solución de la metodología BIM, LEED y Lean Construction para mejorar la calidad del desarrollo, reducir el tiempo y los costos de la construcción en edificios residenciales, buscando así un proceso constructivo más eficiente.

Murguía, D. et al (2023). En su investigación “Tercer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima” nos dice que este estudio define a la construcción como indicadores de adopción las cuales se deben interpretar en función de esta unidad. Esta investigación muestra los niveles de adopción BIM de los tres estudios realizados. La implementación en los proyectos de construcción disminuyó del 39% en 2020 al 36% en 2023, pero esta diferencia del 3% es menor que el margen de error del 5%. Además, por primera vez se ha

registrado el uso de un "Entorno Común de Datos" en algunos proyectos. Esto indica que la madurez de BIM está evolucionando desde el modelado basado en objetos hacia la colaboración basada en modelos. Otro resultado destacado es la intensificación en el uso de modelos de acero de refuerzo, impulsado en gran medida por la penetración de un proveedor de acero en el mercado (ANEXO 1).

II. METODOLOGÍA

Esta investigación se clasifica como un estudio aplicado, donde su objetivo es difundir y destacar los numerosos beneficios que ofrece esta metodología, en la elaboración de proyectos de edificación. El propósito fundamental es proporcionar una guía útil para futuros profesionales en el campo de la construcción, permitiéndoles comprender cómo aplicar efectivamente el BIM en sus proyectos deseados. Además, entonces el enfoque básico de esta investigación logrará conllevar a adquirir un conocimiento sólido sobre esta metodología, donde se sientan las bases para su posterior implementación en proyectos de edificación.

Hemos enfocado nuestro trabajo de investigación de forma cualitativa. Mercedes Mora (2021), la investigación cualitativa, así como otras metodologías de investigación, posee variadas ventajas en comparación con otras técnicas. Genera una representación próxima a la realidad mediante la aplicación de diversas metodologías empíricas, tales como entrevistas y análisis de casos, con el propósito de recopilar información. Se optó por este enfoque ya que el caso de estudio nos brinda información que ayudará a la optimización de tiempo, puesto que es la finalidad de este proyecto.

Asimismo, el diseño que se utilizó fue el método no experimental y transversal y se optó por emplear de tipo narrativo; como lo menciona Eduardo Barrios (2021), este enfoque busca comprender las experiencias de los sujetos, sus contextos y las relaciones que se entrelazan, todo ello desde la perspectiva de quien narra. Este diseño fue seleccionado después de examinar detalladamente un caso práctico que involucra la construcción de una vivienda multifamiliar Villamar 131 en Lima, finalizada a inicios del año 2024.

Hernández et al (2014) define el enfoque descriptivo, el cual busca puntualizar los atributos, propiedades y perfiles de comunidades, individuos, objetos, procesos u otros fenómenos sujetos a análisis. Se decidió utilizar este alcance específico porque proporciona una descripción detallada de la información general y los descubrimientos relacionados con la metodología

Building Information Modeling del caso de estudio, así como las singularidades del plan de mejora sugerido.

Las categorías en un proyecto de investigación son herramientas esenciales para organizar, analizar y presentar la información recopilada. Ayudan a los investigadores a comprender y comunicar mejor los resultados de su investigación.

Estas categorías y subcategorías reflejan las áreas claves en las que BIM desempeña un papel importante en la industria constructora y los proyectos en gestión. (ANEXO 2).

El caso de estudio se refiere a un complejo residencial ubicado en el distrito de San Miguel, provincia y departamento de Lima (ANEXO 3).

El predio abarca una superficie de 1600 m², con una construcción total de 16,620.52 m² y un espacio libre de 576.23 m². Consta de 13 pisos, azotea y 2 sótanos, albergando una totalidad de 174 departamentos y 80 plazas de estacionamiento. (ANEXO 7 y 8)

La construcción inició en 2021, pero se vio interrumpida por la pandemia de COVID-19, reanudándose en 2022 y finalizando a principios de 2024.

Con el propósito de realizar este estudio, se reunieron datos a través de fuentes disponibles en línea, específicamente en sitios web especializados (SCOPUS, SCIELO, SCIENCEDIRECT y GOOGLE ACADÉMICO), que proporcionan una amplia gama de datos relacionados con el BIM. Además, se consultaron artículos escritos por autores con un profundo conocimiento con la metodología, junto con referencias a tesis académicas previas que se enfocaron en la investigación y aplicación con el BIM y en sus respectivos trabajos de investigación.

Lee y Joo (2019), definen que la estimación tipo Likert y las escalas de valor son utilizadas para evaluar la percepción de variables cualitativas con una jerarquía inherente. Dada su naturaleza, la estadística no

paramétrica ha desarrollado métodos que aseguran que los resultados obtenidos son fiables.

Para la medición de los criterios se utilizó la escala de Likert la cual consta en evaluar cada pregunta en base a 5 medidas, en este caso para medir su importancia, se usará como nivel 1 no es importante, nivel 2 poco importante, nivel 3 neutral, nivel 4 importante y nivel 5 muy importante. Los expertos responderán a estas preguntas, y sus respuestas se analizarán de manera anónima.

Se empleó la técnica de observación y análisis con la intención de ahondar en el entendimiento de la metodología BIM, permitiendo así la recopilación de información valiosa sobre sus antecedentes, evolución y los beneficios claves en proyectos de construcción.

Así mismo los resultados con base a la gestión de tiempo fueron obtenidos con la ayuda de los softwares utilizados como el Revit y Navisworks Manage.

Las variables cualitativas fueron los Principios Lean Construction, Sección BIM y Funcionalidades BIM, estas son de gran importancia para demarcar las preguntas de las entrevistas realizadas a los expertos en BIM y/o herramientas de Lean Construction como Visual Management y Last Planner System, teniendo como finalidad los comentarios o recomendaciones que ayudaron a mejorar el plan propuesto y la validación con base en sus experiencias. A continuación, se presenta las variables utilizadas y las secciones que pretenden validar la información.

Para elaborar esta investigación, se utilizó una metodología de recopilación de datos que incluyó la revisión de fuentes en línea que proporcionan información relacionada con la metodología BIM, la consulta de libros escritos por autores con un amplio conocimiento sobre este tema. Estas fuentes contribuyeron a la formación de los objetivos e hipótesis de investigación basados en el conocimiento adquirido. La categorización de la información se realizó a partir del marco teórico, permitiendo la creación de categorías y subcategorías que resaltan los aspectos más relevantes para

esta investigación. Con la finalización de estos pasos, se procedió a la construcción de la matriz que sintetiza la información recopilada.

Este estudio tiene como objetivo proporcionar información completa para una implementación exitosa con la metodología BIM en proyectos, comenzando con una investigación exhaustiva destinada a obtener una comprensión holística de la metodología. Se ha recopilado información de fuentes altamente confiables, incluyendo sitios web en constante actualización sobre estos, libros escritos por autores con un profundo conocimiento en la metodología BIM, tesis, artículos, libros de investigadores que han profundizado en este tema. Al combinar estos recursos, se busca presentar cómo se materializa un proyecto al ser empleado con la metodología BIM. Por lo tanto, este estudio se enfoca en ilustrar los resultados del proyecto multifamiliar Villamar 131 a través del modelado tridimensional de BIM utilizando las herramientas como Revit y Navisworks.

Con respecto al método ya mencionado, una vez que se creó el plan preliminar de gestión, se procedió a aplicar en el proyecto Villamar 131, logrando ver las diferencias en la optimización de los plazos, luego se validó a través de la opinión de los expertos y se logró calcular el coeficiente de validación de contenido con la escala de Likert. Este coeficiente nos sirvió como una medida de concordancia que nos indicó el grado de acuerdo entre los expertos en relevancia de las preguntas y variables cualitativas.

Se calcula mediante fórmulas estadísticas específicas, si se obtiene un alto coeficiente, esto sugiere que las preguntas y variables cualitativas son apropiadas y relevantes para la investigación. Si el coeficiente es bajo, podría necesitar revisar o modificar las preguntas.

El coeficiente de validación de contenido es una herramienta importante para confirmar la fiabilidad de los resultados y sean válidos. Al utilizar este método, garantizamos que las preguntas y variables cualitativas que se utilizaron reflejan con precisión el tema de estudio y sean apropiadas para la investigación.

Así mismo el presente trabajo de proyecto se enfocó en la aplicación con el BIM, con énfasis en el uso de Autodesk Revit para el desarrollo de modelos BIM, y Navisworks para la realización de análisis y la generación de informes relacionados con la gestión de la calidad y reducción de plazos de esta edificación multifamiliar.

El propósito de esta investigación fue proporcionar información a aquellos interesados en la metodología y filosofía que aporta numerosos beneficios a proyectos de construcción. Para obtener una comprensión más profunda con BIM, se llevó a cabo una investigación íntegra. Esta investigación no pretende compararse con otros estudios sobre el mismo tema, sino enriquecer la base de conocimientos sobre el BIM y presentar la información de una manera accesible y didáctica para que cualquier persona pudiera comprender su desarrollo.

Es importante destacar que este trabajo es original y no tiene la intención de plagiar otros proyectos relacionados con el tema. Se emplearon diversas fuentes, como páginas web, libros y tesis, pero se desarrolló una definición propia de la metodología BIM. Se siguió el formato de las normas ISO 690 para incluir todas las referencias y citas correspondientes de los autores de la información obtenida.

Además, es relevante mencionar que se están siguiendo las pautas definidas en el código de ética de investigación de la Universidad César Vallejo, según lo establecido en la resolución del Consejo Universitario número 0262-2020/UCV. Así mismo esta investigación fue sometida a un software de detección de plagio, Turnitin, y fue revisada por el asesor y los jurados antes de la sustentación.

III. RESULTADOS

En este capítulo III mostramos la teoría, el análisis y el resultado obtenido de cada objetivo específico, donde inicialmente se explica de manera estructurada un mapa que precisa todo lo englobado a cada objetivo o sub capítulo (4.1, 4.2, 4.3 y 4.4), continuamente se desglosa esta estructura para que se explique y examine cada punto que fue mostrado, logrando un mayor entendimiento, finalmente encontrarán sus resultados en forma de conceptos, figuras, tablas y/o gráficos estadísticos de cada uno; así mismo, recalcamos que los resultados obtenidos al final de cada objetivo del caso de estudio, fueron netamente enfocados en la optimización de plazos.

4.1. Funcionalidades y ventajas de la metodología BIM

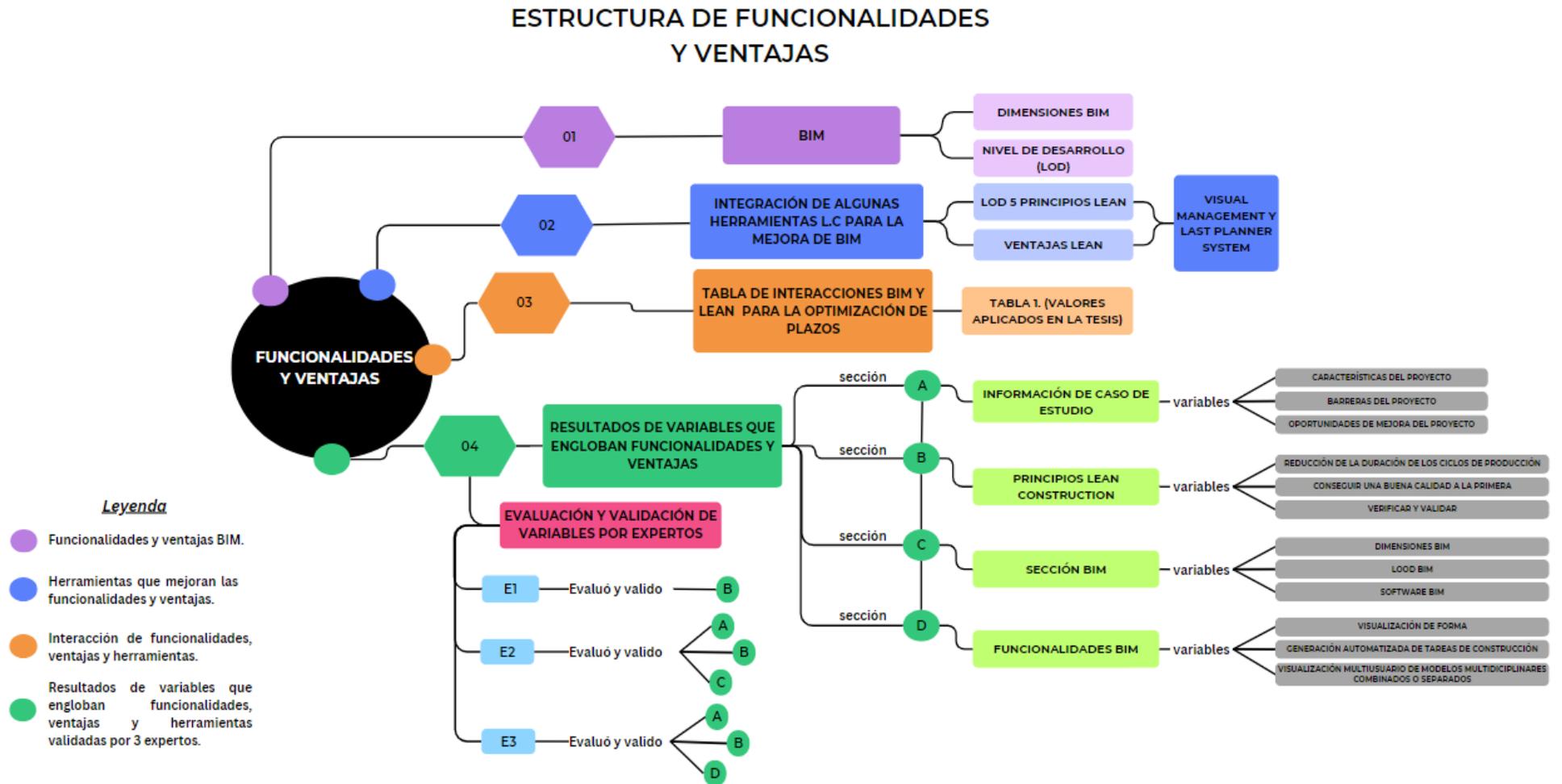


Figura 1. Estructura de análisis del primer objetivo.

Fuente: Elaboración propia.

BIM o “Building Information Modeling” es un enfoque de trabajo en equipo que emplea herramientas digitales para gestionar proyectos de infraestructura y construcción a lo largo de todas sus fases, iniciando desde la etapa del plan y el diseño, incluso en la construcción y las operaciones (Autodesk, 2021). A su vez es un modelo tridimensional que incorpora múltiples dimensiones, también incluye información no gráfica como estados de avances y especificaciones técnicas, entre otros (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019).

A continuación, se presentan algunos de los beneficios y ventajas de utilizar BIM hasta la cuarta dimensión con las herramientas de Lean Construction (Visual Management y Last Planner System) en proyectos de construcción.

- 1. Mejora la Colaboración y la Comunicación*
- 2. Visualización Anticipada del Proyecto*
- 3. Incremento en la Seguridad de la Construcción*
- 4. Acortamiento de los Tiempos de Ejecución*
- 5. Identificación y Resolución de Conflictos*
- 6. Optimización del Diseño y la Planificación*
- 7. Claridad y Transparencia*

4.1.1. Dimensiones que integran BIM:

El enfoque de la metodología BIM incluye varios aspectos cruciales permitiendo gestionar el incremento de proyectos con un método distinto a la perspectiva tradicional (González, Leyva y López, 2021). Existen dimensiones que pueden ser integrado en un proyecto implementando la metodología BIM, estas varían en su grado de desarrollo según el modelo de proyecto (Paz, 2019). Estas dimensiones BIM son las siguientes:

BIM 1D (Gestión de datos)

La primera dimensión del BIM se centra en la recopilación y gestión de datos asociados a los elementos del proyecto. Esto incluye información sobre

materiales, costos y cronogramas, proporcionando una base sólida para la planificación y ejecución.

BIM 2D (Planos y dibujos)

La segunda dimensión abarca la creación de planos y dibujos en dos dimensiones. Estos representan las vistas y secciones del proyecto, esenciales para la comunicación visual y la documentación técnica.

BIM 3D (Modelo Tridimensional)

Presenta la información del proyecto de manera geométrica (vigas, columnas, muros, etc) de manera integrada. Pero lo que incluye BIM en esta información son parámetros específicos como su origen, familia, composición, forma, material, altura, etc.; así también, al tener toda esta información se lograrían observar problemas constructivos con anticipación (González et al., 2021).

BIM 4D (Gestión de Tiempo)

Consiste en ejecutar el proyecto dentro del tiempo establecido, lo cual se relaciona con la denominada dimensión 4D. BIM es una metodología que requiere software para su implementación; sin programas, no hay BIM, pero BIM no se reduce a los programas. El software utilizado en 4D crea enlaces entre los objetos 3D del modelo y las tareas del cronograma del proyecto, presentado como un diagrama de Gantt. Esto proporciona una visión tridimensional del proyecto que se muestra de acuerdo con el desarrollo del diagrama de barras a lo largo del tiempo. Poder visualizar la evolución prevista de la obra a lo largo del tiempo ofrece numerosas ventajas, como la detección de interferencias en la ejecución de diferentes fases del proyecto, el reconocimiento de situaciones de riesgo y la planificación de desvíos, entre otras.

Existen siete dimensiones BIM que ofrecen un marco integral para la gestión de proyectos, empezando en la etapa de diseño hasta la operación y mantenimiento. Pero en este estudio de caso solo se integró hasta BIM 4D.

4.1.2. Nivel de desarrollo (LOD)

El Nivel de Desarrollo (LOD), con sus siglas en inglés «Level of Development») indica el grado de desarrollo que tiene o se debe implementar en un modelo BIM para cualquier tipo de infraestructura o edificación.

El LOD permite conocer el nivel de detalle en términos de datos, parámetros y geometría en un modelo BIM. Aunque esto se puede observar de primera mano en los aspectos visuales del modelo 3D, no todos los criterios son visibles a simple vista. En algunos casos, es necesario interactuar con el modelo para comprender completamente el nivel de desarrollo, como las instrucciones de instalación o datos del proveedor de un elemento.

Se establecen los siguientes niveles de LOD:

- **NIVEL 100:** Corresponde a una fase de aspecto físico general, diseño conceptual o visualización inicial, que representa aproximadamente el 20% de toda la información.
- **NIVEL 200:** Se refiere a un nivel esquemático primario, que abarca la información dimensional parametrizada, y equivale al 40% de toda la información.
- **NIVEL 300:** Estos elementos engloban funciones específicas y dimensiones geométricas detalladas, alcanzando el 60% de toda la información.
- **NIVEL 400:** Este nivel incorpora toda la información de un LOD 300, además de detalles específicos como el fabricante, costos y parámetros concretos, adecuado para la fase de contratación o construcción, representando el 80% de toda la información.
- **NIVEL 500:** Conocido también como “AS BUILT”, este nivel es una representación precisa del edificio tal como se ha construido, conteniendo el 100% de la información total posible, aunque en la práctica no siempre es así.

Los 5 principios Lean

Los cinco principios Lean, que tienen su origen en el libro "La máquina que cambió el mundo", buscan mejorar el flujo de trabajo y promover una cultura de mejora continua. Su objetivo principal es optimizar los procesos laborales.

- **El primer principio, "definir el valor"**, se centra en comprender las necesidades del cliente para un producto. Esto implica utilizar diversas técnicas cualitativas y cuantitativas para identificar qué quieren los clientes, cómo lo quieren y cuánto están dispuestos a pagar.
- **El segundo principio, "asignar el flujo de valor"**, consiste en utilizar el valor del cliente como referencia para identificar todas las actividades necesarias en la transformación del producto. Se busca eliminar las actividades improductivas y reducir al máximo las necesarias pero que no agregan valor.
- **El tercer principio, "crear el flujo"**, se enfoca en garantizar que los pasos restantes del proceso fluyan sin interrupciones ni retrasos después de eliminar la improductividad del flujo de valor. Se pueden implementar diversas estrategias para lograrlo, como la división por etapas o la creación de equipos interfuncionales.
- **El cuarto principio, "establecer la demanda"**, busca gestionar el inventario y los artículos en curso para garantizar que los materiales y la información necesarios estén disponibles de manera ágil. Esto permite una entrega y fabricación a tiempo, impulsada directamente por las necesidades de los clientes.
- **El quinto principio, "buscar la perfección"**, consiste en integrar los principios Lean y las mejoras de procesos en la cultura de la empresa. Esto proporciona al equipo las herramientas necesarias para entregar exactamente lo que el cliente necesita, convirtiendo la búsqueda de la perfección en una parte fundamental de la cultura organizacional.

Las ventajas de LC

En Lean Construction, se destaca que, al optimizar un paso individual de un proceso, se puede desmejorar el resto, a diferencia de los contratos

tradicionales que fragmentan los equipos en silos, lo que desfavorece la optimización global.

Los principios de Lean Construction buscan mejorar el proyecto en su totalidad al maximizar el valor y reducir la inproductividad mediante técnicas específicas en la entrega del proyecto. Esto conlleva a:

- ✓ Diseñar el proyecto y su entrega conjuntamente para respaldar la intención del cliente, minimizando las iteraciones negativas y potenciando las positivas.
- ✓ Estructurar el proceso de trabajo para maximizar el valor y reducir la inproductividad en la entrega del proyecto.
- ✓ Priorizar los esfuerzos para mejorar el rendimiento global del proyecto sobre la reducción de costos o la velocidad de actividades individuales.
- ✓ Definir el control del proyecto como "hacer que las cosas funcionen" y no solo supervisar los resultados, lo que implica medir y mejorar el rendimiento del sistema de control y planificación.

Una gestión eficaz del trabajo entre especialistas en diseño, suministro y montaje genera valor para el cliente y reduce la inproductividad, siendo particularmente útil en proyectos complejos y poco claros que progresan rápidamente. Estos principios desafían la idea de que siempre hay que sacrificar tiempo, costo y calidad. Al aplicarlos, se pueden obtener beneficios como mejorar la calidad del trabajo, fomentar la colaboración y el cumplimiento de los empleados, aumentar la satisfacción del proyecto y el retorno de la inversión.

La metodología Lean Construction, cuando se combina con BIM 4D, optimiza los proyectos de construcción en parte de su gestión al mejorar su eficiencia y reducir desperdicios. BIM 4D agrega la dimensión del tiempo a los modelos 3D, permitiendo la planificación y el control del cronograma del proyecto. Esta integración facilita una visualización precisa de la evolución del proyecto a lo largo del tiempo, lo que permite detectar interferencias, identificar riesgos y planificar desviaciones de manera proactiva. Al utilizar Lean Construction con BIM 4D, se coordinaron mejor las tareas, mejoraron la

comunicación entre los equipos y aseguraron una ejecución más eficiente y efectiva del proyecto.

4.1.4. Interacciones de BIM y LC

Pocas empresas utilizan las interacciones entre LC y BIM para la gestión del diseño, debido a que se considera un desafío. Como se detalla en la Tabla 1, las interacciones positivas más destacadas incluyen la reducción de los tiempos en el ciclo de diseño y construcción, la disminución de la variabilidad en estos procesos, y la capacidad de todos los participantes del proyecto para visualizar tanto el producto como el proceso, mejorando así los flujos de información. Tras identificar las sinergias entre LC y BIM, se concluye que se requieren enfoques integrados para aprovechar al máximo el potencial de ambas metodologías.

Tabla 1. Interacciones de BIM y LEAN para optimización de plazos

FACTORES APLICADOS EN LA TESIS		PRINCIPIOS LEAN CONSTRUCTION					
		Reducción de la Duración de los Ciclos de Producción	Buena Calidad a la Primera	Utilización de la Gestión Visual	Reducción en Tiempos de Ciclo	Estandarización	Reducción de Variabilidad
FUNCIONALIDADES BIM	Visualización de Forma	Entendimiento de la programación con los tiempos de duración de cada elemento a través del Ms Project y Navisworks	Conocer a través del modelado 3D cómo quedará una partida y sus respectivas características.	Planificación semanal usando imágenes del modelo 3D y pegarlos en obra.	Visualización de los modelos 3D a través del Autodesk Construction Cloud y comparándolos con los planos en obra.	Presentación mensual, semanal y diaria a través de formatos ya definidos en base a su programación.	Reducir discrepancias en cómo debería quedar un diseño o partida en obra a través del modelado BIM.
	Rápida Generación de Diseños Alternativos	Evaluación a través del modelado para elegir un diseño alternativo que reduzca el tiempo de ejecución.	Todos los diseños alternativos en los modelados 3D de diferentes especialidades serían de buena calidad visual, por ende lo serían en la construcción.	Todos los encargados y especialistas del proyecto tendrán acceso a todos los cambios de diseño que se generen, mejorando así su gestión.			
	Generación Automatizada de Planos y Documentos	Los cambios generados en Revit y su conexión con Autodesk Construction Cloud hace que no se retrase en la ejecución del proyecto.	A través del software Revit se evitarán errores humanos.	Integrando las actualizaciones personalizadas a Autodesk Construction Cloud.			
	Visualización de Programas de Construcción 4D	El software Navisworks ayuda a la reducción en la gestión de producción, gracias a su visualización mensual, semanal y diaria conforme avanza el proyecto.	El modelado 3D con Revit en interacción con Navisworks ayuda a la visualización temprana y futura, generando la calidad del proyecto.				

Fuente: elaboración propia.

4.1.5. Variables que engloba funcionalidades y ventajas

Se realizó un análisis para obtener variables enfocadas en las funcionalidades y ventajas mencionadas y descritas líneas arriba, para concluir si son aptas y engloban todo el primer objetivo específico, se hizo una validación a 3 expertos, empleando como instrumento las entrevistas.

Para esta fase, se consideró un tipo de entrevista semiestructuradas a tres expertos (anónimos) que tienen entre 5 y 10 años de experiencia empleando la Metodología BIM y/o filosofía LC, de estas entrevistas se obtuvo una crítica constructiva de las variables que fueron validadas mediante la escala de Likert. Además, se aprovechó los conocimientos de los expertos logrando obtener sus comentarios y opiniones acerca del estudio de caso.

Tabla 2. Variables para la validación del Caso de Estudio

Sección	Variable o Factor
Información de caso de estudio	Características del proyecto
	Barreras del proyecto
	Oportunidades de mejora del proyecto
Principios Lean Construction	Reducción de la duración de los ciclos de producción
	Conseguir una buena calidad a la primera
	Verificar y validar
Sección BIM	Dimensiones BIM
	LOOD BIM
	Software Bim
Funcionalidades BIM	Visualizaciones de forma
	Generación automatizada de tareas de construcción
	Visualización multiusuario de modelos multidisciplinares combinados o separados

Fuente: elaboración propia.

De esta manera, empezamos presentando el perfil de cada uno de los especialistas, la recolección de los más relevante de las entrevistas y finalmente las variables validadas.

Perfil de los especialistas

Los especialistas que entrevistamos son arquitectos e ingenieros que cuentan con múltiples conocimientos y una larga trayectoria sobre el empleo de estas herramientas en diversos proyectos.

La primera especialista (E1) es una arquitecta con título y colegiatura, posee más de siete años de experiencia en los ámbitos público y privado, utilizando metodologías BIM y Lean Construction. Actualmente, ocupa el cargo de arquitecta especializada en BIM y VDC en una firma consultora.

El segundo especialista (E2) es un ingeniero civil colegiado. Posee más de diez años de experiencia con Building Information Modeling (BIM). En la actualidad trabaja como coordinador BIM en una firma consultora especializada en BIM y Diseño y Construcción Virtual (VDC).

La tercera especialista (E3) es una arquitecta con título y colegiatura. Tiene una maestría en Gestión y Administración de la Construcción, además de contar con certificaciones profesionales en Revit Architecture de Autodesk y en Diseño y Construcción Virtual (VDC). Con más de diez años de experiencia en BIM y Lean Construction, ha ocupado posiciones relevantes como coordinadora BIM, BIM manager, arquitecta de producción y coordinadora de proyectos en destacadas empresas del sector de la construcción. Actualmente, ocupa el cargo de gerente general en una firma consultora especializada en BIM y VDC.

Recolección de las entrevistas

Las entrevistas semiestructuradas, que duraron alrededor de veinte minutos, se realizaron con los especialistas mencionados anteriormente que tienen cinco o más años de experiencia en BIM y/o LC. A continuación, se expondrá la información más destacada obtenida de cada una de estas entrevistas.

Resultados de entrevistas

Primero, E1 compartió sus impresiones sobre la sección dedicada a Lean Construction (principios y ventajas), se destacó la importancia de, después de identificar la metodología específica de LC utilizada en el estudio de caso, indagar sobre las razones detrás de esa elección. También se sugirió preguntar quién se encargó de evaluar y ajustar los diseños en propuesta del proyecto, ya que en muchos casos no es el cliente quien realiza estas tareas, sino una persona designada para ello. Además, se recomendó investigar el nivel de participación del cliente en estas actividades para obtener una visión más completa.

Por su parte, en la variable de información de caso de estudio, E2 sugirió preguntar si los RFIs (Solicitudes de Información) tuvieron un impacto significativo en el tiempo y el costo del proyecto, recomendó hacer consultas generales sobre los principales problemas o limitaciones que surgieron durante el proyecto en ejecución y, para identificar posibilidades de optimización.

En Lean Construction (principios y ventajas), E2 resaltó la relevancia de indagar si se utilizó BIM como metodología y herramienta dentro del enfoque LC y de qué manera fue implementado. Además, sugirió preguntar qué indicadores o parámetros se emplearon para evaluar la calidad en los procesos de construcción.

Respecto a la sección BIM, E2 sugirió que se explique al entrevistado qué se entiende por "dimensión" antes de abordar cualquier pregunta relacionada con este término. Además, recomendó preguntar sobre la utilidad de la simulación constructiva en el proyecto y si ayudó a optimizar algún aspecto de la obra, también consideró relevante preguntar si BIM se utilizó como una herramienta de control del progreso o del uso de materiales, comparando el modelo con la realidad. Finalmente, indicó que sería útil investigar quiénes fueron los miembros del equipo que hicieron mayor uso del modelo BIM durante el proyecto.

En tercer lugar, E3 nos respondió acerca de la variable información de caso de estudio, y recomendó que las entrevistas del estudio de caso incluyan tanto preguntas generales que todos los participantes del proyecto puedan responder como preguntas específicas dirigidas a ciertos miembros del personal involucrado. También sugirió con las funcionalidades BIM, donde se generan las tareas de construcción automatizada y la visualización de forma. Además, propuso examinar las áreas que podrían mejorarse y el tiempo requerido para cada una, así como considerar la posibilidad de usar elementos prefabricados en la construcción.

En el ámbito de Lean Construction (principios y ventajas), E3 aconsejó la evaluación del conocimiento que mostraban los trabajadores del proyecto acerca de Lean Construction y metodologías con BIM, para cuestionar cuál fue o sería empleada durante el proyecto. Recomendó que cuando se usen abreviaturas, se acompañen del término completo, como “Porcentaje de plan cumplido” (PPC) o “Causas de no cumplimiento” (CNC). Respecto a los Usos BIM, recomendó investigar cómo se utilizó el modelo BIM en el proyecto.

4.2. Plan preliminar de gestión para que sea aplicado en el proyecto la optimización de plazos

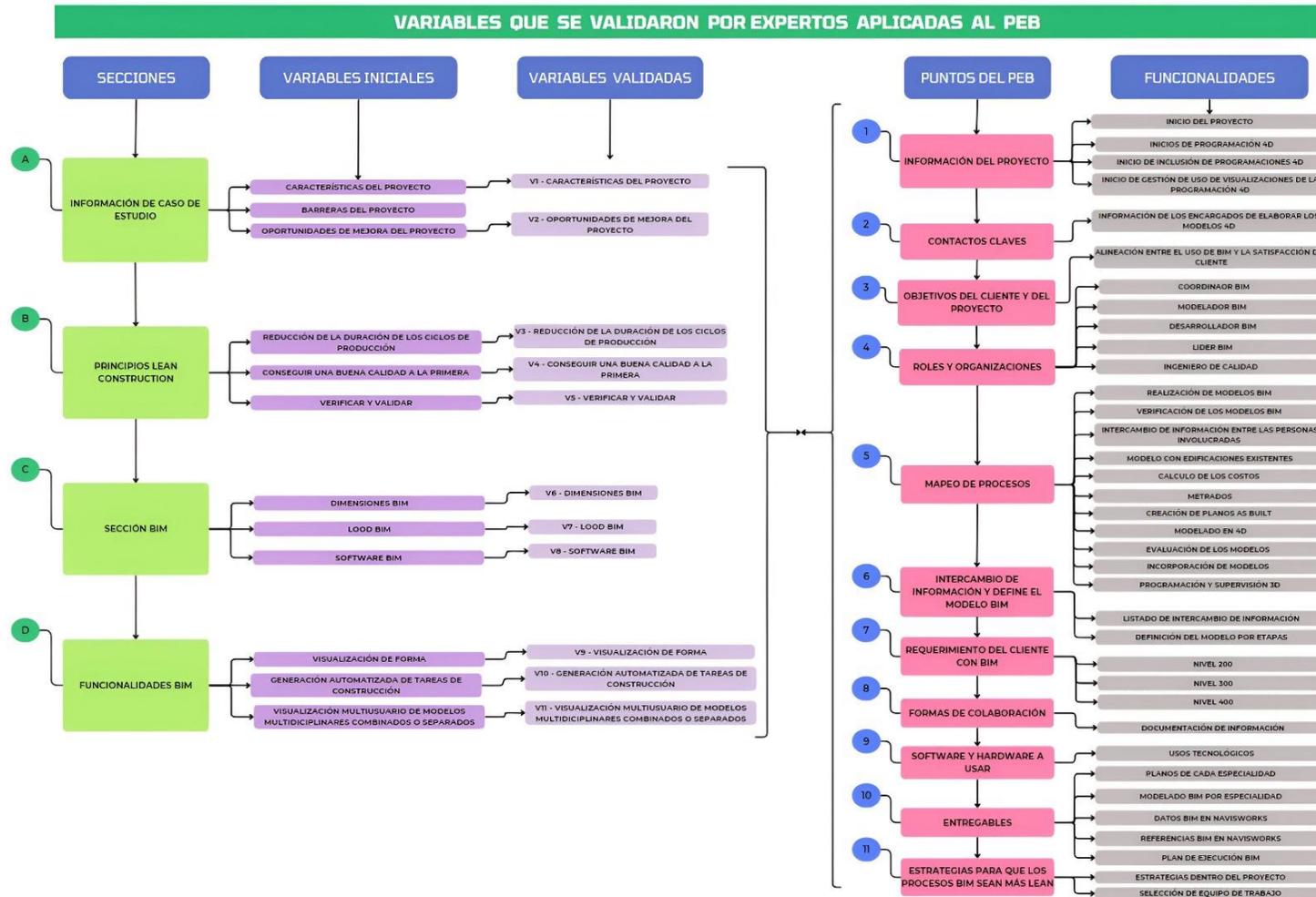


Figura 3. Estructura de análisis de segundo objetivo.

Fuente: elaboración propia.

El plan mostrado a continuación es una guía teórica general para seguir desde la obtención de información del proyecto hasta la parte del desarrollo, es por eso, que no será contado como proceso minucioso secuencial, ya que la gestión en la construcción puede involucrar varios puntos a la vez.

Esta guía nos permite tener el conocimiento de la información de cada paso realizado en el caso de estudio.



Figura 4. Contenido del PEB.

Fuente: elaboración propia.

4.2.1. Información del proyecto

Se recomienda agregar información relacionada al plazo de ejecución, por ejemplo, el inicio estipulado del proyecto, fecha fin contractual, fecha de verificación antes de entregas, levantamiento de observaciones y entrega de obra. Así también, se cree conveniente colocar hitos del proyecto, dentro de estos, algunos ejemplos podrían ser, la fecha de la buena pro, reunión para modificar el PEB y la entrega del PEB para inicio de obra.

Para la parte de la construcción, los hitos a considerar serían los siguientes:

- 1.- Fecha de inicio de construcción.
- 2.- Inicios de programación 4D.
- 3.- Inicio de inclusión de programaciones 4D para apoyo al área de calidad y producción.
- 4.- Inicio de gestión de uso de visualizaciones de la programación 4D bajo lineamientos de Lean Construction.

4.2.2. Contactos clave

Se cree conveniente colocar información de los encargados de elaborar los modelos de 4D durante la ejecución del proyecto, así como la del personal responsable del uso de esta herramienta para cumplir ciertos objetivos relacionados a Lean Construction. De acuerdo con cómo se amplíe la participación del personal de staff en la obra, podría variar los encargados y modificarse a lo largo del tiempo.

4.2.3. Objetivos del proyecto que desea el cliente.

Este apartado planea reflejar una alineación entre el uso que se le va a dar a el BIM 4D y la satisfacción de necesidades del cliente. Un claro ejemplo que se puede mencionar es utilizar los modelos Revit y mediante el uso de Navisworks, crear una simulación de lo que se debería construir en base al cronograma de obra propuesto, esto ayudaría a entender mejor el cumplimiento de hitos del proyecto, puesto que, al poder observar la construcción del proyecto de manera visual a lo largo del tiempo, puede ser entendible por cualquier persona.

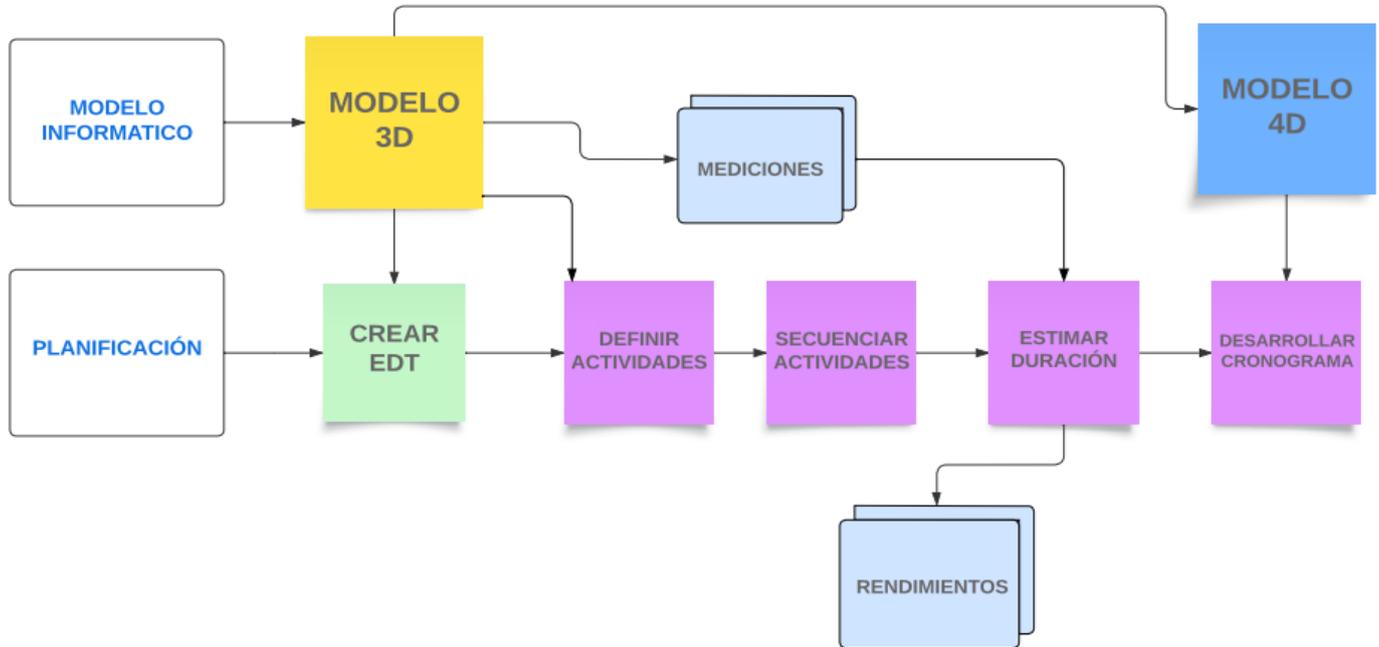


Figura 5. Objetivos del proyecto que desea el cliente.

Fuente: elaboración Propia.

4.2.4. Roles y Organización

Se considera el siguiente personal:

1) Coordinador BIM:

✓ Función:

Gestiona y coordina el desarrollo de la metodología BIM a lo largo de todas sus fases del proyecto. Asegurar que los modelos BIM cumplan con los estándares de calidad y las especificaciones del proyecto. Facilitar la comunicación y cooperación entre los diferentes equipos de trabajo y resolver problemas técnicos relacionados con el uso de herramientas BIM.

✓ Influencia en el proyecto:

Asegura la concordancia y la integración de la información en el modelo BIM, lo cual es esencial para la correcta ejecución del proyecto.

2) Modelador BIM:

✓ Función:

Elabora y gestiona modelos tridimensionales detallados de las distintas disciplinas involucradas en el proyecto (arquitectura, estructuras,

instalaciones). Asegurar que los modelos sigan los estándares y parámetros definidos por el coordinador BIM.

✓ Influencia en el proyecto:

Proporciona modelos actualizados y precisos que sirven de base para la programación, la construcción y el diseño del proyecto.

3) Desarrollador BIM:

✓ Función:

Facilita la automatización de procesos, como los informes y el establecimiento de variables. Crear Add-ins o plugins para programas como Revit, Navisworks y AutoCAD utilizados en el proyecto según lo que necesite el modelador y el coordinador BIM. Mapear procedimiento y desarrollar Add-ins basados en los estándares y parámetros del proyecto, además de capacitar al personal para su uso.

✓ Influencia en el proyecto:

Mejora la eficiencia y precisión de los procesos a través de la automatización y el desarrollo de herramientas personalizadas, contribuyendo a la fluidez y eficacia del proyecto.

4) Líder BIM

✓ Función:

Planifica, coordina y supervisa las actividades técnicas y de ingeniería del proyecto. Se asegura que los diseños cumplan con las especificaciones y normas técnicas. Colaborar con otros profesionales para resolver problemas técnicos y garantizar la viabilidad del proyecto.

✓ Influencia en el proyecto:

Asegura que todos los aspectos técnicos del proyecto se desarrollen de manera eficiente y conforme a las normativas vigentes, lo cual es trascendental para el éxito del proyecto.

5) Ingeniero de Calidad:

✓ Función:

Supervisa las actividades diarias en el sitio de construcción, asegurando que el trabajo se realice según los planos y especificaciones. Coordinar con contratistas y subcontratistas, y garantizar que se cumplan los plazos y estándares de calidad.

✓ Influencia en el proyecto:

Asegura que la construcción inicia de acuerdo con el plan, lo cual es fundamental para la ejecución de los plazos y la validez en la calidad del proyecto.

4.2.5. Mapeo de procesos

Es una herramienta esencial para la visualización de todas las tareas realizadas, identificar aquellas que no contribuyen al flujo adecuado del proceso y buscar mejoras continuas. Además, busca mejorar las actividades que tienen un efecto positivo en los procedimientos analizados. Estas mejoras se basan en el mapeo previo de procesos. Con este análisis, se espera reconocer los puntos donde se recopilan datos, se validan, se proporciona retroalimentación, se solicita información, se coordinan actividades, entre otros. De esta manera, se pueden identificar actividades que no están documentadas y solo son conocidas por ciertos grupos.

La sugerencia para hacer un mapeo de procesos es la siguiente:

Paso 1-. Realización de Modelos BIM

Paso 2-. Verificación de los Modelos BIM

Paso 3-. Intercambio de información entre las personas involucradas

Paso 4-. Modelo con edificaciones existentes

Paso 5-. Cálculo de los Costos

Paso 6-. Metrados

Paso 7-. Creación de planos AS Built

Paso 8-. Modelado en 4D

Paso 9-. Evaluación de los Modelos

Paso 10-. Incorporación de modelos

Paso 11-. Programación y supervisión 3D

4.2.6. Intercambio de información y definir el modelo BIM

Aquí lo principal es determinar los contenidos de los ejes de la tabla, en el cual se coloca el desglose de los elementos que se elaboró y en el otro el nombre, acá se ingresó la información, el responsable y notas (ANEXO 9 y 10).

4.2.7. Requerimientos del cliente con BIM

Aquí se detallan los requerimientos del cliente que tuvieron mayor relevancia, de igual manera se particulariza LOD (nivel de detalle) del modelo referente a cada fase del proyecto donde se fue progresando.

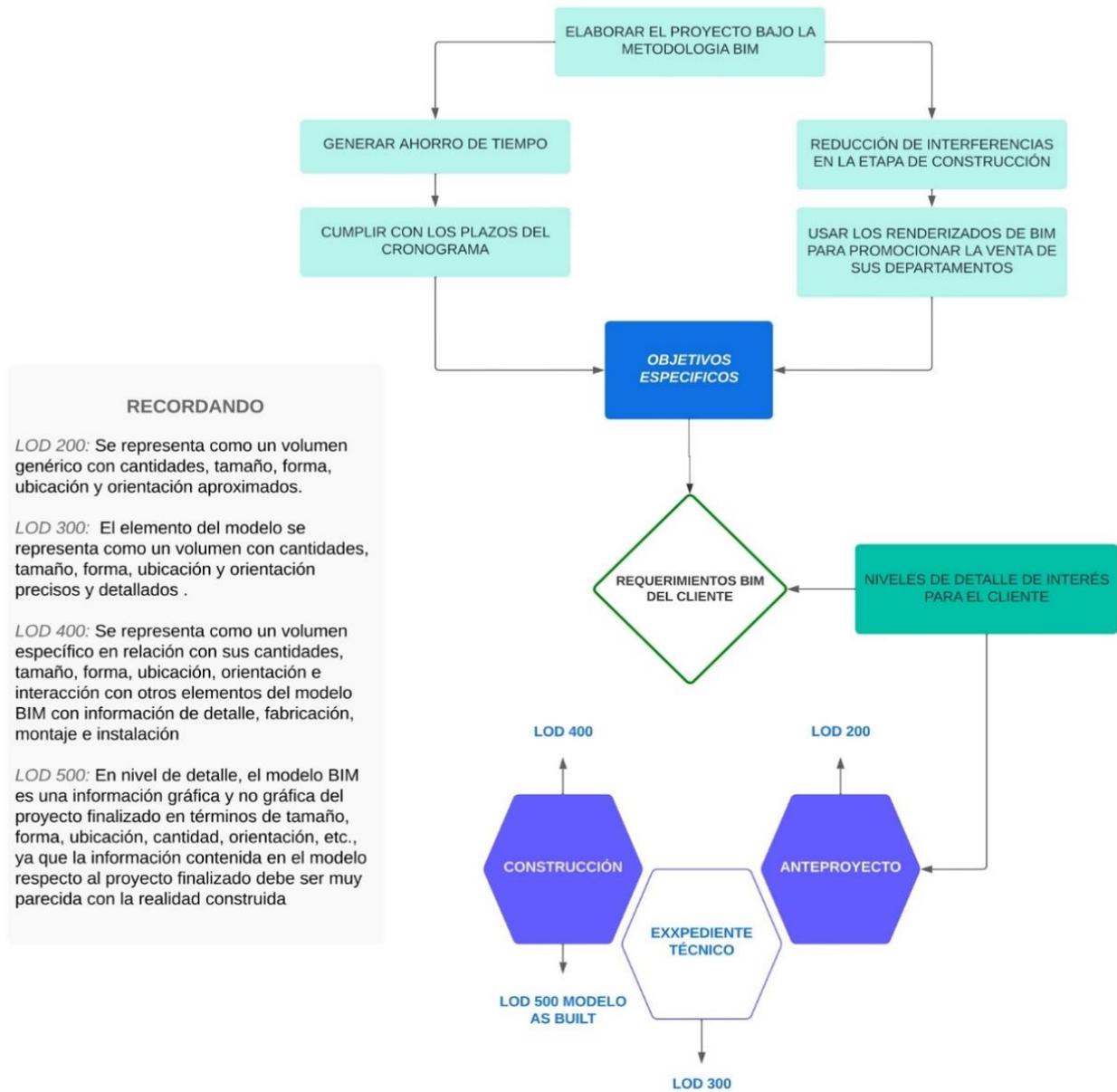


Figura 6. Requerimientos del cliente con BIM.

Fuente: elaboración Propia.

Se precisa los niveles que fueron imprescindibles para satisfacer las exigencias del proyecto como la del cliente.

Tabla 3. Los niveles de LOD.

EMPLEO	NIVEL 200	NIVEL 300	NIVEL 400
Análisis	Se analizó el componente para comprender cómo afectó la conducta del procedimiento.	Se analizó el componente para comprender cómo afectó la conducta del procedimiento.	Se analizó el componente para comprender cómo afectó la conducta del procedimiento.
Cronograma	El componente podría ser empleado para mostrar la secuencia cronológica y organizada a lo largo del periodo de los elementos esenciales y del procedimiento.	El componente podría ser empleado para mostrar la secuencia cronológica y organizada a lo largo del periodo de los elementos esenciales y del procedimiento de manera detallada.	El componente podría ser empleado para mostrar la secuencia cronológica y organizada a lo largo del periodo de los elementos esenciales y del procedimiento de manera detallada, incluyendo métodos y medios de construcción.
Coordinación	El componente tuvo una coordinación con los elementos en base a la ubicación, espacio y dimensión.	El componente fue utilizado para sincronizar con los elementos de manera exacta en base a la ubicación, espacio y dimensión con relación a otros componentes.	Las referencias de los procedimientos pueden ser sincronizados según su localización, ubicación y su capacidad entre procedimientos, abarcando aspectos como producción, instalación y otros detalles operativos.

Fuente: elaboración propia.

4.2.8. Formas de colaboración

Esta forma de colaboración es usada como buena práctica para la coordinación en la construcción. Al reunir regularmente a contratistas, diseñadores y propietarios, promueven la resolución proactiva de conflictos y la toma de decisiones informadas, lo que conduce a proyectos más exitosos y satisfactorios para todas las partes implicadas.

4.2.9. Software y Hardware para usar

Aquí se analizan los usos tecnológicos indispensables para cada fase de construcción y diseño. Su implementación en estas herramientas que además de cumplir con los requisitos para su adecuada aplicación en el BIM, también facilita la interacción con Lean Construction.

4.2.10. Entregables

Se presentó la Figura 7, las cuales contienen consideraciones que son útiles de incluir.

ITEM	ETAPA	FORMATO	NOTAS
Planos de cada especialidad	Diseño / Construcción	REVIT / DWG	Planos generados del modelo BIM en AUTODESK REVIT y exportados a DWG
Planos de cada especialidad	Diseño / Construcción	PDF	Planos generados del modelo BIM en AUTODESK REVIT y exportados a PDF
Modelo BIM por especialidad	Diseño / Construcción	RVT	Elaborar un modelo Bim de cada especialidad que se va a ir modificando en las etapas del proyecto.
Datos BIM en NAVISWORK	Diseño / Construcción	NWC	Información individual exportada de cada modelo BIM por especialidad.
Referencias BIM en NAVISWORK	Diseño / Construcción	NWF	Consolidado de archivos NWC. Contiene LINKS, IMÁGENES, REPORTES, ETC.
Plan de ejecución BIM	Diseño / Construcción	MICROSOFT WORD (.DOCX)	El PEB cambiará a lo largo del proyecto, esto genera entregables de su actualización

Figura 7. Lista de los entregables durante el proyecto.

Fuente: tesis (Propuesta de plan de Mejora, 2023).

4.2.11. Estrategias para que los procesos BIM sean más LEAN

1. Estrategias dentro del proyecto

En el marco del proyecto, se analizan y ejecutan los procedimientos BIM desde un enfoque LC. A lo largo dentro del marco del proyecto, se implementan metodologías e instrumentos que implementa LC que facilita una apropiada interrelación de los diversos integrantes. Se busca crear confianza en un ambiente que permite compartir beneficios y riesgos entre los grupos pequeños formados en diferentes etapas del proyecto, así como fomentar confianza entre el ejecutor del proyecto y cliente.

Se desea que la información sea compartida y se entienda a través de las distintas propuestas presentadas anteriormente. Además, se influye positivamente en subcontratistas y proveedores para que reconozcan los beneficios de BIM y así se animen a implementar esta metodología en sus propuestas de trabajo. Este enfoque no solo beneficiaría al cliente al ahorrar tiempo en modelado, sino también al proveedor, quien, al adoptar estas prácticas, demostraría un compromiso compartido con los objetivos del cliente y destacaría frente a otros competidores. Además, ahorraría tiempo al no tener que explicar las características del producto, como longitudes, pesos y espesores.

2. Selección de equipo de trabajo

El grupo de trabajo debe ser capaz de modelar todas las especialidades en Revit, para poder cubrir cualquier inconveniente, como en el caso de que un especialista no pueda continuar con el modelado debido a problemas de salud. De esta manera, el equipo BIM pudo suplir esta ausencia mientras se soluciona el problema. Además, al tener conocimiento de todas las especialidades, el equipo pudo tener una visión más integral del modelo, lo que mejorará la comunicación e interacción al elaborar propuestas de solución a interferencias para el cliente.

Los participantes en el plan BIM son informados sobre las ventajas en gestión de proyecto con LC y reciben capacitación constante para fomentar una cultura de trabajo basada en los principios de Lean Construction. El equipo fue

entrenado en la metodología BIM y también en la filosofía LC para que pudiera desarrollar estrategias en el trabajo y la comunicación enfocadas en la continua mejora. En cuanto a los Add-Ins, el modelador BIM proporcionará entrenamientos para dominar todas las herramientas, incentivando para los modeladores y coordinadores a proponer ideas para el desarrollo de Add-Ins, mejorando la interacción y participación de todos los involucrados.

4.3. Gestiones alineadas con el plan preliminar

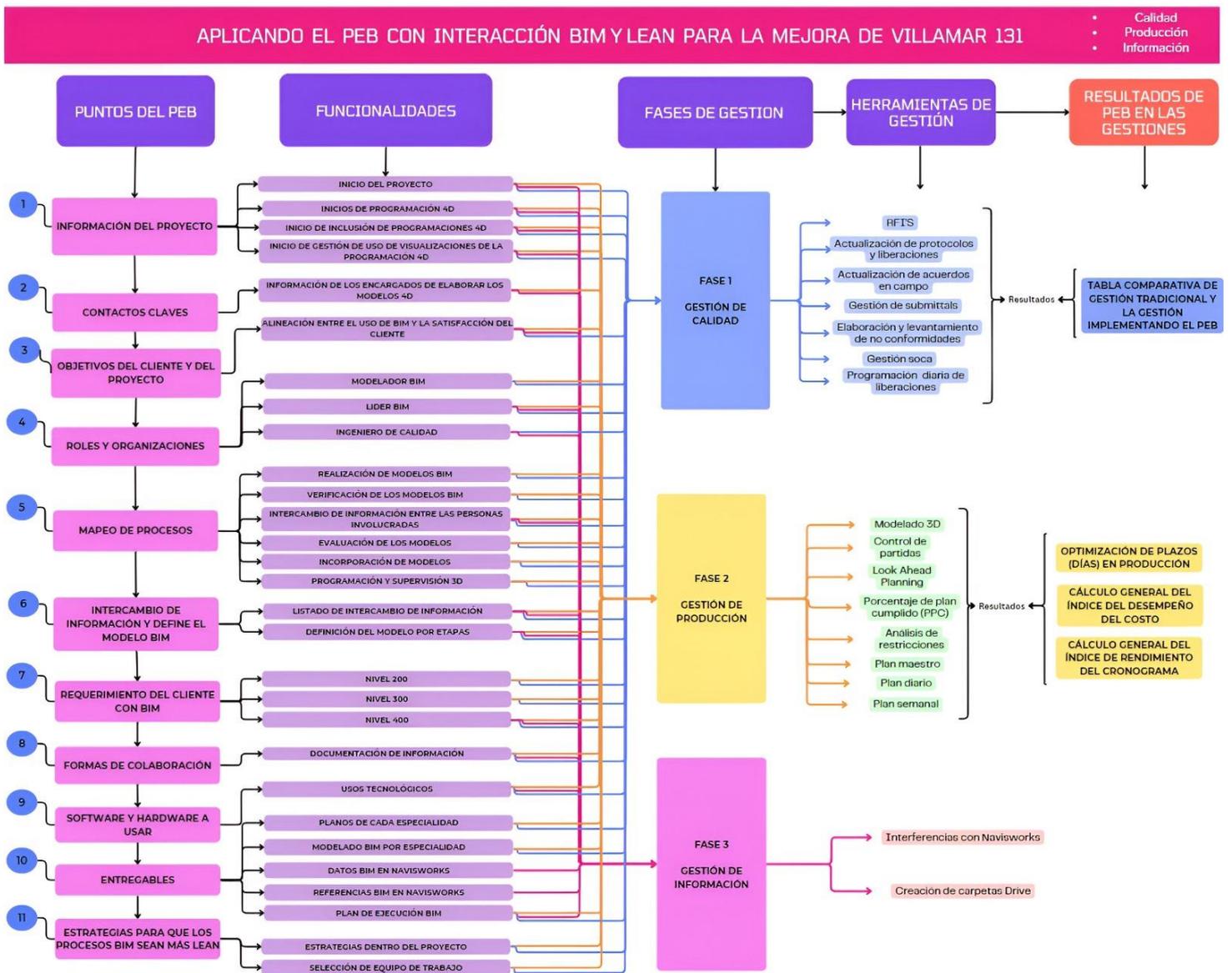


Figura 8. Aplicando el PEB con interacción de BIM y Lean

Fuente: elaboración Propia.

En este sub capítulo o tercer objetivo específico se mostraron los lineamientos (PEB) que fueron incluidos en tres gestiones (calidad, producción e información), cada uno incluido de manera necesaria según convenga; para saber si estos lineamientos aplicados a las gestiones funcionan, se visualizará de manera comparativa la gestión tradicional con la gestión BIM (integrada por los lineamientos) y así concluir si se obtuvo la reducción de plazos esperado en el caso de estudio reflejando la mejora que se obtiene aplicando el PEB, o lo contrario a eso.

4.3.1. Gestión de Calidad

El objetivo fue asegurar la comunicación entre los interesados del proyecto. Mediante un plan en donde se identificaron los pasos requeridos por la norma ISO - 9001 y algunos formados por la empresa ejecutora para asegurar la planificación, operación y control de los procesos integrando la metodología BIM y la filosofía Lean Construction.

Planificación de Calidad

La planificación se enfocó en asegurar que se cumplan los estándares de calidad durante la construcción. Adicionalmente, se buscó que los clientes queden completamente satisfechos y que el producto final cumpla con todas sus expectativas.

Distribución y Control del Plan de Calidad

El jefe de Calidad fue el responsable de verificar y repartir el plan de calidad, el cual incluyó una lista de distribución que fue firmado únicamente en el documento original por todas las personas a las que se le entregó, y en las copias controladas se incluyó el listado de distribución sin firmas.

El Plan de Calidad, fue entregado como mínimo a los siguientes cargos:

Tabla 4. *Lista de los involucrados en el proyecto.*

LISTA DE DISTRIBUCIÓN	
CARGO	NOMBRE
Gerente de proyectos	Ing. Jimmy Wilson
Residente de obra	Ing. Oscar Linares
Arq. de producción	Arq. Brenda Castillejo
Asistente de producción	Arq. Fiorella Palma
Jefe de instalaciones	Ing. Fernando Robles
Oficina técnica	Ing. Eli Palacios
Jefe de calidad	Ing. Robert Moreno
Asistente de calidad	Ing. Nicol Cabrera
Jefe de seguridad	Ing. Erica Huamán

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

Para la distribución de copias fuera de GRUPO CARAL, se contó con la aprobación del Coordinador de Proyecto o Residente de Obra. Se especificó en cada una de ellas, su control y aprobación de este, mediante un sello representativo, el cual indicó “Copia Controlada”, en caso de la ausencia de este sello se consideró como “Copia no Controlada”. Las Copias Controladas de este plan fueron enviadas a través de correspondencia oficial con sello “Para su Información”.

Requisitos Generales

El Plan de Calidad se desarrolló con base a los elementos de la norma ISO 9001 para el Proyecto: “Edificio Multifamiliar Villamar 131”.

Para la ejecución del proyecto se identificaron los procesos críticos y dentro de este se desarrollaron los subprocesos de obra. A los procesos principales se les ha determinado el seguimiento a través de indicadores de gestión.

El Sistema de Gestión de Calidad que se utilizó en el proyecto estuvo compuesto de procesos de planificación, ejecución, evaluación, corrección,

y procesos de apoyo para el correcto funcionamiento del sistema. Estos procesos pueden visualizarse en el siguiente diagrama:

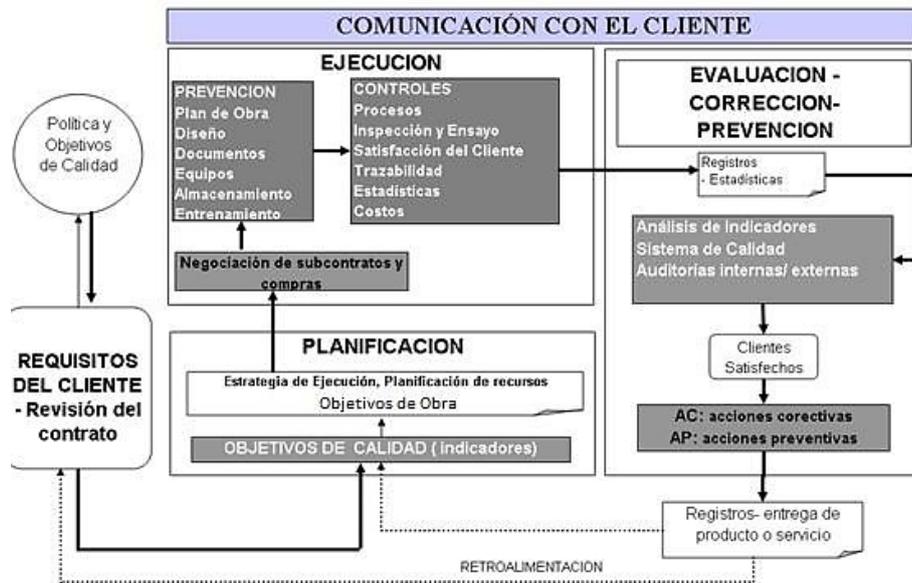


Figura 9. Diagrama de flujo de la Comunicación con el Cliente

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

1. Uso de RFI'S

Dentro del proyecto se contó con una empresa supervisora que se encargaba de recibir los requerimientos de información y responderlos o enviarlos al proyectista para que emita una respuesta, en algunas ocasiones el jefe de calidad planteó una propuesta junto con el requerimiento de información con la finalidad de ahorrar tiempo y en base a su conocimiento poder proporcionar una solución cuya implementación se dé en tiempos no mayores a 3 días desde enviado el archivo de consulta. El intervalo de tiempo que se requería la respuesta fue de 1 a 7 días, una en caso de que la respuesta no necesitara consultarle al proyectista y 7 días cuando sea un tema de análisis que demande la respuesta de un especialista, en algunas ocasiones se tuvo respuestas hasta en un mes después de enviada la consulta.

Se presenta algunos archivos relacionados al tema antes mencionado:

Tabla 5. Control de RFI's

STATUS DE RFIS				
Total RFI's		CANTIDAD	100%	133
Respondidos	A tiempo	66	48%	66
	Atrasados	66	48%	66
Pendientes	Observado	1	1%	1
	Atrasados	0	0%	
No enviados	No enviados/ anulados	3	2%	3

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

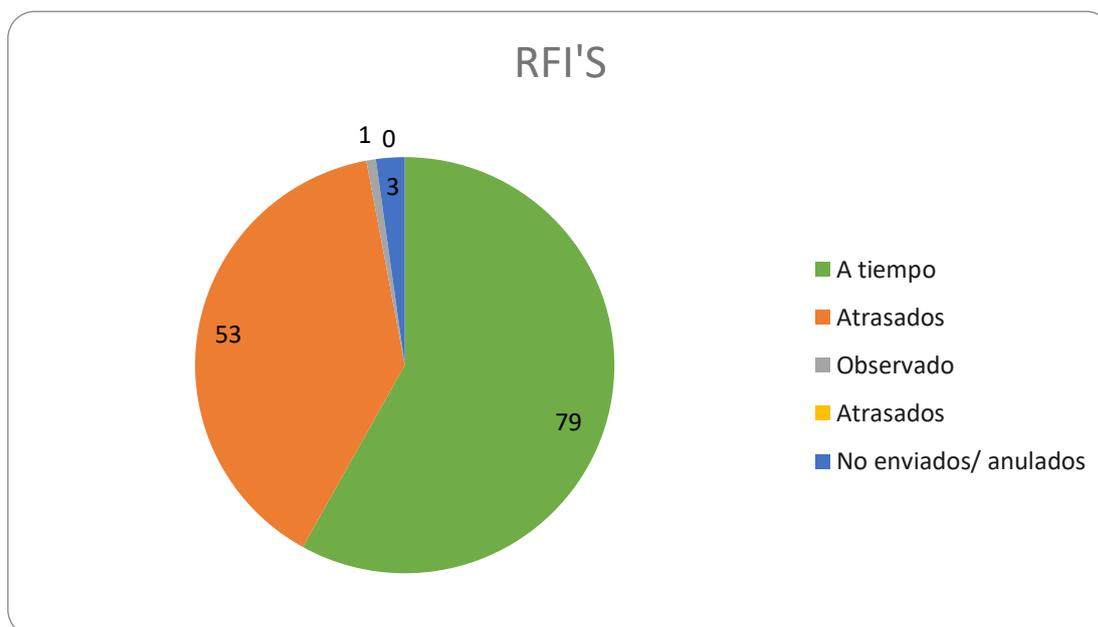


Figura 10. Porcentaje de Control de RFI's.

Fuente: Información brindada por estudio del caso

Tabla 6. Control de RFI'S detallado

STATUS DE RFIS				
RFIs x especialidad			100%	133
Total RFIs Estructuras				6
Respondidos	A tiempo	2	2%	6
	Atrasados	4	3%	
Pendientes	observados	0	0%	0
	A tiempo	0	0%	
	Atrasados	0	0%	
Total RFIs Arquitectura				74
Respondidos	A tiempo	35	26%	73
	Atrasados	38	29%	
Pendientes	observados	1	1%	1
	A tiempo	0	0%	
	Atrasados	0	0%	
Total RFIs IISS				9
Respondidos	A tiempo	5	4%	9
	Atrasados	4	3%	
Pendientes	observados	0	0%	0
	A tiempo	0	0%	
	Atrasados	0	0%	
Total RFIs IIEE				29
Respondidos	A tiempo	19	14%	29
	Atrasados	10	8%	
Pendientes	observados	0	0%	0
	A tiempo	0	0%	
	Atrasados	0	0%	
Total RFIs IIMM-MECANICA				10
Respondidos	A tiempo	3	2%	10
	Atrasados	7	5%	
Pendientes	observados	0	0%	0
	A tiempo	0	0%	
	Atrasados	0	0%	
Total RFIs SEGURIDAD				4
Respondidos	A tiempo	2	2%	4
	Atrasados	2	2%	
Pendientes	observados	0	0%	0
	A tiempo	0	0%	
	Atrasados	0	0%	
Total RFIs II GAS				1
Respondidos	A tiempo	0	0%	1
	Atrasados	1	1%	
Pendientes	observados	0	0%	0
	A tiempo	0	0%	
	Atrasados	0	0%	

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

2. Actualización de Protocolos y Liberaciones

Los protocolos son los archivos con los cuales se revisó los trabajos del contratista, su revisión fue hecha por el ingeniero de calidad acompañado por el ingeniero supervisor o algunos de sus asistentes, no necesariamente se necesitó un 100% de la presencia de la supervisión, pero sí alrededor de un 30% de su participación a más. La liberación de una partida se dio cuando el contratista presentaba un trabajo ya para ser entregado al cliente, en este caso al área de calidad que vela por los intereses de la inmobiliaria, este realizaba revisiones previas y constataba de que se encuentre en un estado óptimo que pueda ser verificado por supervisión, en algunas ocasiones se tomó la palabra del contratista sin una revisión previa por temas de tiempo, cuyo error incurrió en que se pierda tiempo en revisiones que debió haber realizado el encargado de la partida. Se debe tener en cuenta que cuando se realizó este tipo de revisiones el área en dónde se ha desarrollado los trabajos estuvo limpia, las partidas de las otras contratistas no fueron afectadas y sus materiales estuvieron limpios. Antes de programar una revisión el ingeniero de calidad contó con una estimación de tiempo que se podría realizar la revisión dependiendo del estado de calidad de la partida que se tenga. Estas liberaciones se enviaban con un día de anticipación, en un grupo en donde se encontraban todos los participantes del staff y el equipo de supervisión.

Se presenta un ejemplo de la actualización de liberaciones.

Tabla 7. Tabla de Actualización de Liberaciones Piso 9

Liberaciones	PISO 9															Escalera	
	Dpto. 901	Dpto. 902	Dpto. 903	Dpto. 904	Dpto. 905	Dpto. 906	Dpto. 907	Dpto. 908	Dpto. 909	Dpto. 910	Dpto. 911	Dpto. 912	Dpto. 913	Dpto. 914	Balcones		Pasadizos
Solaqueo de tabiquería	Liberado	NA	NA	NA													
Copado de tabiquería	Liberado	NA	Liberado	NA													
Liberación de tabiquería	Liberado	NA	Liberado	NA													
Liberación de presión hidráulica	Liberado	NA	NA	NA													
Liberación de estanqueidad	Liberado	NA	NA	NA													
Liberación de hermeticidad (Gas)	Liberado	NA	Liberado	NA													
Liberación de puntos sanitarios	Liberado	NA	NA	NA													
Liberación de puntos eléctricos	Liberado	NA	Pendiente	NA													
Liberación de megado de circuitos eléctricos	Liberado	NA	Pendiente	NA													
Nivelación de piso	liberado	liberado	liberado	NA													
Liberación de vidrios y perfiles	Observado	NA	NA	NA													
Drywall (Dintel)	Liberado	Observado	Observado	Liberado	Observado	NA	Pendiente	NA									
Drywall (tabiquería)	NA	Liberado	Liberado	NA	NA	NA	NA	NA									
Instalación de enchape cocina	Liberado	NA	NA	NA													
Instalación de enchape baños	Liberado	NA	NA	NA													
Liberación de empaste y sellado de muros	Liberado	NA	NA	NA													
Liberación de pintura	Liberado	Observado	Liberado	Observado	NA	NA	NA										
Liberación de empaste y sellado de muros	Observado	NA	NA	NA													
Liberación de papel mural	Pendiente	NA	NA	NA													
Liberación de Sardinel	Liberado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Liberado	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
liberación estructuras metálicas cocina	Observado	NA	NA	NA													
Liberación estructura metálica baños	Observado	NA	NA	NA													
Liberación de vidrios y perfiles	Observado	NA	NA	NA													
Liberación de muebles de cocina bajos y a	Observado	Observado	Observado	Observado	Observado	Pendiente	Pendiente	Pendiente	Observado	Observado	Observado	Observado	Observado	Observado	NA	NA	NA
Liberación de muebles closet	Observado	Observado	Observado	Observado	Observado	Pendiente	Pendiente	Pendiente	Liberado	Liberado	Liberado	Liberado	Liberado	Liberado	NA	NA	NA
Liberación de muebles de baño	Pendiente	Observado	Observado	Observado	NA	NA	NA										

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

3. Actualización de Acuerdos en campo

Los acuerdos en campo usualmente se daban entre la participación de la dirección técnica de obra, la supervisión y el cliente. Este tipo de acuerdos solucionaban la toma de decisiones en donde se deseaba conocer la apreciación del cliente. Se puede mencionar algunos acuerdos como el color definitivo de la pintura de las lamas metálicas de las jardineras del patio principal, en la ocasión mencionada se presentaron 3 modelos de acabado del material, de ellos uno fue elegido por el cliente (inmobiliaria), luego de este acuerdo el ingeniero de calidad elaboró un Excel y lo envió tanto al cliente como a supervisión para que incluyan su firma y quede como una decisión aprobada por unanimidad en obra. Otro tipo de acuerdos también fueron hechos sólo entre supervisión y la dirección técnica, para mencionar un ejemplo se podría tomar en cuenta el caso en que se tuvo que cambiar la posición de apertura de los muebles de melamine en el dormitorio principal, en este tipo de acuerdo, no se necesitó la presencia del cliente debido a que no afectaba en las finalidades que se tenía en el proyecto.

Nº DE SR	F. ENVÍO	ESPECIALIDAD	ASUNTO	DESCRIPCIÓN DE TRANSMITTAL	UBICACIÓN	ESTADO
24	14/06/2023	ARQ	Reubicación de Ventanas	Se reubicará la ventana que se encuentra en el descanso de las escaleras hacia la parte superior de la viga, de los departamentos 1301,1302,1307,1308,1313,1314	Dptos	OBSERVADO
25	14/06/2023	ARQ	Modificaciones en escaleras en piso 13	Se picará en las vigas hasta cumplir con las dimensiones de la escalera en los dptos. 1301,1302,1307,1308, para cumplir con las distancias mínimas por normativa y además para cumplir con las medidas de los pedáneos de las escaleras de estos departamentos. Se picará en las vigas hasta cumplir con las dimensiones de la escaleras que están en los departamentos 1309,1310,1311,1312, esto para cumplir con la medida de 0.85m de ancho de las escaleras. Se picará en las vigas hasta cumplir con las dimensiones en el descanso de las escaleras de los departamentos 1313 y 1314 para ganar mayor espacio posible, esto para cumplir con las medidas mínimas por normativa del descanso de escalera.	Dptos	APROBADO
26	14/06/2023	ARQ	Desfase en Escalera de Dpto 1314	En el plano de Anquelectura el final de la escalera y el muro están alineados pero, en campo hay un desfase de 0.05m entre la escalera y el muro, se acordó que quedara así como está en campo, sin embargo a la hora de instalar la baranda indicar a la contratista que instale de tal forma que maquille ese desfase.	Dptos	APROBADO
27	14/06/2023	ARQ	Divisiones en Departamentos	Se acordó que va pastelero en el techo de muro de las divisiones de los departamentos.	Dptos	APROBADO
28	14/06/2023	ARQ	Desfase en Escalera en Dptos 1301 y 1308	Quedará un pinto de aproximadamente 0.07m en los departamentos 1301 y 1308, esto se hará para cumplir con las distancias mínimas por normativa así como se detalla en la imagen N° 03.	Dptos	APROBADO
29	30/05/2023	ARQ	Alturas de Jardinera Escalonada Fachada Principal -Piso 01	Se quedó en acuerdo de campo que las alturas que se observan en nubes rojas de las jardinera escalonadas que está en la fachada principal, serán ejecutadas tomando como nivel de piso terminado la vereda de la calle. Así también se acordó que se agregaran columnas en los muros de las jardineras(tipo de columna sera C-01A) así como se observan en la imagen N° 2, esto debido a que estos muros tienen en total 11.50m de largo. También se acordó en campo que la profundidad en las 2 jardineras elevadas serán de 0.50m y la losa de base de las jardineras serán de 0.10m de espesor, así como se muestra las cotas en la imagen N°03.	Dptos	APROBADO

ESPECIALIDAD	APROBADO	ENVIADO	OBSERVADO	TOTAL
ARQ	21	1	2	24
EST	0	0	0	0
ASC	0	0	0	0
DACI	0	0	0	0
ACI	0	0	0	0
IIIEE	5	0	0	5
GAS	0	0	0	0
IISS	0	0	0	0
IIIMM	0	0	0	0
TOTAL	26	1	2	29

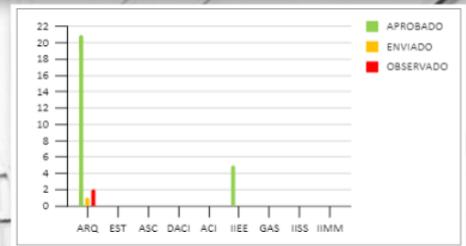


Figura 11. Acuerdos en campo.

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

4. Gestión de submittals

Los procesos de elaboración de submittals se menciona a continuación:

- a) **Solicitud Inicial del Contratista:** Cuando un subcontratista planeó llevar a cabo una actividad que involucra el uso de un material específico, este primero debió reunir la documentación técnica relacionada con dicho material. Incluyendo fichas técnicas, cartas de garantía o certificados de calidad.
- b) **Recepción de documentación:** Por parte de la dirección técnica de obra, su rol implicaba recibir esta documentación del contratista. Esta información fue esencial para garantizar que los materiales cumplieran con los estándares y especificaciones necesarios para el proyecto.
- c) **Elaboración del Submittal:** Una vez que se recibió la documentación del contratista, su responsabilidad fue preparar un "submittal" o conjunto de documentos que resuma y presente esta información de manera organizada y clara. Esto implicó la creación de un informe que incluían detalles técnicos, certificados de calidad y cualquier otra información relevante.
- d) **Envío a Supervisión para Aprobación:** Después de preparar el submittal, la DTO envió la documentación a la supervisión del proyecto. Esta etapa fue crucial, ya que la supervisión revisó minuciosamente la documentación para asegurarse de que cumpliera con las especificaciones y estándares del proyecto. Todo estuvo en orden y la supervisión aprobó el submittal.
- e) **Problemas o Devoluciones:** En caso de que la supervisión identificaba problemas o discrepancias entre la documentación presentada y lo proyectado en la obra, el submittal se devolvía al contratista para realizar las correcciones necesarias. Esto incluyó cambios en la documentación y en los materiales propuestos.

- f) **Revisión y Modificación por Parte del Subcontratista:** El subcontratista fue responsable de realizar las correcciones requeridas en la documentación y los materiales.
- g) **Reenvío para Aprobación:** Una vez que se han realizado las correcciones y modificaciones necesarias, el submittal revisado se volvió a enviar a la supervisión para su revisión y aprobación final.
- h) **Aprobación Final y Autorización para Proceder:** Si la supervisión estaba satisfecha con la documentación revisada y este cumplía con todas las especificaciones del proyecto, se otorgaba la aprobación final. Esto permitía que el contratista proceda con la actividad planificada utilizando los materiales aprobados.

Este proceso aseguró que todos los materiales y documentos utilizados en el proyecto cumplieran con los estándares de calidad y especificaciones requeridos, lo que fue primordial para avalar el éxito y la veracidad del proyecto de construcción.

El formato que se envió a supervisión es el siguiente:

Tabla 8. Formato de Submittal

SUBMITTAL (SBTL) SOLICITUD DE APROBACION DE MATERIALES / PRODUCTO Proyecto: "Edificio Multifamiliar Villamar 131"				Registro N° 72	
NOMBRE DEL PROYECTO:	Edificio Multifamiliar Villamar 131	CONTRATISTA:	Orion Gerencia y Construccion S.A.C.		
CLIENTE:	Grupo Caral	FECHA :	11/10/2023		
UBICACIÓN DE PROYECTO:	Av. Aviación 131	FF.TT:	ARQUITECTURA		
UBICACIÓN EXACTA DONDE SE UTILIZARA: Torre					
1. DESCRIPCION DEL SUBMITTAL					
PRODUCTO / EQUIPO /SERVICIO					
1. Crucetas para cerámico					
ADJUNTO: FICHA TECNICA					
PROVEEDOR: Nefusac					
2. FECHA REQUERIDA DE RESPUESTA (dd/mm/aa): 30/12/2022					
Elaborado por:				Fecha:	
				dd	11
				mm	1
				aa	23
Nombre: Susan Margot Tito Apaza				Firma:	
Autorizado por: (La firma deberá ser del representante autorizado)				Fecha:	
				dd	11
				mm	1
				aa	23
Nombre: Oscar Linares Sanchez				Cargo: Residente de Firma:	
3.- INSTRUCCIÓN DE RESPUESTA:					
<input type="checkbox"/> Código 1: Se aprueba ficha técnica de material <input type="checkbox"/> Código 2: Se rechaza ficha técnica de material					
Comentarios / Respuestas técnicas:					
Respondido por:				Fecha:	
				dd	
				mm	
				aa	
Nombre:				Cargo:	

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

Tabla 9. Porcentajes de Status de Submittals

ESPECIALIDAD	APROBADO	ENVIADO	OBSERVADO	TOTAL
ARQ	51	0	0	51
EST	2	0	0	2
ASC	0	0	0	0
DACI	2	0	0	2
ACI	3	0	0	3
IIEE	12	0	0	12
GAS	3	0	0	3
IISS	8	0	0	8
IIMM	7	0	0	7
TOTAL	88	0	0	88

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

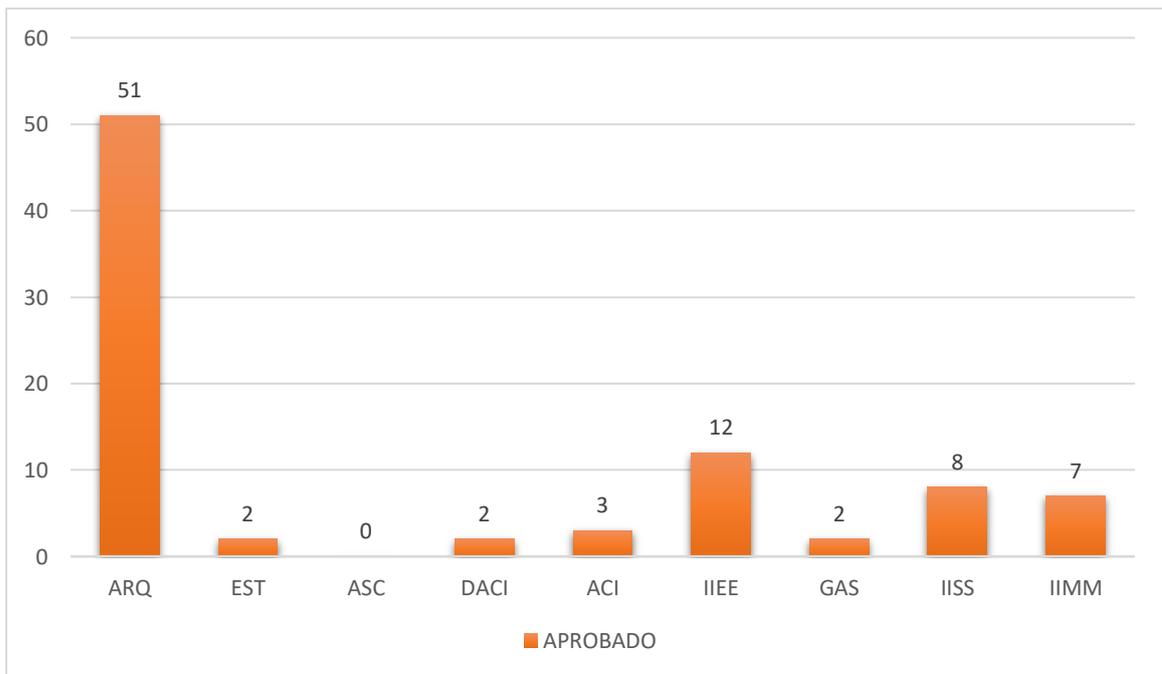


Figura 12. Gráfico de Porcentaje de Aprobación de Submittal.

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

5. Elaboración y levantamiento de no conformidades

Ejemplo de no conformidad enviada:

	SU-FO-034	Ver. 00	REPORTE DE NO CONFORMIDAD DE OBRA
---	-----------	---------	-----------------------------------

OBRA:	MULTIFAMILIAR VILLAMAR 131- SAN MIGUEL		
Contratista:	DTO LOGRA		
Elaborado por:	Ing. Francisco Ceballos		
Reportado por:	Ing. Víctor Aguilar		
Especialidad:	Arquitectura	Fecha de reporte:	07/09/2023

Descripción de la No Conformidad:	Nro. NC-013
<p>Se observa en campo que las tuberías eléctricas que se encuentran en el interior de jardineras deben estar protegidas con un recubrimiento de mortero, así como su respectivo tratamiento de impermeabilización sobre todo el recorrido de dicha tubería, sin embargo, se evidencia que el SC ha iniciado con la colocación tierra chacra sin tomar en cuenta lo indicado líneas arriba, por lo que se pueden generar problemas de post-venta por problemas eléctricos por el riesgo de contacto de este circuito con la humedad.</p>	
	

Figura 13. Reporte de No Conformidad.

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

Ejemplo de respuesta de no conformidad:

	SU-FO-034	Ver. 00	REPORTE DE NO CONFORMIDAD DE OBRA	
I. TRATAMIENTO DE LA NO CONFORMIDAD IDENTIFICADA (Supervisión)				
Opciones de tratamiento: (a) Corregir el producto <input checked="" type="checkbox"/> (b) Autorizar su uso con aprobación pertinente <input type="checkbox"/> (c) Impedir su uso <input type="checkbox"/>				
Descripción de la acción: Cambio de material para su instalación correcta del enchape.				
Verificación de la implementación de la acción inmediata: Solo en caso (a)				
II. TRATAMIENTO DE LAS CAUSAS DE LA NO CONFORMIDAD (Contratista)				
Origen de la acción:		Requisitos relacionados:		
Causas de la No Conformidad Contratista ingresa a realizar labores en zonas que aún no contaban con liberaciones totales de jardinería.				
Acciones propuestas		Responsable	Fecha de cierre	
Acción inmediata aplicada:		Jefe de calidad / Robert	25/09/23	
-Paralizar los trabajos de jardinería en cuanto a la colocación de tierra de chacra -Limpieza de la zona donde se encuentran las tuberías				
Acción correctiva:		Jefe de calidad / Robert	25/09/23	
Se aplicó mortero en todo el contorno de la tubería que va a contener cables eléctricos. Seguido a esto se impermeabilizó la estructura para evitar cualquier contacto con el agua.				
				
Fecha de cierre general:				
SEGUIMIENTO DE LAS ACCIONES PROPUESTAS (Supervisión)				
Fecha	Supervisión	Resultado	Nuevo plazo	Responsable
Observaciones:		Documentos adjuntos:		

Figura 14. Respuesta de No Conformidad.

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

6. Gestión de Soca

Una solicitud de orden de cambio en el proyecto fue un documento preparado por supervisión, en el cual se pedía un cambio en el trabajo y, en caso necesario, la ampliación del plazo de ejecución. Los cambios podían surgir por diversas razones y fueron controlados adecuadamente. El proceso comenzó cuando el cliente solicitaba una modificación en el trabajo, y luego seguía un proceso de aprobación que involucraba la revisión y firma de todas las partes involucradas. Existieron diferentes formas de agilizar este proceso, como la autorización verbal para iniciar el cambio, seguida de una estimación de costos y la obtención de aprobaciones formales.

El objetivo fue asegurar que cualquier cambio en el proyecto se realizara de manera controlada y documentada para evitar disputas y garantizar que se realice de manera eficiente.

Tabla 10. Gestión Soca

		SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD						GRUPO CARAL	
		STATUS DE SOCA							
		Proyecto: "Edificio Multifamiliar Villamar 131"							
8		SOCA							
Nº	FECHA DE SOLICITUD	ESPECIALIDAD	ASUNTO	DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD DE CAMBIO	DOCUMENTO ADJUNTOS	IMPACTA	ESTADO	COMENTARIOS	
1	10/2/2023	EST	Volado en fachada principal	De acuerdo a la vista de la elevación de la fachada principal, se solicita puedan enviar cotización por los trabajos a ejecutar, según detalles que se adjuntan: 1. Encofrado, armado y vaciado de volado según detalles de plano de estructuras que se adjunta. Concreto f'c=210 kg/cm2 2. Suministro e instalación de cerámico en parte superior. 3. Solaqueo y pintura del resto de la estructura 4. Suministro e instalación de baranda en borde del volado	1. Detalle vuelo en piso 2 2. ENCOFRADOS AVIACIÓN_VOLADO 1ER PISO	COSTO TIEMPO	RECHAZADO	MM indica que no se realizara el volado de losa del primer piso	
2	13/2/2023	ARQ	Actualización de planos arquitectura	Se actualiza planos de planta, cortes y vanos	1. 00_DARQ_Detalle_vanos_13.02.23 2. 00_OB2_Aviacion_CORTES_SM_CAR_13_02_23 3. 00_OB2_Aviacion_SM_CAR_13.02.23	COSTO TIEMPO	APROBADO		
3	20/3/2023	IIEE - IISS	Expediente paisajismo	Se actualiza planos de planta, cortes y vanos	1. LAMINAS GANIA - VILLAMAR 131 21-04-2020 (1) 2. LAMINAS GANIA - VILLAMAR 131 21-04-2020	COSTO	RECHAZADO	El proyectista envia nuevos planos	
4	23/3/2023	ARQ	Retiro alcance PRIMER antihumedad	Se solicita se pueda actualizar los adicionales n°3 y 4 una vez se considera el retiro del alcance de estos adicionales la adquisición y aplicación del PRIMER antihumedad en los muros y techos	No adjunta documentación	COSTO	ENVIADO		
5	23/3/2023	ARQ	Cambio de alcance tarrajeo fachadas en ductos	Se solicita nos puedan enviar el deductivo correspondiente a la partida de tarrajeo de fachadas, una vez se cambio el alcance del tarrajeo en la zona de los ductos de montantes entre los ejes F,G/1,4 y F,G/14,17 a solaqueo.	No adjunta documentación	COSTO	ENVIADO		
6	10/4/2023	ARQ	Modificación detalles de closets	Se solicita nos puedan enviar el costo por la modificación en los detalles de los closets según archivo que se adjunta en: 1. Closets tipo 2A dptos X02 2. Closets tipo 2B dptos. X07 3. Closets tipo 2C dptos X09 4. Closets tipo 2D dptos X10 5. Closets tipo 7B dptos X04 / X05 6. Closets tipo 7C dptos 102-1302 / 103-1303 / X06 / X07 7. Closets tipo 10A dptos tipo alto X09 / X10 / X11 / X12	1. 00_DARQ_Closet_10.04.23	COSTO	APROBADO	En el acuerdo de campo 18 se quedó en que lo ya ejecutado se dejará tal cual y desde el piso 4 se hará la modificación, pero sin adicionales o deductivos de costos en la orden de servicio	
7	21/4/2023	ARQ	Modificación detalle plazoleta piso 1	Se solicita nos puedan enviar el costo por la ejecución de la plazoleta del piso 1 según plano, detalles y correo que se adjuntan.	1. 00_PE1_Aviacion_SM_CAR oc-7 2. Correo DESNIVEL TERRAZA COMÚN - PLAZOLETA 1ER NIVEL 3. image 1 4. image 2	COSTO	APROBADO POR ACUERDO EN CAMPO	Se realizó el formato de adicional, pero no se tiene órdenes de servicio como para poder entregarlo y ajustar los nuevos valores	

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

7. Programación diaria de liberaciones

Las liberaciones por parte de calidad se realizaron en el día a día de obra, se programaban un día anterior, los subcontratistas enviaban la disponibilidad de entrega de sus partidas en las horas que se les acomodara, luego de ello el ingeniero de calidad verificaba en campo si la partida se encontraba en condiciones óptimas para ser presentadas a supervisión, si no se encontraban en las condiciones necesarias para entrega final, se cancelaba la liberación. En algunas ocasiones se encontraron observaciones y no se concluyó la revisión y se programaba una siguiente liberación. Al final del día de la liberación se realizaba las observaciones generales que hubo y quienes participaron en las liberaciones, esto ayudó a saber si se cumplió con las metas diarias.

LIBERACIONES								
LIBERACIONES 21-06-2023					ESTADO	ENCARGADO	OBSERVACIONES	
FALSA VIGA PISOS 9,10,11	AKME		PISO 9, 10, 11	09:00:00	10:00:00	OPBSERVADO	GM	
ASENTADO, SOLAQUEADO Y COPADO PISO 14	ROLEX		PISO 14	10:00:00	10:00:00	OPBSERVADO	R/V/M	SE REVISÓ CON GERENCIA CAMBIOS DE LA ANTERIOR GESTIÓN ANTES DE REVISAR EL COPADO Y ASENTADO POR PRESENCIA DE PINTOS
PINTADO DE PUERTAS DPTOS, 805, 806, 807, 808, y 813	PLYDINS		PISO 8	10:00:00	12:00:00	OPBSERVADO	R/V/M	A MEJORADO EL PINTADO, LOS MARCOS NO SE ESTÁN REVISANDO, SE VAN A REOINTAR TOTALMENTE
VIDRIOS DPTOS 1001, 1008 AL 1014	INMOGLAS		PISO 10	10:30:00	12:00:00	OPBSERVADO	R/V/M	HAN INSTALADO PERFILES EN LUGARES DONDE AÚN NO HAY EMPASTADO, NO SE HA PROCEDIDO A REVISARLOS
MEDIDORES DE AGUA PISO 3, 4, 5, 6 y 7	JYD		PISOS 3, 4, 5, 6 y 7	13:00:00	14:00:00	OPBSERVADO	GV	
ESTRUCTURA DE CLOSET PISO 7	MOBIUS		PISO 7	14:00:00	15:00:00	OPBSERVADO		
LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES DE DIENTES PISO 11	AKME		PISO 77	15:00:00	16:00:00	OPBSERVADO		

Figura 15. Programación diaria de Liberaciones

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

A continuación en la Tabla 11, se observó que la gran mayoría de las herramientas de la Gestión de Calidad con la metodología BIM, no son aplicables en el Método Tradicional.

Tabla 11. Resultado de Gestión de Calidad

Herramientas	Gestión de Calidad	
	Método Tradicional	Implementando BIM
RFI'S	No se aplicó	Se aplicó
Actualización de Protocolos y Liberaciones	No se aplicó	Se aplicó
Actualización de Acuerdos en campo	Se realizó de manera verbal, sin ningún tipo de seguimiento	Se aplicó
Gestión de Submittals	No se aplicó	Se aplicó
No conformidades	No se aplicó	Se aplicó
Gestión Soca	No se aplicó	Se aplicó
Programación Diaria de Liberaciones	No se aplicó	Se aplicó

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Gestión de Producción

Su propósito fue maximizar la eficiencia, alineándose tanto con los objetivos del proyecto como con los del patrocinador. Aunque el pensamiento Lean en la construcción enfatiza un flujo de producción óptimo, solo se utilizó algunas herramientas de estas como Visual Managment y Last Planner System, acompañado del modelado BIM 3D.

1. Modelos 3D del proyecto con Revit

Teniendo en cuenta las secuencias del proceso constructivo, se procedió al modelado 3D en diferentes especialidades, que se realizó en el Software Revit, partiendo desde la cimentación y los criterios que están establecidos en la metodología BIM, como los niveles de detalle de cada elemento que fue modelado, a continuación, se muestran algunas de ellas.



Figura 16. Modelado BIM 3D de estructuras.

Fuente: elaboración propia.



Figura 17. Modelado BIM 3D de arquitectura.

Fuente: elaboración propia.

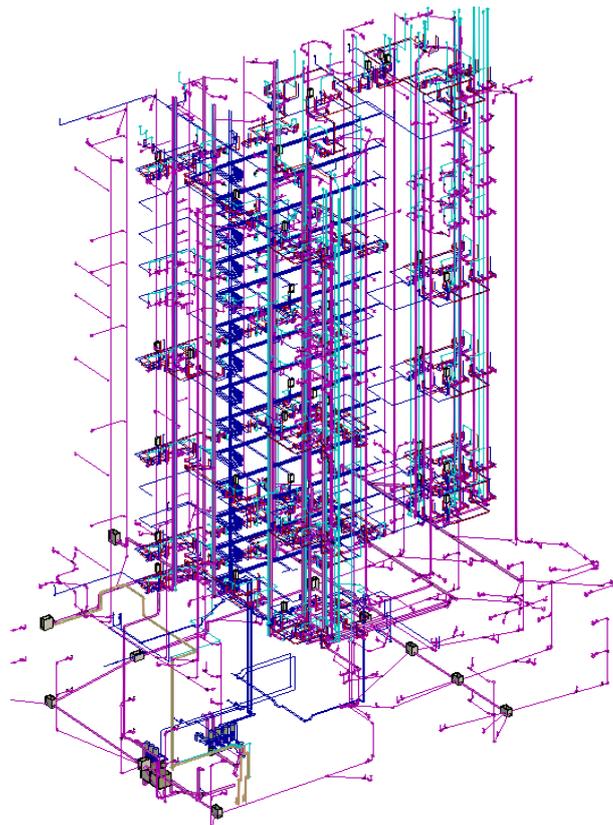


Figura 18. Modelado BIM 3D de Instalaciones Sanitarias.

Fuente: elaboración propia.

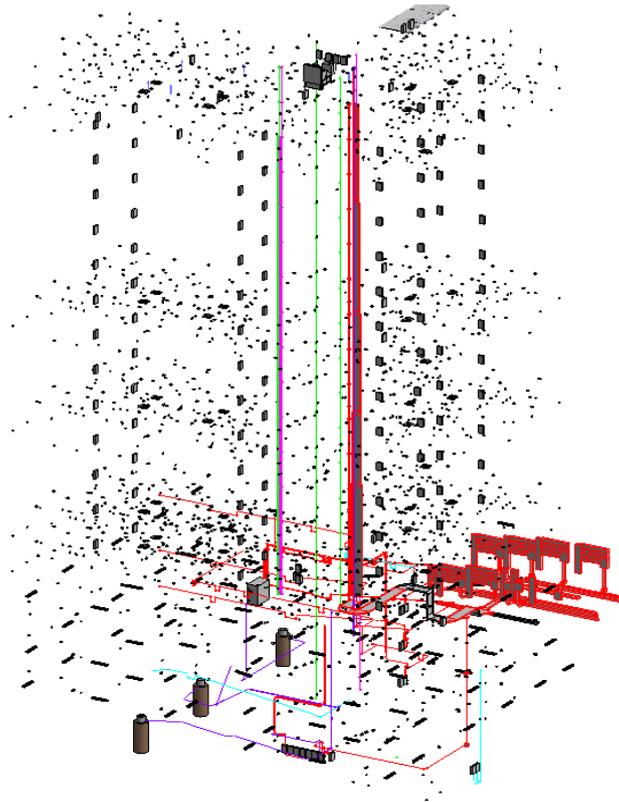


Figura 19. Modelado BIM 3D de Instalaciones Eléctricas.

Fuente: elaboración propia.

2. Control de partidas

En el Proyecto Villamar 131, hizo referencia a la supervisión y gestión de los elementos específicos que componen el presupuesto del proyecto. Estos elementos incluyeron los materiales, mano de obra, equipos, subcontratos y otros recursos que fueron necesarios para su construcción.

El control de partidas fue una función compartida entre diversos actores del proyecto, que incluyeron al director de obra, el equipo de gestión de proyectos, el ingeniero de costos y el equipo de control de calidad. Estos profesionales trabajaron en conjunto para garantizar la correcta asignación y seguimiento de recursos financieros y materiales a cada partida del proyecto.

a) Propósito y Utilización:

El control de partidas comenzó en la etapa de estimación, donde se desarrolló un presupuesto detallado para el proyecto multifamiliar. Esto implicó la desagregación de los costos en partidas específicas,

como cimentación, estructura, acabados, entre otros. Para llevar un adecuado control de las partidas se estableció el análisis de precios unitarios, usualmente la empresa destinaba el 15% del costo de la partida para el levantamiento de observaciones de las distintas partidas; el acarreo de material, para la empresa fue otro factor de sobrecostos al momento de controlar las partidas, al incluir estos factores en el control de análisis de precios unitarios, favoreció al adecuado desarrollo de las distintas partidas.

b) Control de Calidad:

El control de partidas también se relacionó con la calidad de los trabajos. Cada partida debió cumplir con los estándares de calidad establecidos y ser inspeccionada y verificada de acuerdo con estos estándares.

c) Programación y Plazos:

El control de partidas se integró con la programación del proyecto (BIM 4D) para asegurarse de que los recursos estuvieran disponibles cuando se necesitan y que las partidas se completaran según lo programado.

d) Herramientas Tecnológicas:

En la actualidad, se utilizaron herramientas tecnológicas avanzadas, como el Building Information Modeling (BIM), facilitando el control de partidas en. BIM permitió una representación digital detallada de las partidas, lo que facilitó la identificación temprana de problemas y la colaboración multidisciplinaria.

En resumen, el control de partidas fue esencial para garantizar la gestión eficiente de costos, calidad y plazos. Teniendo una responsabilidad compartida por diferentes profesionales del proyecto y se apoyaron en herramientas tecnológicas avanzadas para aumentar la concisión y la mejorar la eficacia en la gestión de partidas específicas del proyecto, mediante BIM.

3. Look Ahead Planning

Se presentó el progreso del proyecto utilizando visualizaciones de un modelo BIM y las ilustraciones estuvieron relacionados al avance de programación. En la Tabla 13, se muestra el lookahead con partidas a las que se le agregarán más información de acuerdo con la secuencial navegación por parte del usuario

Tabla 13. Look Ahead Planning

LOOKAHEAD PLANNING																								
LISTA DE ACTIVIDADES	Semana 26					Semana 27					Semana 28					Semana 29				Semana 30				
	2023 May	2023 Jun	2023 Jun	2023 Jun	2023 Jun	2023 Jun	2023 Jun																	
	08	09	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30	31	01	02	05	06	07	08
PROVISIONALES / PROTECCIONES COLECTIVAS																								
MOVIMIENTO CISTERNA DE AGUA Y ENTUBADOS										XX														
ENMALLADO DE INGRESO RAMPA																								
INSTALACIÓN DE URINARIOS (BAÑOS) EN OBRA																								
EUMINACIÓN DE DESMONTE			XX				XX																	
MEJORAMIENTO MALLA ANTICAIDA CLUB																								
RETIRO CHUTE RAMPA												XX												
BANCO DE MEDIDORES																								
Wincheado TV, INTERCOM	P14																							
Cableado dptos alumb / tomac.	P13	P13	P13	P14	P14	P14	P14	P14																
Tablero serv generales	FABRI.	FABRI.	FABRI.	XX	XX																			
ARQUITECTURA																								
ACABADOS HÚMEDOS																								
RECTIFICACIÓN VARIAS																								
Tarrajeo vigas/columnas	1103-1106	1106-1109	1109-1112	1112-1201	1201-1204	1204-1207	1207-1210	1210-1213	1213-1302	1302-1305	1305-1308	1308-1311	1311-1314	105-106										
LEV. DE OBS. MUROS, BRUÑAS, PRELOSAS	1014-1103	1103-1106	1106-1109	1109-1112	1112-1201	1201-1204	1204-1207	1207-1210	1210-1213	1213-1302	1302-1305	1305-1308	1308-1311	1311-1314	105-106									
SELLADO PRELOSAS																								
Corrección amolado en junta de pretosas	P14	P14																						
Sellado	P12	P12	P12	P13	P13	P13	P14	P14	P14															
JARDINERAS																								
Habitación de acero		MC 1	MC 2																					
Encofrado y vaciado																								
Desencofrado	PT1	PT1		MC 1/2																				
Asentado de ladrillo																								
ASENTADO DE LADRILLO CUADRILLA - 1	S1	S1	S1	S1	S1																			
ASENTADO DE LADRILLO CUADRILLA - 2	P-1/101	P-1/102	P-1/103	P-1/104	P-1/105																			
ASENTADO DE LADRILLO CUADRILLA - 3	1301-1303	1304-1305	1306-1307	1308-1310	1311-1313																			
Fijación de Puntos IISS/IIIE/GAS																								
SOLAQUEO CUADRILLA 1	1310	1311	1312	1313	1314	P14/P-1	S1																	
DERRAMES			S2/P13	P14/P-1	S1	S1	S1	S1																
Cerramiento de montantes																								

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

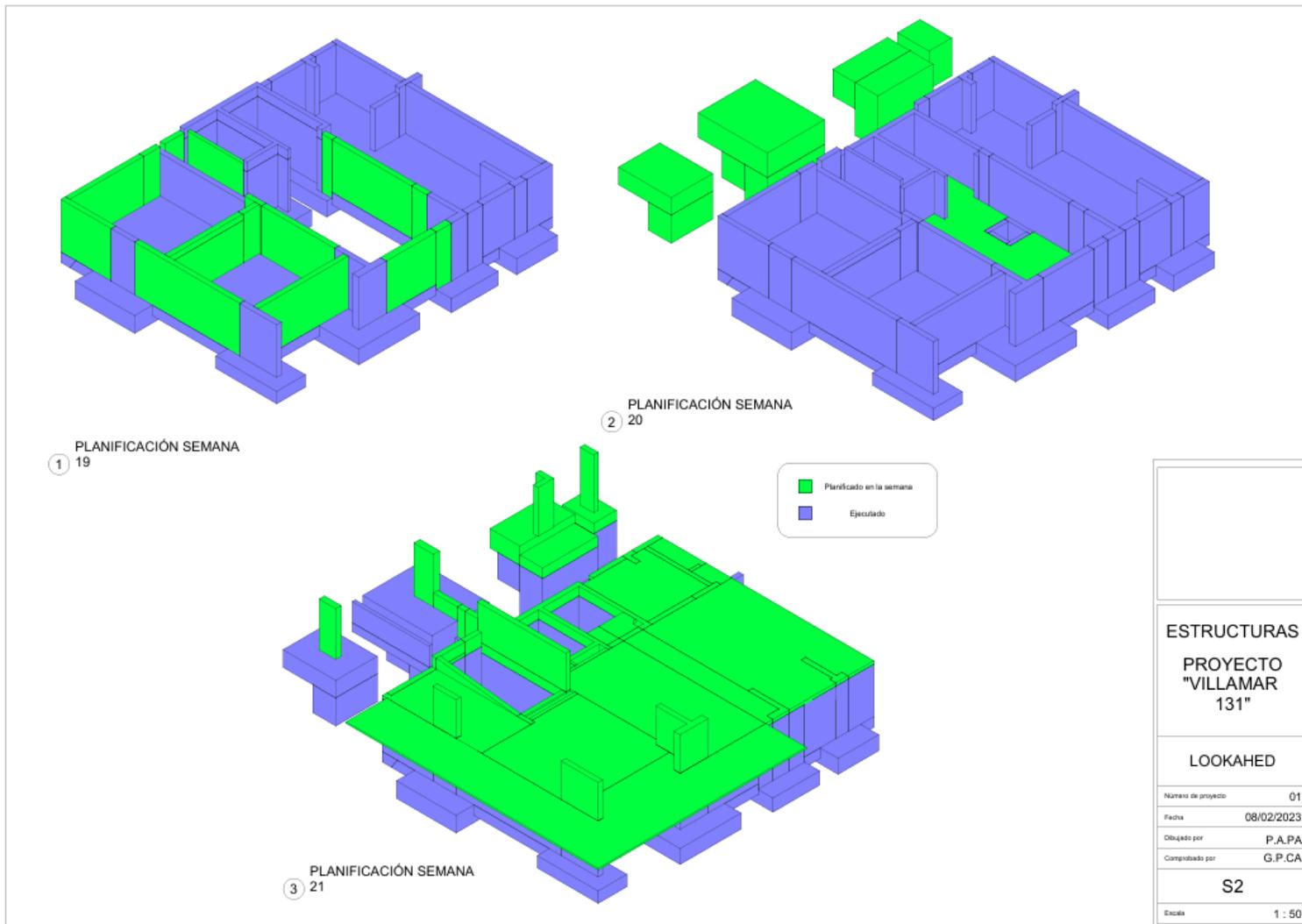


Figura 20. Look Ahead Planning.
Fuente: elaboración propia.



Figura 21. Avances de obra a través de modelo 3D.

Fuente: elaboración propia.

A largo plazo se visualizaron los avances de los Look Ahead, por lo que facilito plasmar los avances de cada nivel.

4. Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)

La proporción del objetivo alcanzado, en el contexto de obras multifamiliares y en la ejecución de proyectos conformes al plan, fue una métrica que evaluaba el progreso real de una obra en comparación con el plan de ejecución establecido. Este indicador se utilizó para medir cuánto se ha avanzado en relación con las actividades y el cronograma previamente definidos. Aquí te ofrezco detalles sobre el PPC:

a) Forma de Obtenerlo:

El porcentaje de plan cumplido se calculó dividiendo la cantidad de trabajo completado hasta la fecha por la cantidad de trabajo que estaba planificado para ese mismo período. La fórmula general es:

$$\text{Porcentaje de Plan Cumplido} = \frac{\text{Trabajo Realizado}}{\text{Trabajo Planificado}} \times 100\%$$

b) Quién lo Mide:

Este porcentaje generalmente fue medido y supervisado por el equipo de gestión del proyecto, que incluyó al gerente de proyecto, ingenieros, arquitectos y personal de control de calidad. También pudo ser monitoreado por representantes del cliente y posiblemente por terceros contratados para la supervisión.

c) Causas por las que no se Cumplen los Porcentajes:

Existen varias razones por las cuales el porcentaje de plan cumplido pudo no alcanzar el 100%. Algunas de las causas comunes incluyen:

- ✓ Retardos en la entrega de suministro: La falta o demora en la entrega de los suministros clave afecta el progreso de la obra.
- ✓ Condiciones climáticas adversas: El clima desfavorable, como lluvias intensas o condiciones climáticas extremas, puede detener o ralentizar la construcción.
- ✓ Variación en el diseño: Modificaciones en el diseño original del proyecto pueden requerir ajustes en el cronograma y afectar el plan de ejecución. Los cambios en el diseño original del proyecto pueden necesitar ajustes en el cronograma e impactar el plan de ejecución.
- ✓ Problemas de recursos humanos: La falta de personal cualificado, paros laborales u otros problemas relacionados con la mano de obra pueden provocar retrasos en el proyecto.
- ✓ Problemas técnicos: Dificultades técnicas imprevistas, como problemas geotécnicos o estructurales, pueden causar retrasos.

d) Consideraciones:

Es importante tener en cuenta que para alcanzar el 100% de cumplimiento del plan fue difícil en la práctica debido a la naturaleza impredecible de la construcción. Por lo tanto, fue fundamental que el

equipo de gestión del proyecto fuera proactivo en la identificación de problemas potenciales y en la implementación de medidas correctivas para minimizar los retrasos.

Además, el porcentaje de plan cumplido se utilizó para evaluar el progreso del proyecto en términos de tiempo, pero también fue esencial considerar la calidad del trabajo y el presupuesto. Un alto porcentaje de plan cumplido no garantizaba automáticamente que el proyecto esté dentro del presupuesto o que aseguraran la calidad según normativas.

En resumen, el porcentaje de plan cumplido fue una herramienta crucial en los proyectos multifamiliares, que ayudaba a evaluar el progreso y a identificar desviaciones del cronograma planeado. Sin embargo, fue esencial comprender las causas de los posibles retrasos y tomar medidas adecuadas para mitigarlos.

Tabla 14. PPC Acumulado

PPC ACUMULADO							
Semanas	Actividades Realizadas	Actividades No Cumplidas	Total Actividades	Total Actividades Realizadas Acumuladas	Total Actividades Acumuladas	PPC	PPC ACUM.
Semana 4	6.00	7.00	13.00	6.00	13.00	46%	46%
Semana 5	10.00	5.00	15.00	16.00	28.00	67%	57%
Semana 6	20.00	4.00	24.00	36.00	52.00	83%	69%
Semana 7	31.00	7.00	38.00	67.00	90.00	82%	74%
Semana 8	38.00	11.00	49.00	105.00	139.00	78%	76%
Semana 9	43.00	14.00	57.00	148.00	196.00	75%	76%
Semana 10	38.00	14.00	52.00	186.00	248.00	73%	75%
Semana 11	21.00	22.00	43.00	207.00	291.00	49%	71%
Semana 12	26.00	9.00	35.00	233.00	326.00	74%	71%
Semana 13	42.00	22.00	64.00	275.00	390.00	66%	71%
Semana 14	34.00	47.00	81.00	309.00	471.00	42%	66%
Semana 15	52.00	17.00	69.00	361.00	540.00	75%	67%
Semana 16	59.00	27.00	86.00	420.00	626.00	69%	67%
Semana 17	69.00	13.00	82.00	489.00	708.00	84%	69%
Semana 18	50.00	19.00	69.00	539.00	777.00	72%	69%
Semana 19							
Semana 20							
Semana 21							
Semana 22							
PONDERAD							68.28%

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

En la semana 5, hubo un total de 15 actividades de las cuales 10 de ellas fueron realizadas teniendo un PPC del 67% y el PPC acumulado del

57% que corresponde a 5 actividades no cumplidas, en la mayoría de las siguientes semanas se cumplieron con las actividades programadas.

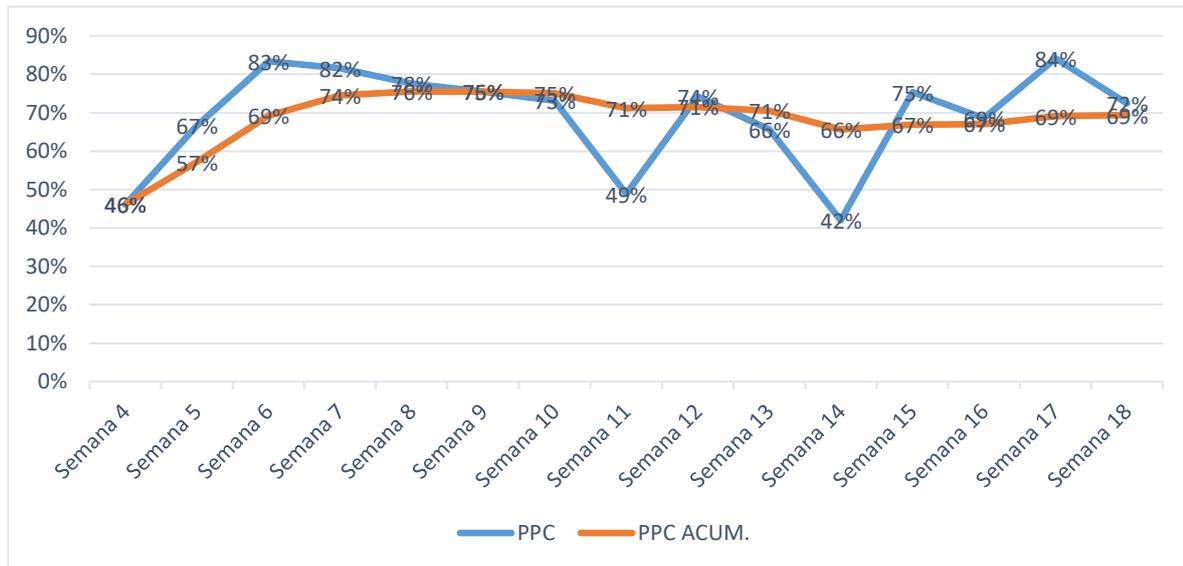


Figura 22. Porcentaje de PPC y PPC Acumulado.

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

Tabla 15. Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC) Y CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO																			
NOMBRE DE PROYECTO		RESIDENTE					FECHA												
VILLAMAR 131		OSCAR LINARES					Lunes, 15 de Mayo de 2023												
ARQUITECTA DE PRODUCCIÓN		PROPIETARIO					UBICACIÓN												
BRENDA CASTILLEJO							AV. AVIACION 131 - SAN MIGUEL												
ACTIVIDAD	SEMANA 25							PPC DIARIO					ANALISIS DE CUMPLIMIENTO						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	L	M	X	J	V	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA		
	8-May	9-May	10-May	11-May	12-May	13-May	14-May	45%	47%	13%	7%	0%							
PROVISIONALES / PROTECCIONES COLECTIVAS																			
MOVIMIENTO CISTERNA DE AGUA Y ENTUVADOS																			
ENMALLADO DE INGRESO RAMPAS																			
INSTALACIÓN DE URINARIOS (BAÑOS) EN OBRA																			
ELIMINACIÓN DE DESMONTE																			
MEJORAMIENTO MALLA ANTICAIDA CLUB																			
RETIRO CHUTE RAMPAS																			
BANCO DE MEDIDORES																			
Colocación de tapas tomas/interruptores																			
Colocación de Sensor de Humo, Luz estroboscópica,																			
ARQUITECTURA																			
ACABADOS HÚMEDOS																			
RECTIFICACIÓN VARIAS																			
Tarrajeo vigas/columnas																			
LEV. DE OBS. MUROS, BRUÑAS, PRELOSAS																			
SELLADO PRELOSAS																			
Corrección amolado en junta de prelosas																			
Sellado																			
JARDINERAS																			
Trazo																			
Lev. Puntos IIGAS																			
Lev. Puntos IIEE																			
Lev. Puntos IISS																			
Andaje y Ojos chinos																			
ASENTADO DE LADRILLO CUADRILLA - 1																			
ASENTADO DE LADRILLO CUADRILLA - 2																			
ASENTADO DE LADRILLO CUADRILLA - 3																			
Fijación de Puntos IISS/IIEE/GAS																			
SOLAQUEO CUADRILLA 1																			
DERRAMES																			
Cerramiento de montantes																			

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

5. Análisis de Restricciones

Este proceso en la gestión de la construcción desempeñó un papel fundamental al identificar y evaluar obstáculos potenciales que pudieran afectar el desarrollo de un proyecto. Este proceso fue esencial para anticipar y abordar posibles desafíos, lo que contribuyó a un flujo de trabajo más eficiente y a la prevención de retrasos y costos adicionales. En cuanto a quiénes deben participar en este análisis, fue crucial contar con un equipo multidisciplinario que incluían a representantes del cliente, ingenieros, arquitectos, contratistas, así como expertos en normativas locales y regulaciones. El análisis de restricciones se realizó en la etapa inicial del proyecto, y fue importante realizarlo tanto en el sitio de construcción como en las oficinas de diseño para abordar de manera integral todas las posibles restricciones que pudieran surgir durante el desarrollo del proyecto. La participación de expertos en diversas áreas garantizaba una evaluación exhaustiva de las restricciones potenciales y permitía tomar medidas proactivas para mitigar su impacto en el proyecto de construcción.

Tabla 16. Análisis de Restricciones

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES																																			
SEMANA:							SEMANA 23					SEMANA 24					SEMANA 25					SEMANA 26													
Frete	SOL	Descripción de la Restricción	Fecha Requerida	Fecha en obra	RSP Levant.	Estado	26/12/22	27/12/22	28/12/22	29/12/22	30/12/22	31/12/22	01/01/23	02/01/23	03/01/23	04/01/23	05/01/23	06/01/23	07/01/23	08/01/23	09/01/23	10/01/23	11/01/23	12/01/23	13/01/23	14/01/23	15/01/23	16/01/23	17/01/23	18/01/23	19/01/23	20/01/23	21/01/23	22/01/23	
% DE RESTRICCIONES POR SEMANA						39%					32%					19%					11%														
PARTID A	RESP. SEGUIM.	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	Fecha Requerida	Inicio Ejecución	RESP. LEV.	STATUS																													
OB	ML	Llegada de saldo de herramientas solicitadas a caral	2/01/2023	4/01/2023	ML	EN PROCESO																													
OBRAS PROVISIONALES / PRELIMINARES																																			
OB	BC	Llegada de estoca (solicitado a caral)	2/01/2023	4/01/2023	ML	EN PROCESO																													
OB	EP	OS de Pato para carga de materiales.	2/01/2023	4/01/2023	ML	EN PROCESO																													
OB	ST	Ingreso de Inkaferro para capacitación de limpieza de acero.	26/12/2022	30/12/2022	ST	EN PROCESO	x																												
OB	BC	Solicitud de material para limpieza de acero Inkaferro.	28/12/2022	4/01/2023	BC	EN PROCESO																													
OB	ST	Cierre de diseño estructural para el vaciado de losa grua	26/12/2022	2/01/2023	ST	EN PROCESO	x																												
OB	SSOMA	Instalación de las Mallas Anticaídas.	26/12/2022	2/01/2023	EH	EN PROCESO	x																												
OB	EP	Aperturar OS para la eliminación libre	23/12/2022	30/12/2022	GE/MF																														
OB	BC	Llegada de requerimiento de puntales.	28/12/2022	2/01/2023	BC	EN PROCESO																													
OB	BC	Apuntalamiento de techo de sótano 02 y 01 debajo de montacarga	28/12/2022	2/01/2023	BC	EN PROCESO																													
LOSA - GRUA																																			
7.00	BC	Generar OS de puntales para Losa Grua (solicitud enviada a Caral)	2/01/2023	9/01/2023	BC	CRITICO																													
7.00	BC	Requerimiento de materiales para el vaciado de losa post aprobación de diseño.	2/01/2023	9/01/2023	BC	CRITICO																													
7.00	EP	Generar OS proveedor de Mixer/bomba para vaciado de losa grua	2/01/2023	9/01/2023	BC	CRITICO																													
ARQUITECTURA																																			
ACABADOS HÚMEDOS																																			
Sótanos																																			
3.00	EP	Contratación de pato para traslado de ladrillo para sótanos.	29/12/2022	3/01/2023	EP																														
1.00	EP	OC/pago para La casa para llegada de materiales de tabiquería (LA CASA)	27/12/2022	3/01/2023	EP																														
28.00	EP	Aprobación de SC de cal nieve en sótanos.	23/01/2023	30/01/2023	BC	LEVANTADO																													
14.00	EH	Envío de Documentación a ssoma	9/01/2023	16/01/2023	EH	LEVANTADO																													
20.00	EH	Charla de inducción	15/01/2023	16/01/2023	EH	LEVANTADO																													
14.00	BC	Ingreso de cuadrilla de tabiquería en sótanos.	9/01/2023	16/01/2023	BC	LEVANTADO																													
12.00	BC	Llegada para materiales para trabajos en sótanos	7/01/2023	14/01/2023	BC	LEVANTADO																													
14.00	BC	Requerimientos de material para contrapiso de cisternas	9/01/2023	23/01/2023	BC	EN PROCESO																													
21.00	BC	Llegada para materiales para contrapiso de cisternas	16/01/2023	23/01/2023	BC	EN PROCESO																													
14.00	ST	Definir el procedimiento para la rectificación de muro de cisterna picado.	9/01/2023	16/01/2023	ST	EN PROCESO																													
14.00	BC	Materias para reparación de placa de cisterna	9/01/2023	16/01/2023	BC	EN PROCESO																													
21.00	EP	Adjudicación de Sc para impermeabilización de cisterna	16/01/2023	23/01/2023	EP	EN PROCESO																													

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

6. Plan Maestro

El plan maestro en edificaciones multifamiliares fue un enfoque esencial para optimizar el diseño y la eficiencia en proyectos de viviendas colectivas. Se definió como un instrumento que guiaba el desarrollo integral de un proyecto, siendo crucial para maximizar el espacio disponible, integrar diferentes componentes de diseño, como áreas comunes y servicios, y fomentar la sostenibilidad y eficiencia energética. El proceso de desarrollo incluyó investigaciones de mercado, análisis de sitio, diseño conceptual y evaluación financiera. La implementación implicó la gestión de la construcción y garantizaba la alineación con los objetivos del plan maestro en términos de calidad, tiempo y presupuesto. Ejemplos exitosos respaldan su eficacia, y se ofrecen recomendaciones para aquellos interesados en su implementación en proyectos residenciales colectivos.

Tabla 17. Master Plan

MASTER PLAN																																													
LISTA DE ACTIVIDADES	SEMANA 4					SEMANA 5					SEMANA 6					SEMANA 7					SEMANA 8					SEMANA 9					SEMANA 10					SEMANA 11					SEMANA 12				
	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023	2023					
	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Dic	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene	Ene					
DEPARTAMENTOS	12	13	14	15	16	19	20	21	22	23	26	27	28	29	30	02	03	04	05	06	09	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30	31	01	02	03	06	07	08	09	10
ARQUITECTURA																																													
RECTIFICACIÓN																																													
PRUEBAS DE INSTALACIONES																																													
Pruebas Inst. GAS			P7		P8																																								
Pruebas Inst. SANITARIAS			P3		P4			P5		P6			P7		P8																														
Liberación de calidad		P2		P3			P4		P5			P6		P7			P8																												
PROVISIONALES																																													
Habilitación de OF/comedor/vestuarios			OB.PROV.																																										
Limpieza y acarreo de desperdicios			TORRE																																										
VIGAS COLLARÍN																																													
Habilitación de acero (Vigas collarin)					P7		P8						P9		P10				P11										P12									P13	P13						
Encofrado (Vigas collarin)					P7		P8						P9		P10				P11										P12									P13	P13						
Vaciado (Vigas collarin)					P7		P8						P9		P10				P11										P12									P13	P13						
LOSA (GRUA)																																													
Habilitación de acero									S2				S1																																
Encofrado									S2				S1																																
Colocación de ladrillo de techo									S2				S1																																
Liberación de calidad									S2				S1																																
Vaciado									S2				S1																																
Desencofrado																			S1	S2																									
RESANE DE MUROS/SOBREMUROS																																													
Resane de muros x picoteo IISS								P5		P6			P7		P8				P9										P10									P11		P12					
Vaciado de muros/sobremuros x picoteo								P5		P6			P7		P8				P9										P10									P11		P12					
RECTIFICACIÓN DE VIGAS DESALINEADAS																																													
Picoteo/copado/tarrajeo										P4					P5					P6					P7					P8					P9					P10					
RESANE LOSAS/NIVELACIÓN DE PISOS																																													
Relleno de losa x picoteo de IISS																																													
Picoteo de rebabas								P5		P6			P7		P8				P9						P10				P11						P12				P13						
Nivelación de Pisos								P5		P6			P7		P8				P9						P10				P11						P12				P13						
SARDINELES DUCHA																																													
Prefabricar													X		X										X			X																	
Instalación								P5		P6			P7		P8				P9						P10				P11						P12										
JARDINERAS																																													
Habilitación de acero														P1																															
Encofrado														P1																															
Vaciado															P1																														
Derrames																																													
Derrames superior Jardineras Terraza																																													
TOPELLANTAS																																													
Prefabricar/encofrar/vaciar																								S2						S1															
Instalación																														S1															
Revoque																														S2					S1										

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

7. Plan diario

El plan diario se tomó de las actividades planeadas en el Look Ahead, estas actividades pueden ir en conjunto con actividades que no se llegaron a completar días anteriores, esto debido a las restricciones del proyecto.

Tabla 18. Plan Diario

TABQUERIA					
Asentado de ladrillo PISO 1 (CUADRILLA 1)	ROLEX		PISO 1	8:00:00	13:00:00
Asentado de ladrillo piso P14 (CUADRILLA 2)	ROLEX		PISO 14	8:00:00	13:00:00
Asentado de ladrillo (CUADRILLA 3) 1301-1303	ROLEX	2	PISO 13	8:00:00	13:00:00
Solaqueo cuadrilla S1	ROLEX	2	SOTANO 1	8:00:00	13:00:00
DERRAMES PISO S1	ROLEX		SOTNO 1	8:00:00	13:00:00
CUADRILLA DE IISS					
Instalación de inodoros 1111-1114	JD	2	PISO 11	8:00:00	13:00:00
Instalación de rejillas, sumideros 1107-1110	JD	2	PISO 11	8:00:00	13:00:00
Instalación de mezcladoras piso 1	JD	2	PISO 1	8:00:00	13:00:00
Instalación de duchas y griferías 1105-1108.	JD	2	PISO 11	8:00:00	13:00:00
INSTALACIÓN DE ANGULOS DE LAVAROPA 209-214	JD	2	PISO 2	8:00:00	13:00:00
INSTALACIÓN DE LAVAROPAS 203-208	JD	2	PISO 2	8:00:00	13:00:00
CUADRILLA DE IIEE					
Cableado dptos alumb / tomac. piso 13 (banco de medidores)	PROYESEL	2	PISO 13	8:00:00	13:00:00
Cableado dptos 1311-1314	PROYESEL	2	PSIO 13	8:00:00	17:00:00
Peinado 209-214	PROYESEL	2	PISO 2	8:00:00	13:00:00
INTALACIÓN DE LLAVES DE TABLERO ELECTRICO 203-208	PROYESEL	2	PISO 11-12	8:00:00	13:00:00
INTALACIÓN DE LLAVES DE PLACAS 203-208	PROYESEL	2	PISO 11-12	8:00:00	13:00:00
Wincheado TV, intercom	PROYESEL	2	PISO 14	8:00:00	13:00:00
RECTIFICACION VÁRIAS					
Tarrajeo de columnas/vigas 1214-1303	CASA		PISO 12-13	8:00:00	13:00:00
LEV. DE OBS. MUROS, BRUÑAS, PRELOSAS 1211-1214	CASA		PISO 12	8:00:00	13:00:00

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

8. Plan Semanal

La programación semanal se basó en la planificación global basada en hitos y actividades autorizadas a través de la lista de verificación del enfoque de planificación "LookAhead". Se creó una planificación detallada de las actividades que se estaban llevando a cabo en la semana siguiente. Esta programación se desarrolló los sábados, considerando el progreso real del proyecto. Además, la planificación semanal sirvió como punto de referencia para la generación de programaciones diarias detalladas.

Al término de cada semana, se evaluaba el porcentaje de cumplimiento (PC) de las actividades programadas, calculando como el total de actividades realizadas al 100% dividido por la cantidad total de actividades programadas. Se elaboraba también una lista de razones para cualquier actividad que no se haya completado, con el objetivo de identificar y abordar las causas subyacentes.

Una práctica común fue planificar el trabajo de lunes a viernes, permitiendo cierta flexibilidad para recuperar actividades específicas los fines de semana, si era necesario. Esto contribuyó a lograr altos porcentajes de cumplimiento, incluso del 100%, con relativa facilidad. La Tabla 19 muestra cómo es factible alcanzar porcentajes diarios de cumplimiento del 90-100%. Además, las correcciones realizadas los sábados aseguran el cumplimiento total de la planificación semanal. Esto significa que cualquier retraso que surja durante la semana se aborda y resuelve dentro de la misma semana, manteniendo los plazos parciales y totales del proyecto intactos.

Tabla 19. Programación Semanal

NOMBRE DE PROYECTO		RESIDENTE						
VILLAMAR 131		OSCAR LINARES						
PRODUCCION		PROPIETARIO						
BRENDA CASTILLEJO		CARAL						
ITEM	ACTIVIDAD	SEMANA 22						
		Lunes 20-Feb	Martes 21-Feb	Miércoles 22-Feb	Jueves 23-Feb	Viernes 24-Feb	Sabado 25-Feb	Domingo 26-Feb
	Montaje de Montacarga	X						
	Eliminación de desmonte	P12- 14						
	Desmontaje de madera en ductos	DUCTOS X02 y X07						
	ARQUITECTURA							
	ACABADOS HÚMEDOS							
	Tarrajeo Estructuras							
	Colocación de puntos y picoteo	P12	P12	P12	P13	P13		
	Tarrajeo de Placas y Vigas	P12						
	Nivelación de Pisos y retrabajos							
	Revisión topo, nivel				P6	P6		
	Picoteo / Limpieza							
	Nivelación de piso							
	Liberación calidad							
	Vigas Collarin							
	Habilitación de acero							
	Encofrado y vaciado							
	Desencofrado							
	Llegada de ladrillo							
	Descarga de ladrillo king block/BB							
	Asentado de ladrillo							
	Limpieza	P12						
	Trazo	P9						
	Lev. Puntos IIGAS	P11						
	Lev. Puntos IIEE	P10						
	Lev. Puntos IISS	P11						
	Anclaje y Ojos chinos							
	Asentado	P6						
	Fijación de Puntos Instalaciones							
	Dintel							
	Solaqueo y derrame		P4		P5	P5		
	Liberación calidad							
	Pruebas de hermeticidad, winchado, estanqueidad							
	IIEE							
	Corrección de Conectores	P6						
	Canalizado y fijado de puntos							
	ISS							
	Picado de losa y muros para IISS correcciones	P7						
	Montantes de agua	MONTANTE 2 - X08						
	Entubado de losas y muros							
	Salida de puntos, llaves y fijacion de puntos							
	Pruebas hidráulicas							
	GAS							
	Pruebas/losa	P10	P10	P10	P11	P11		
	Rectificación de tuberías	P6	P6	P6	P7	P7		
	Canalizado y fijado de puntos							
	Prueba de hermeticidad							
	Montantes							
	Drywall							
	Trazo							
	Instalación de parantes/estructura	P5						
	Instalación laminas de drywall/esquineros			P5	P5	P5		
	Masillado de drywall							

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

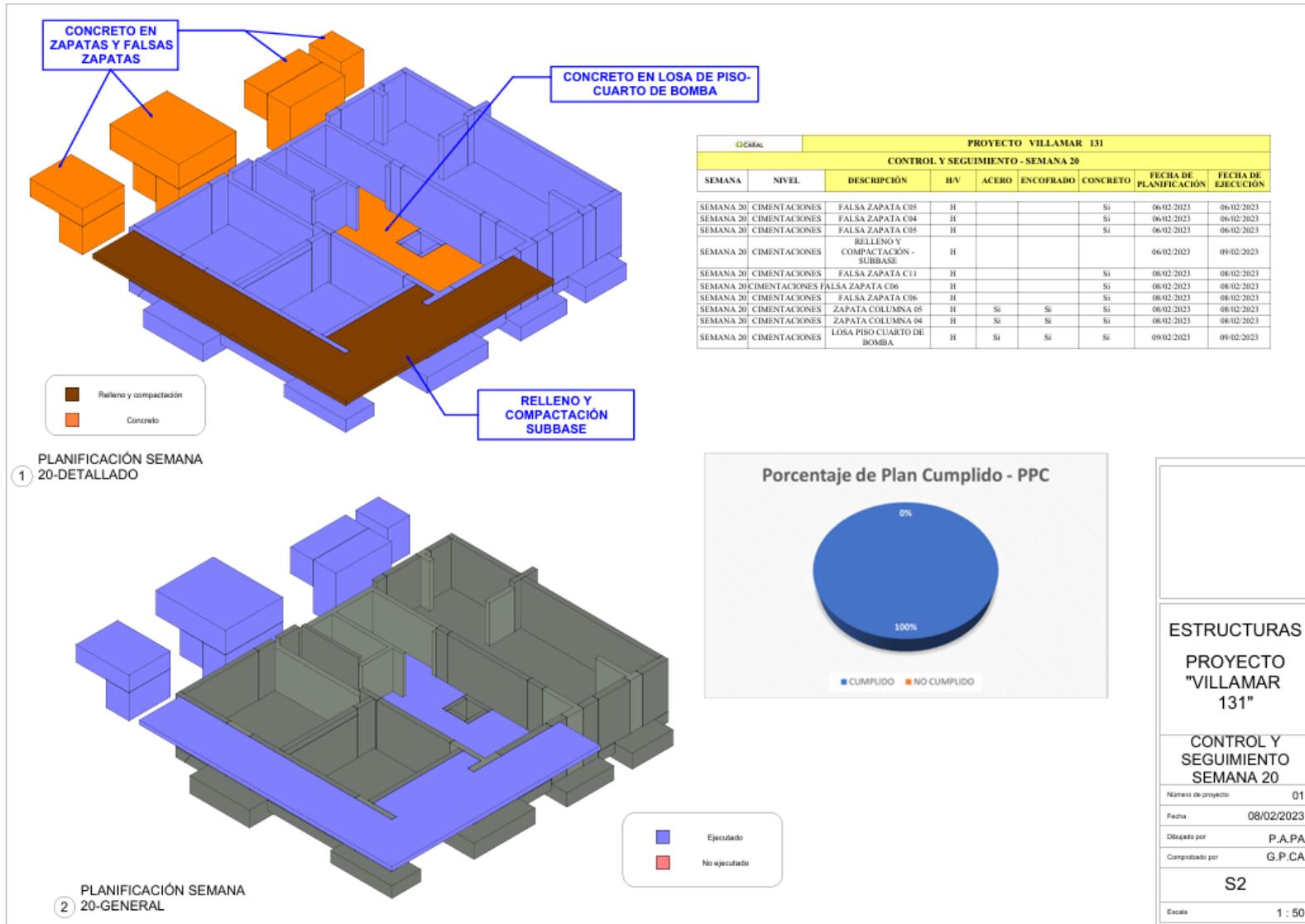


Figura 23. Planificación Semanal.

Fuente: elaboración propia.

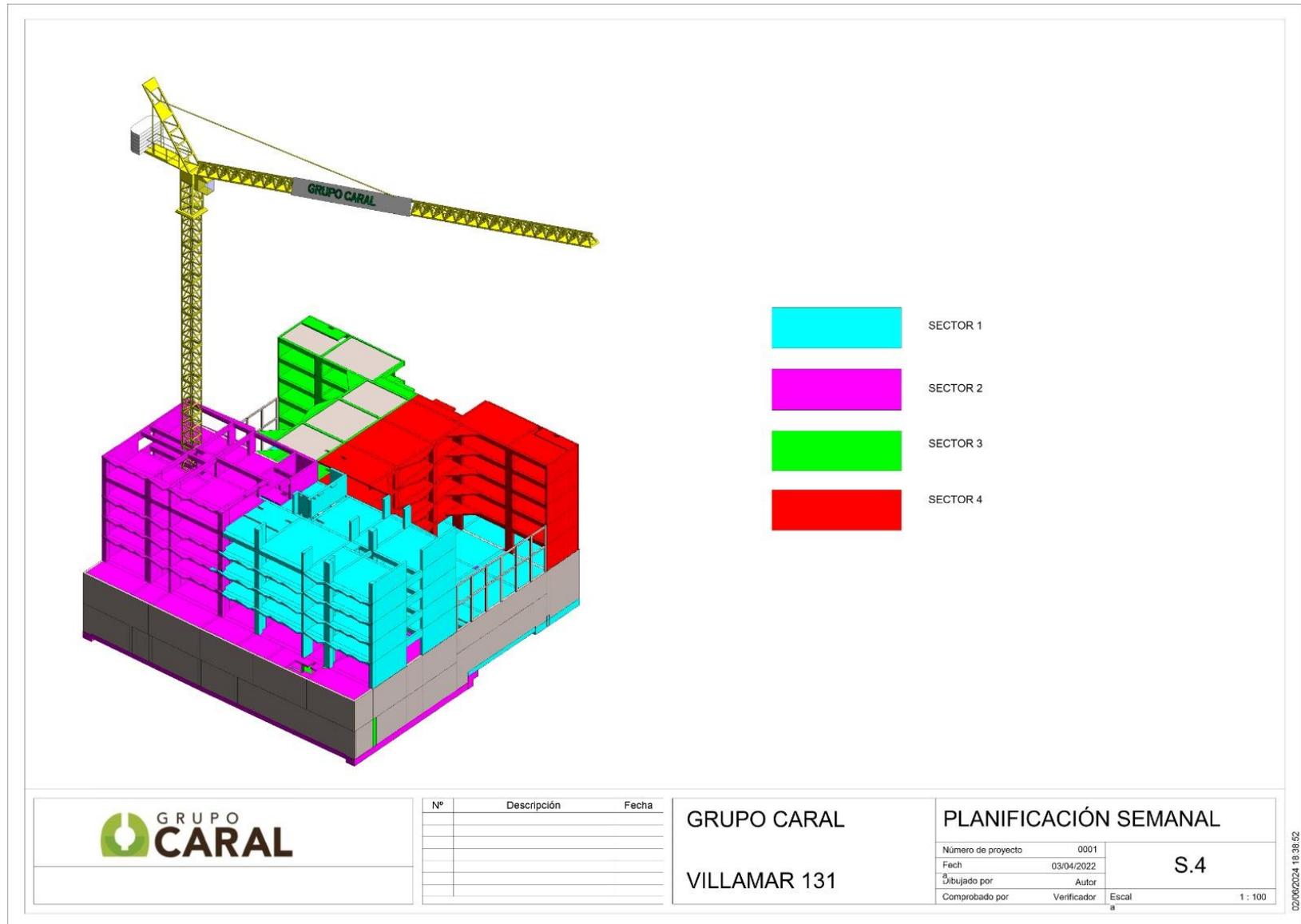
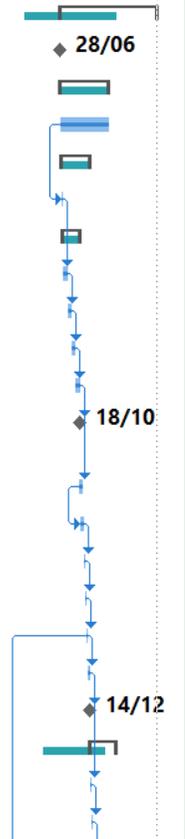


Figura 24. Sectorización de proyecto

Fuente: elaboración propia.

Tabla 20. Cronograma de obra del método tradicional

i	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	% completado	Predecesoras	AVANCEL REAL	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	📌	1 PROYECTO VILLAMAR 131	400 días	mar 28/06/22	vie 12/01/24	83%		80%						
✓	📌	1.1 HITO 1: INICIO DE OBRA	0 días	mar 28/06/22	mar 28/06/22	100%		100%						
✓	📌	1.2 OBRAS PROVISIONALES	200 días	mar 28/06/22	vie 7/04/23	100%		100%						
✓	📌	1.2.1 Obras provisionales	200 días	mar 28/06/22	vie 7/04/23	100%		100%						
✓	📌	1.3 ESTRUCTURA SOTANO	115 días	vie 1/07/22	mié 14/12/22	100%		100%						
✓	📌	1.3.1 Eliminación	7 días	vie 1/07/22	lun 11/07/22	100%	4CC+2 días	100%						
✓	📌	1.3.2 Exc. Masiva y Muros Anclados	67 días	mar 12/07/22	lun 17/10/22	100%		100%						
✓	📌	1.3.2.1 1er anillo anclado	18 días	mar 12/07/22	lun 8/08/22	100%	6	100%						
✓	📌	1.3.2.2 2do anillo anclado	16 días	mar 9/08/22	mié 31/08/22	100%	8	100%						
✓	📌	1.3.2.3 3er anillo anclado	16 días	jue 1/09/22	jue 22/09/22	100%	9	100%						
✓	📌	1.3.2.4 4to anillo + Cim. Corr.	17 días	vie 23/09/22	lun 17/10/22	100%	10	100%						
✓	📌	1.3.3 HITO 2: TERMINO DE EXCAVACIÓN MASIVA	0 días	mar 18/10/22	mar 18/10/22	100%	11	100%						
✓	📌	1.3.4 Cisterna	14 días	vie 14/10/22	mié 2/11/22	100%	11FC-3 días	100%						
✓	📌	1.3.5 Cimentación Sótanos	14 días	jue 20/10/22	mar 8/11/22	100%	13CC+4 días	100%						
✓	📌	1.3.6 Techo sótano 4	6 días	mié 9/11/22	mié 16/11/22	100%	14	100%						
✓	📌	1.3.7 Techo sótano 3	6 días	jue 17/11/22	jue 24/11/22	100%	15	100%						
✓	📌	1.3.8 Techo sótano 2	6 días	vie 25/11/22	vie 2/12/22	100%	16	100%						
✓	📌	1.3.9 Techo sótano 1	7 días	sáb 3/12/22	mar 13/12/22	100%	17	100%						
✓	📌	1.3.10 HITO 3: TERMINO DE SÓTANOS	0 días	mié 14/12/22	mié 14/12/22	100%	18	100%						
✓	📌	1.4 ESTRUCTURAS TORRE	108 días	jue 15/12/22	lun 15/05/23	100%		100%						
✓	📌	1.4.1 Techo piso 1	6 días	jue 15/12/22	jue 22/12/22	100%	18	100%						
✓	📌	1.4.2 Techo piso 2	5 días	vie 23/12/22	jue 29/12/22	100%	21	100%						



Fuente: Información brindada por estudio del caso.

4.3.1.1. Resultados de la optimización en la producción

A continuación se muestra los resultados obtenidos gracias al plan de mejora, evaluando algunos hitos y actividades del estudio de caso.

Tabla 21. Resultado de la optimización de plazos.

Hitos	Ahorro de Tiempo (días)
1. Fin de casco	3 semanas (18 días)
2. Entrega de departamento piloto	2 semanas (12 días)
3. Primera entrega con revisión final	2 semanas (12 días)
4. Entrega de áreas comunes	1 mes (24 días)
5. Fin de instalaciones	1 mes (24 días)
Actividades	
1. Resolución de incompatibilidades	Pasó de 7 días a 2 días. (5 días)
2. Análisis de constructibilidad	Pasó de 5 días a 1 día. (4 días)
3. Eliminación de restricciones	Pasó de 2 semanas a 1 semana. (6 días)
4. Resolución de consultas	Pasó de 3 días a 1 día. (2 días)
5. Definiciones de acabado final	Pasó de 3 semanas a 1 semana. (12 días)
6. As Builts	Pasó de 4 meses a 1 mes. (72 días)
7. Limpieza de planos	Pasó de 2 meses a 2 semanas. (36 días)

Fuente: elaboración propia.

La tabla 21, muestra cinco hitos y siete actividades del proyecto de caso de estudio, con el ahorro de tiempo asociado a cada uno gracias a la implementación del Plan de Ejecución BIM (PEB).

Estos ahorros de tiempo reflejan la eficiencia y mejora en los procesos del proyecto, permitiendo una entrega más rápida y optimizada de las distintas fases.

Tabla 22. Porcentaje de optimización

Hitos	%
1. Fin de casco	7.44
2. Entrega de departamento piloto	17.14
3. Primera entrega con revisión final	12.50
4. Entrega de áreas comunes	19.67
5. Fin de instalaciones	19.83
TOTAL	76.58
Actividades	
1. Resolución de incompatibilidades	28.57
2. Análisis de constructibilidad	20
3. Eliminación de restricciones	50
4. Resolución de consultas	33.33
5. Definiciones de acabado final	33.33
6. As Built	25
7. Limpieza de planos	25
TOTAL	215.23

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 22, se observan los porcentajes de optimización de plazos (días) por los cinco hitos y siete actividades.

Así mismo podemos visualizar en la figura 22, los resultados de los hitos del proyecto Villamar 131. Teniendo en cuenta que el 76,58%

representa al 100% del total de hitos; por lo que damos a conocer el procedimiento para obtener porcentaje de los hitos.

Ejemplo 01:

Hito 01: Fin de casco, se obtuvo un ahorro de 18 días representado en el gráfico como el 10% (7.44% porcentaje real).

$$\% \text{ de ahorro de hitos} = \frac{BIM \times 100}{MT} = \frac{18 \times 100}{242} = 7.44\%$$

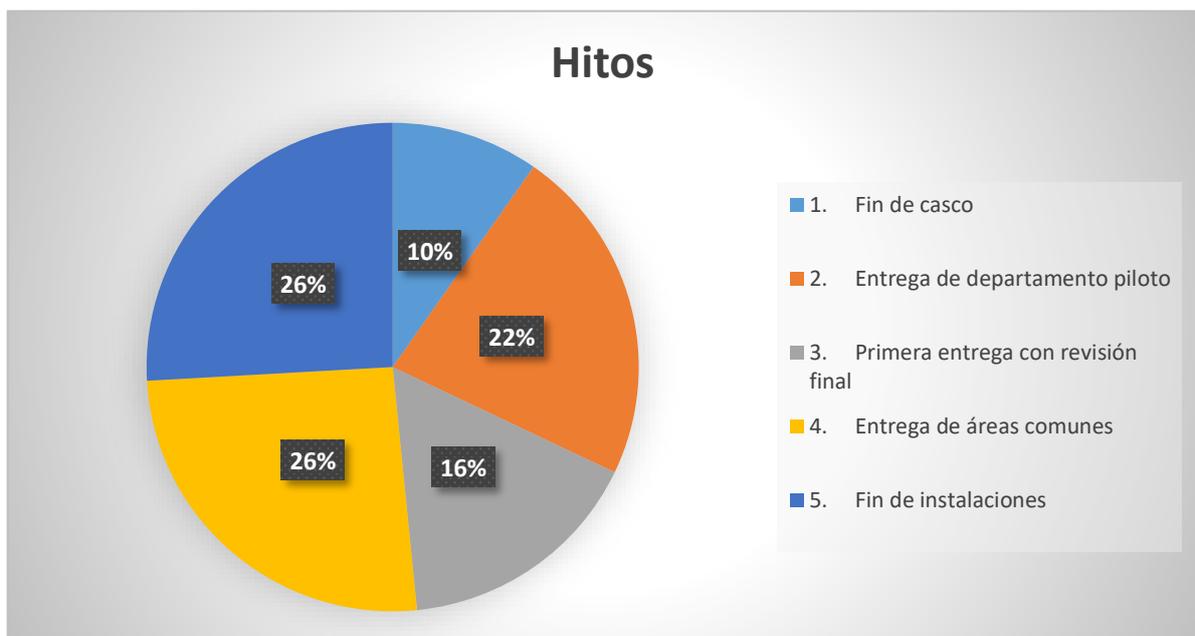


Figura 25. Porcentaje de hitos.

Fuente: elaboración propia.

En la figura 25, se visualiza los resultados de las actividades, teniendo en cuenta que el 215,23% representa al 100% del total de las actividades; por lo que damos a conocer el procedimiento para obtener porcentaje de las actividades.

Ejemplo 02:

Actividad 01: Resolución de incompatibilidades, se redujo de 7 días a 2 días, obteniendo un ahorro de 5 días con respecto al cronograma aplicado con el método tradicional, representado en el gráfico como el 13% (28.57 % porcentaje real).

$$\% \text{ de ahorro de actividades} = \frac{BIM \times 100}{MT} = \frac{2 \times 100}{7} = 28.57\%$$

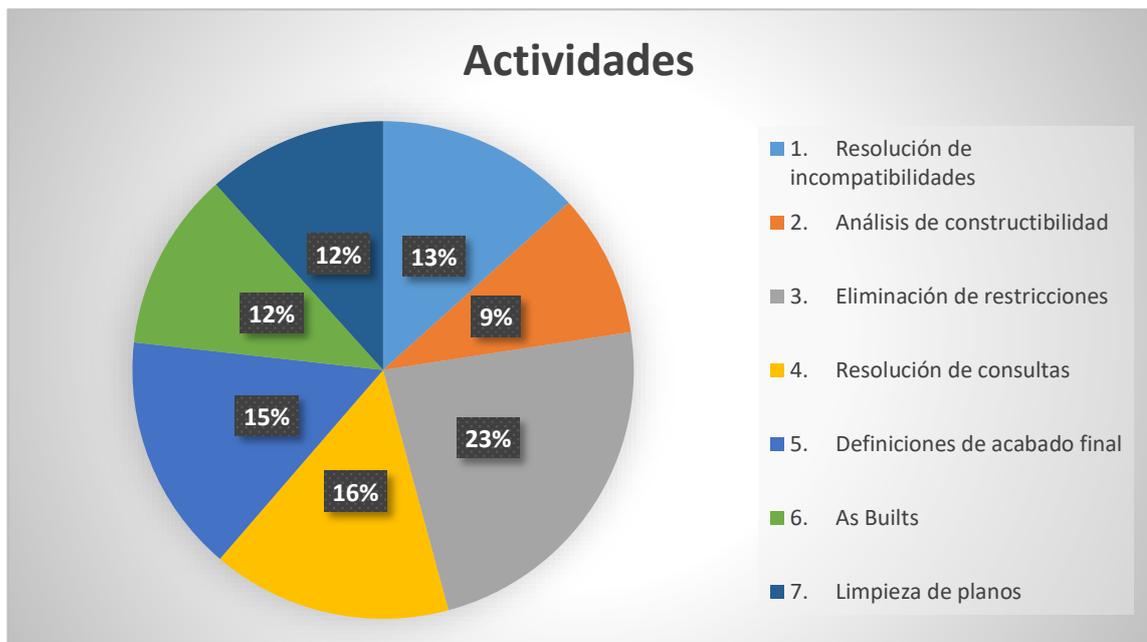


Figura 26. Porcentaje de actividades.

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 23, se muestra el ahorro total de hitos en días, obtenidos con la resta de la gestión tradicional y el plan preliminar BIM.

Tabla 23. Ahorro total de hitos en días

Metodología	días
Tradicional	667
BIM	577
AHORRO	90

Fuente: elaboración propia.

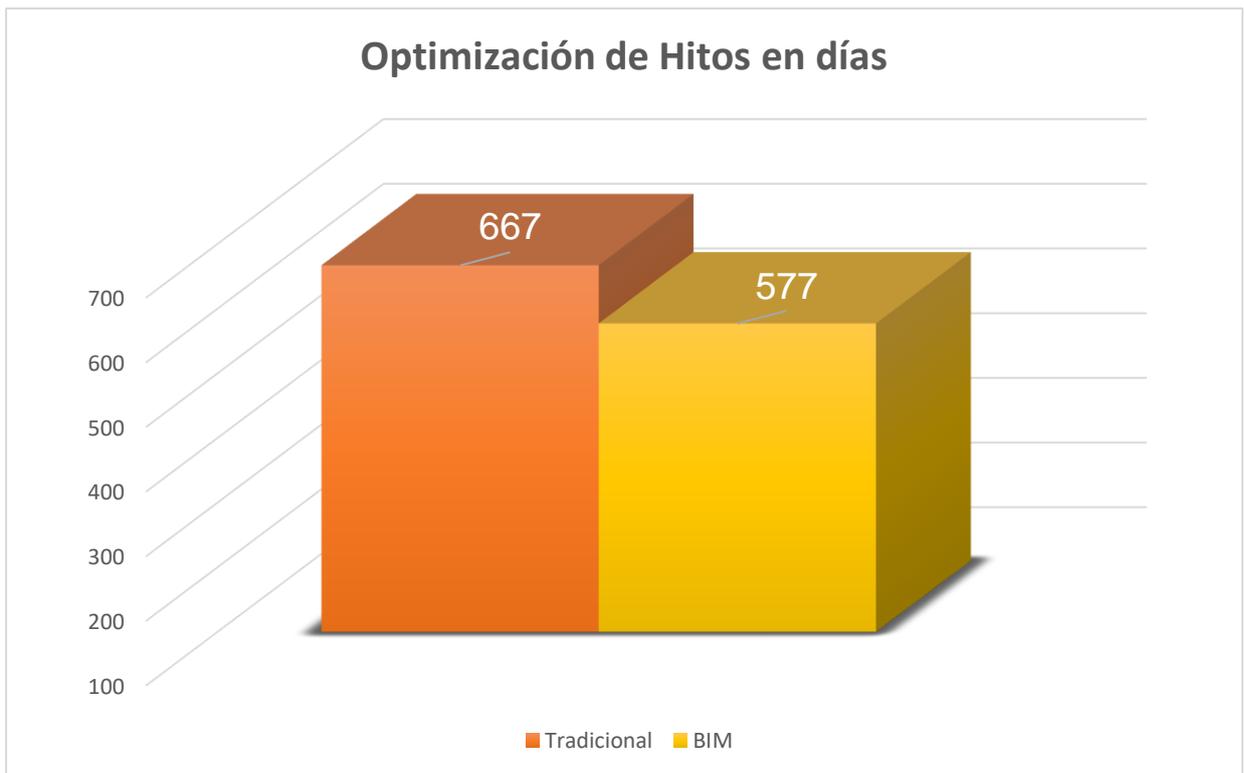


Figura 27. Gráfico de hitos con las dos metodologías.

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 24, se muestra el ahorro total de hitos en días, obtenidos con la resta de la gestión tradicional y el plan preliminar BIM.

Tabla 24. Ahorro total de actividades en días

Metodología	días
Tradicional	189
BIM	137
AHORRO	52

Fuente: elaboración propia.

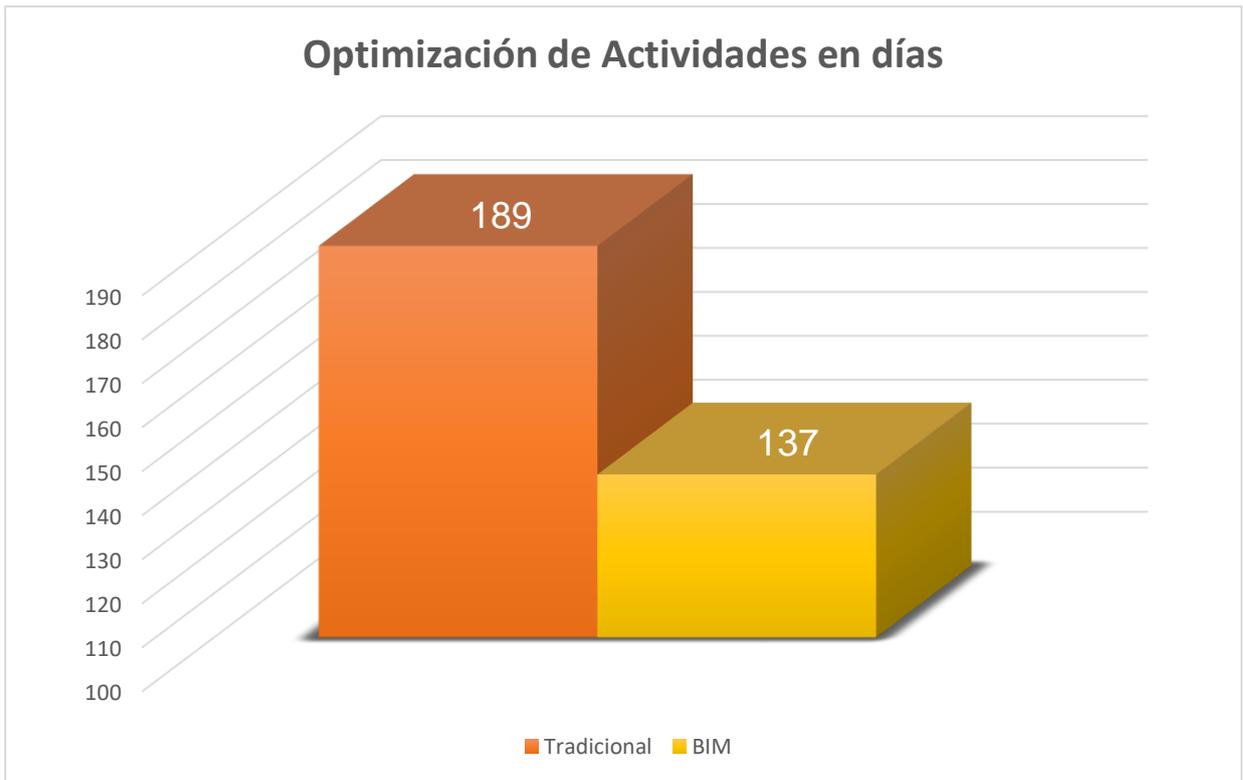


Figura 28. Gráfico de actividades con las dos metodologías.

Fuente: elaboración propia.

4.3.1.2. Cálculo del índice del costo (CPI) e índice de desempeño del cronograma (SPI)

Para poder visualizar el cálculo del índice de desempeño del costo (CPI) y índice de desempeño del cronograma (SPI), se obtuvieron los datos brindados por el estudio del caso.

El Proyecto Multifamiliar Villamar 131, tuvo un presupuesto total de S/ 36, 000000.00 y una duración de 96 semanas (24 meses), donde se pudo visualizar que:

Implementando BIM, en la semana 94 se estuvo en el 98% del proyecto y un Costo real de 34, 000000.00.

Para hallar el CPI, se utilizó la siguiente fórmula:

$$CPI = \frac{EV}{AC} = \frac{\text{evaluación ganado}}{\text{costo real}}$$

Para la evaluación ganado se aplicó la siguiente fórmula:

$$EV = \text{costo total} \times \frac{\text{tiempo realizado \%}}{\text{tiempo total\%}}$$

$$EV = 36\,000\,000 \times \frac{98\%}{100\%} = 35\,280\,000.00$$

Entonces teniendo los datos completos, se obtuvo el CPI:

$$CPI = \frac{35\,280\,000.00}{34\,000\,000.00} = 1.04$$

$$CPI > 1$$

Luego hallamos el SPI, utilizando la siguiente formula:

$$SPI = \frac{EV}{PV} = \frac{\text{evaluación ganado}}{\text{valor planeado}}$$

Para el valor planeado se aplicó la siguiente fórmula:

$$PV = \text{costo total} \times \frac{\text{tiempo realizado (semanas)}}{\text{tiempo total (semanas)}}$$

$$EV = 36\,000\,000 \times \frac{94}{96} = 35\,250\,000.00$$

Entonces teniendo los datos completos, se obtuvo el CPI:

$$CPI = \frac{35\,280\,000.00}{35\,250\,000.00} = 1.0008$$

$$CPI > 1$$

Aplicando las mismas fórmulas para el método tradicional en la semana 25 con un porcentaje del 26% y un costo real de S/. 9 950 000.00 el resultado es el siguiente:

$$EV = 9\,360.00$$

$$CPI = \frac{9\,360\,000.00}{9\,650\,000.00} = 0.94 \quad CPI < 1$$

Y en el caso del SPI:

$$PV = 9\,375.00$$

$$SPI = \frac{9\,360\,000.00}{9\,375\,000.00} = 0.99 \quad SPI < 1$$

4.3.3. Gestión de la Información

Se recomendó continuar con el método mostrado en la Figura 21, con el fin de que sean eliminadas la mayor cantidad de interferencias que pudieran surgir a partir de los modelos 3D realizados en el software Revit.

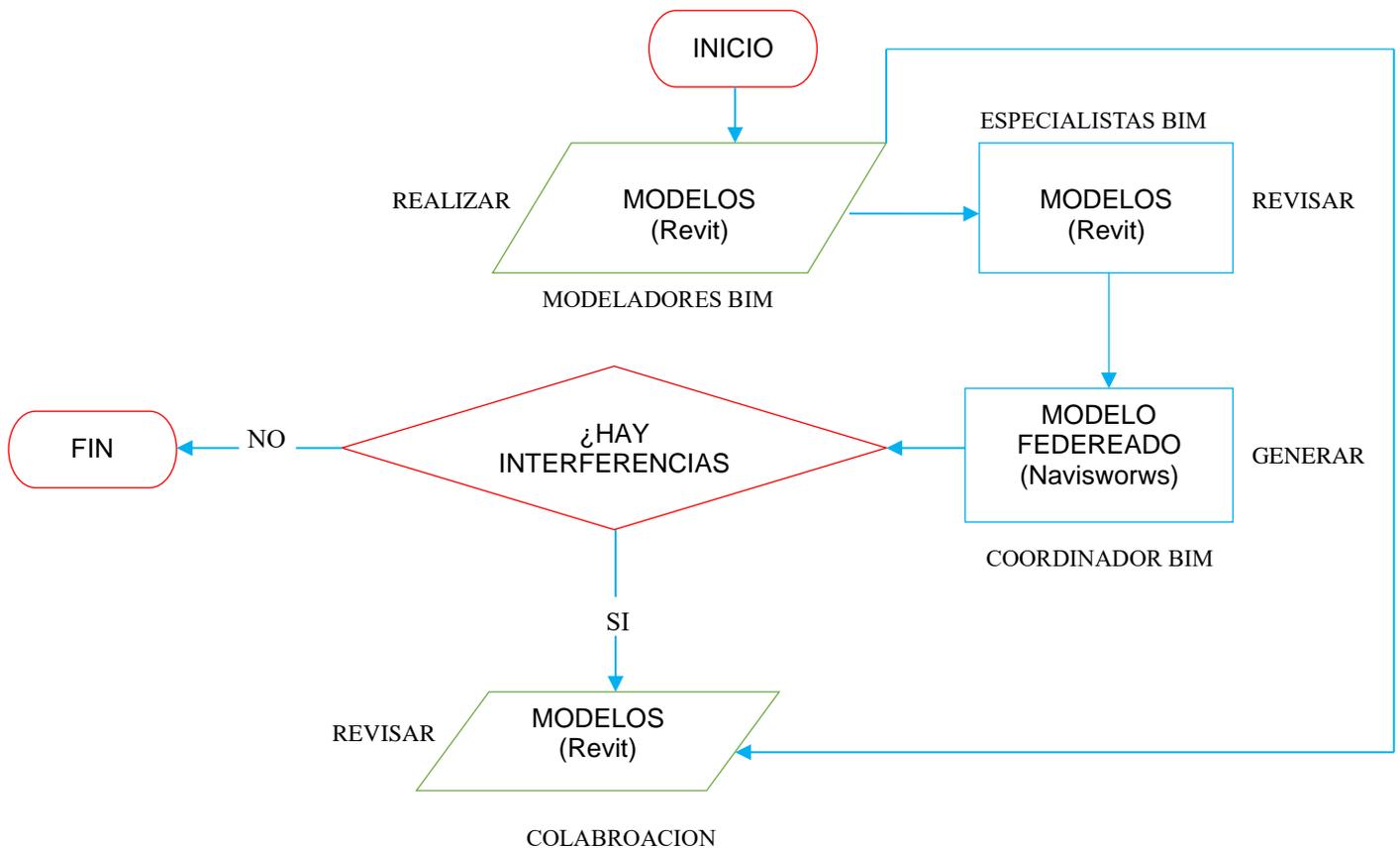


Figura 29. Flujo de control para modelos BIM.

Fuente: elaboración propia.

1. Interferencias con Navisworks

✓ Detección de Interferencias

Durante el proyecto, la identificación de interferencias y su gestión nos permitieron identificar, prevenir y resolver problemas en el modelo virtual antes de iniciar la construcción, lo que ayudó a reducir costos y minimizar modificaciones y retrasos.

Se analizaron al ingreso del proyecto varias interferencias dentro del software, aquí mostramos dos ejemplos, donde las especialidades fueron Arquitectura con Estructura, al colocar el “Clash Detective” en Navisworks nos arroja muchas detecciones de interferencias las cuales podemos observar como “nuevas” en la Figura 30, y como detecciones ya “resueltas” en la Figura 31, ambas son pertenecientes del piso 9 en la etapa de casco.

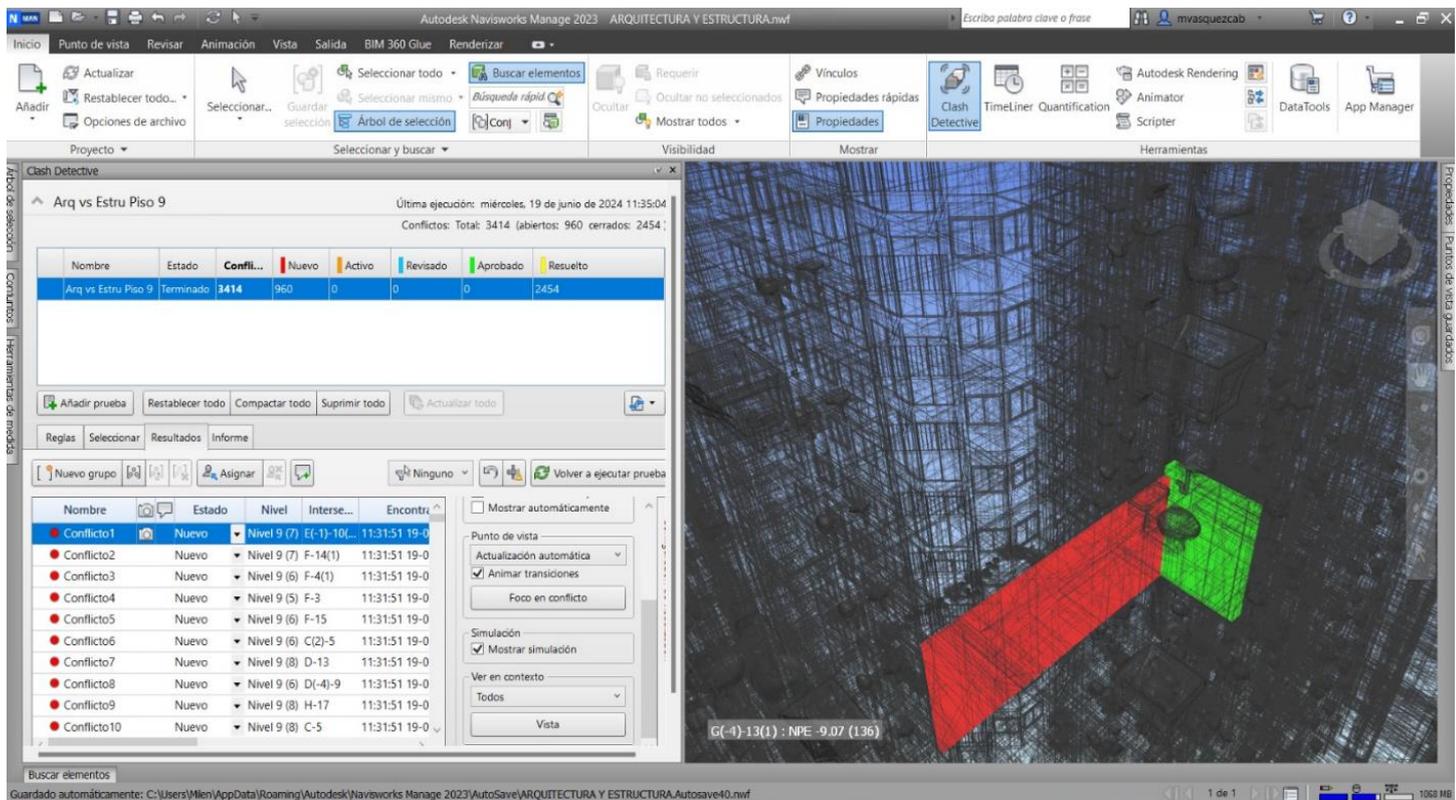


Figura 30. Ejemplo de interferencia de un Nuevo Conflicto.

Fuente: elaboración propia.

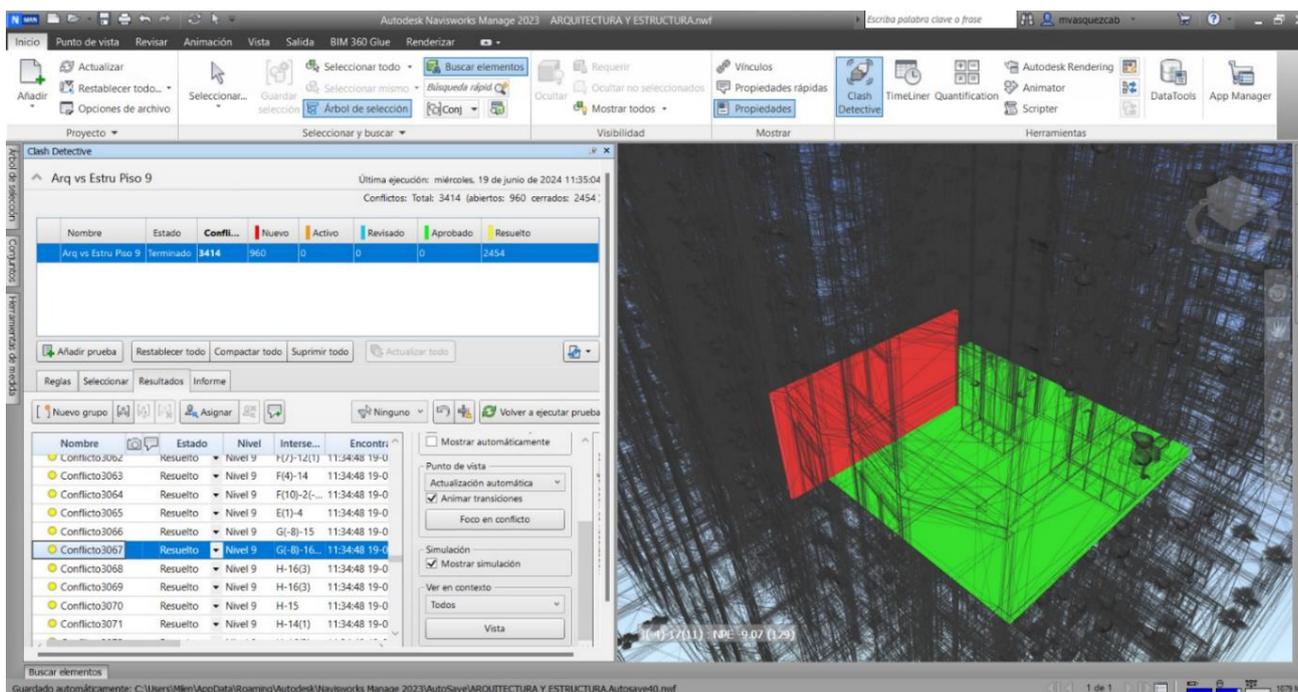


Figura 31. Ejemplo de interferencia de un Conflicto Resuelto.

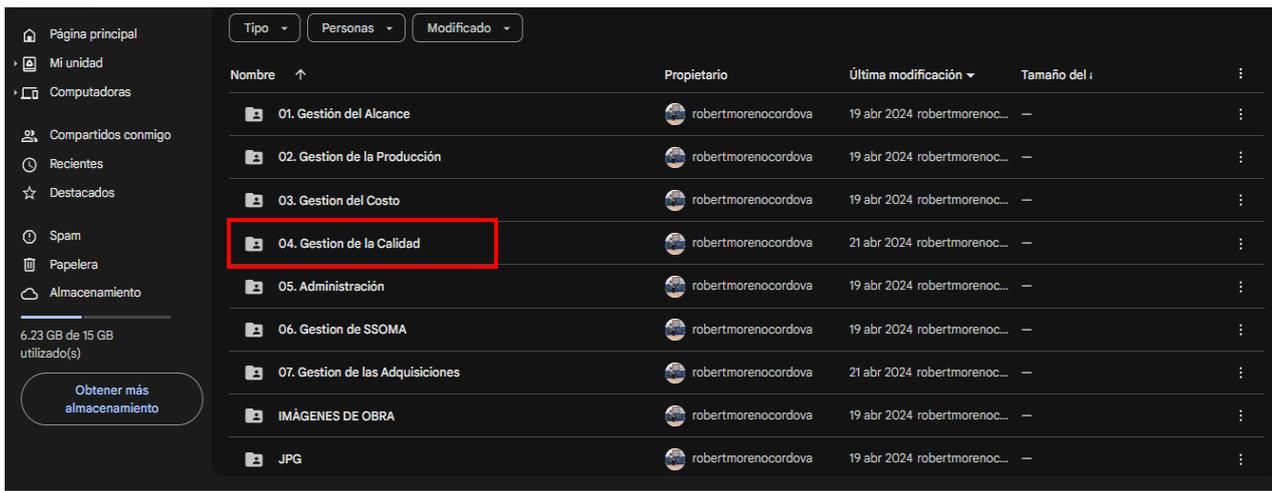
Fuente: elaboración propia.

Así mismo, para gestionar la información entre los participantes del proyecto y mantener contacto entre las oficinas de obra, los frentes de trabajo, el cliente y la oficina central, se emplearon diversos medios de comunicación.

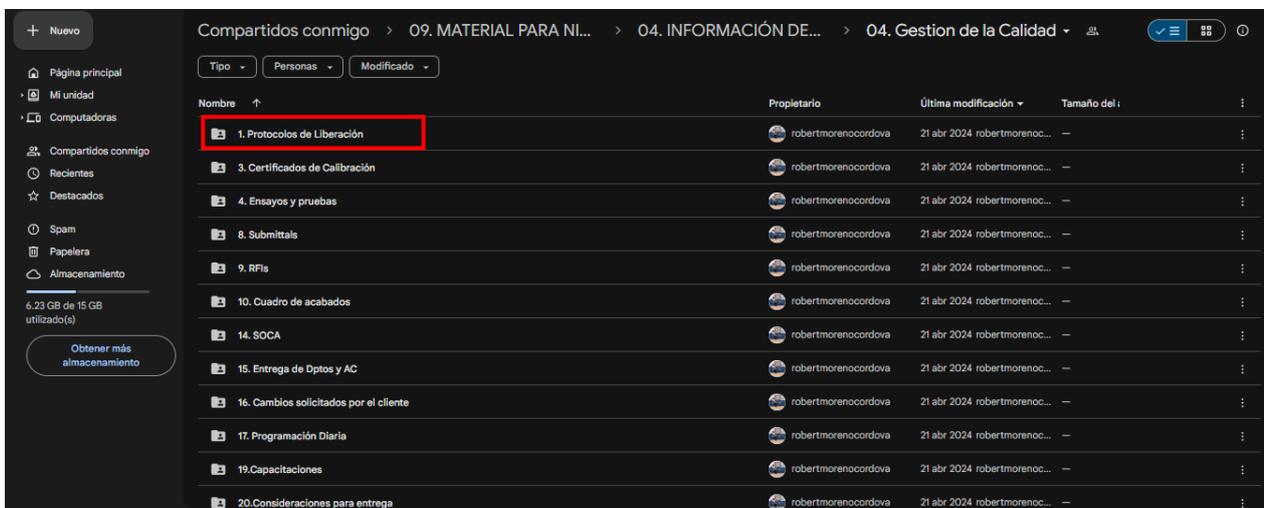
El sistema principal de comunicación consistió en el uso de teléfonos móviles, una carpeta compartida de Drive con Gmail y correos electrónicos, tanto para el equipo del proyecto como para las entidades involucradas y el cliente.

La carpeta de Drive fue debidamente estructurada, enumerada y nombrada de manera concisa; estas no deben ser renombradas para prevenir la pérdida de la relación entre archivos, para su correcto uso deben ser respetadas sus denominaciones definidas en el PEB y acuerdos del equipo de ejecución, así mismo, se estableció que cada modificación o nuevas nomenclaturas debían ser comunicadas de manera oportuna; se muestra un ejemplo en las Figuras a continuación.

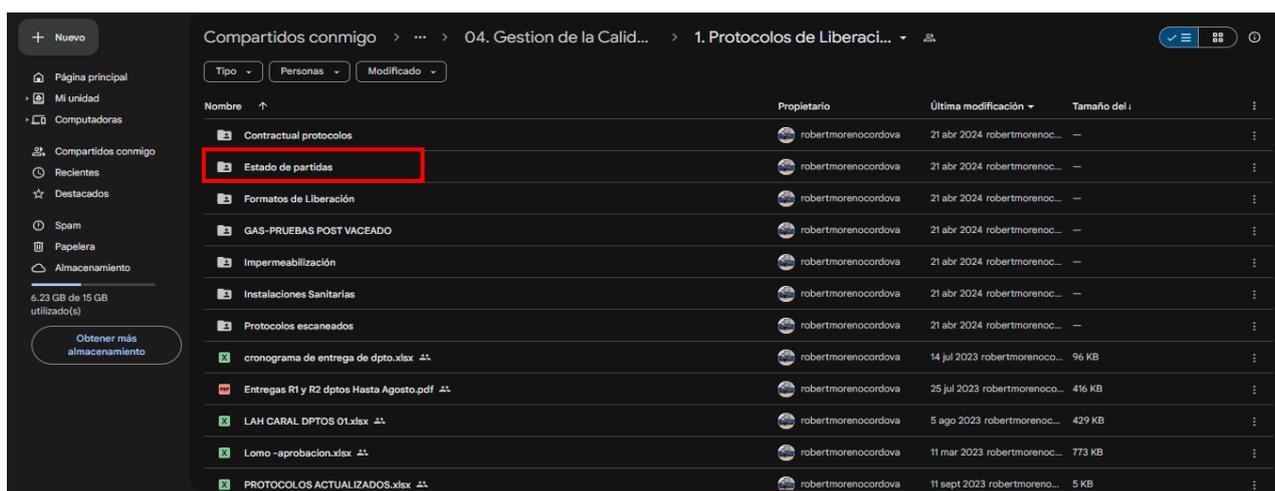
Paso 1: Seleccionar la carpeta nombrada “Gestión de Calidad”.



Paso 2: Dentro de la carpeta Gestión de calidad, ubicar “Protocolos de Liberación”.



Paso 3: Ahora ubicamos la carpeta de la que necesitamos información, en este caso queremos ver el avance de estado de partidas.



Paso 4: Ubicamos el archivo que necesitamos, podría ser la nivelación de piso, el orden de partidas, seguimiento de departamentos, status de pintura y papel tapiz o la tabiquería de avance, que son las carpetas mostradas a continuación.

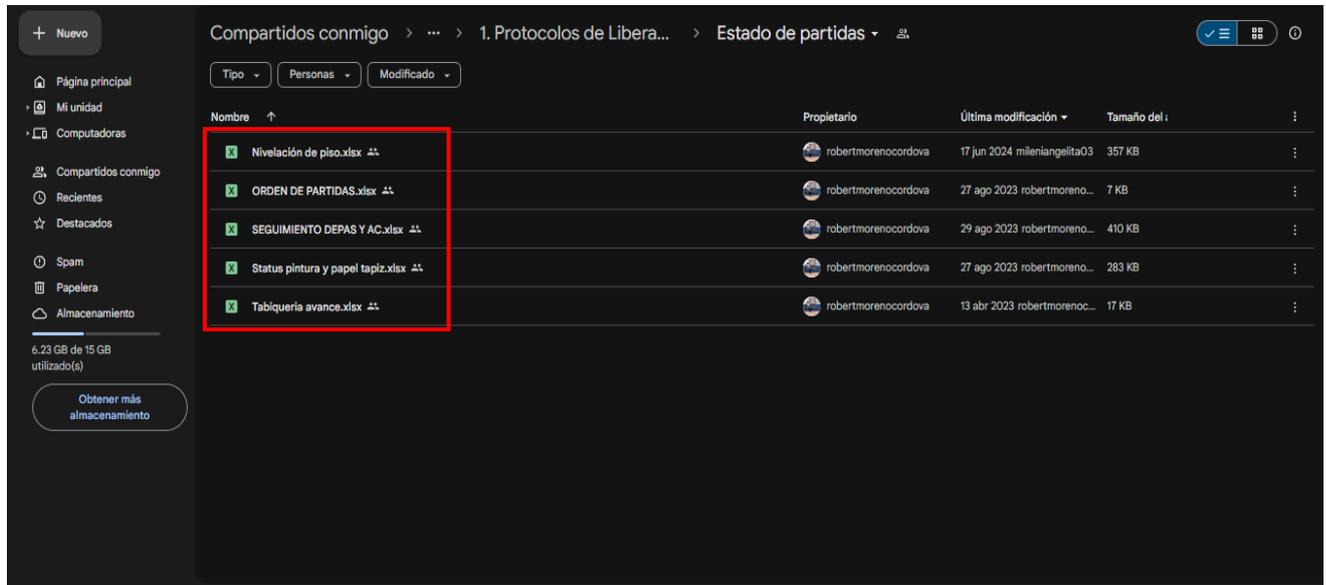


Figura 32. Estructura de gestión de carpetas en Drive.

Fuente: elaboración propia.

En las imágenes podemos observar la secuencia de las carpetas compartidas en el Drive, en donde todos los involucrados tienen acceso a toda la información de modelos, planos, alcances, metrado, memorias descriptivas, etc., toda la información del proyecto se almacena en estas carpetas, con acceso limitado, pues unos tienen la opción de solo visualizar y otros de editar, esto depende mucho de la ocupación de cada usuario.

El ejemplo nos da una secuencia que inicia abriendo una carpeta de Gestión de Calidad, continúa en abrir los protocolos de liberación y abrimos la carpeta de estado de partidas para así obtener información de los Excel actualizados. Así como este ejemplo se pueden abrir según lo que estemos buscando.

También se cuenta con correos electrónicos que se utilizaron para la comunicación formal, mientras que la comunicación directa en la obra se llevó a cabo mediante radios, que estaban a disposición del personal de mando para asegurar una comunicación efectiva, mejorando así la productividad y el flujo de información.

Además, se realizaron reuniones semanales en la obra para evaluar el estado del proyecto y se presentaron informes de avance semanales.

Algunos aspectos claves de información dentro del proyecto fueron:

- ✓ Almacenamiento y clasificación
- ✓ Acceso compartido
- ✓ Distribución
- ✓ Control

4.4. Evaluación de la implementación BIM a través de expertos



Figura 33. Estructura del cuarto objetivo

Fuente: elaboración Propia.

Para las variables cualitativas, se utilizó la escala de Likert para su evaluación. Esta escala consta de cinco niveles para medir la importancia: el nivel 1 indica "no es importante", el nivel 2 "poco importante", el nivel 3 "neutral", el nivel 4 "importante" y el nivel 5 "muy importante". Las valoraciones de las variables cualitativas crecen a medida que el nivel incrementa.

El Anexo 24, presenta gráficos circulares para cada variable, mostrando que, en general, las valoraciones se alinearon con los niveles de acuerdo y completamente de acuerdo previamente establecidos. Además, se calculó la suma de las valoraciones de los especialistas para cada variable cualitativa, donde el valor menor posible es 0 y el más alto es 15. Según estas valoraciones, la variable más valorada fue la variable 5, que se refiere a la verificación y validación de Lean, mientras que la menos valorada fue la variable 10, que corresponde a la "Generación automatizada de tareas de construcción".

Pregunta 05: Considera importante el principio Lean de verificar y validar como variable de estudio.

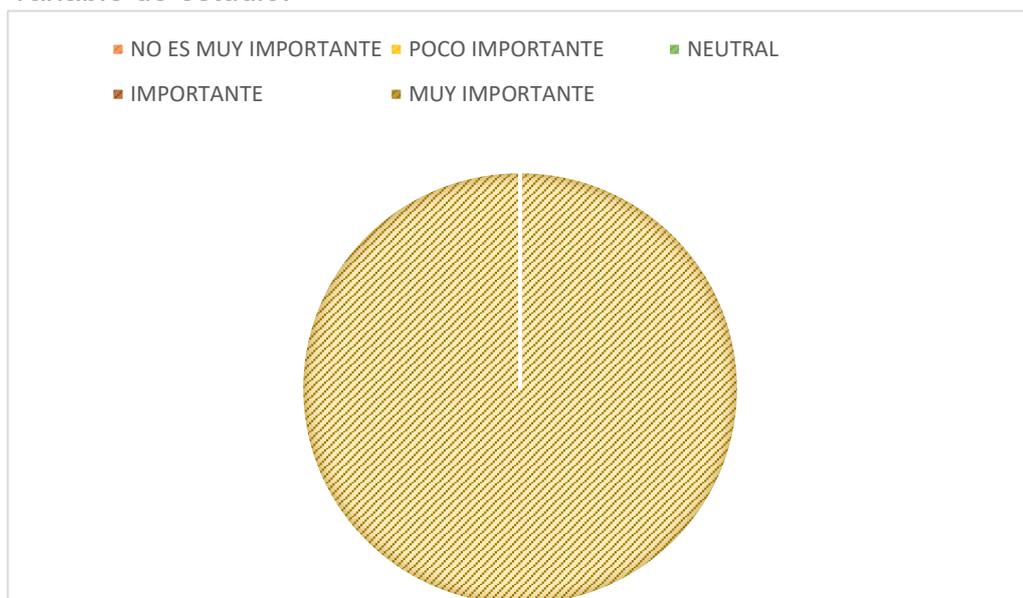


Figura 34. Resultado de pregunta 05.

Fuente: elaboración Propia.

Pregunta 10: Considera importante la funcionalidad BIM de generación automatizada de tareas de construcción como variable de estudio.

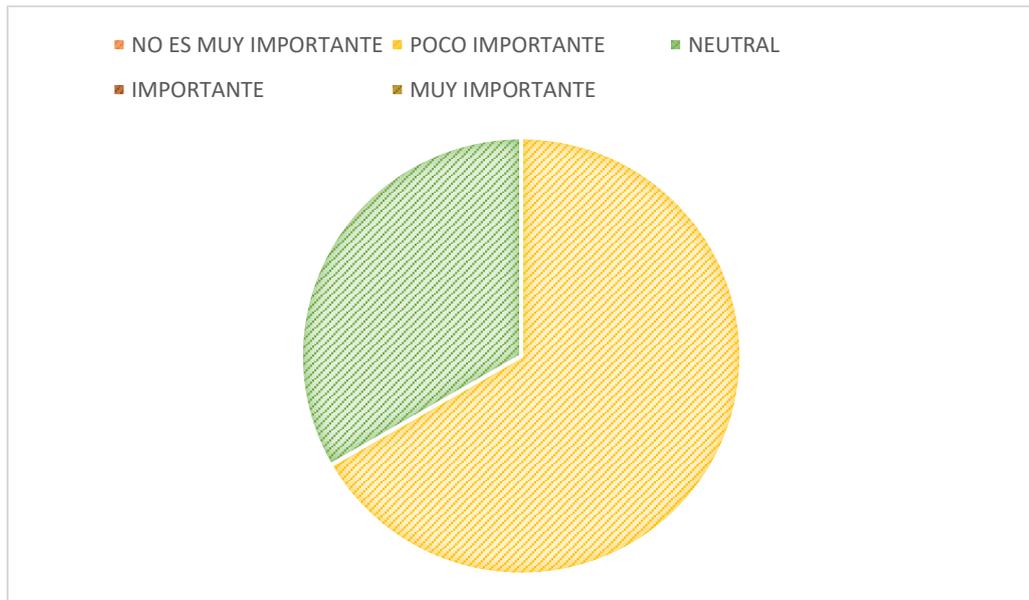


Figura 35. Resultado de pregunta 10.

Fuente: elaboración Propia.

IV. DISCUSIÓN

Al reconocer las funcionalidades y ventajas de la metodología BIM, se describen las dimensiones de BIM y al proyecto se aplicó hasta la cuarta dimensión(4D), hasta la etapa 400 del Nivel de desarrollo (LOD), las herramientas y los principios de Lean Construction. Para medir este objetivo se realizó una validación de variables de tres expertos (anónimos), con experiencia laboral de entre 5 a 10 años, dieron sus impresiones con respecto a esta metodología, destacaron la importancia de saber identificar el enfoque particular de algunas herramientas de Lean Construction, tener información sobre todo el proyecto, además de hacer consultas de los principales problemas que surgieron durante todo el proyecto, explicar las secciones de BIM (Dimensiones, LOOD, Software), los principios de LC, basados en la reducción de duración de los ciclos de producción, verificar y validar, las Funcionalidades BIM, que comprende en las visualizaciones de forma, generación automatizada de tareas de construcción, visualización multiusuario de modelos multidisciplinarios combinados o separados. Así mismo recomiendan examinar las áreas que pueden mejorarse y el tiempo que se aplicaría en cada una. Los resultados obtenidos son similares a los encontrados por Moreno y Bayona (2023), quienes al realizar la validación, se obtuvo que las variables más importantes son las funcionalidades y los principios de Lean Construction, y en el caso de BIM se busca que los involucrados, sepan o reciban capacitación con respecto de esta metodología, ya que utilizan software como Revit, Navisworks, BIM 360, entre otros; esto cuenta como un beneficio para la mejora de la calidad de la entrega final.

Para realizar el plan de ejecución BIM (PEB), que es una guía teórica para la obtención de información, hasta la ejecución, se siguió una serie de fases que inicia con la Información, contactos clave, objetivos del cliente y del proyecto, roles y organización, mapeo de procesos, intercambio de información y define el modelo BIM, requerimientos del cliente con BIM, formas de colaboración, Software y Hardware a usar, entregables,

estrategias para que los procesos BIM sean más Lean y finalmente el Desarrollo del PEB. Estos procesos son similares a los encontrados por Andrades y Flores (2020), en donde redacta que su finalidad es servir como guía para poder utilizar BIM de manera eficaz, ya que permite la correcta estandarización de la aplicación de BIM en los proyectos de construcción desde su primera etapa, esto para optimizar la gestión de información, y sobre todo las ventajas como la comunicación inmediata, el trabajo colaborativo en tiempo real, ahorro de tiempo y la agilización de la ejecución del proyecto.

En la aplicación de BIM en nuestro proyecto, se integraron tres gestiones que son de vital importancia para la adecuada ejecución de esta metodología. Como primer punto en la Gestión de Calidad, se utilizaron los formatos de RFI'S, las actualizaciones de protocolos y liberación, actualización de acuerdos en campo, gestión de submittals, las no conformidades y la gestión Soca, al ser aplicado en conjunto se visualiza una mejora en su calidad, ya que se pudieron cumplir los estándares y expectativas del cliente. Al comparar estos procesos con el método tradicional y la implementación BIM, se observa que con el M.T. la gran mayoría no fueron aplicados, excepto los acuerdos en campo, que se realizó de manera verbal, sin tener ningún tipo de seguimiento, en cambio con BIM se tuvo un constante seguimiento y comunicación con los involucrados. Raza (2023), concuerda que la integración de diversas disciplinas mediante una comunicación efectiva, el análisis la constructibilidad de los sistemas del proyecto y la cooperación entre equipos, son esenciales para un gestor de proyectos durante su tiempo de ejecución.

La segunda gestión es de producción, aquí se visualiza las herramientas utilizadas de Lean Construction (Visual Managment y Last Planner System), como el modelado 3D con Revit, Los controles de Partidas, Look Ahead, porcentaje de plan cumplido, análisis de restricciones, plan

maestro, plan semanal y el plan diario, teniendo como resultado la optimización en el hito de fin de casco de un 7.44 %, en entrega de departamento piloto 17.14%, en la primera entrega con revisión final 12.50%, entrega de áreas comunes 19, 67% y fin de instalaciones 19.83%. En las actividades de resolución de incompatibilidades 28.57%, análisis de constructibilidad 20%, eliminación de restricciones 50%, resolución de consultas 33.33%, as Builts 25% y en limpieza de planos 25%. Atahualpa (2021), obtuvo resultados similares, ya que en fin de casco tuvo un ahorro del 9.20%, en entrega de departamento piloto 35%, en la primera entrega con revisión final 22%, entrega de áreas comunes 30.20% y fin de instalaciones 22.52%. En las actividades de resolución de incompatibilidades 30.85%, análisis de constructibilidad 58%, eliminación de restricciones 63%, resolución de consultas 28.36%, as Builts 19.63% y en limpieza de planos 14.85%, de esta manera se concluye que se visualiza mejoras significativas en la ejecución del proyecto, pero también se puede analizar con el índice de desempeño de costo (CPI) y el índice de desempeño del cronograma (SPI), en donde al comparar el método tradicional con la metodología BIM, se visualiza que aplicando el M.T. el proyecto tiene una eficiencia ejecutando el presupuesto ($CPI < 1$) y una eficiencia con respecto al cronograma ($SPI < 1$), pero con la implementación BIM, existe una eficiencia en el presupuesto ($SPI > 1$) y una eficiencia con respecto al cronograma ($CPI > 1$)

Por último en la gestión de la Comunicación, se visualiza las interferencias mediante el Software Navisworks, que ayuda a identificar, prevenir y resolver los problemas mediante el modelo virtual antes de iniciar la construcción, para reducir, costos, y minimizar las modificaciones y retrasos. Además se incluyó una cantidad de información no gráfica relacionada con las especificaciones técnicas y/o la documentación insertada, vinculada o anexada, con el propósito de complementar los datos del modelo 3D. De igual manera se complemento con una carpeta Drive, debidamente estructura de manera concisa, las cuales no son renombradas para evitar cualquier tipo de pérdida con relación a los archivos.

En la evaluación de las variables por tres expertos mediante la escala Likert donde el nivel 1 no es importante, nivel 2 poco importante, nivel 3 neutral, nivel 4 importante y nivel 5 muy importante, se tiene como resultado que el 67% considera que es muy importante las características del proyecto, las barreras del proyecto, los LOOD BIM y las funcionalidades BIM, el 33.33% cree que es neutral, importante y muy importante las oportunidades de mejoras, el principio de Lean para conseguir la calidad y los software BIM. Según Moreno y Bayona (2023), realizaron la valorización mediante la escala Likert a 5 expertos, donde se obtuvo que el 54% considera que es muy importante las características del proyecto, las barreras del proyecto, los LOOD BIM y las funcionalidades BIM, el 65% cree que es neutral, importante y muy importante las oportunidades de mejoras, el principio de Lean para conseguir la calidad y los software BIM.

V. CONCLUSIONES

- ✓ En respuesta con el primer objetivo específico, “Identificar las funcionalidades y ventajas de la metodología BIM en proyectos inmobiliarios”, se logró identificar dentro del caso de estudio los principios Lean Construction que se basan en la reducción de los ciclos de producción, buena calidad a la primera, utilización de la gestión visual, reducción en los tiempos de ciclo, estandarización y reducción de la variabilidad. Se logró lo mismo con las funcionalidades BIM, donde obtuvimos la visualización de forma, la rápida generación de diseños alternativos, generación automatizada de planos y documentos y la visualización de programas de construcción 4D; con todas estas funcionalidades se obtuvieron ventajas a lo largo del proyecto como el entendimiento para la optimización de plazos de programación en los tiempos de duración de cada elemento a través del software Ms Project y su visualización en Navisworks, se pudo ver a través del modelado 3D que elementos se realizaron en la semana o mes y obtuvimos el avance del cronograma visualmente, todo esto como una finalidad para el proyecto Villamar 131.
- ✓ En referencia con el segundo objetivo “Crear un plan preliminar de gestión para que sea aplicado en el proyecto la optimización de plazos”, se logró la identificación, extracción y esquematización de un PEB considerando 12 puntos clave que nos dio como resultado los objetivos propuestos al cliente, la obtención de información, la organización dentro del proyecto, el mapeo de los procesos, las formas de colaboración, los entregables y las estrategias para que los procedimientos generados por BIM contengan más LC. Todos los puntos previamente mencionados, intervienen con la sinergia entre BIM y LC, pues de estos se esperaban resultados como mejorar la colaboración en diferentes áreas del proyecto, tener una mejor visualización con los modelos 3D, reducir tiempos de entrega en la ejecución, realizar una programación visual a través del Look Ahead para que todos logren ver el avance de la construcción y obtener calidad a la primera. Así mismo, este plan preliminar se generó para que las personas

involucradas en la construcción sepan lo que se va a construir y el cómo se debe construir, lo cual se obtuvo de manera satisfactoria.

- ✓ En este tercer objetivo nombrado “Aplicar un plan de mejora con interacción BIM en el caso de estudio”, damos a conocer los alcances positivos mencionados en el segundo objetivo, ya que si se logró la recopilación de información como se menciona en el primer paso del PEB. Se logró resultados en la colaboración de las diferentes especialidades aplicadas en el proyecto inmobiliario, todos los involucrados en el proyecto recibieron información a su alcance gracias al manejo de carpetas, de tal manera que se disminuyó la pérdida de información. También se lograron acortar los tiempos de respuesta ante alguna consulta, falta de información o recomendación. Se obtuvo la visualización de forma a través del software Revit armando los modelos en las áreas de estructura, arquitectura, IIEE y IISS. Se creó un Look Ahead visual para el entendimiento de todo el equipo en la obra. Asimismo, se logró observar una gran cantidad de análisis en las interferencias en el software Naviswork, dando los puntos exactos como la ubicación de pisos, áreas y/o coordenadas exactas, generando así rápidas intervenciones por parte de los ingenieros, proyectistas, arquitectos y demás colaboradores del proyecto. Por consiguiente damos a conocer que al proyecto Villamar 131 (iniciado con la gestión tradicional), se le aplicó algunas fases del PEB a partir del piso 9 (etapa de casco), y generó una optimización de plazos del 13.49% en los hitos, equivalente a un ahorro total de 90 días y el 27,51% en las actividades que corresponde a un ahorro total de 52 días.

En resultado se muestra mejoras en comparación al método tradicional en comparación se muestra mejoras a comparación con la gestión que llevaban iniciando, y podría ser utilizado para diferentes proyectos donde busquen la optimización de plazos o acortar tiempos de entrega.

- ✓ Como último objetivo, “Evaluar el plan actual de obra con la metodología tradicional vs el plan implementando BIM”, los expertos entrevistados nos dan como conclusión que el PEB brinda mejores resultados interactuando

el BIM y Lean Construction como filosofía para lograr la optimización de plazos en este proyecto, generando respuestas positivas a las variables cualitativas que son mencionadas en la parte de metodología de la investigación, generando al proyecto mejoras en el área de gestión de calidad, producción y información. Así mismo nos dieron pautas y recomendaciones que adheridas a la actualidad deberían reflejarse en el proyecto que resultarían beneficiosos en plazos.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Es recomendable que para mejoras del proyecto se implemente el software de gestión de construcción “Autodesk Construction Cloud” (ACC), ya que ofrece numerosos beneficios que optimizan la gestión, la colaboración y la eficiencia del proyecto, involucrado en todas sus fases.
- ✓ Se recomienda hacer la combinación de Power BI con Revit ya que ofrece una poderosa solución para la visualización y análisis de datos en proyecto de construcción (BIM), proporcionando análisis datos detallados del proyecto y permitiendo crear informes y dashboards interactivos y personalizados.
- ✓ Se recomienda usar Navisworks, que no solo es usado para el análisis de interferencias, sino que al combinarlo con Ms Project se genera una visualización del avance de la obra de acuerdo a los tiempos establecidos, y así tener una mayor información centralizada visual.
- ✓ Se recomienda que los colaboradores se mantengan en constante capacitación y busquen una manera de poner en práctica los usos y funcionalidades que contiene BIM y LC, para que tengan un mejor manejo de los Softwares y/o tecnologías que ayuden a la mejora de los proyectos de construcción.
- ✓ Se recomienda que usen un cuadro de mando de gestión que incorpora el status de RFI's, listado de control del mismo, los certificados de calidad por partida, las no conformidades del proyecto, entre otros; usando la visualización de manera gráfica al entendimiento de todos.

REFERENCIAS

- ¿Qué es BIM y cómo está cambiando la industria de la construcción? (14 de diciembre del 2019). Estudio S. Disponible en: <https://estudioese.com.uy/que-es-bim>
- ALGAN, Tezel. 2022. Sinergias entre Lean y BIM en fase de construcción. Francia. Disponible en: <https://leanconstructionblog.com/espanol/sinergias-entre-lean-y-BIM-en-fase-de-construccion.html>
- ATAHUALPA, Luz. 2021. Metodología BIM en la mejora del diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020. Tesis. Lima Norte. Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68312>
- CABRERA AGUILAR, Julio Cesar y Luis Fernando QUIROZ MONTOYA. Análisis del retorno de inversión al aplicar Building Information Modeling (BIM) en un proyecto inmobiliario. (Lima - Perú). Tesis PUCP > Inicio. 2020. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/17033>
- CALITZ, S. y J. A. WIUM. A proposal to facilitate BIM implementation across the South African construction industry. *Journal of the South African Institution of Civil Engineering*. 2022, **64**(4), 1–9. ISSN 2309-8775. Disponible en: http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1021-20192022000400003&lang=es
- DELAQUA, V. (26 de julio del 2019). 10 obras que utilizan BIM como parte esencial del proceso de diseño. ArchDaily. Disponible en: <https://www.archdaily.pe/pe/921785/10-obras-queutilizan-bim-como-parte-esencial-del-proceso-de-diseno>
- DOS SANTOS, Freitas et al. Compatibility of design through BIM methodology. *Revista Ingeniería de Construcción*. 2021, **38**(1). Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732023000100080&lang=es

- FLOREZ, Cajacuri Diego Gerardo. *Interacción entre BIM y Lean Construction analizadas en proyectos de edificación*. Bachelor's thesis, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2020. Disponible en: <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/172759>
- GARCÉS, G. y C. PEÑA. A Review on Lean Construction for Construction Project Management. *Revista Ingeniería de Construcción*. 2023. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732023000100043&lang=es
- IBARRA, José Fernando et al. BIM+Lean for integrating production and quality control at the construction site. *Ambiente Construído*. 2022, **22**(2), 7–25. ISSN 1678-8621. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212022000200007&lang=es
- INEIA, Adriano et al. global visions and future perspectives in teaching sustainability in engineering. *Educação em Revista*. 2023. ISSN 1982-6621. Disponible en: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/4792>
- KARAZ, Mahmoud y José Cardoso TEIXEIRA. Waste Elimination based on Lean Construction and Building Information Modelling: A Systematic Literature Review. *U.Porto Journal of Engineering*. 2023, **9**(3). ISSN 2183-6493. Disponible en: https://ijooes.fe.up.pt/index.php/upjeng/article/view/2183-6493_009-003_001808
- LEE, Philseok, Seang HWANE JOO y Sunhee LEE. Examinar la estabilidad de las soluciones del perfil de personalidad entre el tipo Likert y la medida de elección forzada multidimensional. Mayo de 2019. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0191886919300340?via=ihub>
- LOPEZ, Pablo. 2021. ¿Qué es el método Delphi?. Cícer. Disponible en: <https://www.cicerocomunicacion.es/metodo-delphi/>

MAMANI, S. (2019). Aplicación de la metodología BIM para la mejora continua en el tiempo y costo en el proyecto de edificación (Lima - Perú): una revisión de la literatura científica (*Trabajo de investigación*). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/26036>

MEF inicia plan piloto con el PRONIED para incorporar la metodología BIM en el desarrollo de sus proyectos de inversión. (27 de noviembre del 2020). Ministerio de Economía y Finanzas. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mef/normas-legales/293869-289-2019-ef>

MENDOZA, Andres. 2023. Mejora de la productividad mediante la aplicación de BIM y lean construction para la ejecución de la cimentación del edificio multifamiliar Mar de Plata II. Tesis. Lima – Perú. Universidad San Ignacio de Loyola. Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/76f4fc61-da21-4574-99f2-4e584a9bf4fc>

MICHALSKI, Adrian et al. Lean construction management techniques and BIM technology – systematic literature review. *Procedia Computer Science*. 2022, **196**. ISSN 1877-0509. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050921023309?via%3Dihub>

MORENO, R & Bayona, J. 2023. Propuesta de Plan de Mejora de la interacción BIM y Lean Construction en un proyecto de edificación multifamiliar en la ciudad de Lima, 2022. Tesis. Lima – Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/26395>

N. HADDAD, Assed, Ahmed W. A. HAMMAD y Karoline FIGUEIREDO. Case study II: Aplicación del Análisis de Sostenibilidad del Ciclo de Vida en BIM en fases tempranas de diseño para la selección del sistema estructural de un edificio residencial en España. 2024. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780323951227000174>

- PATEL, Arpit, Abhaysinha SHELAKHE y Adinath YADHAV. Construcción sostenible mediante el uso de marcos novedosos que utilizan métodos BIM, LEED y Lean. Febrero de 2023. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221478532300782>
- PÉREZ, Adela et al. Introducción al modelado de información de construcción (BIM) en edificaciones e infraestructuras de ingeniería. *Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes*. 2019, **8**(4). ISSN 2531-1336. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7212949>
- PÉREZ, Gonzalo et al. Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso estudio. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*. 2019, **7**(14), 110–121. ISSN 2387-0893. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7242765>
- SAAD ALOTAIBI, Adopción del modelado de información de construcción (BIM) para mejorar la gestión legal y contractual en proyectos de construcción. 2024. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447924001977>
- SALEEM RAZA, Muhammad et al. Características potenciales del modelado de información de construcción (BIM) para la aplicación de áreas de conocimiento de gestión de proyectos en la industria de la construcción. Septiembre de 2023. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844023069050>
- SALOMÃO, Pedro et al. Modelagem e compatibilização de projetos de uma residência Minha Casa Minha Vida em software de plataforma BIM. *Research, Society and Development*. 2019, **8**(8). ISSN 2525-3409. Disponible en: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/13412>
- SILVA, Paula et al. BIM 4D no planejamento de obras: detalhamento, benefícios e dificuldades. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP.2019. ISSN 1980-6809. Disponible en: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650258/19_196

Situación de la aplicación del método BIM en Europa (III). (9 de julio del 2020).
European BIM Summit. Disponible en:

<https://europeanbimsummit.com/situacion-bim-europa-iii/>

SOLÍS ACUÑA, Mariana y Erick MATA ABDELNOUR. Metodología para la gestión de recursos de consumo energético durante el proceso constructivo. *Ingeniería*. 2022, **32**(2), 85–110. ISSN 2215-2652. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-26522022000200087&lang=es

TANG, Wenjun. Aplicación de la tecnología BIM en el refuerzo y rehabilitación de proyectos de inspección de edificios existentes. 2023. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016823008736>

TEDESCO JOVANOVIČS, Caroline y Elie CHAHDAN MOUNZER. Contribución del BIM en la compatibilización de proyectos de diferentes especialidades integradas por la construcción civil. <http://www.scielo.com>. 2022. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532022000400046&lang=es

TORIBIO, R. (2020). Norma ISO 19650: Un Estándar Global para BIM. BIM Blog. Disponible en: <http://blog.triart.com.do/2019/03/07/norma-iso-19650/>

UVAROVA, Svetlana et al. Ensuring Efficient Implementation of Lean Construction Projects Using Building Information Modeling. *Buildings*. 2023, **13**(3). ISSN 2075-5309. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/3/770>

WANG, Sen, Heap YIH CHONG y Wei ZHANG. El impacto de la gestión de integración basada en BIM en el desempeño de megaproyectos en China. Mayo de 2024. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016824002710>

WAQAR, Ahsan et al. Impediments in BIM implementation for the risk management of tall buildings. *Results in Engineering*. 2023, **20**. ISSN

2590-1230.

Disponible

en:

<https://www.scopus.com/home.uri?zone=header&origin=>

WILSEK CALDART, Caroline y Sérgio SCHEER. Planificación del diseño del sitio de construcción utilizando modelado BIM 4D. 2022. Disponible en:

<https://www.scielo.br/j/gp/a/GqSVgv7TT9CNSKsfVw5fL9n/?lang=en>

ANEXOS

ANEXO 1: Adopción BIM en Proyectos de Edificación 2023

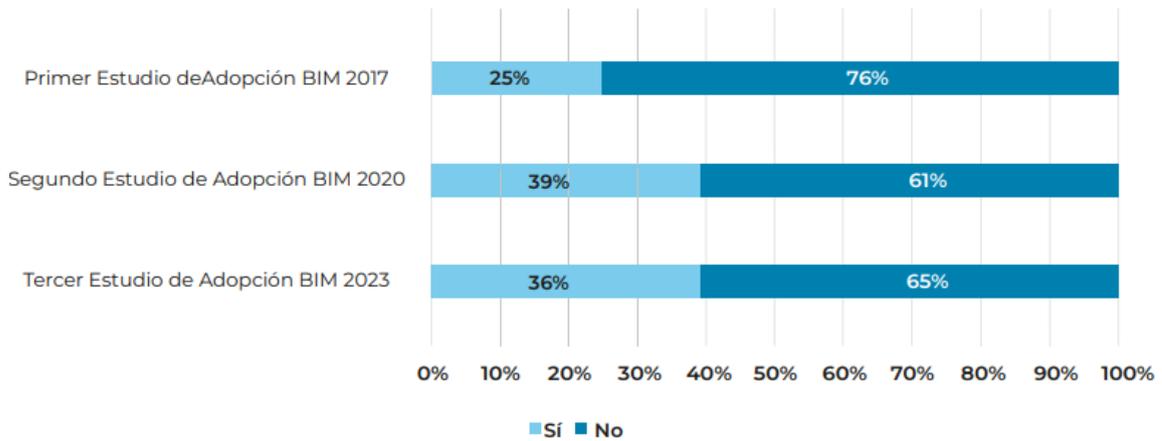


Figura 36. Comparación de nivel de adopción BIM en Lima.

Fuente: sitio web - Tercer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima.

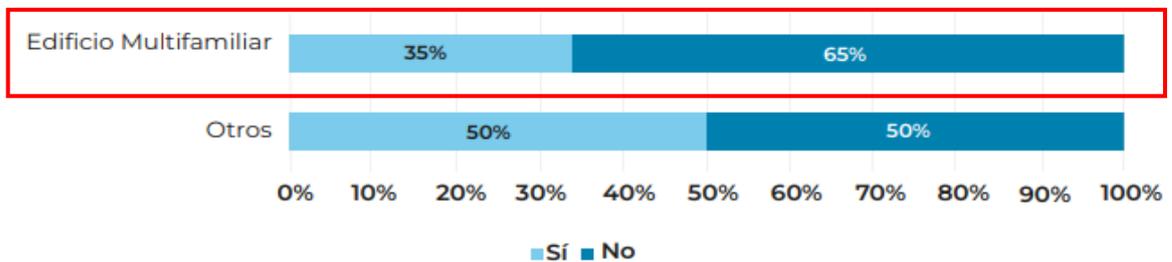


Figura 37. Nivel de adopción BIM por tipo de proyectos. N= 211.

Fuente: sitio web - Tercer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima.

Sector Urbano	Total de Conglomerados	Conglomerados Encuestados	Total de Proyectos	Proyectos Encuestados
Lima Top	14	9	396	97
Lima Moderna	15	14	277	81
Lima Centro	7	5	90	18
Lima Este	7	0	18	0
Lima Norte	8	2	37	3
Lima Sur	8	3	25	10
Callao	4	1	12	2
Total	63	34	855	211

Figura 38. Distribución de conglomerados y proyectos en sector urbano.

Fuente: sitio web - Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao.

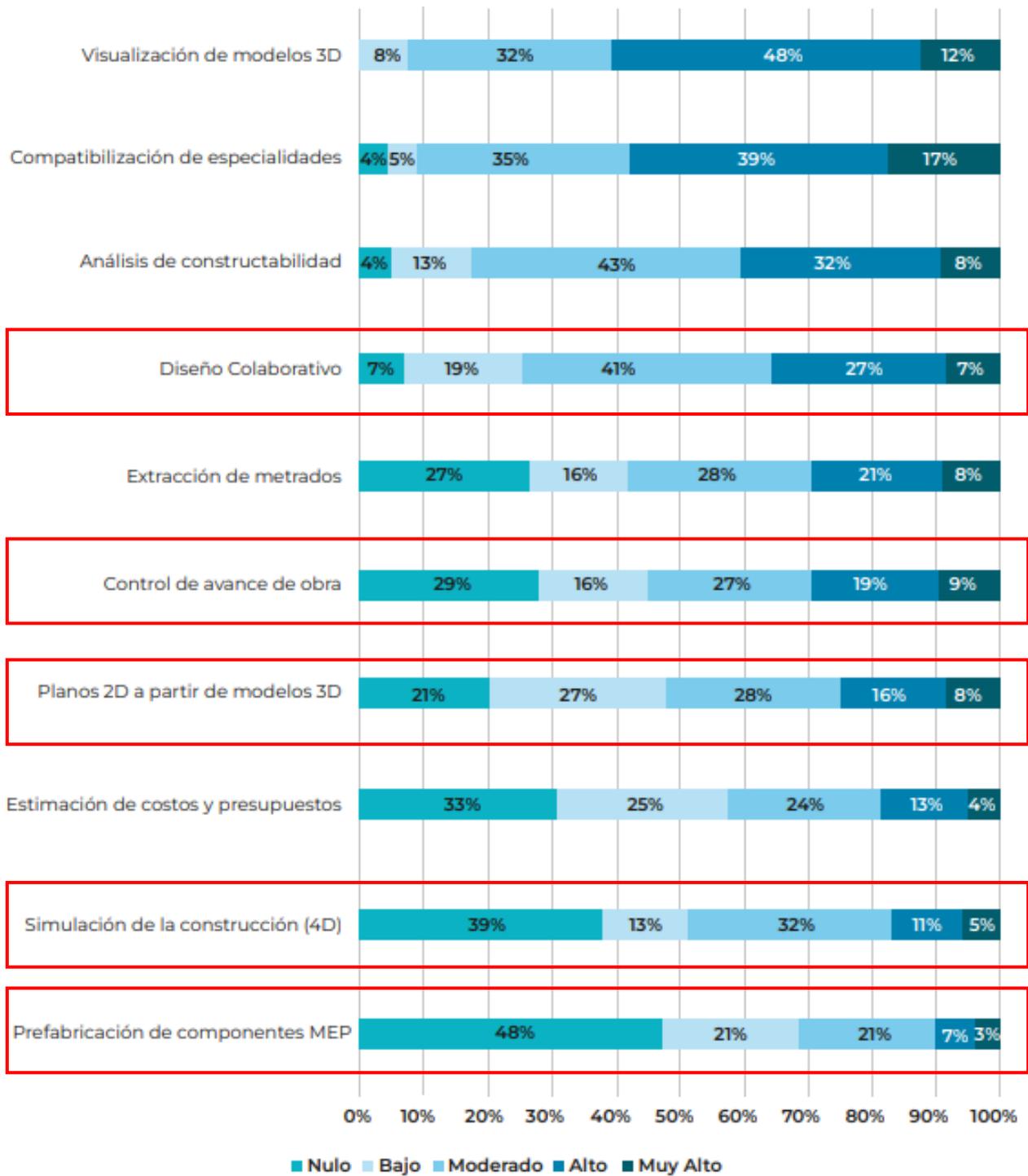


Figura 39. Nivel de usos de aplicaciones BIM.

Fuente: sitio web - Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao

ANEXO 2: Matriz Operacionalización.

Tabla 25. Matriz de Categorización.

AMBITO TEMATICO	PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	PREGUNTA DE LA INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS
Construcción Sostenible Diseño Sísmico y Estructural	Uno de los problemas más grandes de proyectos en construcción a nivel mundial, son la falta de integración y los fraccionamientos entre otras fases de su ciclo de vida. Es por ello que se genera una deficiencia en la calidad, genera el aumento de costos en construcción, de tal manera que la oportunidad de que genera valor en los involucrados se pierda. La industria de la construcción, particularmente en el ámbito de las edificaciones multifamiliares, ha enfrentado una problemática persistente que influye en la productividad y eficacia de las organizaciones constructoras.	¿Cuál sería el plan de mejora para la Gestión Tradicional de un Proyecto Multifamiliar a través de la Implementación BIM en Lima 2024?	Proponer un plan de mejora de gestión tradicional en un edificio multifamiliar a través de la Implementación BIM	Identificar las funcionalidades BIM bajo la teoría.	Gestión de Proyectos de Construcción	BIM (Modelado de Información de Construcción)
				Crear un plan preliminar de gestión para que sea aplicado en el proyecto la optimización de plazos.		Colaboración y Coordinación en Proyectos
						Planificación y Programación en Proyectos
						Análisis de Costos y Presupuestos
				Aplicar un plan de mejora con interacción BIM en el caso de estudio.	Diseño Arquitectónico e Ingeniería	Gestión de Activos y Mantenimiento
						Diseño Arquitectónico en 3D
						Ingeniería Estructural y MEP (Mecánica, Eléctrica y Fontanería) en 3D
				Validar el plan de mejora presentándole a los participantes del caso de estudio a través de entrevistas.	Documentación y Entrega	Simulación y Análisis de Diseño
						Generación de Planos y Documentación Técnica
				Validar el plan de mejora presentándole a los participantes del caso de estudio a través de entrevistas.	Construcción y Ejecución	Coordinación de Proyectos y Evitación de Conflictos
						Secuenciación de Construcción
						Control de Calidad y Seguridad
Validar el plan de mejora presentándole a los participantes del caso de estudio a través de entrevistas.	Operación y Mantenimiento	Programación de la Construcción				
		Gestión de Instalaciones y Activos				
Validar el plan de mejora presentándole a los participantes del caso de estudio a través de entrevistas.	Operación y Mantenimiento	Mantenimiento Preventivo y Correctivo				

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 4: Autorización de uso de información

Autorización de uso de información de empresa

Yo Jordan Zelada Isaac Fernando, identificado con DNI N° 09678452, en mi calidad de Gerente General, de la empresa GC CARAL S.A.C con R.U.C N° 20611123729, ubicada en la ciudad de Lima.

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

A las señoritas Cabrera Paucar, Minerva Nicol, identificada con DNI N° 77353060 y Vasquez Cabanillas, Mileny Angelita, identificada con DNI N° 74838568, de la Carrera profesional de Ingeniería Civil, para que utilice la siguiente información de la empresa: GC CARAL S.A.C.; con la finalidad de que pueda desarrollar su Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniería Civil.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

() Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o

(X) Mencionar el nombre de la empresa.



Ing. Isaac Jordan Z.
Gerente General

Firma y sello del Representante Legal

DNI: 0967845

Las estudiantes declaran que los datos emitidos en esta carta y en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.



Firma del Estudiante

DNI: 748738568



Firma del Estudiante

DNI: 77353060

ANEXO 5: Consentimiento Informado

Consentimiento Informado

Título de la investigación: Plan de mejora de gestión tradicional de un proyecto multifamiliar a través de la implementación BIM en Lima, 2024

Investigador (a) (es): Cabrera Paucar, Minerva Nicol y Vasquez Cabanillas Mileny Angelita

Propósito del estudio

Le invitamos a participar en la investigación titulada "*Plan de mejora de gestión tradicional de un proyecto multifamiliar a través de la implementación BIM en Lima, 2024*", cuyo objetivo es Proponer un plan de mejora de gestión tradicional en un edificio multifamiliar a través de la Implementación BIM .Esta investigación es desarrollada por estudiantes del programa de estudio de Pregrado, de la Universidad César Vallejo del campus Trujillo, aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad y con el permiso de la empresa CG. CARAL S.A.C.

Esta investigación resulta beneficiosa en los proyectos porque reduce los sobrecostos, aumenta la participación de los involucrados, mejora la calidad final de las edificaciones y reduce los tiempos de entrega. La metodología que usaremos en este proyecto beneficia de manera general a todos los peruanos ya que el sector construcción tiende a generar más de un millón de empleos anuales.

Procedimiento

Si usted decide participar en la investigación se realizará lo siguiente (enumerar los procedimientos del estudio):

1. Se realizará una encuesta o entrevista donde se recogerán datos personales y algunas preguntas
2. Esta encuesta o entrevista tendrá un tiempo aproximado de minutos y se realizará mediante ZOOM. Las respuestas al cuestionario o guía de entrevista serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

Participación voluntaria (principio de autonomía):

Puede hacer todas las preguntas para aclarar sus dudas antes de decidir si desea participar o no, y su decisión será respetada. Posterior a la aceptación no desea continuar puede hacerlo sin ningún problema.

Riesgo (principio de No maleficencia):

Indicar al participante la existencia que NO existe riesgo o daño al participar en la investigación. Sin embargo, en el caso que existan preguntas que le puedan generar incomodidad. Usted tiene la libertad de responderlas o no.

Beneficios (principio de beneficencia):

Se le informará que los resultados de la investigación se le alcanzará a la institución al término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública.

Confidencialidad (principio de justicia):

Los datos recolectados deben ser anónimos y no tener ninguna forma de identificar al participante. Garantizamos que la información que usted nos brinde es totalmente Confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación. Los datos permanecerán bajo custodia del investigador principal y pasado un tiempo determinado serán eliminados convenientemente.

Problemas o preguntas:

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con el Investigador (a) (es) [colocar nombres y apellidos] email: [colocar el e-mail] y asesor [colocar nombres y apellidos del asesor] email: [colocar el e-mail].

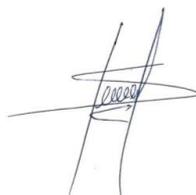
Consentimiento

Después de haber leído los propósitos de la investigación autorizo participar en la investigación antes mencionada.



Experto 01

Fecha: Lima, 03 de julio del 2024



Experto 02

Fecha: Lima, 03 de julio del 2024



Experto 03

Fecha: Lima, 03 de julio del 2024

ANEXO 6: Ficha de validación

Ficha de validación de contenido para un instrumento

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos Guía de entrevista que permitirá recoger la información en la presente investigación: Plan de mejora de gestión tradicional de un proyecto multifamiliar a través de la implementación BIM en Lima, 2024. Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	El/la ítem/pregunta pertenece a la dimensión/subcategoría y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	El/la ítem/pregunta se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	El/la ítem/pregunta tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	El/la ítem/pregunta es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

Nota. Criterios adaptados de la propuesta de Escobar y Cuervo (2008).

Matriz de validación del cuestionario de las variables

Sección	ITEM	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Información de caso de estudio	¿Considera importante las características del proyecto como variable de estudio?	1	1	1	1	

Principios Lean Construction	¿Considera importante el principio Lean de reducción de la duración de los ciclos de producción como variable de estudio.?	1	1	1	1	
Sección BIM	¿Considera importante las dimensiones BIM como de estudio?	1	1	1	1	
Funcionalidades BIM	¿Considera importante la funcionalidad BIM de generación automatizada de tareas de construcción como variable de estudio?	1	1	1	1	

Ficha de validación de juicio de experto

Nombres y Apellidos del experto	Anónimo - R.G.F.P
Años de experiencia	7 años de experiencia
Máximo Grado Académico	Arquitecta Colegiada
Nacionalidad	peruana
Cargo	Arquitecta especializada en BIM y VDC
Fecha	03 de julio del 2024
Nombres y Apellidos del experto	Anónimo - L.A.C.H
Años de experiencia	10 años de experiencia
Máximo Grado Académico	Ingeniero Civil Colegiado
Nacionalidad	peruano
Cargo	Coordinador BIM en firma especializada en BIM y VDC
Fecha	03 de julio del 2024
Nombres y Apellidos del experto	Anónimo - F.M.S
Años de experiencia	10 años de experiencia
Máximo Grado Académico	Arquitecta Colegiada
Nacionalidad	peruano
Cargo	Gerente General en una firma consultora especializada en BIM y VDC
Fecha	03 de julio del 2024

ANEXO 7: Ubicación del Proyecto

Coordenadas Sexagesimales : 12°04'55.2"S 77°06'14.5"W
Coordenadas Decimales : -12.082011, -77.104027
Dirección : Aviación 131
Departamento : Lima
Provincia : Lima
Distrito : San Miguel

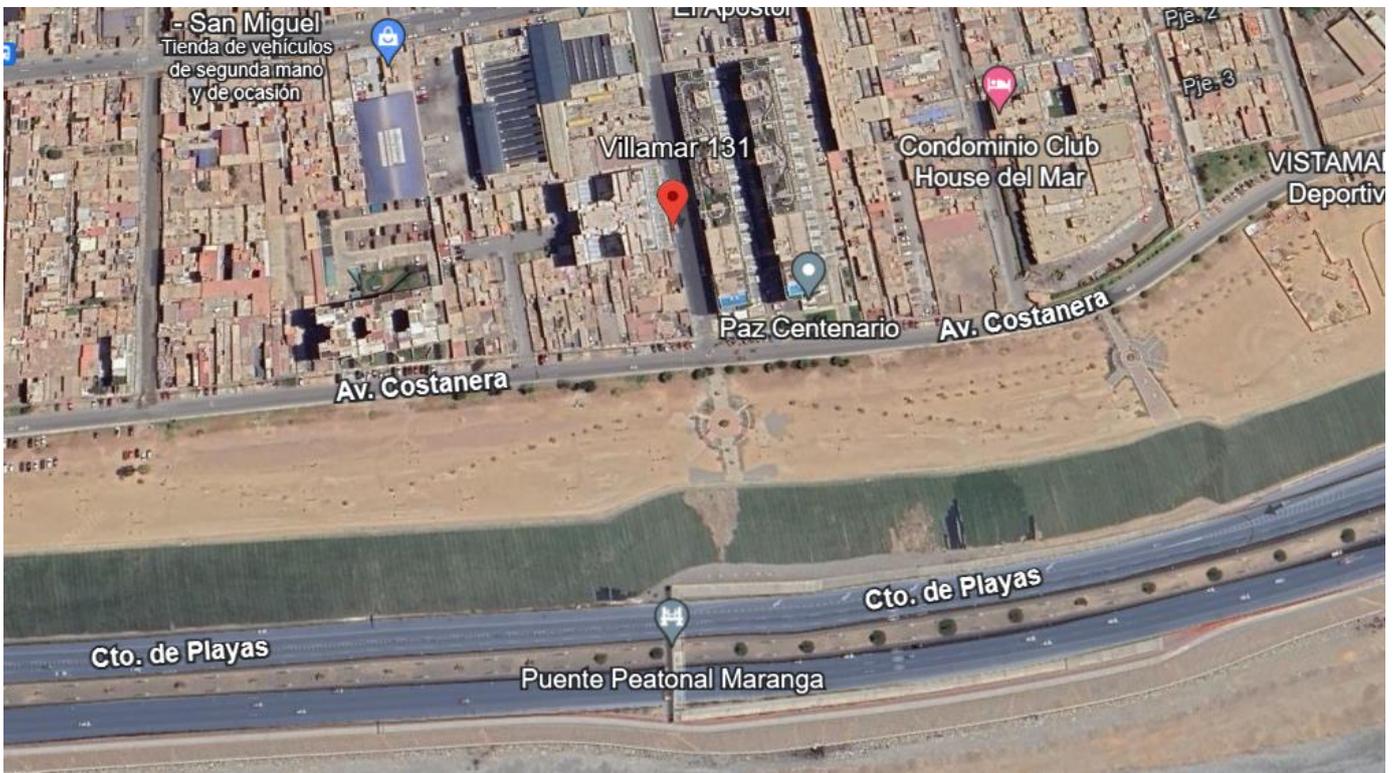


Figura 41. Ubicación del Proyecto.

Fuente: sitio web - Google Earth.



Figura 42. Proyecto Renderizado.

Fuente: elaboración Propia.

ANEXO 8: Descripción y Distribución del Inmueble

Tabla 26. Cuadro de Superficies Techadas

	UNIDADES / PORCENTAJES	SUPERFICIE (m2)
TERRENO	100.00 %	1,600.00 m2
ÁREA OCUPADA	63.00%	1,008.03 m2
ÁREA LIBRE	37.00%	576.23 m2
PISOS SOBRE RASANTE	174 departamentos	13, 694.59 m2
SÓTANOS	80 plazas / Depósitos / Instalaciones	2, 932.98 m2

Fuente: elaboración GCK PROYECTOS S.A.C. CARAL GESTORA S.A.C.

	DESCRIPCIÓN - USO	UDS	SUPERFICIE (m2)	
SÓTANOS -2	Instalaciones 39 estacionamientos	1	1,365.99	1,365.99
SÓTANOS -1	41 estacionamientos Bicicletas (5%) Área de Estac.	1	1,566.99	1,566.99
PISO 1°	Lobby/Viviendas/SUM/circulación	1	1,008.03	1,008.03
PISOS: 2°- 7°	Viviendas/circulación	1	1,008.03	1,008.03
PISO 8°	Viviendas/circulación	1	1,005.94	1,005.94
PISO 9 °	Viviendas/circulación	1	1,003.45	1,003.45
PISO 10°	Viviendas/circulación	1	1,000.72	1,000.72
PISO 11°	Viviendas/circulación	1	997.80	997.80
PISO 12°	Viviendas/circulación	1	996.71	996.71
PISO 13°	Viviendas//Dúplex/circulación	1	992.28	992.28
AZOTEA	Pisos altos Dúplex/ SUM Terraza común/circulación	1	436.86	436.86
TOTAL EDIFICACIÓN	ÁREA TECHADA		16, 422.95	
En el Sótano-3 existen dos cisternas de Agua y A.C.I. con un Área = 197.57 m2 Ocupando un volumen de 334.60 m3. (No Computa como área techada).				

ANEXO 9: Listado de intercambio de Información

Tabla 27. Listado de intercambio de información.

Título del Proyecto	Programación			Condiciones existentes			Levantamiento en Revit			Coordinación 3D			Levantamiento de Planos As Built con Revit			Elaboración de Modelo 4D			
Etapa del Proyecto	DISEÑO			CONSTRUCCIÓN			DISEÑO/CONSTRUCCIÓN			CONSTRUCCIÓN			CONSTRUCCIÓN			DISEÑO/CONSTRUCCIÓN			
Desglose por elementos del modelo	Info	Responsable	Notas	Info	Responsable	Notas	Info	Responsable	Notas	Info	Responsable	Notas	Info	Responsable	Notas	Información	Responsable	Notas	
CIMENTACIÓN																			
CIMENTOS																			
Cimientos comunes																			
Cimientos especiales																			
CERRAMIENTOS EN SUBSUELO																			
Muro para cerramientos en subsuelo																			
LOSAS DE NIVELACIÓN																			
Losas de nivelación comunes																			
Losas de nivelación estructurales																			

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 10: Definición del modelo por Etapas

Tabla 28. Definición del modelo por etapas.

Etapa del Proyecto	CONCEPCIÓN			SELECCIÓN DE ENTRADA DEL PROYECTO			DISEÑO/ CONSTRUCCIÓN			ETAPA DE DISEÑO			ETAPA DE LEVANTAMIENTO DE LO CONSTRUIDO			ETAPA DE CONSTRUCCIÓN			ETAPA DE DOCUMENTACIÓN			ETAPA DE ADQUISICIONES			
	Info	responsable	notas	Info	responsable	notas	Info	responsable	notas	Info	responsable	notas	Info	responsable	notas	Info	responsable	notas	Info	responsable	notas	Info	responsable	notas	
Desglose por elementos del modelo																									
COMUNICACIONES																									
Transmisión de datos																									
Comunicador de voz																									
Comunicador de audio y video																									
Comunicaciones y monitoreos																									
Muro para cerramientos en subsuelo																									
ELÉCTRICAS																									
Servicios y distribución de electricidad																									
Alumbrado																									

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 11: Validación de Variables por expertos

Tabla 29. Preguntas iniciales del caso de estudio

Sección	Variable o Factor	Preguntas Propuestas
Información del Caso de Estudio	Características del proyecto	<p>¿Cuál es el costo aproximado del proyecto y en qué consistía?</p> <p>¿Cuáles fueron las características del cliente?</p> <p>¿Hubo costos adicionales?</p> <p>¿Cuántos RFIs se presentaron en el proyecto y cuánto tiempo se empleó para resolverlos?</p> <p>¿Qué especialidades estuvieron involucradas?</p>
	Barreras del proyecto	<p>¿Se produjeron retrasos por parte de los subcontratistas?</p> <p>¿Se presentaron problemas externos?</p> <p>¿Se adaptaron correctamente desde un inicio las metodologías empleadas?</p> <p>¿Qué porcentaje de los participantes del proyecto tenían conocimientos de la metodología BIM y la filosofía Lean?</p>
	Oportunidades de mejora del proyecto	<p>En qué especialidades se presentaron mayores problemas?</p> <p>¿Se emplearon de forma adecuada BIM y Lean Construction en el proyecto?</p>
Principios Lean Construction	Reducción de la duración de los ciclos de producción	<p>¿Se trabajó con lotes de igual tamaño?</p> <p>¿Hubo un adecuado flujo de las tareas consecutivas?</p> <p>¿Qué tipo de buffers se usaron en el ciclo de proyecto?</p>
	Conseguir calidad a la primera	<p>¿Hubo un control de calidad de los procesos constructivos?</p> <p>¿La empresa contaba con parámetros para la revisión de trabajos?</p> <p>¿Se contaba con una buena cantidad de información y materiales necesarios para el trabajo?</p>
	Verificar y Validar	<p>¿Se tuvieron reuniones con el cliente para evaluar y corregir las propuestas de diseño del proyecto?</p>

Sección BIM	Dimensiones BIM	¿A qué dimensión se llegó a modelar el proyecto y por qué? ¿Qué dimensiones comprende el proyecto?
	LOD BIM	¿Qué nivel de detalle modeló el proyecto en la etapa de diseño y construcción respectivamente?
	Software BIM	¿Qué software emplearon en el modelado del proyecto? ¿Qué software utilizaban para la detección de interferencias? ¿Qué software se utilizó para realizar un trabajo colaborativo entre los participantes del proyecto?
Funcionalidades BIM	Visualizaciones de forma	¿Se realizó la inspección del proceso de la construcción del proyecto en tiempo real a través de un software?
	Generación automatizada de tareas de construcción	¿Las tareas para la programación diaria y semanal se hacían a través de BIM?
	Visualización multiusuario de modelos multidisciplinares combinados o separados	¿El modelo BIM era compartido para todos los stakeholders?

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 12: RFI'S

Tabla 30. Resumen de RFI'S

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD												
STATUS DE RFI'S												
Proyecto: "Edificio Multifamiliar Villamar 131"												
STATUS DE RFI												
IDENTIFICACIÓN				CONTROL DE RESPUESTAS							ANÁLISIS DE RESPUESTAS	
136	RFI #	ESPECIAL	ASUNTO	DESCRIPCIÓN	RFI ENVIADO	RESPUESTA	SE ENVIO RESPUESTA	ESTADO	FECHA REQUERIDA	TIEMPO DE RPTA	OBSERVACIONES	PLANOS RECIBIDOS
2	ARQ		Detalle de baranda de Dptos tipo 1 y 8	En el plano 00_FME1_Aviacion_SM_CAR - Planta de Arquitectura, se observa que en los Dptos. Tipo 1 y 8 cuentan con barandas en las terrazas de los dptos, sin embargo en el plano 00_DARQ_D40_Barandas no existe el detalle de barandas para departamentos, por ello se solicita el plano en el cual indique las características de dicha baranda.	5/9/2023	Se toma en cuenta como la baranda B3-2 pero con parapeto de 15cm. Se adjunta al archivo del plano con esta aclaración y dimensiones.	28/9/2023	OK	12/9/2023	23		SI
3	ARQ		Tipo de acabado de muros en cambio de material de pintura y papel en Dptos.	En el plano 00_DARQ_D41_Tabiques, indican el tipo de acabado de los muros y toman como referencia el piloto. Sin embargo, se solicita indicar el tipo de acabado de los muros en los que se da el cambio de material entre el papel y pintura en el ingreso al COMEDOR y KITCHENETTE	5/9/2023	Para el caso del encuentro entre losa y muros, se deberá dejar un bruña. Para el caso de encuentro verticales y cambio de materialidad entre ambientes, solo se dejará el remate del papel tapiz con la pintura. Los derrames de muro deberán estar cubiertos con papel tapiz	23/9/2023	OK	12/9/2023	18		
4	ARQ		Detalle de fijación de canoplas de válvulas	Se observa en campo que las válvulas de baños y cocinas están sobresalidas, lo que va provocar que las canoplas no se fijen hasta el muro, por ello se plantea las siguientes alternativas: 1. Picar y reubicar la profundidad de la válvula. 2. Sellar con silicona la parte que quede libre, esto aplicaría siempre y cuando el espacio no sea mayor a 5mm.	19/9/2023	22/12: En los SS.HH. Ya ejecutados se verifico que el accesorio de agua está quedando sobresalido de 1cm a mas con respecto a la verticalidad de la pared. Se coordino que en estos casos ya ejecutados no se instalara la canopla de las válvulas, pues no quedarían pegadas a la pared y se pintara el borde del color de la pared. Para el resto de casos por ejecutar se tendrá en cuenta para que quede enrasado con la pared y se puedan instalar las canoplas. En las cocinas y/o lavanderías se instalarán las canoplas de PVC las cuales si quedan pegadas a la pared o como máximo con una apertura de 0.5 cm.	26/9/2023	OK	26/9/2023	7		
5	EST		Plano de Detalle de juntas de losa	De acuerdo a la documentación brindada el 01.12, no se cuenta con el Plano de Detalles de juntas de losa. Sin embargo el 16.12, se actualiza el link de CLOUD de Caral, en el cual se encuentra el RFIN' 92 - PLANO DE DISTRIBUCION DE CORTES Y JUNTAS EN LOSA DE PISO SOTANO 02. Se solicita indicar si este es el plano será con el cual se ejecutará; de no ser así, enviar plano de detalle.	19/9/2023	Se confirma la ejecución de las juntas según la respuesta al RFI 92. Se adjunta plano de juntas aprobado por el Ing. Estructural.	28/9/2023	OK	26/9/2023	9		
6	ARQ		Incompatibilidad de ISS y Arquitectura	Se observa que el plano de Instalaciones Sanitarias y Arquitectura existe una incompatibilidad de ubicación de puntos (Ver imágenes) y en campo se ha identificado que las liberaciones han sido realizadas con el plano de ISS, ya que las medidas no coinciden con el plano de Detalles, por lo expuesto se tiene lo siguiente: - Puntos de desagüe: Se encuentran desfasados. - Salidas de ducha: En los tipo 113 y 14 las salidas de ducha no se encuentran centradas a la poza de la ducha. - Puntos de lavaderos de cocina: Se encuentran desfasados como máximo 15cm. - Puntos de salida de agua: En algunas lavanderías quedarán las griferías desfasadas respecto a las Amazonas. Por lo expuesto se solicita indicar cuáles serán los puntos que se reubicarán, para ello se solicita un recorrido en campo.	20/9/2023	1. 22/12: Se verifico en campo que las salidas de agua de las duchas se dejaron a eje de la zona enchapada. Se coordino que quedara según se ha ejecutado. 2. 22/12: Se verifico en campo que las salidas de desagüe para los lavaderos Amazonas no estaban centrados para la futura instalación de los equipos. Se quedarán como se ha ejecutado y las trampas de desagüe se ajustarán a lo ejecutado. 3. 22/12: Se verifico en campo que las salidas de desagüe para los inodoros en algunas ocasiones no estaban quedando según manda la R de los equipos, o sea a 30 cm de la pared terminada. Se coordino que quedarán como máximo + 20cm con respecto a la medida indicada en la R, lo cual puede ser corregido mediante un accesorio adicional. 4. 22/12: ORION indica que en algunos casos las salidas para los sumideros de las duchas no están quedando centradas con juntas del enchape. GE indica que se debe hacer un mapeo de los casos en los que está sucediendo. De ser puntuales se deberán corregir, y si es algo generalizado quedarán tal y como se han ejecutado, para no generar mayor sobre costo. 5. 22/12: Las salidas de agua para el Amazonas debe respetarse la separación de 2 cm del equipo hacia la pared, y las salidas de agua deben quedar centradas con los equipos. Se verifico en campo que en algunas ocasiones no estaban quedando así.	26/9/2023	OK	27/9/2023	6		
7	ARQ		Detalles de bruñas en departamentos	Se observa que en campo no se han realizado alguna de las bruñas en la interfase de muro-elemento estructural vertical, sin embargo estas podrán dejarse o no a fin de que permitan ocultar las eventuales fisuras que se puedan producir en la interfase indicada, las mismas que son recomendables, pero no indispensables. Este es un detalle arquitectónico, que dependerá del criterio del proyectista. Por ello, se solicita indicar si estas serán consideradas ya que existen paños en los cuales existen dos bruñas las cuales no son isométricas al muro paralelo del ambiente. Se adjunta plano para en el cual se puede visualizar bruñas consecutivas.	26/12/2023	Las bruñas se deben ejecutar de acuerdo a lo recomendado por el proveedor de ladrillo en su manual de ejecución. Hay casos específicos que se han visto con Fiorella en campo donde el muro es muy corto y el refuerzo horizontal de la tabiquería ha sido anclado a la placa o columna, en estos casos no se requiere la ejecución de bruña alguna. Los alfileres de las ventanas también deben ejecutarse según el manual de ejecución del proveedor LACASA En el plano que se adjunta no se identifican las bruñas en consulta, sin embargo con los comentarios líneas arriba nos confirman este respondiendo el rfi. ¿Porque tendría una incidencia en costo si no se está cambiando la especificación del proveedor de ladrillos? No debería haber sobre costo alguno	27/12/2023	OK	2/1/2024	1		

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

ANEXO 13: ACTUALIZACIÓN DE LIBERACIONES

Tabla 31. Tabla de Actualización de Liberaciones Piso 10

Liberaciones	Dpto. 1001	Dpto. 1002	Dpto. 1003	Dpto. 1004	Dpto. 1005	Dpto. 1006	Dpto. 1007	Dpto. 1008	Dpto. 1009	Dpto. 1010	Dpto. 1011	Dpto. 1012	Dpto. 1013	Dpto. 1014	Balcones	Pasadizos	Escalera
Acero (viga collarín)	Liberado	NA	NA	NA													
Liberación de trazo	Liberado	NA	NA	NA													
Tarrajeo de estructuras (vigas - placas)	REC	REC	REC	REC	REC	REC	Liberado	REC	REC	REC	REC	REC	Liberado	Liberado	NA	NA	NA
Tarrajeo de derrames (puertas - ventanas)	Liberado	NA	NA	NA													
Solaqueo de tabiquería	Liberado	NA	observado	NA													
Liberación de tabiquería	Liberado	NA	observado	NA													
Copado de tabiquería	Liberado	NA	Pendiente	NA													
Liberación de presión hidráulica	Liberado	NA	NA	NA													
Liberación de prueba de estanqueidad	Liberado	NA	NA	NA													
Liberación de hermeticidad (Gas)	Liberado	NA	Liberado	NA													
Liberación de puntos sanitarios	Liberado	NA		NA													
Liberación de puntos eléctricos	Liberado	NA	Pendiente	NA													
Liberación de megado de circuitos eléctricos	Liberado	NA	Pendiente	NA													
Nivelación de piso	Liberado	Pendiente	Pendiente	Pendiente	Liberado	Liberado	Pendiente	Liberado	Liberado	Pendiente	Pendiente	Pendiente	Liberado	Liberado	observado	observado	NA
Drywall (Dintel)	observado	observado	Liberado	observado	Liberado	observado	observado	observado	NA	NA	NA						
Drywall (tabiquería)	NA	Liberado	Liberado	NA	NA	NA	NA	NA									
Instalación de enchape cocina	Liberado	observado	Liberado	observado	Liberado	observado	observado	NA	Pendiente	NA							
Instalación de enchape baños	Liberado	observado	Liberado	observado	Liberado	observado	observado	NA	Pendiente	NA							
Liberación de empaste y sellado de muros de pintura	observado	Pendiente	Pendiente	Pendiente	NA	NA	NA										
Liberación de pintura	Liberado	observado	observado	observado	observado	observado	Pendiente	NA	NA	NA							
Rectificación de Vigas y placas	Liberado	observado	observado	observado	observado	observado	observado	NA	NA	NA							

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

ANEXO 14: Status de Submittals

Tabla 32. Status de Submittal

		SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD STATUS DE SUBMITTAL Proyecto: "Edificio Multifamiliar Villamar 131"								
88		SUBMITTALS								
Nº DE CD	FECHA DE ENVÍO	ESPECIALIDAD	DESCRIPCIÓN DEL SUBMITTAL	UBICACIÓN	ESTADO	FECHA REQUERIDA	FECHA DE RESPUESTA	TIEMPO DE RPTA	COMENTARIOS	
7	6/1/2023	ARQ	Materiales de pintura	Torre	APROBADO	13/1/2023	9/1/2023	3	Solo son materiales de preparación de muros	
8	1/1/2023	ARQ	Crucetas para ceramico	Torre - Dptos	APROBADO	18/1/2023	1/1/2023	0		
9	1/1/2023	ARQ	Pintura interior dptos.	Torre - Dptos	APROBADO	18/1/2023	18/1/2023	7		
10	1/1/2023	IIS	Bomba de desagüe	Cuarto de bombas	APROBADO	18/1/2023	24/1/2023	13		
11	1/1/2023	IIS	Tanque hidroneumatico	Cuarto de bombas	APROBADO	18/1/2023	24/1/2023	13		
12	13/1/2023	ARQ	Materiales para instalación de papel mural	Torre - Dptos	APROBADO	20/1/2023	13/1/2023	0		
13	13/1/2023	ARQ	Fragua de enchape	Torre - Dptos	APROBADO	20/1/2023	13/1/2023	0		
14	17/1/2023	ARQ	Mortero fino para tarrajeo de muros	Estructuras-fachadas	APROBADO	24/1/2023	18/1/2023	1		
15	18/1/2023	ARQ	Granito blanco serena	Dptos	APROBADO	25/1/2023	18/1/2023	0		
16	18/1/2023	EST	Cemento nacional	Estructuras-fachadas	APROBADO	25/1/2023	19/1/2023	1		
17	18/1/2023	IIMM	Trampa de humo	SSH	APROBADO	25/1/2023	19/1/2023	1		
18	18/1/2023	ARQ	Sellador de granito	Dptos	APROBADO	25/1/2023	19/1/2023	1		
19	19/1/2023	ACI	Materiales de ACI	Torre	APROBADO	26/1/2023	26/1/2023	7		
20	20/1/2023	ARQ	Materiales para carpintería metálica	Dptos	APROBADO	27/1/2023	20/1/2023	0		
21	23/1/2023	ACI	Bomba contra incendio	Sótano	APROBADO	30/1/2023	24/1/2023	1		
22	24/1/2023	ARQ	Pintura para carpintería metálica	Dptos	APROBADO	31/1/2023	25/1/2023	1		
23	25/1/2023	ARQ	Rejilla de puertas de sótanos	Sótano	APROBADO	1/2/2023	25/1/2023	0		
24	30/1/2023	IIMM	Equipos de IIMM	Torre	APROBADO	6/2/2023	24/2/2023	25	Se envío rev. 02	
25	3/1/2023	IIEE	Placas	Torre	APROBADO	7/2/2023	3/2/2023	3		
26	1/2/2023	ARQ	Pegamento Celima	Torre	APROBADO	8/2/2023	1/2/2023	0		
27	1/2/2023	ARQ	Z Resina 100	Torre	APROBADO	8/2/2023	3/2/2023	2		
28	7/2/2023	ARQ	Materiales de impermeabilización	Torre	APROBADO	14/2/2023	8/2/2023	1		
29	7/2/2023	ARQ	Vidrios	Dptos / AC	APROBADO	14/2/2023	15/2/2023	8		

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

ANEXO 15: No Conformidades

Tabla 33. *No conformidades*

			NO CONFORMIDADES INTERNAS		RESPUESTA DE LA CONSTRUCTORA
Nº DE N.C.	FECHA DE N.C.	ÁREA	DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD	UBICACIÓN	CORRECCIÓN INMEDIATA
1	15/12/22	IIEE	Perforaciones en losas sobre los puntos de luz	Piso 08 - Dpto. 806	
2	15/12/22	EST	Tecnopor para junta entre ladrillo y losa no ha sido colocado	Piso 08 - Dpto. 804, 805, 810 Piso 07 - Dpto. 704, 705, 710	
3	15/12/22	IIEE	Muros no fueron cortados de manera adecuada para la	Piso 08	RELLENO
4	02/01/23	ARQ	Completar listones de enchape en piso por el retiro de base de muebles.	Piso 02 al 04 - Cocina Dpto. x09 - x10 - x11 - x12	
5	02/01/23	ARQ	Cambio de modulación de enchape por pegado pieza completa sobre bruña de alfeizares de ventanas.	Torre - Cocina Dptos x02 - x03 - x05 - x07	NO VA EN SSHH, SOLO EN COCINAS TIPO 9-10-11-12
6	02/01/23	ARQ	Definición de modulación de enchapes (cerrar emplantillado con aprobación de supervisión).	.	NO GENERA ADICIONAL POR ACUERDO EL 17.01
7	02/01/23	ARQ	Los muebles de granito, no contarán con el fondo de 60 cm indicado en el plano.	.	MONTO DE TARRAJEO DE 2CM EN DUCTO
8	02/01/23	ARQ	Cambio de modulación en Muebles de cocina por la ubicación de puntos IISS & IIEE, fueron realizadas y liberadas con planos de Arq.	Cocinas Dpto. x01 - x13	REUBICACIÓN DE PUNTO DE DESAGUE

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

ANEXO 16: Reporte de No Conformidades

Tabla 34. Reporte de No Conformidad

		REPORTE DE NO CONFORMIDAD / OBSERVACIÓN DE OBRA			
		N° NC: 23			
		N° OBS:			
PROYECTO	EDIFICIO MULTIFAMILIAR VILLAMAR 131	ESPECIALIDAD	EN GENERAL		
CLIENTE	GRUPO CARAL INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C	CONTRATISTA	LOGRA		
PLANOS / DOCUMENTOS DE REFERENCIA	Reporte Fotografico		FECHA:	17/09/2023	
DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD / OBSERVACIÓN					
<p>OBSERVACIÓN 1: Al abrir las ventanas que dan hacia los ductos presentes en los departamentos tipo 13 y 14 se nota un aspecto no favorable a ser captado por los clientes por su mal aspecto, se vuelve a comentar que sede dársele un acabado al ducto antes de que se continúe con las entregas de departamentos.</p> <p>OBSERVACIÓN 2: En la zona de vestuarios y escaleras del proyecto, el ducto de donde se va a extraer e inyectar aire hacia el edificio permanece con interferencias como tablas, concreto, esto se debe limpiar antes que se inicie con las instalaciones de HVAC, esto no va a permitir un adecuado funcionamiento del sistema de inyección y extracción.</p> <p>OBSERVACIÓN 3: En el piso 1 se tiene aberturas que no deberían ir, ya se debe tapar si se desea entregar el lobby y el acceso a los ascensores, esto se encuentra a simple vista de cualquier visitante.</p> <p>OBSERVACIÓN 4: En lo sótano se necesita terminar de tapar tuberías o cajas que no tengan ninguna función, la mayoría de ellas se encuentran a simple vista de quien transite por los estacionamientos.</p> <p>OBSERVACIÓN 5: Falta terminar de cerrar las perforaciones de tuberías que van del piso 1 hacia el sótano, si se desea entregar los sótanos, se debería avanzar este tipo de trabajos con personal de casa.</p> <p>OBSERVACIÓN 6: En la primera rampa del piso 1 hacia el sótano 1 se encuentra un depósito, el cual se encuentra abierto en la parte superior, este tipo de áreas deben ser cerradas, este se debe cerrar antes de que se empiece con las entregas de departamentos.</p> <p>OBSERVACIÓN 7: En general, en el sótano 1 se debe tapar y mantener cerradas los encuentros entre los ductos de extracción e inyección para evitar un círculo vicioso en donde si se tiene estas aberturas se va a extraer parte del aire contaminado e inyectarlo a la zona de los sótanos, estas aberturas se deben cerrar antes de iniciadas las pruebas de HVAC e inicio de entrega de departamentos del 2 al 5.</p> <p>OBSERVACIÓN 8: En general en los ductos de extracción de aire no se ha terminado de eliminar las interferencias en el trayecto vertical en donde se encuentran restos de drywall, tablas, concreto, lo cual interfiere en que sea completamente un ducto y cumpla la función que tiene dentro del proyecto.</p> <p>OBSERVACIÓN 9: En el depósito 39 va una luminaria, esto se consultó mediante un RFI y se quedó que un punto bajaba a una medida mayor a 2m, revisarlo y seguir con los procedimientos para realizar la instalación.</p> <p>OBSERVACIÓN 10: Se ha cortado una brida, la cual no ha sido cubierta totalmente por el concreto y de acuerdo al material que a compone se oxidará debido a la presencia de humedad que pueda existir o al mismo ambiente usual del cuarto de bombas.</p> <p>OBSERVACIÓN 11: Este tipo de tuberías no deben estar expuestas directamente al agua que pueda haber si ocurre algún problema en que se inunde los pisos del cuarto de bombas. Se ha mencionado que debe realizarse pillos de al menos 5cm de altura y que abarque toda el área que ocupa en los pisos.</p> <p>OBSERVACIÓN 12: En la entrada principal se tiene un punto de extracción el cual debe estar cerrado en la parte baja del sótano, este agujero permite que suban los malos olores del cuarto de bombas y se vuelva un círculo vicioso en el cual el aire que se inyecte sea el mismo contaminado que se extrae.</p> <p>OBSERVACIÓN 13: Los pernos que sujetan la tubería deberían ir al otro lado de la colocación actual, se necesita que se realice el cambio.</p>					
Documentos Adjuntos	Si	Código del NC	002		
		Código del OBS			
Disposición de LOGRA GROUP:	<input type="checkbox"/> Usar como está <input checked="" type="checkbox"/> Reparar <input type="checkbox"/> Rehacer <input type="checkbox"/> Rechazar <input checked="" type="checkbox"/> Levantar la OBS				
NOMBRE DEL QUE REALIZA LA NO CONFORMIDAD / OBSERVACIÓN		FIRMA DEL QUE REALIZA LA NC/OBS			
Robert Arturo Moreno Cordova					
PLAN DE ACCIÓN Y CIERRE DE LA NO CONFORMIDAD / OBSERVACIÓN					
ACCIÓN INMEDIATA (Corrección de los hallazgos descritos líneas arriba)					
Fecha:					
ANÁLISIS DE CAUSAS (Identificación de causas raíz)					
TRATAMIENTO (Acciones a tomar para evitar recurrencia u ocurrencia del hallazgo)					
Fecha:					
RESPONSABLE DEL CIERRE DE LA NC / OBS:					
CARGO:	CARLOS SANTISTEBAN/HENRRY MEDINA		FIRMA:		
VERIFICACIÓN DEL CIERRE DE LA NO CONFORMIDAD / OBSERVACIÓN					
MÉTODO DE VERIFICACIÓN					
<input type="checkbox"/> Revisión de Documento (*) <input type="checkbox"/> Inspección (**) <input type="checkbox"/> Otro (***)					
SUPERVISOR DE ORION GROUP:	FIRMA:		FECHA:		

EN CASO SEA NECESARIO:

* Se adjuntará copia del documento

** Se adjuntará archivo fotográfico

*** Se adjuntará documentación probatoria

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

ANEXO 17: Ejemplos de No Conformidades

OBSERVACIÓN 1:

En la zona de vestuarios y escaleras del proyecto, el ducto de donde se va a extraer e inyectar aire hacia el edificio permanece con interferencias como tablas, concreto, esto se debe limpiar antes que se inicie con las instalaciones de HVAC, esto no va a permitir un adecuado funcionamiento del sistema de inyección y extracción.

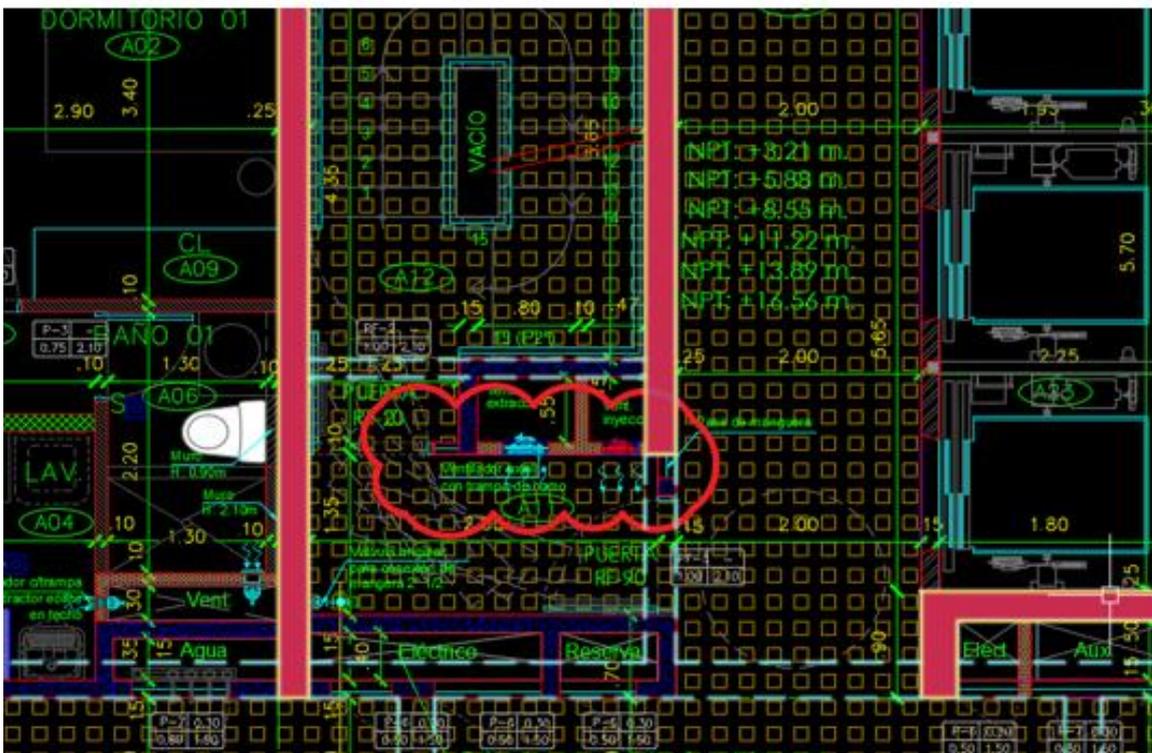


Figura 43. Segundo ejemplo de Observación

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

OBSERVACIÓN 2:

En el piso 1 se tiene aberturas que no deberían ir, ya se debe tapar si se desea entregar el lobby y el acceso a los ascensores, esto se encuentra a simple vista de cualquier visitante.



Figura 44. Tercer ejemplo de Observaciones.

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

OBSERVACIÓN 3:

En el sótano se necesita terminar de tapar tuberías o cajas que no tengan ninguna función, la mayoría de ellas se encuentran a simple vista de quien transite por los estacionamientos.



Figura 45. Cuarto ejemplo de Observaciones.

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

OBSERVACIÓN 4:

Falta terminar de cerrar las perforaciones de tuberías que van del piso 1 hacia el sótano, si se desea entregar los sótanos, se debería avanzar este tipo de trabajos con personal de casa.



Figura 46. Quinto ejemplo de Observaciones.

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

OBSERVACIÓN 5:

En la primera rampa del piso 1 hacia el sótano 1 se encuentra un depósito, el cual se encuentra abierto en la parte superior, este tipo de áreas deben ser cerradas, este se debe cerrar antes de que se empiece con las entregas de departamentos.

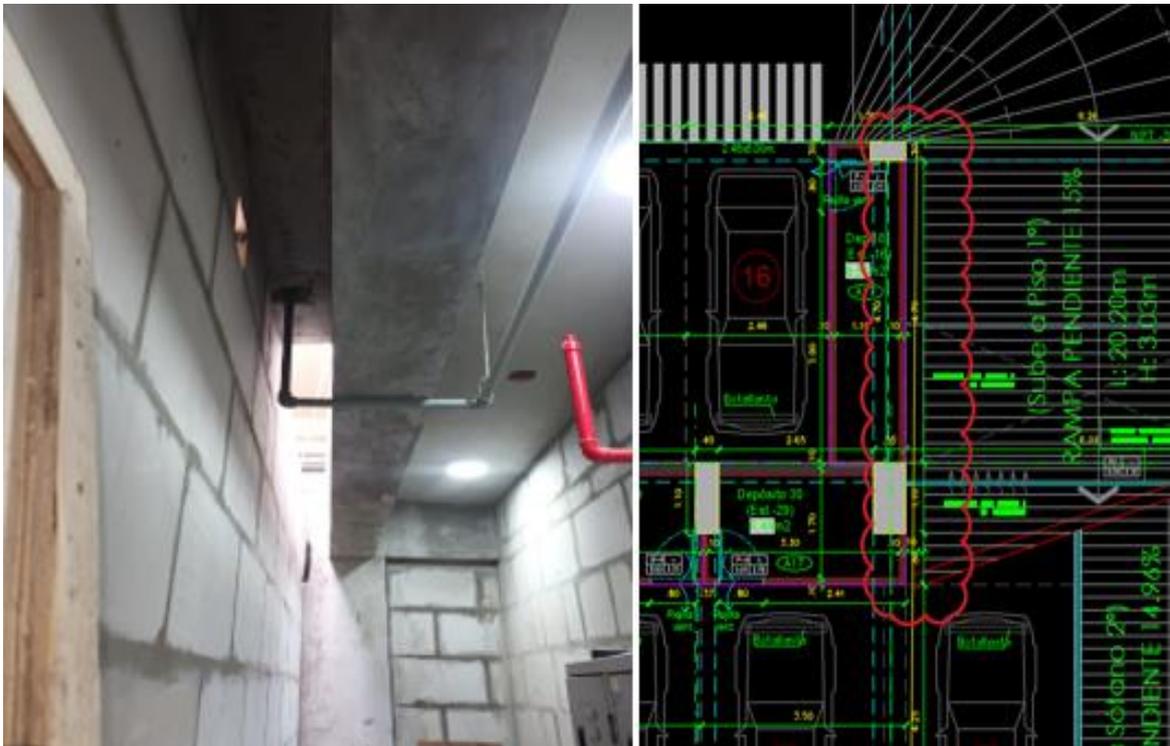


Figura 47. Sexto ejemplo de Observaciones.

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

ANEXO 18: Control de Partidas

Tabla 35. Control de mano de obra

INSTALACION DE APARATOS																												
SSHH PRINCIPAL																												
Inodoro SSHH PRINC.	F	F	F	F	F	F	OK																					
Sumidero/ registro en SSHH PRINC.	F	F	F	F	F	F	OK																					
Grifería Ducha SSHH PRINC.	F	F	F	F	F	F	OK																					
Grifería lavamano SSHH PRINC.	F	F	F	F	F	F	OK																					
SSHH SECUNDARIO																												
Inodoro SSHH SEC.	F	F	F	F	F	F	OK																					
Sumidero/ registro en SSHH SEC.	F	F	F	F	F	F	OK																					
Grifería Ducha SSHH SEC.	F	F	F	F	F	F	OK																					
Grifería lavamano SSHH SEC.	F	F	F	F	F	F	OK																					
COCINA / LAV																												
Sumidero/ registro en cocina	F	F	F	F	F	F	OK																					
Grifería en cocina	F	F	F	F	F	F	OK																					
Lavadero de Cocina	F	F	F	F	F	F	OK																					
Grifería en lavandería	F	F	F	F	F	F	OK																					
Lavaropa Amazonas	F	F	F	F	F	F	OK																					
EQUIPAMIENTO																												
Cocina	F	F	F	F	F	F	OK																					
Horno	F	F	F	F	F	F	OK																					
Campana	F	F	F	F	F	F	OK																					
Extractor SSHH	F	F	F	F	F	F	OK																					
Pruebas	F	F	F	F	F	F	OK																					
AREA COMÚN																												
Pasillo enchape				F																								OK
CZ enchape				F																								I
Fragua en pasadizo				F																								F
Pintura pasadizo 1 mano				F																								F
Luminaria en pasadizo				F																								F
Pintura pasadizo 2 mano				F																								F
Puerta Contraincendio				F																								F
Puertas de montantes IISS				F																								F
Puertas de montantes IIEE				F																								F
Puertas de montantes GAS				F																								F
Sellado de montantes				F																								F
Pintura Escalera				F																								F

Fuente: Información brindada por estudio del caso

ANEXO 19: Look Ahead Planning

Tabla 36. Look Ahead Planning

Nivelación de Pisos y retrabajos																														
Nivelación de piso	1303-1306	1307-1310	1311-1314	1301-1303	1304-1306	D 1307-1310	D 1311-1314	AC	AC	101-104	105-106	AC	AC																	
IISS																														
Instalación de mezcladoras	P-1	P-1	P14	P14	P14																									
Pruebas hidráulicas	ENT	ENT	ENT	1313-1314	101-104	105-106																								
Pruebas estanqueidad																														
GAS																														
Fijación	P-1	P-1	P14	P14	P14	P14																								
Colocación de valvulas		P-1	P-1			P14	P14																							
ENCHAPE																														
Enchape pared y piso	1206-1207	1207-1208	1208-1209	1209-1210	1210-1211	1211-1212	1212-1213	1213-1214	1214-1215	1215-1216	1216-1217	1217-1218	1218-1219	1219-1220	1220-1221	1221-1222	1222-1223	1223-1224	1224-1225	1225-1226	1226-1227	1227-1228	1228-1229	1229-1230	1230-1231	1231-1232	1232-1233	1233-1234	1234-1235	
Enchape pared y piso TERRAZAS	501-508	601-608	701-708	801-808	901-908	1001-1008	1101-1108	1201-1208	1301-1308																					
Enchape CZ bajo cocinas	501-504	506-510	511-514	601-605	606-611	612-614	701-704	705-708	709-712	713-802	803-806	807-810	811-814	801-904	905-908	909-912	913-1002	1003-1006	1007-1010	1011-1014	1101-1104	1105-1108	1109-1112	1113-1202	1203-1206					
Fraguado Departamentos	P11	P11	P12	P12	P12	P12	P12	P12	P12	P13	P13	P13	P14	P14	P14															
Enchape corredores	P10	P11	P11	P11	P12	P12	P12	P13	P13	P13	P14	P14	P14																	
CARPINTERIA METALICA																														
Instalación de barras de cocina / SH principal	1103-1106	1107-1110	1111-1114	1201-1204	1205-1208	1212	1209	1213	1305	1307	1310	1313	1314	101-104	104-106															
HVAC + FALSA VIGA SH																														
Instalación de trampas de humo metalicas	910-914	1001-1004	1005-1008	1009-1012	1013-1102	1103-1106	1107-1110	1111-1114	1201-1204	1205-1209	1210-1213	1214-1303	1304-1307	1308-1311	1312-101	102-105	106													
IIIEE																														
Cableado dptos	1211-1214	1301-1304	1303-1306	1307-1310	1311-1314	D 1301-1304	D 1303-1306	D 1307-1310	D 1311-1314	101-104	105-106																			
DRYWALL FALSA VIGAS BAÑOS																														
Instalación de soportería metalica	510-512	513-514	601-603	604-612	704-712	804-812	904-912	1004-1012	1104-1112	1204-1204	1304-1304																			
Instalación de planchas	507-509	510-512	513-514	601-603	604-612	704-712	804-812	904-912	1004-1012	1104-1112	1204-1204	1304-1304																		
Masillado	504-506	507-509	510-512	513-514	601-603	604-612	704-712	804-812	904-912	1004-1012	1104-1112	1204-1312																		
DRYWALL DINTELES / FCR / CL																														
Instalación de parantes/estructura DINTEL/FCR/CL	1111-1114	1201-1204	1205-1208	1209-1212	1213-1303	1303-1306	1307-1310	1311-1314	101-104	105-106																				
Instalación laminas de drywall/esquineros DINTEL/FCR	1108-1110	1111-1114	1201-1204	1205-1208	1209-1212	1213-1303	1303-1306	1307-1310	1311-1314	101-104	105-106																			
Masillado de drywall DINTEL/FCR	1104-1107	1108-1110	1111-1114	1201-1204	1205-1208	1209-1212	1213-1303	1303-1306	1307-1310	1311-1314	101-104	105-106																		
PINTURA																														
Blanqueado SCN	1001-1006	1007-1011	1012-1103	1104-1108	1109-1113	1114-1204	1205-1209	1210-1301	1302-1306	1307-1310	1311-1314	1401-1402	101-102	103-104	105-106															
Empaste Grueso 1ERA mano SCN		1001-1006	1007-1011	1012-1103	1104-1108	1109-1113	1114-1204	1205-1209	1210-1301	1302-1306	1307-1310	1311-1314	1401-1402	101-102	103-104	105-106														
Empaste Grueso 2DA mano SCN			1001-1006	1007-1011	1012-1103	1104-1108	1109-1113	1114-1204	1205-1209	1210-1301	1302-1306	1307-1310	1311-1314	1401-1402	101-102	103-104	105-106													
Lijado /Remasillado SCN				1001-1006	1007-1011	1103-1108	1109-1113	1204-1209	1210-1301	1302-1306	1307-1310	1311-1314	1401-1402	101-102	103-104	105-106														
Empaste fino 1 mano SCN				1001-1006	1007-1011	1103-1108	1109-1113	1204-1209	1210-1301	1302-1306	1307-1310	1311-1314	1401-1402	101-102	103-104	105-106														
Lijado FAVP	809-812	813-901	902-905	906-909	910-914	1006	1011	1103	1108	1113	1204	1209	1210	1301	1306	1310	1314	1402	101-102	103-104	105-106									
Sellado FAVP	804-808	809-812	813-901	902-905	906-909	1006	1011	1103	1108	1113	1204	1209	1210	1301	1306	1310	1314	1402	101-102	103-104	105-106									
1ra mano de pintura solo FAVP	801-804	805-808	809-812	813-814	901-904		1006	1011	1103	1108	1113	1204	1209	1210	1301	1306	1310	1314	1402	101-102	103-104	105-106								
2da mano de pintura solo FAVP	404-410	411-503	504-509	510-514	601-604																									

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

ANEXO 20: PPC

Tabla 37. Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC) Y CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO																				
NOMBRE DE PROYECTO		RESIDENTE					FECHA					UBICACIÓN								
VILLAMAR 131		OSCAR LINARES					Lunes, 15 de Mayo de 2023					AV. AVIACION 131 - SAN MIGUEL								
ARQUITECTA DE PRODUCCION		PROPIETARIO					UBICACIÓN					ANALISIS DE CUMPLIMIENTO								
BRENDA CASTILLEJO																				
ACTIVIDAD	SEMANA 25							PPC DIARIO					ANALISIS DE CUMPLIMIENTO							
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	L	M	X	J	V	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO		MEDIDA CORRECTIVA		
	8-May	9-May	10-May	11-May	12-May	13-May	14-May	45%	47%	13%	7%	0%								
PROVISIONALES / PROTECCIONES COLECTIVAS																				
MOVIMIENTO CISTERNA DE AGUA Y ENTUVADOS																				
ENMALLADO DE INGRESO RAMPAS																				
INSTALACIÓN DE URINARIOS (BAÑOS) EN OBRA																				
ELIMINACIÓN DE DESMONTE																				
MEJORAMIENTO MALLA ANTICAIDA CLUB																				
RETIRO CHUTE RAMPAS																				
BANCO DE MEDIDORES																				
Colocación de tapas tomas/interruptores																				
Colocación de Sensor de Humo, Luz estroboscópica,																				
ARQUITECTURA																				
ACABADOS HÚMEDOS																				
RECTIFICACIÓN VARIAS																				
Tarrajeo vigas/columnas																				
LEV. DE OBS. MUROS, BRUÑAS, PRELOSAS																				
SELLADO PRELOSAS																				
Corrección amolado en junta de prelosas																				
Sellado																				
JARDINERAS																				
Trazo																				
Lev. Puntos IIGAS																				
Lev. Puntos IIEE																				
Lev. Puntos IISS																				
Andaje y Ojos chinos																				
ASENTADO DE LADRILLO CUADRILLA - 1																				
ASENTADO DE LADRILLO CUADRILLA - 2																				
ASENTADO DE LADRILLO CUADRILLA - 3																				
Fijación de Puntos IISS/IIEE/GAS																				
SOLAQUEO CUADRILLA 1																				
DERRAMES																				
Cerramiento de montantes																				

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

Tabla 38. Porcentaje de Análisis de Incumplimiento Acumulado

ANÁLISIS DE INCUMPLIMIENTO ACUMULADO														
SEMANAS	PROG	SC				SEG	CAL	ADM	Cli/Sup	LOG	EXT	EJEC	EQ	
Semana 4	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	11
Semana 5	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	11
Semana 6														0
Semana 7														0
Semana 8														0
Semana 9														0
Semana 10														0
Semana 11														0
Semana 12														0
Semana 4									1	1				2
Semana 5		4							5			4		13
Semana 6									4					4
Semana 7		2						3	2					7
Semana 8		2							5			4		11
Semana 9														0
Semana 10		5						1	6		1			13
Semana 11									14	1	2			17
Semana 12		4							3	2	1	12		22
Semana 13	4	3							32	4				43
Semana 14														0
Semana 15														0
Semana 16														0
Semana 17		6							1			5		12
Semana 18										1	6	4		11
Semana 19														0
Semana 20														0
Semana 21														0
Semana 22														0
Semana 23														0
Semana 24														0
	4	26				0	0	26	73	9	10	29	0	177
	2%	15%				0%	0%	15%	41%	5%	6%	16%	0%	

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

ANEXO 21: Análisis de Restricciones

Tabla 39. Listado de Restricciones

LISTADO DE RESTRICCIONES LAP	LISTADO DE RESTRICCIONES - FORMATO DE RESTRICCIONES		
ETIQUETA	CRITERIO	ETIQUETA	DESCRIPCIÓN
PRC	Proceso Constructivo	PRC	Definición de secuencia, identificar dependencias, asignar responsable del proceso, otros.
ENT	Entorno	ENT	Verificar que se cuenta con las condiciones físicas / espaciales para realizar la actividad.
INF	Información	INF	Evaluar si se cuenta con la información necesaria (planos, especificaciones, normas técnicas, procedimientos constructivos, etc.), compatible y válida para construcción.
MO	Mano de Obra	MO	Diseño de cuadrillas, personal requerido oportunamente, etc. Se asume que se solicitó el personal oportunamente.
MAT	Materiales	MAT	Evaluar si se cuenta con los materiales y consumibles necesarios, aprobados por el Cliente para su uso, etc.
EQ	Equipos y Herramientas	EQ	Evaluar si se cuenta con los equipos y herramientas necesarias (propias y/o alquiladas).
SC	Subcontratos	SC	Requerimiento oportuno; debe ingresar con la documentación adecuada y con contrato firmado. Se asume que se requiere el servicio oportunamente.
SEG	Seguridad	SEG	Verificar las condiciones, materiales y equipamientos necesarios.
CAL	Calidad	CAL	Incluir en el proceso los puntos de inspección necesarios. Documentación necesaria; materiales adecuados, etc.
ADM	Administración	ADM	Documentación, cartas fianzas, contratos, etc. En orden. Verificar que se cuenta con todos los permisos, licencias, etc.
C/S	Cliente/ Supervisión	C/S	Verificar si existen aprobaciones o permisos que deban ser otorgados por el cliente y/o la supervisión.
LOG	Logística	LOG	Solicitud realizada al área de logística pendiente de atender

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

Tabla 40. Listado de Causas de Incumplimiento

VERIFICACIÓN DE PLAN SEMANAL	CATÁLOGO DE CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO		
ETIQUETA	CRITERIO	ETIQUETA	DESCRIPCIÓN
PRC	PROGRAMACION (PROG)	PROG	Todas las causas que implican: *Errores o cambios en la programación. *Inadecuada utilización de las Herramientas de Programación. *Mala asignación de recursos. *Cualquier restricción que no fue identificada de manera oportuna.
ENT			
INF			
MO			
SC	SUBCONTRATAS (SC)	SC	En este punto se consideran todas las causas de incumplimiento relacionadas a la falla en la entrega de algún recurso subcontratado o al atraso debido al no cumplimiento de alguna labor encargada a una subcontrata.
SEG	SEGURIDAD	SEG	Todas las causas que implican: *Paralización de actividades por faltas en seguridad
CAL	CONTROL DE CALIDAD (QA/QC)	CAL	Todas las causas que implican: *La entrega oportuna de información a producción (procedimientos, pruebas, etc) *Liberación oportuna de estructuras
ADM	ADMINISTRATIVOS (ADM)	ADM	Todas las causas que implican: *No llegada del personal especializado (incluido subcontratos). *Falta de permisos y licencias. *Falta de pago a Subcontratistas y proveedores.
C/S	CLIENTE/SUPERVISIÓN (CLI)	C/S	Todas las causas que implican Responsabilidad del Cliente (Falta de información, cambio de prioridades, cambios o errores en la ingeniería, etc).
LOG	LOGISTICA (LOG)	LOG	Todas las causas que implican: *Falta de equipos, herramientas o materiales en obra, que han sido requeridos oportunamente por Producción.
	EXTERNOS (EXT)	EXT	Todas las causas que implican: *Retrasos por razones climáticas extraordinarias. *Eventos extraordinarios como marchas sindicales sin previo aviso, huelgas, accidentes, etc.
	ERRORES DE EJECUCIÓN (EJEC)	EJEC	Se consideran las causas que corresponden a atrasos debido a retrabajos en el proceso constructivo, es decir que por errores de ejecución no se pudieron cumplir otras actividades programadas.
	EQUIPOS (EQ)	EQ	Todas las causas que implican averías o fallas en los equipos que no permitieron el cumplimiento de las actividades del Plan Semanal. Están incluidos los mantenimientos no programados de equipos.

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

Tabla 41. Lista de Involucrados

ORION	
RR	RAFAEL RUIZ
OL	OSCAR LINARES
EP	ELI PALACIOS
ST	SUSANTITO
BC	BRENDA CASTILLEJO
MV	MARCELO VELA
RM	RUDGER MEZA
RY	ROBERTO YSMODES
ALM	BERNARDO MOTTA
CE	CRISTIAN ESPINOZA
CG	CRISTIAN GUERRA

PMS	
MT	MIGUEL TORREMOCHA

CARAL	
MM	MELISSA MONTES
MF	MELISSA FERNANDEZ
OM	OSCAR MEZA

Fuente: Información brindada por estudio del caso.

ANEXO 23: Validación de Variables por expertos

Tabla 43. Variables validadas y preguntas finales para Caso de Estudio

Sección	Variable o Factor	Preguntas
Información del Caso de Estudio	Características del proyecto	¿Cuál es el costo aproximado del proyecto y en qué consistía? ¿Cuáles fueron las características del cliente? ¿Hubo costos adicionales? ¿Cuántos RFIs se presentaron en el proyecto y cuánto tiempo se empleó para resolverlos? ¿Qué especialidades estuvieron involucradas?
	Oportunidades de mejora del proyecto	En qué especialidades se presentaron mayores problemas? ¿Se emplearon de forma adecuada BIM y Lean Construction en el proyecto?
Principios Lean Construction	Reducción de la duración de los ciclos de producción	¿Se trabajó con sectores de igual tamaño? ¿Hubo un adecuado flujo de las tareas consecutivas? ¿Qué tipo de buffers se usaron en el ciclo de proyecto?
	Conseguir calidad a la primera	¿Hubo un control de calidad de los procesos constructivos? ¿La empresa contaba con parámetros para la revisión de trabajos? ¿Se contaba con una buena cantidad de información y materiales necesarios para el trabajo?
	Verificar y Validar	¿Quién era el encargado de validar las propuestas de diseño y los análisis de constructibilidad y cuál era la participación del cliente en esta actividad?
Sección BIM	Dimensiones BIM	¿A qué dimensión se llegó a modelar el proyecto y por que? ¿Qué dimensiones comprende el proyecto?
	LOD BIM	¿Qué nivel de detalle modeló el proyecto en la etapa de diseño y construcción respectivamente?

	Software BIM	<p>¿Qué software emplearon en el modelado del proyecto?</p> <p>¿Qué software utilizaban para la detección de interferencias?</p> <p>¿Qué software se utilizó para realizar un trabajo colaborativo entre los participantes del proyecto?</p>
Funcionalidades BIM	Visualizaciones del estado del proceso	¿Se realizó la inspección del proceso de la construcción del proyecto en tiempo real a través de un software?
	Generación automatizada de tareas de construcción	¿Las tareas para la programación diaria y semanal se hacían a través de BIM?
	Visualización multiusuario de modelos multidisciplinares combinados o separados	¿El modelo BIM era compartido para todos los stakeholders?

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 23: Resultados de Escala Likert

Pregunta 01: Considera importante las características del proyecto como variable de estudio.

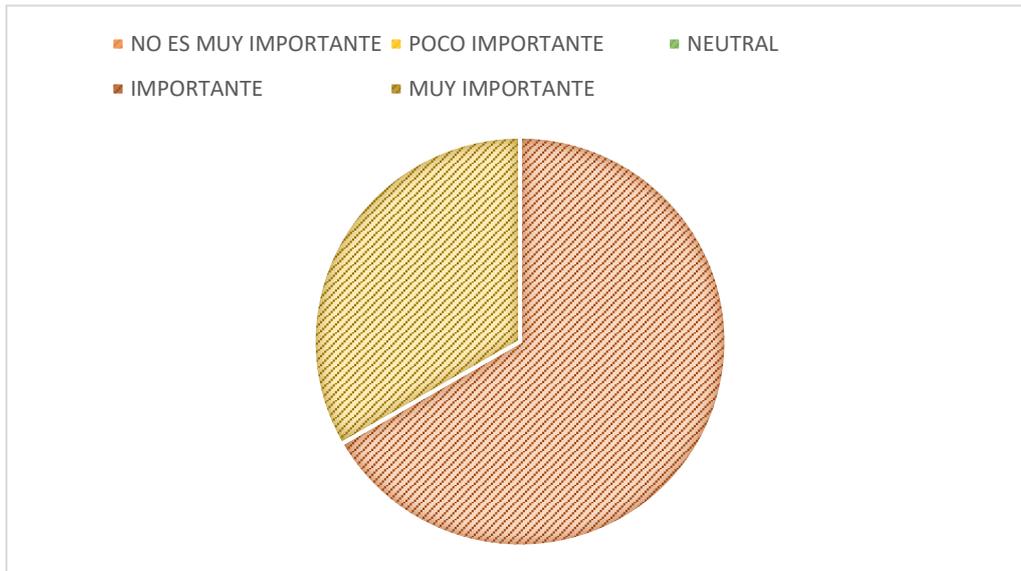


Figura 48. Resultado de pregunta 01.

Fuente: elaboración Propia.

Pregunta 02: Considera importante las oportunidades de mejora del proyecto como variable de estudio.



Figura 49. Resultado de pregunta 02.

Fuente: elaboración Propia.

Pregunta 03: Considera importante el principio Lean de reducción de la duración de los ciclos de producción como variable de estudio.

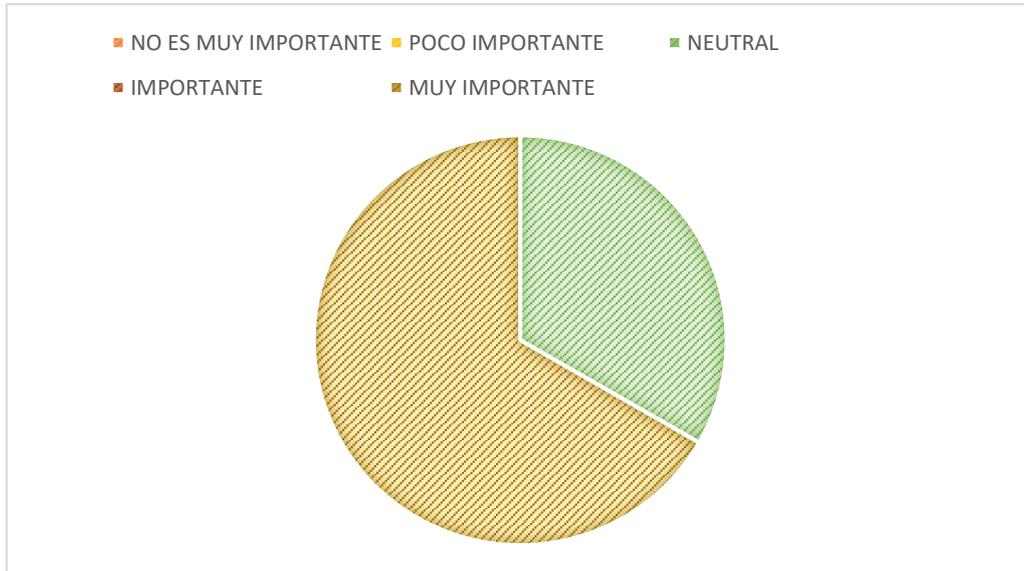


Figura 50. Resultado de pregunta 03.
Fuente: elaboración Propia.

Pregunta 04: Considera importante el principio Lean de Conseguir calidad a la primera como variable de estudio.

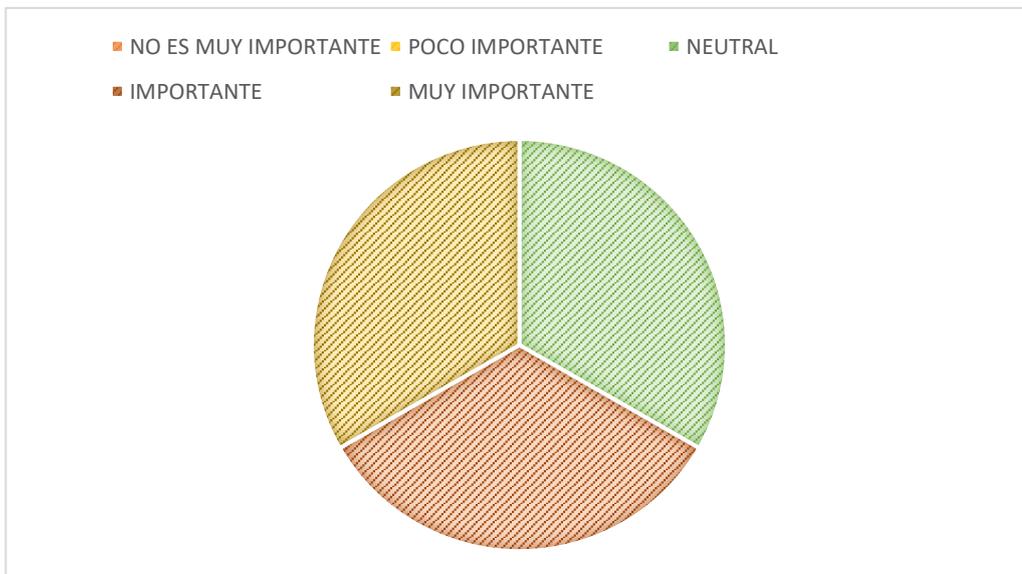


Figura 51. Resultado de pregunta 04.
Fuente: elaboración Propia.

Pregunta 05: Considera importante el principio Lean de verificar y validar como variable de estudio.



Figura 52. Resultado de pregunta 05.

Fuente: elaboración Propia.

Pregunta 06: Considera importante las dimensiones BIM como de estudio.



Figura 53. Resultado de pregunta 06.

Fuente: elaboración Propia.

Pregunta 07: Considera importante los LOD BIM como variable de estudio.

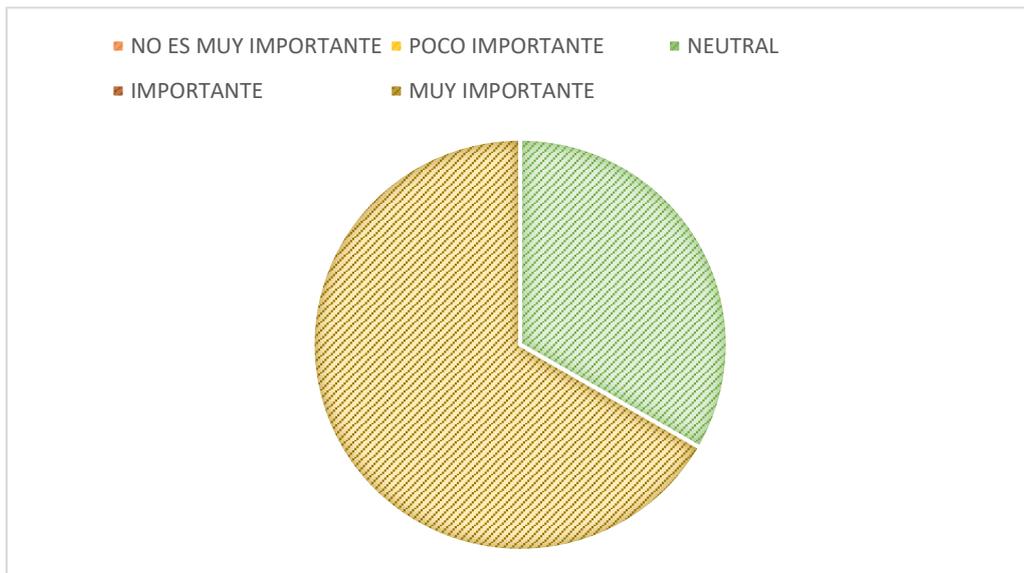


Figura 54. Resultado de pregunta 07.

Fuente: elaboración Propia.

Pregunta 08: Considera importante los softwares BIM como variable de estudio.

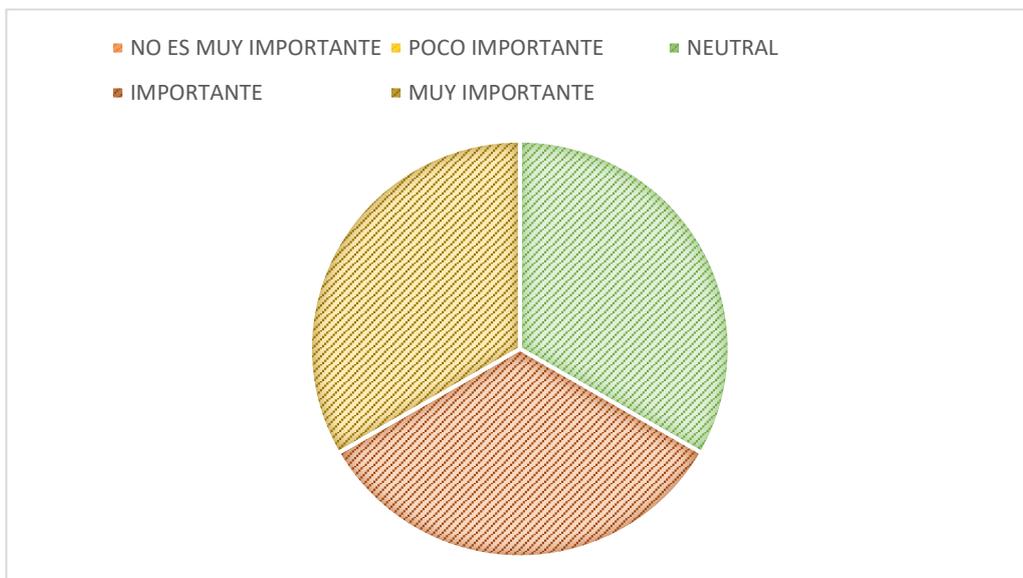


Figura 55. Resultado de pregunta 08.

Fuente: elaboración Propia.

Pregunta 09: Considera importante la funcionalidad BIM de visualización de forma como variable de estudio.



Figura 56. Resultado de pregunta 09.

Fuente: elaboración Propia.

Pregunta 10: Considera importante la funcionalidad BIM de generación automatizada de tareas de construcción como variable de estudio.



Figura 57. Resultado de pregunta 10.

Fuente: elaboración Propia.

Pregunta 11: Considera importante la funcionalidad BIM de visualización multiusuario de modelos multidisciplinares combinados o separados como variable de estudio

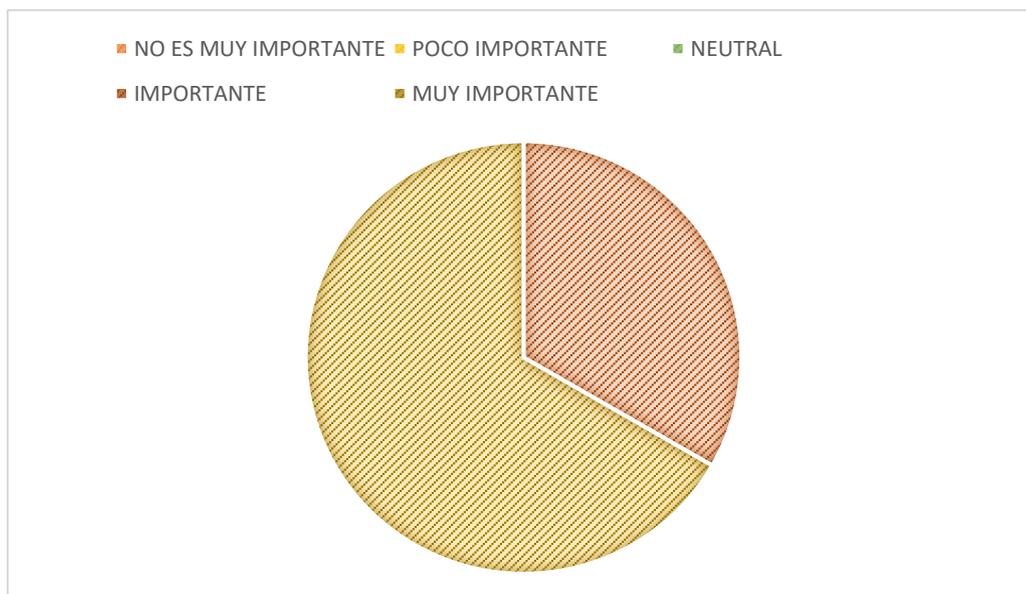


Figura 58. Resultado de pregunta 11.

Fuente: elaboración Propia.

ANEXO 24: Fotos de Visita a Villamar 131









