

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO VDC PARA  
OPTIMIZAR LA GESTIÓN EN LA  
CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR  
GRAN TOMÁS VALLE LIMA, 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Loivin Raul Carranza Yupanqui  
Katherine Jannella Ruiz Araujo

Asesor:

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

Trujillo - Perú

2023

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Nixon Peche Melo</b>	<b>70615775</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Denise León Vásquez</b>	<b>42139952</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Cintha Alvarado Ruiz</b>	<b>71412783</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### TESIS\_FINAL\_Edificio\_Tomas\_del\_Valle\_M.\_VDC\_FINAL\_2\_1.pdf

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.unp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

Excluir citas    Apagado    Excluir coincidencias < 1%  
Excluir bibliografía    Activo

## **DEDICATORIA**

Primeramente, se lo dedicamos a Dios porque sin él nada somos, es el ser supremo que desde el principio nos puso en este camino y hoy permite que cada uno de nuestros sacrificios sean recompensados y hayan valido la pena.

A nuestros padres, porque sin ellos, sin su apoyo y sacrificio no hubiese sido posible llegar hasta donde hoy en día hemos llegado.

## AGRADECIMIENTO

Principalmente agradecemos a Dios, por darnos la oportunidad de conocer a personas maravillosas que nos impulsaron a seguir adelante y que nunca dudaron en darnos un consejo cuando más lo necesitábamos, también por haber conocido a nuestros maestros, los cuales a pesar de enseñarnos se tomaban el tiempo para darnos consejos.

A la Escuela Académico profesional de ingeniería civil de la Universidad Privada del Norte, por haber inculcado en nosotros el amor por la ingeniería, gracias a los conocimientos que a través de sus buenos docentes nos brindaron durante todo el transcurso de la carrera.

A familiares, por darnos siempre su apoyo incondicional y por inculcar en nosotros esos valores, que hacen que hasta el día de hoy sigamos persiguiendo nuestros sueños y que podamos decir con certeza que estamos a un paso de lograrlo.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>JURADO EVALUADOR .....</b>	<b>2</b>
<b>INFORME DE SIMILITUD.....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>8</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.1. Realidad problemática .....	11
1.2. Formulación del problema .....	32
1.3. Objetivos.....	32
1.4. Antecedentes de la investigación .....	33
1.5. Bases Teóricas.....	45
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....</b>	<b>75</b>
2.1. Tipo de investigación .....	75
2.1.1. Por el propósito .....	75
2.1.2. Según el diseño.....	75
2.2. Población y muestra .....	75
2.2.1. Población.....	75
2.2.2. Muestra.....	75
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	76
2.3.1. Técnicas de recolección de datos .....	76
2.3.2. Instrumentos de recolección de datos .....	76
2.4. Procedimiento.....	77
2.5. Análisis de datos .....	82
2.6. Aspectos éticos de la investigación .....	83
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>	<b>86</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>125</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>133</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>139</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Duración y tiempo de espera en el proceso de diseño.....	22
<b>Tabla 2</b>	Aplicaciones de la metodología VDC en el ciclo de vida de un proyecto.....	47
<b>Tabla 3</b>	Sinopsis de las superficies desarrolladas .....	86
<b>Tabla 4</b>	Grado de influencia de la Implementación de VDC .....	91
<b>Tabla 5</b>	Acta de Sesiones ICE .....	93
<b>Tabla 6</b>	Aplicación del PPM a problemas .....	94
<b>Tabla 7</b>	Métricas.....	95
<b>Tabla 8</b>	Categorización de la gravedad de las consultas .....	105
<b>Tabla 9</b>	Tabla resumen de interferencias .....	106
<b>Tabla 10</b>	Costo por Acción ante las interferencias .....	107
<b>Tabla 11</b>	Optimizado de costos en rampa.....	108
<b>Tabla 12</b>	Optimizado de costos en Columna C-17 .....	109
<b>Tabla 13</b>	Optimizado de costos en Columna C-19 .....	109
<b>Tabla 14</b>	Optimizado de costos en columnas de arquitectura .....	110
<b>Tabla 15</b>	Optimizado de costos de Muros Pantalla.....	111
<b>Tabla 16</b>	Optimizado de costo de Ducto de la estructura.....	112
<b>Tabla 17</b>	Optimizado de costo de Escalera eléctrica.....	112
<b>Tabla 18</b>	Resumen de la optimización de costos según la identificación de observaciones .....	118
<b>Tabla 19</b>	Cronograma.....	121
<b>Tabla 20</b>	Porcentaje de Plan Completado (PPC) .....	122
<b>Tabla 21</b>	Optimizado de cronograma de obra.....	123
<b>Tabla 22</b>	Tiempo (días) de retrasos por incompatibilidades .....	124

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	PBI CONSTRUCCIÓN (% Variación Anual) desde 1981.....	14
<b>Figura 2</b>	Mapa conceptual DBB.....	17
<b>Figura 3</b>	Mapa conceptual DB .....	20
<b>Figura 4</b>	Mapa conceptual software AUTOCAD .....	21
<b>Figura 5</b>	Porcentaje de ocurrencia de problemas durante una obra debido a un mal diseño .....	21
<b>Figura 6</b>	Mapa conceptual software tradicional-principales pérdidas en el proceso .....	22
<b>Figura 7</b>	Pérdidas principales .....	24
<b>Figura 8</b>	Causas de no cumplimientos.....	24
<b>Figura 9</b>	Flujos de información en los ciclos de vida de los proyectos.....	25
<b>Figura 10</b>	Mapa conceptual sobre flujos de información.....	27
<b>Figura 11</b>	Mapa conceptual sobre comunicación y coordinación en obra. ....	29
<b>Figura 12</b>	Mapa conceptual sobre Disponibilidad y Confiabilidad de la Información.....	30
<b>Figura 13</b>	Potencial para influir en el costo final.....	31
<b>Figura 14</b>	Plan estratégico de El Comité BIM del Perú.....	64
<b>Figura 15</b>	Costo del proyecto vs etapas.....	70
<b>Figura 16</b>	Enfoques de VDC .....	72
<b>Figura 17</b>	Procedimiento .....	77
<b>Figura 18</b>	Stakeholders.....	80
<b>Figura 19</b>	Altura 3D de la tarea "Multifamiliar de Viviendas Gran Tomás Valle" .....	87
<b>Figura 20</b>	Ubicación del emprendimiento "Multifamiliar de Viviendas Gran Tomás Valle". .....	87
<b>Figura 21</b>	Vista elevación multifamiliar Gran Tomás Valle .....	88
<b>Figura 22</b>	Parte de las cocheras .....	88
<b>Figura 23</b>	Visualización en Revit Architecture .....	89

<b>Figura 24</b>	Planificación semanal de las sesiones ICE.....	90
<b>Figura 25</b>	Muro de pantalla a 7.5 cm del eje I.....	97
<b>Figura 26</b>	Interferencias en los ductos de la azotea .....	98
<b>Figura 27</b>	Rampa que discurre desde el Sótano 2 hacia el 1, presenta 1.33 m de altura libre. ....	98
<b>Figura 28</b>	Plano indica 17 contrapasos y en obra se necesita 18.....	99
<b>Figura 29</b>	Disminución de área de condominio 406-401 por causa de viga VT15. ....	100
<b>Figura 30</b>	Disminución del área de ducto.....	100
<b>Figura 31</b>	Columna dificulta acceso por mala ubicación.....	101
<b>Figura 32</b>	Mal cálculo de la cota final de la escalera.....	102
<b>Figura 33</b>	Reducción de altura de puerta de 52 cm.....	102
<b>Figura 34</b>	Ubicación de la zona de Jet Fan no es la adecuada. ....	103
<b>Figura 35</b>	Tubos que conducen el aire acondicionado dificultan los rociadores PCI.....	103
<b>Figura 36</b>	Tubos de desagüe traspasan en las zapatas.....	104
<b>Figura 37</b>	Red terrestre cruza las cimentaciones. ....	104
<b>Figura 38</b>	Presupuestos de obra provisional y preliminar.....	113
<b>Figura 39</b>	Presupuestos generales de la obra (contractual – Sin Revit). ....	116
<b>Figura 40</b>	Optimizado del costo con respecto a los presupuestos generales .....	117
<b>Figura 41</b>	Observación por especialidades .....	118
<b>Figura 42</b>	Optimizaciones del costo por especialidades .....	119

## RESUMEN

El presente estudio es una investigación aplicada cuyo objetivo es desarrollar un plan de gestión para optimizar el proceso de construcción basado en la metodología VDC en viviendas multifamiliares. Para ello se revisan documentos sobre la productividad de los departamentos de más de seis pisos ejecutados en la ciudad de Lima. Este trabajo ya se ha realizado y se completó recientemente. Con ese fin, organizamos y analizamos estos datos con el propósito de descubrir incompatibilidades, basados en los datos del mundo real que validan la investigación actual, como una referencia del mundo real reconocida en este tipo de trabajo Sugerir las mejoras necesarias aplicables a este tipo de obras.

Los objetivos específicos trazados, las brechas de compatibilidad del plan de gestión identificadas, el plan de gestión optimizado, las soluciones del plan de gestión identificadas y las mejoras producidas se midieron utilizando la metodología VDC para resolver el problema general de la optimización del proceso de construcción.

Los resultados conseguidos en la presente investigación para los principales capítulos estudiados muestran una mejora significativa tanto en el presupuesto como en el cronograma.

**Palabras clave:** gestión, inconsistencias, viviendas multifamiliares, VDC.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

A nivel global, se va expandiendo las dificultades presentes en los proyectos de edificaciones multifamiliares y los requisitos previos esperados por los clientes, los gastos y el cronograma surgidos a lo largo del ciclo de desarrollo dependen de la cantidad de datos coordinados y estos pueden provocar fallos. (Saldias, 2010)

En Brasil, las irregularidades, anomalías y obstáculos entre las calidades de la tarea pueden ser comprobadas mediante investigaciones, donde generan errores y provocan un costo excesivo, surgen solicitudes adicionales y se amplían plazos de ejecución. Debe tenerse en cuenta que los costos adicionales, el tiempo adicional empleado en cada tarea realizada o no realizada con el método VDC surgirán en la etapa de ejecución y estos no serán percibidos hasta el desarrollo de cada una, generando un atraso en el tiempo de ejecución y un incremento en los costos. (Pichi, 1993)

En Alemania, los problemas principales en el desarrollo de obras, según Schneider (2016), son los retrasos por cambios tardíos a lo largo de la ejecución de las obras, las faltas de comprensión de las limitaciones y la ausencia de asociación entre la obra en obra y planes concentrados, lo que provoca dilación en la obra y descontentos en el cliente, por el retraso en los envíos de la obra terminada.

En Chile, un problema más que se ve en los emprendimientos es la dificultad con la que fueron coordinados. Esto debe considerarse, de manera confiable, ya que cada organización, a pesar de lo casi indistinguible que pueda ser, no es casi indistinguible desde el principio del plan de juego. Las diferencias sin importancia desde el principio en la solución pueden influir tanto en el tiempo de entrega como en los costos en caso

de no contar con los equipos mecánicos adecuados para manejar estas piezas adicionales. (Alarcón y Mardones. 1998)

En India, Tayeh (2018), reportan que los principales problemas que experimentan las organizaciones de desarrollo conectadas con la junta se encuentran en la parte de arreglo de las diferentes partes de la obra, por ejemplo, la verificación previa de los estados de la obra, la suficiente selección de materiales para la tarea, la ausencia de una determinación satisfactoria del grupo de trabajo en cuanto a su preparación y especialización, así como la ausencia de instancias de coordinación para viabilizar su avance.

Por otra parte, el Perú vive un momento de acelerado perfeccionamiento del sistema conocido como explosión de desarrollo, lo que convierte a esta región en una de las más atractivas para el aporte de los pequeños y medianos especialistas, esa es la justificación de que en el Perú existan más de 8.000 obras y pequeñas asociaciones y alrededor de 5.500 asociaciones de promoción social según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2021). En consecuencia, podemos suponer que para mantener fuera del capítulo 11 a tan innumerables asociaciones de mejoramiento, la administración de cada una debe tener una estructura gerencial para controlar sus organizaciones, ya que el déficit de la asociación de los jefes y la fundación de técnicas provoca una disminución de las ventajas. y, sorprendentemente, en estima (motivaciones detrás de por qué una asociación puede fracasar). Además, las extensiones en la actualidad tienen un alcance caracterizado que debe ejecutarse en el tiempo concebible más limitado.

A nivel Macro, la ingeniería estructural comprende el correcto diseño de los elementos estructurales así como la adecuada distribución de los aceros los cuales son

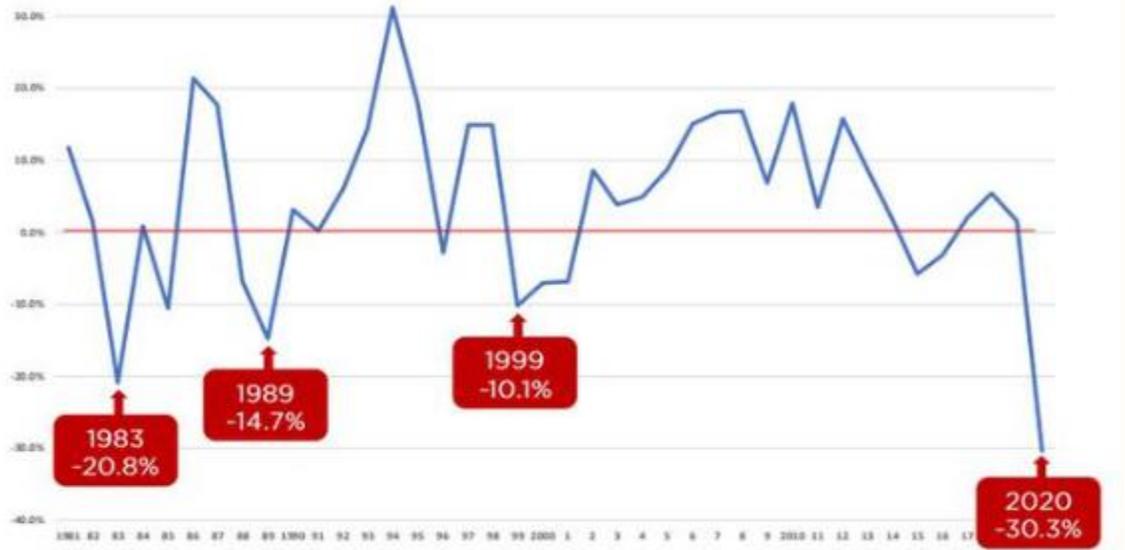
factores importantes para el sostenimiento y durabilidad de una edificación puesta en obra; sin embargo, los elementos de concreto armado presentan numerosos tipos de problemas que muchas veces rebosan los simples límites de los fallos resistentes, por ello los daños en edificaciones específicamente en elementos estructurales y la forma de evitarlos han sido y son la tarea más concluyente para las sociedades y la ingeniería civil. (Taboada, Alcántara, Lovera, Santos, & Diego, 2011)

En el nivel medio de escala completa, los clientes de hoy esperan que los proyectos de construcción sean más complejos, con una amplia variedad de oficinas, materiales, fuentes y sistemas. Además, la cantidad de datos que posee una organización y cómo se concilian y tratan impacta directamente en los problemas y vulnerabilidades organizacionales, fluctuando a lo largo del ciclo de desarrollo y causando desgracias durante la ejecución (Saldias, 2010).

A nivel micro, el nivel de eficiencia e industrialización de las áreas de desarrollo se mantiene muy por debajo de los estándares de otras áreas útiles (BCRP, 2020). Recientemente, la situación de eficiencia empresarial no ha mejorado como se muestra a continuación.

**Figura 1**

*PBI CONSTRUCCIÓN (% Variación Anual) desde 1981.*



*Fuente: BCRP, 2020*

En el nivel nano, las necesidades del cliente de comenzar las tareas del proyecto de inmediato hace que, en general, no se dedique suficiente oportunidad y esfuerzo a la mejora del diseño de empresas, es decir, en su mayor parte, los archivos autorizados tienen baja calidad, y esto cae durante el desarrollo ya que el trabajador por contrato debe lidiar con inconvenientes de ausencia de datos y cambios constantes debido a la ambigüedad o decisiones tomadas de forma apresurada causando alterar el alcance de la empresa, creando posteriormente invasiones de costos, aumentos plazo, trabajo extra, despilfarro , ajustar, entre otros (Costos Educa, 2018).

### **1.1.1. Métodos de entrega del proyecto**

#### **1.1.1.1. Diseño - Licitación - Construcción (DBB)**

Los proyectos peruanos se desarrollan en su mayoría según el método de Diseño-Licitación-Construcción. Este método consiste en que la fase de diseño y construcción no es ejecutada por la misma entidad, y estas dos fases están separadas por la licitación.

En la forma más convencional de desarrollo de proyectos, los clientes contratan a un diseñador que crea una lista de especificaciones y regula los objetivos de certeza de diseño del proyecto mediante una serie de cambios, incluido el diseño esquemático, el desarrollo del proyecto y la documentación contractual. Cada documento final debe completar los documentos de licitación y cumplir con todas las leyes aplicables. Luego, el diseñador emplea empresas de consultoría para ayudar con los diseños estructurales, mecánicos, de plomería y todos los demás diseños especiales requeridos. Estos diseños luego se traducen en dibujos (planos, elevaciones y vistas en 3D), que deben coordinarse para reflejar cualquier cambio a medida que se descubren. Se facilitará el conjunto completo de especificaciones (técnicas, legales, etc.) y planos debe tener suficiente información para facilitar la licitación de la construcción (Saldias, 2010).

La siguiente acción es solicitar ofertas a los contratistas generales (la empresa de la junta de construcción). Los planos y especificaciones que se utilizan para estimar cantidades, especificar artículos y establecer un conjunto de cada precio unitario que determinará el valor del presupuesto que deben enviarse a cada contratista. El contratista "ganador" suele ser el que ofrece el precio más bajo y al

mismo tiempo cumple con las especificaciones técnicas. Para reflejar con mayor precisión el proceso constructivo y las fases de obra, es necesario volver a redactar algunos planos antes del inicio de la obra (Saldias, 2010).

Por lo general, el equipo del proyecto debe realizar numerosos cambios de diseño durante la fase de construcción debido a errores y omisiones no descubiertos, condiciones de campo imprevistas, cambios en la disponibilidad de materiales, inquietudes relacionadas con el diseño, nuevos requisitos del cliente y tecnologías emergentes. Cada cambio requiere un procedimiento que identifique la causa raíz, asigne responsabilidades, sopesa el tiempo potencial y los costos financieros, y decida cómo se solucionará el problema. Este proceso suele comenzar con una solicitud de información, a la que debe responder el diseñador u otro experto. Después de redactar una orden de cambio, los cambios necesarios en los planos se comunican a todas las partes que se verán afectadas por el cambio. Estas modificaciones y decisiones frecuentemente resultan en disputas legales, gastos extras y demoras (Saldias, 2010).

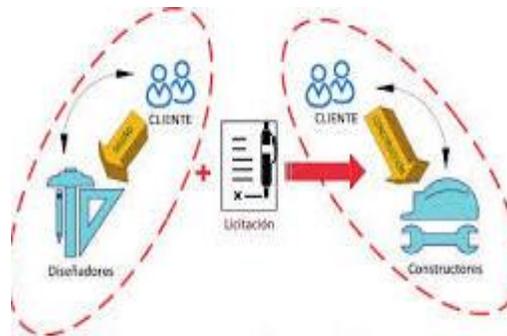
La etapa final es la puesta en marcha del edificio, que se llevará a cabo después de finalizar las obras de construcción. Se trata de poner a prueba los sistemas en diferentes áreas con la finalidad de verificar que funcionan correctamente. Se entrega al cliente un plano que refleja los cambios realizados y representa lo que realmente se construyó (planos as-constructed) junto con todos los manuales de los equipos instalados (Saldias, 2010).

Dado que toda la documentación que se proporciona al cliente se proporciona en 2D (en formato físico), el cliente tiene que hacer un gran esfuerzo para

proporcionar toda la información requerida al equipo que representa la infraestructura. Este proceso consume mucho tiempo, es costoso, está sujeto a errores y continúa siendo un impedimento importante para el desempeño, no es el método más eficiente (Saldias, 2010).

## Figura 2

*Mapa conceptual DBB.*



*Fuente: (PUCP, 2018)*

### 1.1.1.2. Diseño – Construcción (DB)

La mayor parte de los proyectos de promoción en Perú son creados por el sistema Plan Bid-Fabricate, por ejemplo, la configuración es aislada del desarrollo a través de una etapa de oferta y el constructor generalmente no es una sustancia similar al creador.

En el tipo más convencional de la mejora de la tarea, el cliente se conecta con un creador de moda, que fomenta un montón de requisitos previos y establece los objetivos plan lager de la empresa a través de una progresión de stakeholders: plan esquemático, la mejora del proyecto y los archivos de acuerdo. El originador entonces dibuja en empresas de asesoramiento para ayudar con subyacente,

mecánica, fontanería y cualquier especialidad importante restante planes. Estos planos se convierten en dibujos (planos, alturas, perspectivas 3D), que deben facilitarse para reflejar cada cambio a medida que se reconocen. La última disposición de planos y determinaciones (especializadas, administrativas, etc.) debe de tener el detalle adecuado para trabajar con la oferta de desarrollo (Saldias, 2010).

La etapa siguiente consiste en adquirir las recomendaciones de los trabajadores del proyecto en general (el cuerpo directivo de la organización de las obras). A cada trabajador del proyecto se le debe enviar el acuerdo de planes y determinaciones que luego se utilizan para valorar las cantidades, caracterizar las cosas y establecer el acuerdo de costes unitarios que decidirán el valor del acuerdo. El trabajador "triunfante" para contratar suele ser el que satisface las necesidades especializadas y ofrece el coste más mínimo. Antes de que comiencen las obras, deben redibujarse algunos planos para reflejar más fácilmente la interacción de desarrollo y las etapas de trabajo (Saldias, 2010).

A menudo, durante la etapa de desarrollo, se producen muchos cambios en el plan debido a errores y descuidos poco claros, condiciones inesperadas sobre el terreno, cambios en la accesibilidad de los materiales, vulnerabilidades del plan, nuevas necesidades más amplias del cliente y nuevos avances que el grupo de la empresa debe abordar. Para cada cambio, es importante una técnica que decida el motivo, relegue las responsabilidades, estudie las sugerencias de tiempo y coste, y decida cómo se resolverá el problema. Este sistema suele constar de una solicitud de datos, a la que debe responder el ingeniero u otro experto. A continuación, se

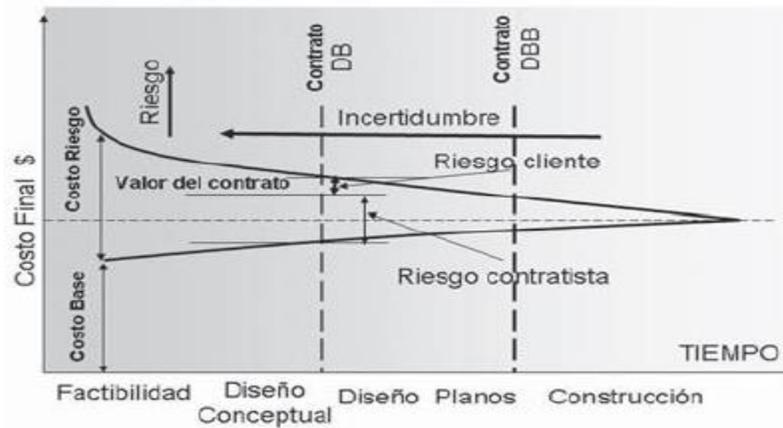
redacta una solicitud de cambio y se avisa a todos los miembros afectados por el cambio, que se imparte junto con lo que debe cambiarse en los planos. Estas progresiones y objetivos suelen dar lugar a conversaciones legítimas, gastos adicionales y aplazamientos (Saldias, 2010).

La última fase es el envío de la estructura, que tiene lugar una vez finalizado el desarrollo. Esto incluye probar las estructuras de diferentes especialidades para garantizar que funcionan con precisión. Junto con cada uno de los manuales del equipo introducido, se envían al cliente planos que reflejan los avances realizados y que reflejan realmente lo que se ha trabajado (planos as-developed) (Saldias, 2010).

Como todos los datos que se dan al cliente se transmiten en 2D (en papel), el cliente tiene que hacer un gran esfuerzo para dar todos los datos esenciales al grupo que mostrará los cimientos. Este ciclo es tedioso, caro, propenso a errores y sigue siendo un obstáculo importante para la actividad. Como resultado de estas cuestiones, la metodología convencional no es la forma más rápida y eficaz para planificar y fabricar una empresa (Saldias, 2010).

**Figura 3**

*Mapa conceptual DB*



*Fuente: (Revista de Ingeniería, 2018)*

## 1.1.2. Problemas en la etapa de diseño

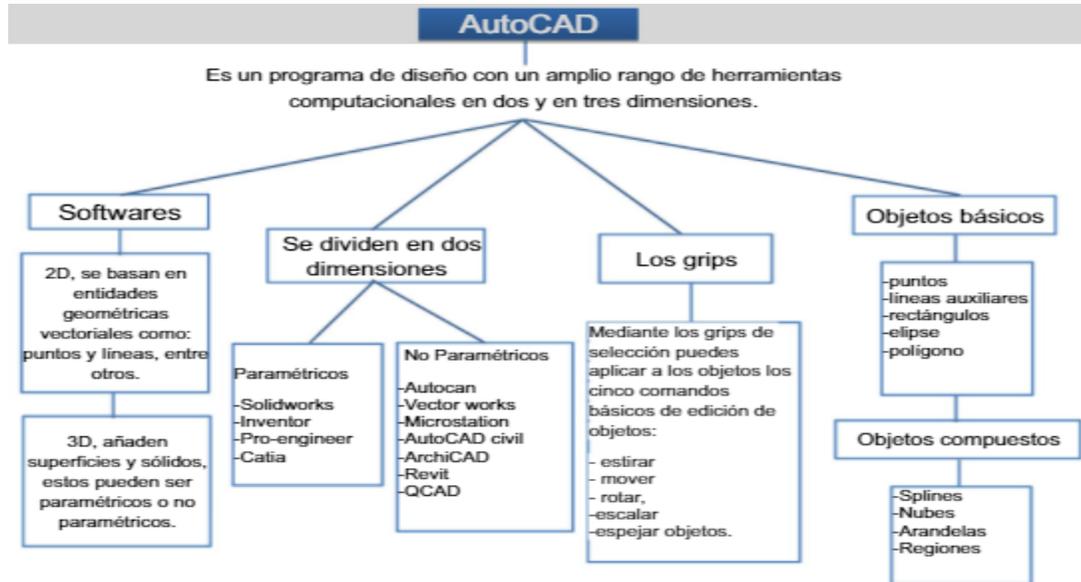
### 1.1.2.1. Diseño artesanal:

Con relación a la etapa de configuración, la mayoría de los emprendimientos que se están creando se realizan en vista de los registros de configuración producidos en su mayor parte con innovación de diseño asistido por computadora en 2D, este esfuerzo de definición o configuración es la justificación para los problemas de desarrollo convencionales, utilizando piezas mínimas industrializadas (Costos Educa, 2018).

Esta ausencia conceptual, que es norma en cada proyecto, es consecuencia de la utilización de innovación laxa, bajos costos del plan, utilización de mínimas partes industrializadas (distintivas) y la discontinuidad de los procesos plan - desarrollo; esto entonces, en ese punto, dificulta caracterizar la pieza con el grado de detalle fundamental en un ciclo moderno.

**Figura 4**

Mapa conceptual software AUTOCAD

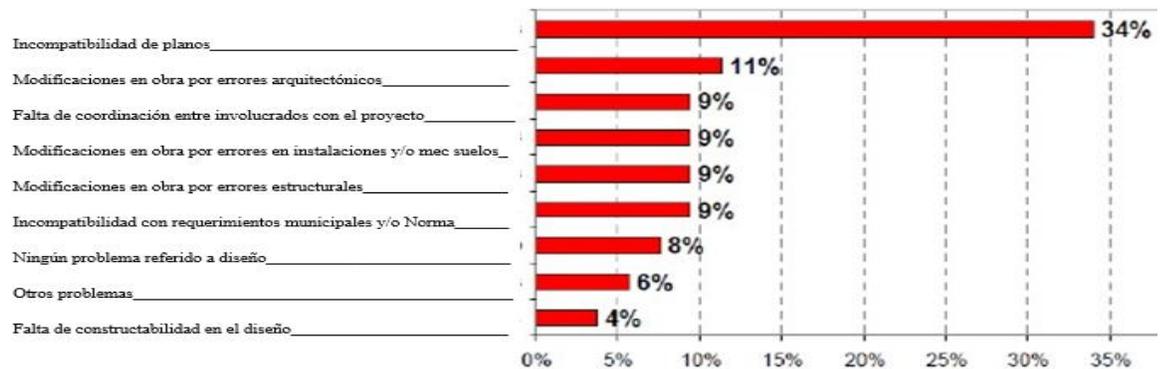


Fuente: (Aguado Vasco, A. B., 2019)

### 1.1.2.2. Defectos del diseño tradicional.

**Figura 5**

Porcentaje de ocurrencia de problemas durante una obra debido a un mal diseño

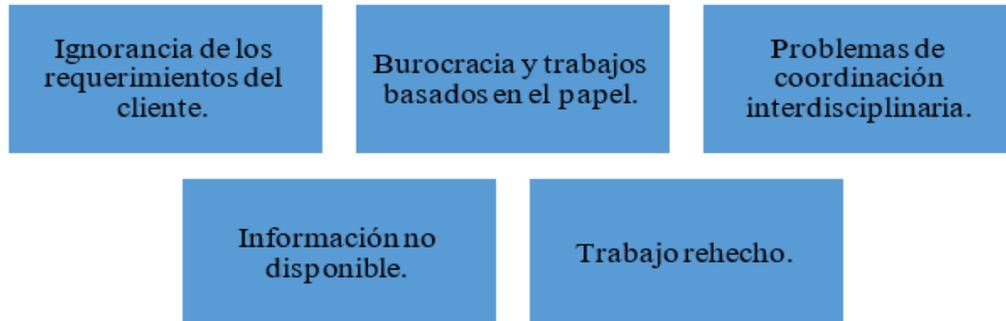


Fuente: Elaborado por los autores con información de Costos Educa (2018) y Vásquez (2005)

Alarcón y Freire (según cita de Pailiacho, 2014), se describe que las principales categorías de pérdidas en los procesos de diseño son:

**Figura 6**

*Mapa conceptual software tradicional-principales pérdidas en el proceso*



*Fuente: Elaborado por los autores, 2022*

De manera similar, se observaron los ciclos de tiempo en el proceso de planificación (desde el inicio hasta la planificación y decisión final) y determinaron las latencias en estos ciclos (períodos de detención del movimiento) para toda clasificación. El resultado se muestra en la **tabla 1** adjunta:

**Tabla 1**

*Duración y tiempo de espera en el proceso de diseño.*

CATEGORÍAS	DURACIÓN (%)	TIEMPO DE ESPERA (%)
Diseño	50.2	8.3
Verificando Información	8.2	4.0
Recolectando Información	28.1	21.0
Corrigiendo Información	12.2	7.1
Emanando Información	1.4	0.0

En esta tabla se tiende a ver que una enorme parte del tiempo se dedica a recopilar datos (prácticamente el 30% del tiempo), y de este tiempo, una quinta parte (21%) se pierde por retrasos simultáneos.

*Fuente: Elaborado mediante la información de Freire y Alarcón (2002) y Pailiacho (2014).*

Comúnmente la idea inicial pasa a la etapa de desarrollo con un plan poco acertado y con errores, por ello la organización de desarrollo es obligada a comenzar a llevar la delantera en el levantamiento y reparación, y lo que es más básico, que ese levantamiento suceda. Ordinariamente en pleno desarrollo del emprendimiento, lo que podría influir de manera negativa en los plazos y gastos. Esta circunstancia actual requiere aplicar no solo de un buen desarrollo del directorio y los instrumentos de organización, sino también de una adecuada auditoría, similitud y revisión de la configuración de la empresa previamente a la llegada de la fase de desarrollo (Taboada, 2010).

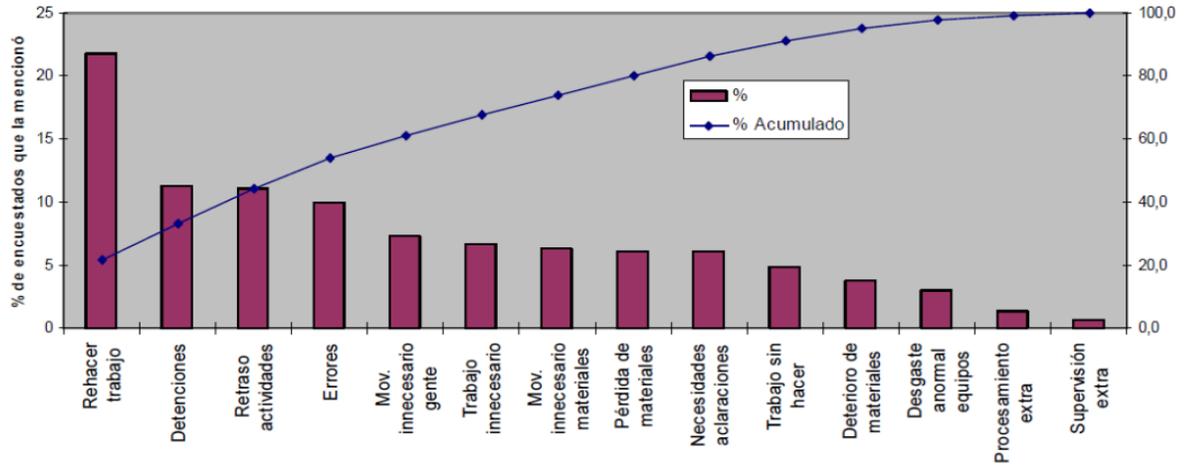
### **1.1.3. Problemas en las etapas de construcción:**

Las fallas más sucesivas son los reintentos de trabajo, las paradas, las postergaciones en los ejercicios y los errores (abandonos de obras); y entre los motivos más continuos de estas fallas están las modificaciones de configuración, los datos diferidos, la falta de sentido común y los datos confusos. Los motivos de rebeldía con los ejercicios son principalmente por falta de previsión, así mismo tenemos falta de trabajo, resistencia de subcontratistas y carencia de material.

La aceptación del sistema Plan/Propuesta/Asamblea interfiere con las dos fases más relevantes de la transmisión del proyecto, el plan y el desarrollo, y es uno de los primordiales factores y causas de los problemas de planificación, ya que requiere poca colaboración. Además, la comunicación entre los distintos especialistas a cargo de la empresa exige la consolidación o aclaración total de tareas en la etapa de planificación por falta de autoridad. James Koch (mencionado en Taboada, 2010).

**Figura 7**

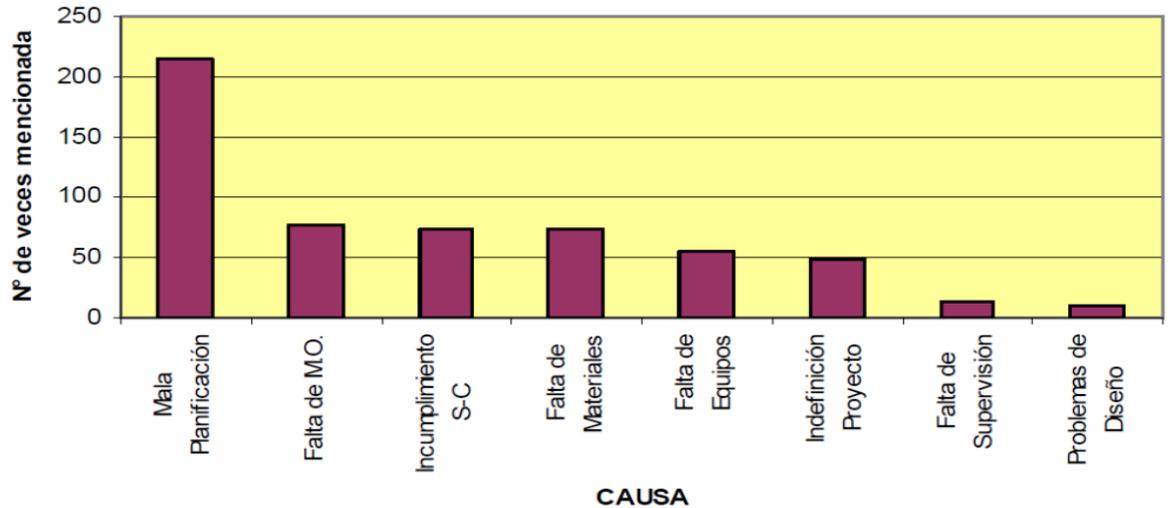
*Pérdidas principales*



*Fuente: (Saldias, 2010)*

**Figura 8**

*Causas de no cumplimiento.*



*Fuente: (Saldias, 2010)*

#### 1.1.4. Flujos de Información en los Ciclos de Vida de los Proyectos.

En toda fase de la empresa, se crean y utilizan datos que, por lo tanto, se envían o comunican a diferentes etapas. Hay varias maneras en que se mueven los datos, dependiendo del tipo, la complejidad, el tamaño de la empresa, el entorno en el que se encuentra, entre otros (Pailiacho, 2014).

#### Figura 9

*Flujos de información en los ciclos de vida de los proyectos.*



*Fuente: (Pailiacho, 2014)*

Los datos que en su mayor parte se comunican/envían durante el patrón de existencia de la tarea son los siguientes:

En la etapa de planificación, el ingeniero de ciclo u otro experto preparado descifra los requerimientos y metas del cliente, plasmándose en formas y espacios adecuados, caracterizando los componentes que serán utilizados mediante su situación y características.

Varios reclamos notorios se basan en decisiones sobre el tipo de material utilizado (datos de planificación), la información reflejada en el plan y los detalles que

posteriormente se envían a la etapa de desarrollo, etapa de actividad (si se requiere apoyo) o destrucción involucrada.

En la etapa de desarrollo, el cliente está interesado en la información sobre el período de ejecución y el costo real del trabajo, la naturaleza del marco, los detalles del equipo introducido, etc. (Datos de desarrollo).

Los planes "As-Fabricated" (como construidos) son datos que se envían a la actividad y los arreglos de destrucción, los requisitos previos o solicitudes de explicación, son datos que se comunican a los creadores.

En la etapa de actividad se requieren datos sobre los cambios de planta que se han hecho al diseño en la fase de desarrollo, verificación de la estructura caracterizada en la fase de planta. además, se producen datos sobre la actividad y apoyo del establecimiento (Use Data).

En la fase Destrucción/Deconstrucción, las nuevas ideas generales se refieren a la reutilización de cada material de obra producida en contraposición a la destrucción. Si el trabajo se realizó con materiales preensamblados (para su posible reutilización), dimensiones de trabajo (para medir el costo del transporte de residuos), el tipo de materiales utilizados, el diseño básico del cuerpo estructural, entre otros.

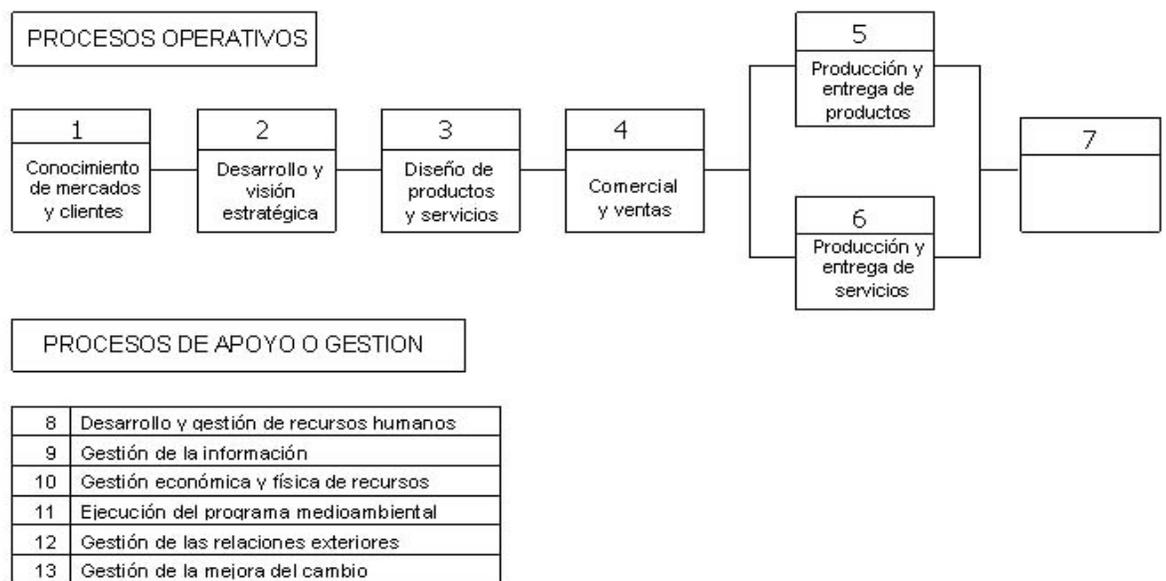
#### **1.1.5. Flujos de datos entre cada actor del Proyecto**

Las conexiones y las conexiones entre los diversos animadores y, por lo tanto, los ciclos y los flujos de datos entre ellos, también dependen de la clase de tarea y la metodología autoritaria caracterizada por los clientes. Los integrantes (inmediatos e indirectos) en una obra de desarrollo son por lo general los clientes, los

originadores: delineante, minicomputador, eléctrico, limpio, mecánico, entre otros; productores, proveedores, fabricantes (trabajadores en general por cuenta ajena y el subcontratista), veeduría, ingenieros hidráulicos, asesores, geólogos, eléctricos, ingenieros de prevención de riesgos, etc., clientes y sustancias ajenas (establecimientos monetarios, administrativos y regularizadores), y el ámbito local general (Saldias, 2010).

**Figura 10**

*Mapa conceptual sobre flujos de información.*



### 1.1.6. Problemas de Información, Documentación y Comunicación

#### 1.1.6.1. Coordinación y Comunicación

La falta de flujos de datos descentralizados y basados en papel se suma a las diferentes dificultades que a menudo acosan a los proyectos de desarrollo. La correspondencia jerárquica deficiente es el principal impulsor de los diversos problemas que se producen

durante el ciclo de vida de la tarea y afecta en mayor medida a los gastos, la duración, la extensión y la naturaleza de la empresa (Saldias, 2010).

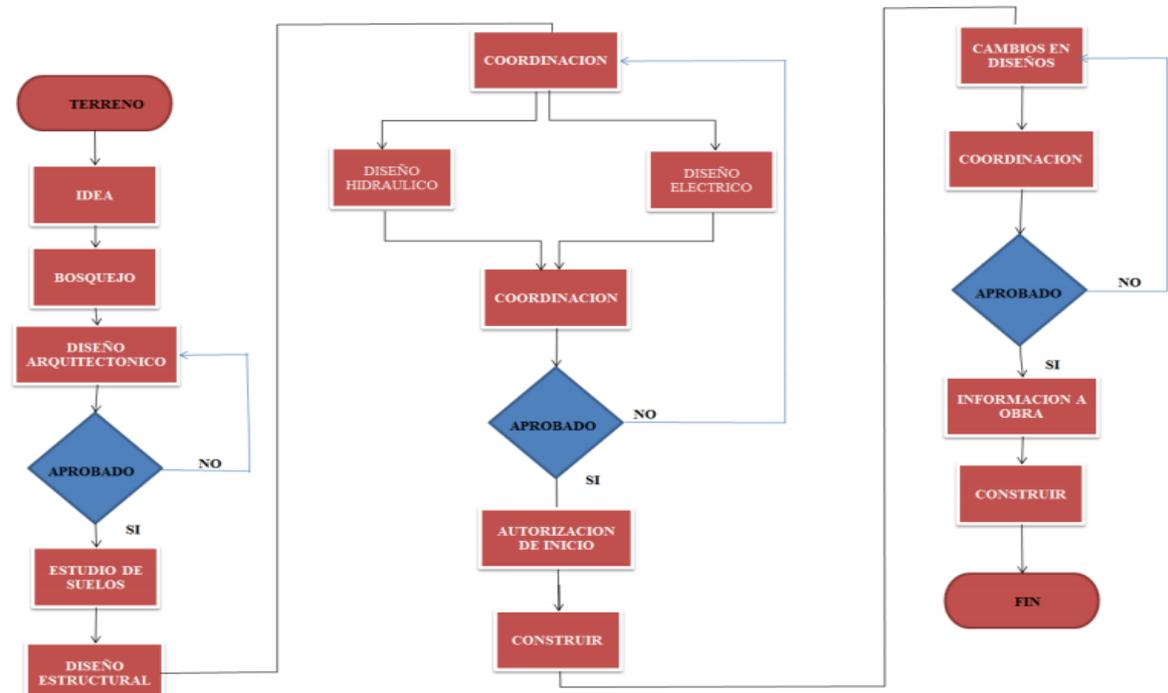
La complejidad de la cuestión de la correspondencia reside en el tipo de empresa, pero también en la idea intrínseca de la misma. De hecho, incluso el proyecto de desarrollo más elemental espera que los datos fluyan dentro de las asociaciones y entre ellas. En el interior, los jefes, los administradores del proyecto, los prestamistas y la división legítima elaboran, inspeccionan, supervisan y apoyan los informes relacionados con el proyecto. Una vez finalizada la tarea, estas asociaciones también deben cumplir, trabajar y mantenerse al día con las oficinas, donde necesitan datos que incluyen dibujos prefabricados, planos de planta, detalles de equipos, garantías, etcétera. Por otra parte, la supervisión de los datos del proyecto en el interior es sólo una parte de la lucha, por lo general la mitad simple. Numerosas asociaciones encuentran más difícil garantizar una correspondencia satisfactoria entre las organizaciones implicadas en la tarea. Un emprendimiento requiere correspondencia externa con clientes, organizaciones gubernamentales, ingenieros, especialistas, desarrolladores, subcontratistas, asesores legales, financiadores, proveedores y algunos más.

Los expertos en desarrollo utilizan diagramas, determinaciones en papel, gráficos de Gantt, etc. para anticipar, comprender e impartir la extensión y ejecución de sus empresas. Este enfoque de trabajo no es el mejor método para organizar, controlar y dirigir ejercicios, especialmente en actividades enormes, concentradas en datos y complejas, donde hay numerosos ciclos y alteraciones del plan, cambios que se producen incluso en la fase de desarrollo, lo que supone costes significativos para el cliente. Con estos dispositivos (dibujos, determinaciones en papel, etc.), hay una comprensión problemática entre el cliente y los diferentes especialistas, que avalan el

plan, causando vulnerabilidad en cada uno de los períodos de acompañamiento de la tarea (Saldias, 2010).

**Figura 11**

*Mapa conceptual sobre comunicación y coordinación en obra.*



### 1.1.6.2. Confiabilidad y Disponibilidad de la Información de los proyectos

Una gran parte de las empresas no tienen un centro de distribución de información focal donde se coordinan y solicitan los datos para que cualquier experto pueda obtener rápidamente datos confiables. Los datos no se recopilan en un solo lugar, sino que aparecen en mejores lugares y por lo general con irregularidades, lo que provoca, por ejemplo, postergaciones en el control de pedidos: no saber qué pedir, cuánto pedir, ni cuándo hacerlo, o tomar decisiones apresuradas y equivocadas. Esto se refleja en retrasos, mala calidad y gastos adicionales.

La ausencia de precisión de los datos resta confiabilidad a los ciclos que se suceden en el desarrollo, principalmente en cuestiones relacionadas con los montos y gastos reales de la obra. Por ejemplo, la mayoría de las veces se utiliza el escalador, la minicomputadora, el lápiz y el papel para obtener las medidas de la tarea, un ciclo lento con poca precisión. Asimismo, hay un trabajo doble, ya que, cuando se contrata, el proyectista vuelve a estimar el trabajo (no tiene fe en la precisión de las acciones determinadas durante el proyecto) (Saldias, 2010).

### **Figura 12**

*Mapa conceptual sobre Disponibilidad y Confiabilidad de la Información.*



#### **1.1.6.3. Calidad del proceso de Toma de Decisiones**

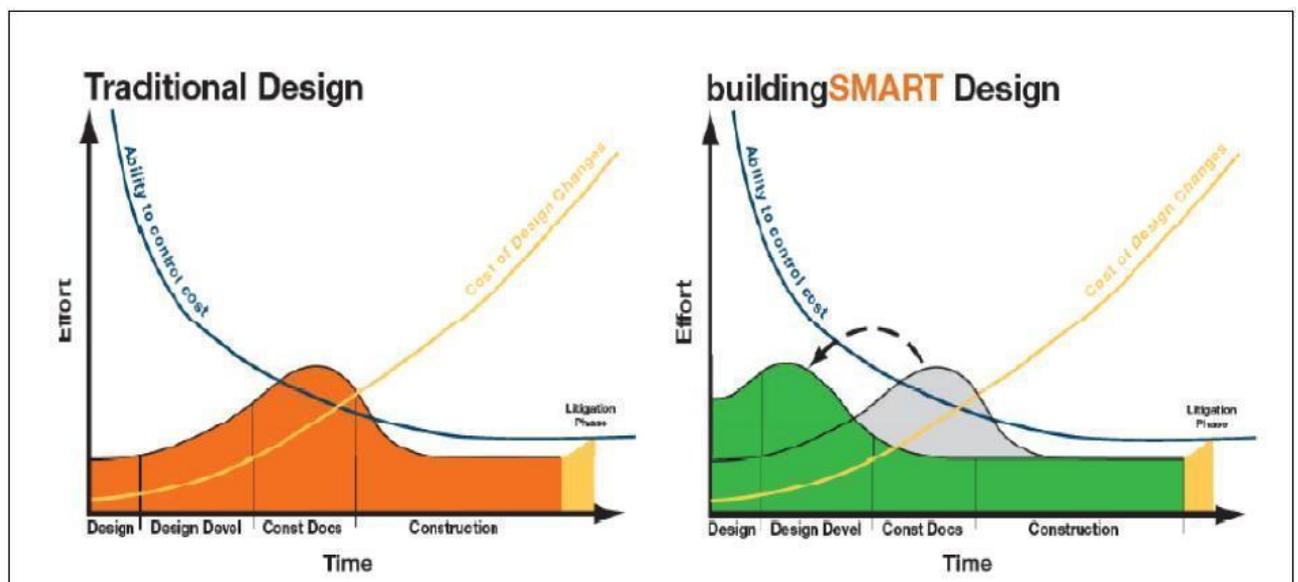
Actualmente, los expertos en desarrollo eligen la gran mayoría de sus opciones durante la fase de desarrollo de la tarea. Hay poco hábito para crear un trabajo multidisciplinario que preceda a la ejecución del proyecto donde se examinen los problemas potenciales, se hagan análisis de constructibilidad y donde se "considere la posibilidad de que" se puedan crear situaciones antes del desarrollo, importantes para ir con decisiones competentes más adelante.

Por otra parte, los expertos con frecuencia no tienen la cantidad y la naturaleza de los datos importantes para tomar decisiones correctas y rápidas, los jefes de proyecto tienen numerosas interferencias y con frecuencia deben cuidar los requisitos previos críticos (tiempo dedicado a "extinguir incendios") que los retienen de finalizar sus propios trabajos. Alarcón y Pávez (como se refiere en Pailiacho, 2014).

Dinámicamente, en las fases iniciales del emprendimiento se trabaja en la capacidad de control de costos, o por lo menos, en un plan "inteligente", se piensa en trasladar la obra a la etapa de plan donde se encuentran los gastos por cambios en el plan de la estructura que no es realmente enorme. En la actualidad, las elecciones de tareas principales se realizan en la etapa de desarrollo, donde los cambios son altamente costosos.

**Figura 13**

*Potencial para influir en el costo final.*



*Fuente: (Saldias, 2010)*

Resumidamente, se puede expresar muy bien que los problemas principales en el negocio de desarrollo comienzan o están ligados al plan, los datos de los ejecutivos y la organización de activos.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo es la implementación del método VDC para optimizar la gestión en la construcción del edificio multifamiliar Gran Tomás Valle Lima, 2022?

## **1.3. Objetivos**

### **Objetivo general**

Implementar la metodología VDC para optimizar la gestión en la construcción del edificio multifamiliar Gran Tomás Valle Lima, 2022.

### **Objetivos específicos**

OE1: Identificar los procedimientos a optimizar con la metodología VDC a través del modelamiento BIM en proyecto de viviendas multifamiliares.

OE2: Definir las interferencias en el proyecto de viviendas multifamiliares a través de la metodología VDC.

OE3: Optimizar el costo con respecto al presupuesto general mediante la metodología VDC.

OE4: Optimizar el cronograma mediante la metodología VDC.

#### **1.4. Antecedentes de la investigación**

Lin et al. (2015) realizó una investigación cuyo objetivo general fue la evaluación electrónica de los trabajos en curso utilizando un inmenso surtido de imágenes del sitio y 4D BIM podría posiblemente mejorar totalmente la viabilidad de los controles del proyecto de mejora. Independientemente, se hizo un manual para tomar fotografías de los locales que no se mantenían la recurrencia o fruición para la verificación computarizada del progreso. Mientras que la utilización de vehículos aéreos no tripulados (drones) para obtener imágenes del sitio ha obtenido popularidad, su aplicación para resolver los problemas relacionados con la imagen basada en la percepción del progreso y, en particular, el uso de 4D BIM para coordinar la proporción de agrupación de datos no ha sido investigado recientemente. Mediante la presentación de dos modelos de examen orientados al contexto y centrados en auténticos proyectos de mejora, este artículo sugiere un marco para el aseguramiento y el examen basados en modelos de las imágenes de progreso.

Se examina la capacidad de la información espacial (matemáticas, apariencia e interconectividad) y transitoria en BIM 4D para la obtención y el examen de datos independientes que garanticen la coherencia y la exactitud tanto para la exposición como para la comprobación de los trabajos en curso en el plano asignado.

El final de este artículo presenta una forma basada en modelos para tratar la obtención y el examen de imágenes de progreso. En particular, se habla de la capacidad de la información espacial (matemática, apariencia e interconectividad) y cotidiana en BIM 4D para adquirir y examinar datos de autoadministración que garanticen la coherencia y la exactitud tanto para la percepción como para la comprobación de los WIP

recopilados en el nivel de ejecución del calendario. El trabajo futuro incorpora el examen de cada parte del enfoque propuesto y la aprobación de proyectos de mejora genuinos.

Janssen et al. (2017) especifica que la percepción típica del sitio de la estructura se basa principalmente en la presencia humana, donde espera que la confirmación automatizada del progreso del avance haga que este ciclo sea significativamente más útil y exacto. La condición de mejora organizada (según lo organizado) debe ser apoyada por el estado real (como trabajado) durante la percepción electrónica del progreso de avance. Esta investigación emplea un uso incorporado de objetivos significativos de alta meta.

El resultado principal fueron los avances en fotogrametría calculada y UAV (vehículo aéreo automatizado) de demostración de datos de construcción (BIM) para los líderes en el sitio de construcción. Se finalizó un examen relevante para un programa de progresión de energía eléctrica respetuosa con el medio ambiente en la localidad de JiaDing de Shanghai, China. Un modelo 3D de alto objetivo de la obra obtenido por nuestro UAV multimotor proporciona datos para abordar el estado de recopilación del programa de mejora. La evaluación del modelo 3D basado en VDC (según lo trabajado) con el modelo 3D basado en BIM (según lo esperado) se utilizó una pila específica para la percepción dinámica de la obra. Nuestros resultados muestran representaciones en 3D del progreso de la mejora. Esta evaluación muestra que el avance BIM conectado con el uso de la fotogrametría UAV ofrece una variedad de datos útiles y exactos, ya que recoge y describe el progreso de la mejora.

El final de este trabajo aplica la fotogrametría desplazada de UAV de baja elevación para una muestra 3D rápida y sencilla del ciclo del programa de mejora tal y como está fabricado. Muestra la capacidad, fiabilidad, alta exactitud y alta viabilidad de este ciclo de exhibición primaria. El avance VDC relacionado con la utilización de la fotogrametría UAV permite una evaluación de la mejora a medida que se coordina y fabrica. En consecuencia, se puede llevar a cabo una tarea más fructífera: la confirmación única de la obra y el tablero.

Durante el sistema de creación de modelos 3D basado en VDC, observamos que se producen distorsiones en el ciclo automatizado. Por ejemplo, el golpe del avión puede provocar una flexión numérica de las imágenes y dar lugar a un cuerpo arqueado y aberturas en el modelo entregado. La intercesión manual, por ejemplo, el ajuste numérico y el embellecimiento caracterizado, podría ser esencial en futuros trabajos de desarrollo.

Kam et al. (2016) realizó una investigación cuyo objetivo esencial de los creadores era crear el Cuadro de Mando Virtual de Planificación y Fabricación (VDC) para consolidar dos características en las que las estructuras de evaluación del VDC existentes carecen de pretensiones: un marco integral y modelos de puntuación adaptables. En primer lugar, el marco del Scorecard se hizo exhaustivo al incluir información para medir hasta qué punto el CDV cumple sus objetivos. Para que el marco fuera exhaustivo, los creadores construyeron recientemente el diseño de alto nivel del marco subordinado a la administración con puntos VDC de barrido, y después refinaron la construcción de nivel inferior del diseño con reuniones dispuestas. Además, los modelos de puntuación se hicieron para obligar a la mejora de las normas

de la industria, que no pueden pasarse por alto en un campo impulsado por el desarrollo de rápida propulsión. Para que las normas de puntuación fueran adaptables, los creadores utilizaron métodos iterativos de evaluación y examen para diseñar los modelos. El marco de evaluación resultante es apto para hablar cuantitativa y realmente de las asociaciones entre la VDC y sus objetivos, proporcionando una estructura de evaluación ampliamente inclusiva. Esta investigación presenta asimismo un posible método para elaborar modelos de puntuación que progrese gradualmente con los principios de la industria, flexibilizando las medidas de puntuación. Se aplicó la filosofía actual.

El principal resultado fue que el Scorecard VDC adivinó un marco de evaluación que puede abordar completamente la ejecución VDC de una organización utilizando 1 Scorecard VDC en general, 4 Scorecards Region Scores, 10 Scorecards Split Scores y 56 Scorecard Measures. Desde 2009, el grupo de investigación de Scorecard ha creado la VDC Scorecard como una estructura de evaluación completa y flexible. La VDC Scorecard proporciona vocabularios a los especialistas e investigadores de AEC que pueden utilizarse para representar las asociaciones entre los objetivos empresariales (organizados en el ámbito de la asociación y el lugar de presentación) y el uso de VDC (organizado en el área de elección y ejecución). desarrollo) de forma exhaustiva, sin dejar de ajustarse a las cambiantes normas del sector.

La finalización de la encuesta introducida en este artículo ha impulsado el significado de una construcción completa y la forma de tratar de flexibilizar el sistema de capacidades. A partir de ahora se está evaluando la posibilidad de seguir trabajando en la construcción de una estructura de clasificación de tasas que dependa de los datos del ensayo.

Andersen & Findsen (2018) realizaron una investigación cuyo objetivo principal se centró en la visualización de datos de fabricación (BIM) profundamente arraigada en Dinamarca. Sin embargo, ha habido una ausencia de foco en el valor que se puede producir mediante la utilización de BIM durante la etapa de planificación y desarrollo. Este artículo responde a las siguientes preguntas ¿A qué se parecerá un marco de ordenación como idea? Además, ¿qué aporta una metodología de trabajo más coordinada y razonable a la utilización de BIM en las medidas de ordenación y mejora? En un informe de contenido se establecieron los ámbitos fundamentales que debían utilizarse con una metodología de examen pertinente. Se utilizaron dos casos, una empresa real y una organización especulativa realizada por estudiantes con el interés de expertos como profesores.

El resultado principal fue construir una filosofía de plan de presencia de mente que es básicamente tan directa como podría anticiparse sensatamente, pero puede conducir una medida de mejora electrónica y un proyecto BIM a través de las etapas de arreglo y en las etapas de giro de eventos y O&M con la utilización de datos e información coordinados. de los modelos de una manera interdisciplinaria. Para fomentar un lenguaje común y la comprensión de la medida de mejora mecanizada, se desarrolló además una perspectiva para una guía BIM. El trabajo además encuentra y mira cómo una fundación escolástica puede formular sistemas utilitarios a través de una diferencia incesante en ocasiones, pruebas y evaluaciones en colaboración con especialistas del negocio AEC.

Este artículo explica que la UCL y sus estudiantes han estado desarrollando el pensamiento del centro de distribución durante mucho tiempo y a través de pruebas y

evaluaciones constantes, utilizando los datos adquiridos a través de la colaboración en un verdadero esfuerzo y la ejecución de tareas interdisciplinarias, junto con la preparación de los estudiantes. Esta progresión puede mejorar aún más la industria danesa de la mejora, teniendo en cuenta el modo en que los artistas de la mejora cualificados hasta ahora son creadores de los últimos datos en el campo de la asociación basada en la región y, en consecuencia, también la metodología del centro de distribución. En cualquier caso, hay muchas partes que pasar a hacer en la dispersión de las directrices VDC, y esto muy probablemente incorpora el uso de modelos BIM para pasar los datos y la información a la etapa de ejecución. El gobierno y los clientes de la región pública establecen las necesidades para el uso de modelos BIM durante la vida útil del proyecto, y la idea del lugar de difusión puede ser el instrumento para ayudar a obtener los premios del uso de modelos BIM. La idea mejora o impulsa el ciclo electrónico, ya que la información disciplinaria y de distintos niveles se guarda y reúne en un solo lugar, garantizando que los datos y la información no se pierdan durante la existencia de la empresa. Es crucial para una estrategia de trabajo organizada conseguir un lenguaje interdisciplinar típico y un entendimiento entre los miembros del proyecto que puede impartirse a través de una guía del ciclo BIM.

Kunz & Fischer (2020) realizaron una investigación cuyo objetivo fundamental era el plan y desarrollo virtual (VDC) con la utilización de modelos de ejecución multidisciplinar coordinada de las tareas de plan y desarrollo para ayudar a expresar objetivos empresariales públicos. El proyecto Virtual Plan Group (VDT) del profesor Levitt supuso una etapa inicial crucial para este trabajo: El modelo definitivo da una parte central especulativa y valiosa en el marco VDC. Los modelos VDC son virtuales

porque dependen de representaciones de tareas basadas en PC. Este registro resume el marco VDC que consolida una perspectiva legítima con perspectivas que son evidentes en VDT, incluyendo modelos de componentes 3D Structure Data Model (BIM) de un componente para ser arreglado, fabricado y trabajado, regularmente una oficina, ciencia de materiales, catálogo por objeciones, producción Lean de líderes y sistema social para Coordinated Simultaneous Designing (ICE). De este modo, los modelos de proyecto VDC hacen hincapié en las piezas del empeño que pueden organizarse y atenderse, es decir, el componente (en su mayor parte una oficina de diseño o planta), la afiliación que lo describirá diseñará, recogerá y trabajará, y el ciclo que seguirán las reuniones de la afiliación. En la actualidad, varias asociaciones y numerosos especialistas utilizan estrategias de VDC, y descubren incesantemente que desarrollan aún más la ejecución de tareas y negocio.

El resultado más importante infiere que el negocio del desarrollo se caracteriza por su gradualidad en el cambio. Dado que los pioneros llevan mucho tiempo involucrados en VDC, los principales clientes de todo el mundo han experimentado nuestro programa de testamento de VDC (CIFE 2019b) y una parte dominante de expertos en ciertos distritos del mundo utilizan VDC en una premisa estándar, vemos que VDC la utilización se encuentra actualmente en la curva de difusión de desarrollo de Rogers (2003). Nuestra experiencia y percepción es que la selección de VDC ha incluido pioneros y primeros usuarios en una gran parte del mundo, es decir, universalmente, VDC se encuentra en la etapa de adopción temprana y en ciertas áreas, p. la costa oeste de los EE.UU. En los EE. UU. y Escandinavia, la mayor parte de los miembros del proyecto AEC, incluidos diseñadores, comandantes, subcontratistas y propietarios, lo utilizan actualmente de forma crítica, lo que significa que una gran parte de las

empresas probablemente utilice algún VDC. En los próximos años, esperamos ver una extensión en el uso de VDC, ya que las nuevas empresas comienzan a usarlo bien y las organizaciones más grandes lo usan de manera más general en sus diversas tareas topográficas y fácticas.

La conclusión de este artículo presenta teóricamente que VDC coordina el enfoque trazado de los ejecutivos por objetivos con el sistema jerárquico correspondiente de Teacher Levitt y su grupo, la nueva expansión en la utilización de modelos 3D BIM item, la creación Lean del tablero y el curso social de Simultaneidad Coordinada. Diseño. El valor de estas estrategias juntas parece ser decisivamente mayor que cualquiera de ellas por separado y tiene un valor enorme en las prácticas del AEC.

Lee et al. (2020) realizó una investigación cuyo enfoque principal fue el Diseño y Construcción Virtual (VDC) que se caracteriza por el uso de modelos de ejecución multidisciplinarios para configuración del proyecto y fines de montaje. La utilización de VDC en proyectos de desarrollo permite a los socios transmitir e imaginar la capacidad de construcción y la agrupación de desarrollo que afectará el logro de una empresa en términos de tiempo y costo de transporte. Este análisis contextual exploró el camino hacia la incorporación de varios elementos de datos, por ejemplo, la planificación del tiempo (4D) y la evaluación de costos (5D), con un modelo 3D para imitar una medida de Modelado de información de construcción (BIM) 5D. El examen investigó la utilización de VDC con BIM 5D para un edificio comercial, en particular, el campus de Sungai Long City de la Universiti Tunku Abdul Rahman (UTAR). A través de este análisis contextual, permite pensar en un modelo virtual y de desarrollo genuino para evaluar los enfoques, el sentido común y los impedimentos de las

aplicaciones de VDC. El resultado más importante fue que el modelo 5D proporcionó datos totales para manejar el plan extraordinariamente y medir el pensamiento de desarrollo en términos de cronograma y costo. Se completaron seis fases de demostración, para ser específicas, presentación y visualización, pruebas de reconocimiento de problemas, reserva de tiempo, evaluación y evaluación de costos, virtualización y recorrido del modelo. Los resultados revelaron que la practicidad de 5D BIM se vio afectada por el esfuerzo, la interoperabilidad, el rendimiento de datos y los impedimentos. El examen también indicó que VDC con 5D BIM esencialmente redujo el obstáculo especializado para que los clientes se interesen en el proyecto de desarrollo, lo que amplió la realización del trabajo del cliente al cerrar la brecha de información y los resultados de desarrollo reales.

Se concluye en este documento que la investigación contextual actual muestra la capacidad de VDC con BIM impulsando un ciclo más efectivo en el negocio del desarrollo. A pesar de que es posible incorporar más de cinco elementos de datos, los datos más altos pueden generar complejidad y bloquear la medida de ejecución del VDC. Desde una perspectiva, la unión de VDC y 5D BIM mejora la productividad y la precisión de la medida de organización del desarrollo. Por otro lado, también mejora la capacidad dinámica de los socios comerciales de desarrollo, que tradicionalmente están limitados por la restricción del proceso de trabajo CAD 2D. Además, VDC con 5D BIM reduce significativamente el límite técnico para que los usuarios participen en proyectos de construcción, aumentando así la satisfacción de los usuarios de la construcción al cerrar el sesgo de percepción y el resultado real de los proyectos.

Hassan et al. (2018) realizó una investigación cuyo centro fundamental fueron los proyectos de mejora que incorporan un alto grado de medidas de obtención complicadas. La creciente utilización de Virtual Plan and Development (VDC) está cambiando la estrategia de funcionamiento ocupada con la mejora de VDC, se introduce una representación visual de los datos para una mejor correspondencia con los clientes de una manera sensata y breve. Su ejecución en la etapa esencial es ayudar a clasificar el avance en un entorno virtual y es importante para desarrollar aún más la eficiencia, la velocidad y la precisión. Con la presentación de VDC sigue el reconocimiento de nuevos puestos y tipos de correspondencia dentro de la empresa.

El resultado principal fue reconocer la utilización de las ocupaciones de VDC durante la etapa de propuesta. Esto integra las reuniones relacionadas con la etapa de propuesta, su visión de qué propuesta debe tener la aplicación de VDC y la definición y ventajas de VDC. Una reunión estuvo dirigida a una de las asociaciones de mejora más grandes de Malasia. La divulgación muestra que existe una gran preparación con respecto a los objetivos de VDC dentro de la asociación. Se inscribió una reunión de autoridades educadas y trabajadores con habilidades de VDC. La asociación se comprometió fuertemente con el desarrollo para mantenerse seria y significativa. El entorno de acciones que incorpora VDC se encuentra ahora en una etapa subyacente. Finalmente, la utilización de VDC en la etapa de proposición y en los distintos períodos del ciclo económico requiere del poderoso interés y respaldo del poder público y de todos los cómplices para llegar al avance.

Este documento finaliza y, dependiendo de los hallazgos, brinda lo siguiente: 1. La impresión general de la auditoría de los hallazgos recopilados es que VDC como otro desarrollo se considera obvio y fundamental para el logro futuro de la asociación

contemplada. 2. Se reconoce que elaborado por las reuniones esperadas durante la propuesta y el uso de VDC será de mayor importancia más adelante. En cuanto a las implicaciones de sentido común del proyecto en curso que utiliza VDC, consideramos que esto es una promesa para una mayor discusión sobre el uso de nuevos artilugios y técnicas de trabajo, y cómo se ve y se asume esto dentro de la industria. Debido que este examen se ha establecido recientemente en una asociación, la investigación futura se concentrará en las repercusiones mediáticas de VDC, así como en el impacto de reuniones relacionadas delicadas. Además, los efectos secundarios de una utilización más conspicua de VDC para mejores trabajos y diseños es otra cuestión que se vuelve fundamental plantear. Los resultados cuentan que es aplicable en qué información de VDC se participa en la organización, ya sea por implicación o directamente. Finalmente, la utilización de VDC en los negocios de desarrollo de Malasia se encuentra actualmente en una fase inicial y la autoridad pública y todas las organizaciones realmente deberían ayudarla a lograr su objetivo.

Chingay (2015) especifica que el uso de la filosofía VDC contribuye a superar los problemas de diseño creados durante la facilidad del Plan en la obra Nueva Estructura Corporativa de Graña y Montero, ubicada en la zona de Miraflores de Lima, Perú. Es una investigación no experimental descriptiva aplicada.

El investigador destaca que con la iniciativa de Diseño y Construcción Virtual (VDC), se obtuvieron mejoras en cuanto a la compatibilidad de especialidades y el rendimientos en las partidas logrando dar solución al 67 % de consultas generadas (RFI) antes de la ejecución (inicio del excavación) y el 80 % cuando se inició el desarrollo de la estructura, todo ello a través de una estrategia de coordinación

(reuniones ICE) cuyo funcionamiento permitió una disminución en los tiempos de respuesta que oscilaban entre el rango de 19 y 45 y que pasaron a oscilar a un rango de 3 y 12 días.

Esta investigación es de gran importancia, puesto que contribuye significativamente a nuestra investigación, en la perspectiva que aplica la técnica VDC para propiciar discusiones, identificar cualidades contrarias durante la etapa de ejecución, propiciando una estrategia para la planificación de RFI's y la intervención positiva de las sesiones ICE.

Corrales & Saravia (2020) realizaron una investigación cuyo objetivo primordial fue la disminución del plazo por demoras en definiciones en la fase de desarrollo de proyectos de edificación mediante la ejecución de propuestas que consoliden la técnica VDC. Esta investigación es de tipo no experimental, con una dirección aplicada, que constaba de distinguir tres proyectos estructurales que no utilizaron filosofías (VDC), con cualidades similares para obtener la cantidad de RFI supervisadas durante la etapa de planificación y desarrollo para luego aplicarlo a un proyecto con ejecución de VDC de cualidades similares a las antes evaluadas, todo ello con el propósito de obtener las consecuencias de la cantidad de RFI's durante las etapas de predesarrollo y desarrollo. De acuerdo a los resultados obtenidos en las tareas examinadas, se observó que el uso del procedimiento VDC disminuye la fluctuación del plazo de riesgo en no menos de un 21%, así como el tiempo de reacción RFI de 16,25 a 7 días. Esta disminución en la variabilidad del plazo inicialmente propuesto y la duración total viable del proyecto se traduce en una menor vulnerabilidad en la utilización de los activos de la organización. De acuerdo con lo descubierto en este estudio, se presume que la ejecución de la

estrategia de VDC en las etapas de planificación y desarrollo disminuye el tiempo extra provocado por cualidades contrarias durante el desarrollo de un proyecto de estructura, por ello es importante recalcar que su uso en etapas tempranas genera un mayor impacto.

El aporte de esta tesis a nuestra investigación se refleja claramente en la influencia que tiene el Procedimiento VDC en la mejora de gastos y tiempos en la ejecución de una edificación de alojamiento multifamiliar.

## **1.5. Bases Teóricas**

### **Virtual Design And Construction (VDC).**

El enfoque VDC, acrónimo de Virtual Design and Construction en inglés ha surgido como la metodología más acertada para obtener mejores proyectos en plazos no previstos con precisión y capaces de superar las expectativas. es más, la ventaja de poder demostrar completamente todo el desarrollo antes del lanzamiento es prominente en las industrias de todo el mundo. Además, en contraste con el tamaño especulativo de la obra y los beneficios de su uso adecuado, el costo relativo de obtener este resultado versus el costo de actualizarlo es insignificante. VDC es la Medida de Innovación mediante la utilizando la metodología BIM dentro del Integrated Concurrent Engineering y del Lean (PPM) (Center for Integrated Facility Engineering, sf).

El uso de modelos informáticos y la creación de datos en proyectos de planificación y desarrollo requiere aplicaciones que puedan definir claramente los objetivos

comerciales. Así nació la metodología Virtual Design and Construction (VDC) para procesar de manera más robusta los datos recopilados por BIM (CAPECO, 2018).

Según Kunz y Fisher (citados en Almonacid et al., 2015), los principales elementos de un VDC son:

- Gestionar la reducción de tiempos mediante Building Information Modeling - BIM.
- Gestionar ciclos y creación.
- Gestionar la asociación corporativa y la conexión entre equipos multidisciplinares.
- Gestionar la ejecución de tareas a través de indicadores de desempeño.

### **Building Information Modeling (BIM)**

BIM es una metodología colaborativa, donde para el modelamiento digital de una infraestructura se aplica los procesos, estándares, herramientas y tecnologías, esto para el ciclo de vida de la edificación. La implementación de esta metodología en el Perú ha sido de gran ayuda en la forma en la que se gestionan las inversiones públicas de infraestructura (Ministerio de Economía y Finanzas, 2020)

Es la representación digital tanto geométrica y de información de una infraestructura pública, estas representaciones pueden generarse y/o gestionarse durante cualquier fase del Ciclo de Inversión, en el marco de lo establecido por el Decreto Supremo N° 289-2019-EF se aprueban disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en los procesos de inversión pública. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2020)

### **Idea de VDC / BIM**

Esta filosofía empírica proyecta un entorno multidisciplinario que involucra a especuladores, propietarios, diseñadores y expertos líderes, dispositivos para completar una amplia gama de proyectos de construcción, desde sus orígenes hasta los extremos

de su vida útil. Ingenieros administrativos, ingenieros de desarrollo, productores, supervisores y todos los partícipes en la planificación, desarrollo y gestión de la empresa. Este alineamiento se alcanza a través de etapas innovadoras que involucran múltiples programas que trabajan juntos en una sola base de datos que permite un intercambio de información continuo, consciente, preciso y completo, mejorando así la perspectiva, por ejemplo, Competencia y Relevancia (Pailiacho, 2014).

### 1.5.1. Aplicaciones de la metodología VDC en el ciclo de vida de un proyecto

**Tabla 2**

*Aplicaciones de la metodología VDC en el ciclo de vida de un proyecto.*

<b>DISEÑO INICIAL</b>	<b>DISEÑO DETALLADO</b>	<b>EJECUCIÓN</b>	<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>
-Noción, viabilidad y diseño del proyecto.	-Plasmación de la idea inicial -Apoyo de los stakeholder. -Aplicación de Ingeniería concurrente.	-Determinación estimada de la cantidad de materiales. -Planificación y control de la producción.	-Información veraz del proyecto Asbuilt. -Administración y operación de instalaciones
-Evaluación de posibles soluciones de diseño para mejorar la calidad del proyecto.	-Trabajo coordinado entre las disciplinas de diseño. -Identificación de disconformidades. -Generación automática de planos y documentos. -Determinación de costos del proyecto. -Elaboración y evaluación de alternativas de solución de diseño.	-Simulación 4D. -Apreciación del proyecto. -Identificación de disconformidades antes de la construcción. -Aplicación del modelo base para elaborar componentes. -Apoyo en la utilización de técnicas y herramientas Lean.	

---

-Análisis y simulación del producto final.	-Sincronización del abastecimiento con el diseño y construcción.
--	--

---

En esta tabla se detalla las aplicaciones de la metodología VDC en el ciclo de vida de un proyecto, en la etapa de diseño se aplica aún más; así mismo, se observa que puede reducir tiempo y costos con la adecuada aplicación.

*Fuente:(Ruiz,2015)*

### **1.5.1.1. VDC durante la etapa de planificación**

#### **• Plasmación de la idea inicial:**

Ya sea sofisticado o pragmático, el marco VDC se puede utilizar para mostrar vistas en 2D (plano, sección, alzado) o en 3D (isométrica, perspectiva, representación, renders, etc.), 4D (modelos 3D + información de tiempo y programación) y 5D (muestra las variaciones de costo y tiempo al cambiar el diseño, estructura o materiales del proyecto). Esto hace que las estructuras de planificación sean más significativas para los involucrados en la actividad, esto no depende si no presentan información específica (Ruiz, 2015).

- **Apoyo de los Stakeholders:**

Un stakeholder es cualquier grupo o individuo que pueda repercutir en el logro de los objetivos, así como puede ser afectado de manera positiva y negativa. (Freeman, Wicks & Parmar, 2004).

- **Reparación de los datos y veracidad del plan:**

Esto se logra teniendo en cuenta que los programas de VDC se basan en componentes y límites que permiten almacenar datos. Naturalmente, en el instante que se modifica alguna de las propiedades del componente, en las diferentes representaciones en las que se encuentra, entre la perspectiva en planta y el control de sección Las discrepancias que normalmente existen se resuelven (Ruiz, 2015).

- **Determinación de cualidades inversas:**

La comprobación de impedancia es la primordial aplicación del modelo VDC, especialmente para tareas básicas complejas. Esta investigación reduce los conflictos y los mandatos de variación, se vuelve más rentable y reduce los costos durante la fase de construcción (Saldias, 2010).

- **Estimación de costos:**

Las características y datos matemáticos de los componentes nos permiten ser usados como base para sustraer la cantidad de materiales y reemplazar los cálculos creados en toda la empresa. Esto cabe mencionar siempre y cuando el modelamiento VDC sea correcto. Fuentes (como se menciona en Ruiz, 2015).

- **Simulación e investigación del artículo:**

La evaluación del diseño utilizando las innovaciones CAD existentes y las herramientas relacionadas puede ser un periodo tedioso. VDC le permite recrear un modelo de dibujo desde cero con reglas de renderizado fijas, como inicialización, modo de calefacción, iluminación, acústica, fuente de alimentación y compatibilidad. De esta forma, se puede asegurar mejor la planificación para mejorar la motivación del cliente y reducir las fallas por defectos del producto durante el servicio (Ruiz, 2015).

#### **1.5.1.2. VDC durante la etapa de desarrollo:**

- **Determinación estimada de la cantidad de materiales:**

La evaluación de los materiales medidos mediante VDC, que regularmente se miden en condiciones reales, proporciona una forma alternativa de trabajo, ya que se pueden obtener directamente del modelo VDC después de realizar el paso de visualización 3D. Esto tiene sentido porque el modelo VDC habla de fuentes de información y conjuntos de datos, y cada segmento tiene un límite diferente sobre la cantidad de datos que puede brindar el modelo VDC mediante la generación de hojas de trabajo basadas en cálculos. Es uno de los recursos más importantes en la planificación financiera (Alcántara, 2013).

- **Reconocimiento de conflictos**

El desarrollo incluye idear, construir y crear un plan maestro. Los conflictos entre las fortalezas pueden conducir a ajustes fallidos en términos de plazos y dinero.

De esta forma, la metodología VDC puede utilizarse para reconocer estos requisitos u obstáculos y evitar los riesgos que pueden derivarse de la incapacidad para diferenciarlos (Alcántara, 2013).

Los beneficios de usar VDC para la resolución de problemas son:

- Acompaña en la organización de los planes y diseño.
- Facilita la verificación del proyecto final.
- Facilita la determinación de incompatibilidades y obstrucciones.
- Capacidad para coordinar cambios en modelos VDC y eliminar peligros.
- Visualización de desarrollo.
- Disminuir y ajustar costos y tiempo.
- Facilita mejorar la naturaleza de los planes.

#### • **Visualización**

Al examinar partes de la estructura, el modelo 3D puede analizar la geografía del sitio para ayudar a construir una organización de desarrollo. El desarrollo organizacional suele ser un componente clave de la capacitación ejecutiva. Un planificador de desarrollo es alguien que está muy involucrado en la construcción de un edificio y sabe cómo estimar la mano de obra necesaria para desarrollar un edificio. Esta información se utiliza para crear un plan de desarrollo, que es un cronograma para varias iniciativas, como transporte, evaluación, seguridad y más. (Alcántara, 2013).

#### • **Recreación 4D**

La progresión VDC en 4D combina el modelo VDC 3D con la cuarta dimensión proporcionada por el programa de la empresa desarrolladora transformado en un programa de trabajo con un producto específico (p. ej. Primavera o MS Project). Combinamos los cargos de tiempo de construcción con los componentes del modelo VDC en 3D para lograr una ejecución visual de la secuencia de construcción. Así mismo, se le llama modelo 4D porque muestra los tres elementos matemáticos del trabajo simultáneamente. Es el cuarto componente de la condición del periodo de ejecución. (Alcántara, 2013)

### **1.5.2. Beneficios del uso de la metodología VDC en la planificación y la ejecución**

El trabajo de los líderes que utilizan la metodología VDC crea una perspectiva de control al eliminar metodologías teóricas, lo que reduce las vulnerabilidades de gestión. Del mismo modo, la combinación de actividades de planificación y desarrollo abre el camino para el diseño, a través del cual los profesionales mejoran la planificación, organización y control del trabajo, reduciendo así los costos de trabajo (Alcántara, 2013).

Algunas de los beneficios de usar VDC en organizaciones con experiencia en acciones de cumplimiento son:

#### **Etapa de planificación:**

- En la configuración inicial se puede hallar listados de materiales y cálculos generales de materiales, esto puede ayudar a demostrar que se está cumpliendo con los requerimientos de los clientes.

- Lograr los planos de las actividades, entre ellos los planos, áreas, elevaciones y perspectivas isométricas 3D.
- Con la finalidad de exhibir la estructura, a través de escenas y actividades fotorrealistas (renders).
- Organización de espacios y entornos de la estructura.
- Brinda información para indagar en los componentes de construcción.

### **Etapa de ejecución:**

- Visualización del listado de tareas.
- Visualización computarizada de incompatibilidades entre planos.
- Determinar de manera cuantificada los materiales.
- Brindar información de proveedores de las diferentes especialidades.
- Estimación más real de las medidas de desarrollo.
- Las estructuras virtuales son de gran apoyo, ya que los propietarios pueden estar verificando sus requerimientos o de ser el caso hacer los cambios que consideren del proyecto durante su ciclo de vida.

### **1.5.3. Herramientas del VDC:**

Existen varias herramientas que emplean un conjunto ordenado de instrucciones, haciendo que los datos estén en constante aplicación. Estas son las cinco herramientas más utilizadas: Revit, Archicad, Nemetschek Allplan, Autocad y Bentley Architecture (Montellano, 2013).

### **1.5.4. Medidas VDC**

#### **1.5.4.1. 3D: Representación tridimensional de la empresa.**

Visualización realista de la estructura, con el fin de simular la visita, entrega y vivencia en el proyecto.

El uso de innovadores equipos permite la determinación avanzada de modelos en obras de construcción, ayudando a concentrarse en los detalles realistas de sus planos. Dando como resultado la representación significativa de las partes de construcción y asignando una matemática ideal a los componentes visibles.

Los temas accesibles durante la fase de planificación no se limitan a los definidos por modelos similares y consideran la inclusión de otros animadores/actores en este sistema de forma inesperada, dado que no se requieren controles especiales.

En este punto, debemos abordar la llamada "comprobación del modelo".

Operacionalmente, esto se divide en dos pasos:

- Validación de código, es decir, evaluar la relación prototipo, solicitud y directivas de configuración.
- Estudio preliminar de determinación de colisiones, de tipo matemáticos. A pesar de esto aún surge el deseo de una evaluación rutinaria de lo especificado en cada pedido.

#### **1.5.4.2. 4D: Programación:**

4D es la característica principal del VDC y también es lo que le diferencia de los demás enfoques y proyectos de programación tradicionales. En otras palabras, dinámica. En contraste con un modelo de negocio completamente estático, el método VDC ofrece otro medio temporal. Por lo tanto, podemos concebir una organización temporal general para todas las etapas de la empresa que fluctúa a

medida que alteran las características y condiciones de la empresa durante los plazos de ejecución.

#### **1.5.4.3. 5D: Análisis de costos**

Esta medida consiste en la evaluación de los costos del proyecto; al presentar modificaciones los costos no se verán afectados, ya que estos irán modificándose de acuerdo a los cambios en la estructura. Así mismo, es simple generar informes de gastos en cualquier etapa del proyecto.

#### **1.5.4.4. 6D: Sostenibilidad**

Se trata de construir, actualizar e investigar otras opciones inesperadas para determinar cuáles son las adecuadas para completar. Al final del día, es un período de elección ideal al considerar todos los componentes de su negocio.

#### **1.5.4.5. 7D: ciclo de vida de la obra**

Los datos del almacenamiento de datos del proyecto aplicados en la metodología pueden ser accesibles y recuperados a lo largo de su vida útil. Por ende, el proyecto conserva todas las propiedades de los componentes creados por la empresa, tales como dimensiones, costos, plazos, etc. Por lo tanto, existe un periodo continuo de implementación y cambio que cubre cualquier desviación

entre el negocio principal y la realidad, asegurando un acuerdo total entre el prototipo de VDC y el modelo real.

### **1.5.5. Lean Construction**

La filosofía Lean Construction fue presentada en el campo del desarrollo por Koskela en su teoría de doctorado "Utilización de la nueva filosofía de producción para la construcción" en 1992. Dicho personaje demostró que el periodo de transformación es la señal de la actividad de desarrollo.

La gestión del desarrollo piensa en cada actividad solo en términos de planificación de costos, y cuando se descubre un déficit en el período de gasto o capacitación, trata de mejorar de forma independiente, asumiendo que la empresa en su conjunto mejorará; Sin embargo, estos ejercicios no tienen en cuenta que involucran materiales, mano de obra y flujo de datos y contienen desperdicios que afectan la visión de la empresa. Del mismo modo, cuando se planifica un negocio, en última instancia, no se consideran los ciclos de desarrollo. Es decir, las solicitudes de mejoras y cambios se dan sin tener en cuenta las restricciones que surjan en etapas siguientes del emprendimiento (Pailiacho, 2014).

Como primer paso debemos modificar nuestro enfoque de pensamiento, esto nos ayudará a mejorar el desarrollo. Koskela sugiere evaluar los flujos de trabajo, datos y materiales durante la planificación y el desarrollo en busca de desperdicios y valor agregado. Además, a pesar de las peculiaridades del desarrollo, las normas y estrategias estas pueden ser utilizadas para mejorar las tendencias del desarrollo (Pailiacho, 2014).

### **1.5.5.1. Rendimiento**

La eficacia es la relación entre la cuantificación de lo producido y los activos utilizados. Dicho esto, no podemos considerar algo rentable sin un criterio más amplio, pues dentro de la eficacia se encuentra la capacidad y el ajuste. Serpell (como se refiere en Pailiacho, 2014).

El progreso tiene una variedad de clases de eficacia, esto depende del tipo de activos utilizados:

- Rendimiento de materiales.
- Rendimiento de la fuerza laboral.
- Rendimiento de hardware y / o equipo.

Hay varios factores que afectan la rentabilidad cuando se trata de la efectividad del desarrollo de la interacción. Por lo general, se debe a la falta de datos o a un malentendido del requerimiento del cliente, así como la organización del personal técnico, los trabajadores contratados, la coordinación y la revisión del lugar de trabajo (Pailiacho, 2014).

La eficacia se verá en aumento cuando los procesos sean repetidos y el tiempo utilizado en dichos procesos disminuya, esto se debe a la información y al aprendizaje obtenido. (Pailiacho, 2014)

### **1.5.5.2. Aplicación de estrategias Lean en los procesos de construcción**

La estrategia Lean sugiere la acción de algunas pautas destinadas a aumentar la eficacia durante el desarrollo característicos que se llevan a cabo a lo largo de la obra. Estas prácticas son aplicables tanto a ejercicios en investigación como a

ejercicios que se refieran a una particular importancia e inestabilidad en la realización de un proyecto que amerita un escrutinio especial (Pailiacho, 2014).

Es importante estimar a los estándares Lean Construction como una herramienta para optimizar las medidas, estos son los estándares:

- Disminución de procesos que generan pérdidas.
- Aumento en el cálculo del artículo.
- Disminución de la variación.
- Reducción de plazos de procesos.
- Reducción de ciclos.
- Adaptabilidad ampliada de la creación
- Sencillez del ciclo
- Poder de control de los procesos.
- Crecimiento continuo de los procesos.
- Poder de cambio con equilibrio del flujo.
- Comparación (Benchmarking).

### **Disminución de procesos que generan pérdidas:**

Esta preparación debe ser posible mediante la planificación, estudio y evaluación de ejercicios básicos de desarrollo o diagramas de flujo de los múltiples agentes que intervienen en la ejecución de las tareas. Una vez que se identifican varios puntos débiles, se debe mejorar el ciclo capacitando al personal involucrado en la actividad para implementar las actualizaciones recomendadas y la continuación de esta actividad (Pailiacho, 2014).

### **Aumento en el cálculo del artículo**

Al inicio se logra que existan dos tipos de clientes, clientes temporales y clientes finales, los cuales deben ser caracterizados para cada situación de la ejecución. No es suficiente con identificar al cliente correcto en cada proceso, también es primordial diferenciar los requisitos para recibir sus artículos y comenzar a trabajar (Pailiacho, 2014).

En este punto, se supone que los participantes en diferentes procesos tienen que conocer los detalles de la ejecución, así como lo que se necesita para realizar los procesos que los acompañan. Con esta actualización del entrenamiento, con persistencia moderada o casual, se reconocen los requerimientos de realizar cada acción para que puedan elaborarse con respecto a las perspectivas básicas que luego pueden conducir a la pérdida de plazos o de costos (Pailiacho, 2014).

### **Disminución de la variación**

El cambio de lo acordado o establecido en el trabajo a realizar causa una variación en todo el proyecto. Una vez que se elimina la volatilidad, el marco de consenso es concreto. La volatilidad puede estar unida con variables como cambios en los artículos enviados a los clientes, momento crítico para tomar medidas, etc. Esto significa, por ejemplo, obtener artículos con detalles específicos y artículos con alguna personalización o en momentos inesperados comparados con el momento esperado (Pailiacho, 2014).

### **Reducción de plazos de procesos**

La duración de la prueba es probablemente el método más utilizado para medir la duración del desempeño del movimiento, ya que determina el tiempo requerido para realizar ejercicios específicos en las condiciones esperadas.

Durante el razonamiento de Lean Construction, se espera que se empaquete la duración del proceso de evaluación para la ejecución de varios ejercicios, reduciendo el tiempo de evaluación para pruebas, desarrollo o transporte, descansos, etc. Ejemplo: un ejercicio para verificar que puede pasar de una ejecución secuencial a una ejecución similar. Esto puede cumplir con los marcos organizativos, permitir tiempos de mucho trabajo y mejorar la coordinación interna (Pailiacho, 2014).

### **Reducción de ciclos**

Podemos creer que eliminando las experiencias o tareas que no agregan valor a los elementos, esto puede ayudar a reducir los ciclos; pero cabe mencionar que deben ser examinados. Ejercicios, estandarizar los materiales y equipos, usar objetos de cómoda apertura y transporte, etc. (Pailiacho, 2014).

### **Adaptabilidad ampliada de la creación**

Identificar cursos de acción alternativos mediante los cuales se puedan realizar diversos ejercicios, comparándolos con los identificadores de posibles oportunidades en ejercicios de desarrollo, sobrevivir a las consecuencias surgidas e impedir que el avance de la empresa disminuya o se detenga de forma pesimista (Pailiacho, 2014).

### **Sencillez del ciclo**

Se basa en aplicar metodologías para la distribución de flujos de labores, planes y datos específicos, áreas clave de responsabilidad, procesos importantes, etc., para que el personal operativo sea menos propenso a fallas a causa de escases de datos y se enfoque en aumentar la concentración. Perceptibilidad de las renovaciones y aumento del error. De igual manera, posibilita la integración de herramientas para que las personas puedan reconocer criterios relacionados con el proyecto por medio de algo visual, brindando un medio para establecer dominios cognitivos para artículos y ciclos, e incitando pedidos de aumento. Este dispositivo facilita el control del trabajo y la mejora continua.

Esta táctica debe culminar en el territorio local con la finalidad de establecer un ambiente de intimidad y afinidad entre la labor y la población vecina (Pailiacho, 2014).

### **Poder de control de los procesos**

Se cree necesario implementar una unidad en la empresa. Este agrupa, categoriza y descompone todas las necesidades del cliente desde varios aspectos de trabajo con el fin de ejercer los controles que se consideran durante la ejecución. Es decir, crean sistemas de representación del trabajo e inspección, pero sin excluir la intuición y la revisión de todos los ejercicios de ejecución que contienen (Pailiacho, 2014).

### **Crecimiento continuo de los procesos**

Consta de evidencias identificables y entendimiento de los procesos inherentes a una labor en particular, y construir y aplicar un componente para evaluar la utilidad que nos permite elaborar estudios de comportamiento para discutir y mejorar cada ciclo, es posible. Esta práctica debe ser permanente dentro de la asociación para mejorar las prácticas importantes realizados en el lugar de trabajo y promover el progreso de la asociación (Pailiacho, 2014).

### **Poder de cambio con equilibrio del flujo**

El tiempo de espera y transporte de materiales incluidos en los equivalentes durante el curso de la obra se considera vigente, y los cambios se deben a cambios en los materiales para la realización de la obra o elementos en el orden de ejecución. A su vez, se recomienda la implementación de este procedimiento para la mejora continua y actualización de la medición del trabajo, eliminación de flujos redundantes y su llenado holístico al mezclarlos con cambios elementales (Pailiacho, 2014).

### **Comparación (Benchmarking).**

Se basa en examinar e informar los ciclos internos y externos de la asociación, distinguiendo las fortalezas y debilidades y comparándolas con los rivales del sector. Luego de realizar el estudio relativo, los procedimientos establecidos por los candidatos en el ciclo interno se repiten, modifican o combinan continuamente, lo que se describe como una fuerte competencia que ayuda a mejorar continuamente a las organizaciones locales (Pailiacho, 2014).

#### **1.5.5.3. Lean Construction - VDC:**

Son dos actividades diferentes que influyen en gran medida en las actividades de desarrollo porque crean una energía común entre las dos que se puede utilizar en combinación para optimar las actividades de ejecución (Alcántara, 2013).

Lean tiene como principales funciones: reducir costos, disminuir las variaciones, mejorar constantemente los procesos, movimiento eficiente en la construcción, y apoyo entre el plan y desarrollo.

### **1.5.6. Acontecimientos de la llegada de VDC en Perú**

#### **1.5.6.1. BIM en Perú**

##### **Comité BIM:**

El Comité BIM en el Perú fue creado el 6 de setiembre del 2012, teniendo como escenario el Instituto de Construcción y Desarrollo (ICD) de la Cámara Peruana de la Construcción CAPECO. Dicho comité consta de profesionales expertos en la metodología BIM en todas las etapas de un proyecto (BIM, 2012).

Almonacid (2015) señala que, estos profesionales tienen como objetivo difundir temas interesantes y estrategias de ejecución entre todas las agrupaciones en este campo, la meta es estandarización del uso y explotación del marco BIM a nivel social y promover las mejores habilidades en la exposición. Así mismo también señala que creó una biblioteca virtual con datos organizados y adaptados a la realidad peruana, avanzó en la elaboración de equipos BIM con la ayuda de varios profesionales capacitados y participó de una etapa donde el mercado cuenta con un mayor grado de profesionales para cuidar los que están incluidos.

##### **Empresas Partícipes del Comité BIM del PERÚ:**

- Graña y Montero.
- Cosapi.
- Constructora AESA
- Wescon
- Animedia.
- DCV Consultores.
- IDAndBIM
- DHG Architects.
- Arcadia.
- Proyectos.
- Rene Lagos Ingenieros.
- Marcan.
- Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Listado de alianzas que cuenta El Comité BIM:

- Portal de ingeniería (PI)
- CIFE - Universidad de Stanford (EE. UU.) COSTOS - Construcción,  
Arquitectura y Diseño
- Autodesk
- Construsoft (Tekla)
- Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

### **Figura 14**

*Plan estratégico de El Comité BIM del Perú*



*Fuente: CAPECO, 2018.*

### **Aplicación del VDC en el rubro constructivo:**

CAPECO (Cámara Peruana de la Construcción) promueve el uso de esta metodología mediante la negociación y capacitación de profesionales reconocidos, públicos y desconocidos, con la finalidad de enseñar y promover los beneficios de la modernización de VDC, las maneras de trabajar y las variaciones más eficientes en la agrupación porque usar este nuevo sistema es eficiente (Farfan y Chavil, 2016).

Según Alejandro De León quien es el administrador peruano de Autodesk, muchas empresas tienen dispositivos innovadores; pero lo que buscan ahora es que ha dichas empresas se les brinde técnicas para el manejo del VDC en todas las etapas de su proyecto. (Farfan y Chavil, 2016).

Según Almonacid et al., (2015) existen dos diferentes maneras de adquirir la metodología, desde el punto de vista de nuestra realidad:

a.- Se subcontrata a partir del diseño brindado por el arquitecto, siendo una subcontratación administrativa.

b.- Se aplica desde el inicio del proyecto, esto conlleva a la aplicación de una diferente técnica, también se aplica normas VDC y puede ser aplicada a nivel de empresa.

Farfán y Chavil (2016) recibieron comentarios sobre sus estudios, entre ellos fueron gerentes, profesionales, expertos en programación y modelamiento VDC; entre ellos, Graña y Montero, Marcan, Proisac, entre otros. Estas son algunas de dichas reacciones:

- En Perú, el VDC fue actualizado en las diferentes aplicaciones de la construcción como: edificaciones (residenciales, hospitales, colegios, etc.), construcciones comerciales (oficinas, almacenes, centros comerciales, etc.) construcciones industriales (fábricas, centrales eléctricas, plantas de procesamiento, etc.) e Infraestructuras (carreteras, puentes, líneas de suministro de agua, túneles, etc.). En resumen, se debe brindar más atención ya que algunas de estas construcciones solo se esforzaron en aplicar la metodología VDC y tal vez no llegaron aplicarlo en 3D en su programación.
- Aplicar el VDC en construcciones como clínicas de emergencia y centros comerciales es mucho más productivo, esto se debe a que este tipo de proyectos cuentan con grandes fortalezas y debilidades; aparte de ellos, son complejas, el monto del proyecto es considerable y también los plazos establecidos son estrictos.

- El total de los revisados señalan que hicieron uso del VDC con la finalidad de determinar los problemas que se presentarán posterior a cada etapa, planificar y organizar el proyecto de manera más fluida.
- Estos son alguno de los retos de implementar VDC en la ejecución de los proyectos:
  - Oposición al cambio y al enfoque del proyecto.
  - Incremento en los costos relacionados con la metodología, por contratación de un especialista experto en VDC, adquisición de licencias, etc.
  - Necesidad de poder tener resultados finales.
  - Presencia de profesionales que se consideran supervisores y lo que hacen es apropiarse de la visualización del VDC.
  - Muchas veces algunas experiencias se pierden porque no son necesarias para ejecutar, por ello se debe actualizar el VDC.
- A continuación les presentamos algunos de los desafíos e interés experimentado por algunas empresas durante la ejecución de VDC:
  - Poco reconocimiento de la capacidad de VDC por parte administrativa de las empresas.
  - Desaprobación del progreso, ocasionando una desviación del proyecto y tratando de implementar un instrumento diferente.
  - Tratar de implementar recursos que no tienen algún enfoque de aprendizaje ni de significado para la empresa en el manejo de VDC.
  - Todos trabajando en forma armoniosa y coherente dentro de los límites.

- Falta de comunicación de los stakeholder del proyecto.
- El fastidio de los creadores de la idea, ya que serán plasmados y modificados en VDC.
- Mínima participación de los especialistas en las reuniones, haciendo esto que sean pocas las veces.
- Es más beneficioso hacer una programación VDC, que demorar horas en el entregable porque se requiere dibujos en 2D y luego enviarlo a una programación visual.
- Cumplimiento con los tiempos brindados por los profesionales expertos.
- La incertidumbre de colocar la responsabilidad en VDC el proyecto de buena inversión.

### **Evolución VDC (NMB):**

La gran parte de las organizaciones territoriales les falta la implementación de los ciclos de coordinación, por ello presentan el 14% de nivel de desarrollo. Mientras las organizaciones empresariales con un 22% - 41% (S10 GROUP, 2017).

Algunas organizaciones presentan sus proyectos en modelos 3D y creen que están haciendo uso de VDC en sus proyectos, pero esto es errado ya que, no lo utilizan como una herramienta mecánica y esta puede identificar y resolver problemas que nos causarán pérdidas económicas y de plazo al proyecto. Esto se debe a la falta de información de esta metodología. (S10 GROUP, 2017).

Por otro lado, las empresas medianas y grandes que presentan proyectos en las diferentes regiones del Perú e incluso en otros países, tienen el porcentaje de

aplicación del VDC más alto. En dichas empresas estandarizan las actividades en la planificación y desarrollo, así mismo también implementan manuales de demostración y control de calidad.

Empresas como GyM y Cosapi han sido las primeras en usar la innovación de VDC y ahora tienen sus propias áreas protegidas de VDC (CAPECO, 2018). Sus proyectos cuentan con un modelo 3D, y muchas empresas aún no implementan esto, por ello continúan aplicando la metodología VDC. Todos los proyectos de la empresa GYM presentan modelo 3D y el 43% utiliza un modelo VDC (Almonacid et al., 2015).

La visualización básica virtual y 3D del diseño es un impulso importante para la planificación y desarrollo, ya que a partir de este momento es posible identificar puntos débiles, planificar las etapas de ejecución y permitir fortalecer las especialidades como: estructuras, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, arquitectura y subdemandas para la administración.

### **La semejanza, uso principal de VDC:**

Este uso tiene muchas aplicaciones, por ejemplo, encontrar controversias y obstáculos para los cuales se actúa y como resultado tenemos planes viables. Asegurar la rentabilidad del negocio mientras se ejecuta el plan crea un nivel de confianza más notorio en la ejecución del negocio ya que el avance será menor y por lo tanto los aumentos serán limitados en el tiempo.

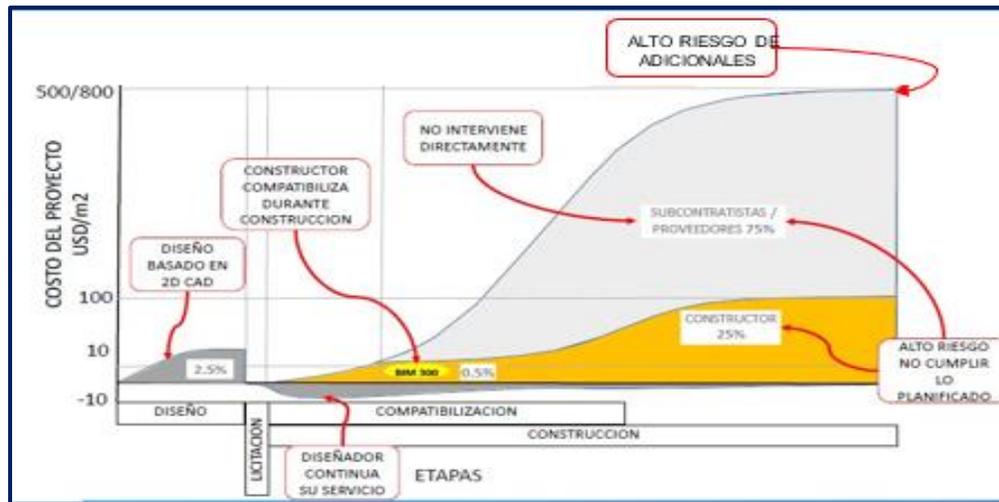
Las responsabilidades de desarrollo del VDC son múltiples. La mayoría de ellos en realidad no implican diferencias en los flujos de trabajo normales, solo el uso

de programación no CAD, lo cual es una cortesía a su proliferación en el proyecto a pesar de su rechazo a los “cambios” (Farfán y Chavil, 2016).

En nuestro país, esta metodología es aplicada principalmente para formatos BIM como presentación, calculación de materiales y costos, identificación de incompatibilidades de los planos y replicación de diseños de referencia (CAPECO, 2018). Como propuesta para la mejora en la aplicación de VDC, debemos entender que actualmente se crea un VDC básicamente similar, excepcionalmente avanzado y respaldado por numerosos expertos.

## **Figura 15**

*Costo del proyecto vs etapas.*



Fuente: (CAPECO, 2018).

Construir una edificación con materiales de alta calidad y con bajo nivel arquitectónico y estructural ocasiona una dificultad para un impacto significativo en los costos y limita el producto final en las aplicaciones del VDC. Existe una brecha entre proporcionar un 0,5 % de VDC y brindar apoyo a los proveedores/subcontratistas. Este es otro factor importante que realiza actividades innecesariamente tediosas porque no toman importancia a las partes reales del negocio sin perjuicio de la hipotética aplicación del “VDC” (CAPECO, 2018).

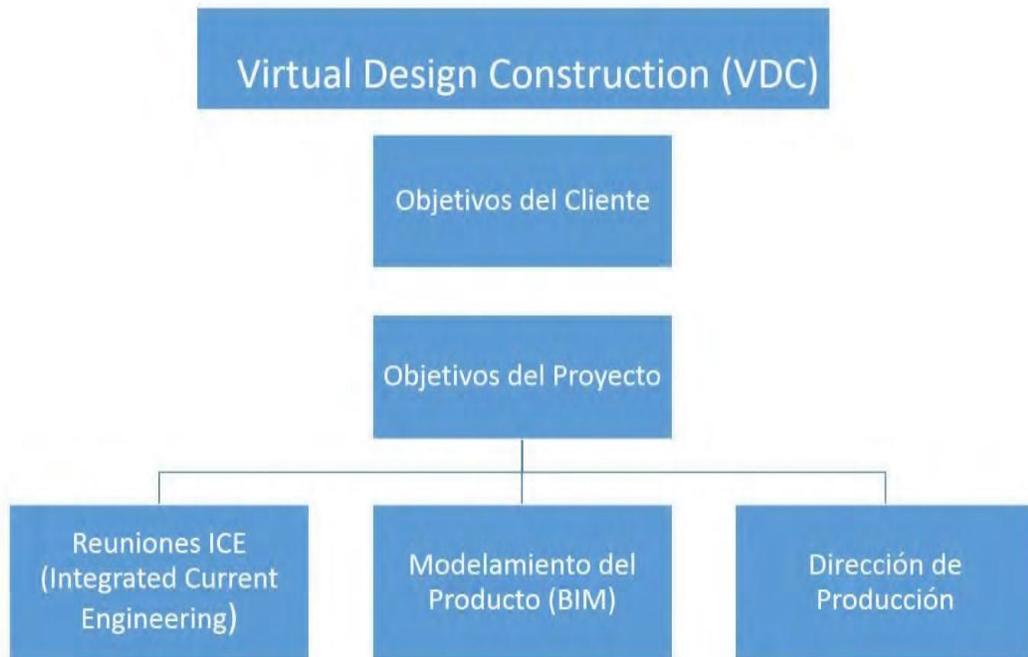
### **Reuniones de Ingeniería Concurrente Integrada, uno de los objetivos del Proyecto:**

El propósito del proceso de VDC es enfocarse y cumplir los objetivos del cliente y de la empresa. Estos objetivos se pueden lograr con el ICE, algunas vistas virtuales en 3D, finalmente reproduciendo el resultado final, los obstáculos

existentes, compatibilidad del trabajo, calidad mejorada y tiempo reducido. Sirve para gestionar y controlar las operaciones.

### Figura 16

#### *Enfoques de VDC*



*Fuente: Programa de Certificación Clases 2sn VDC, Lima - Perú, 2015*

Esto se necesita para resolver el objetivo del cliente:

- a.- Encontrar un artículo reconocido por el mercado, con el fin de conseguir un proyecto beneficioso.
- b.- Contar con gastos necesarios para obtener una productividad efectiva.
- c.- Revisión de los datos del proyecto antes de la negociación.
- d.- Lograr la calidad ideal, manteniendo la naturaleza del artículo.

El objetivo de la empresa (OP) puede o no corresponder a las exigencias del cliente. La empresa está en todo el derecho de enfrentarse con los clientes por los objetivos que estos tengan. Por ello, es de vital importancia entender los objetivos de ambos desde el principio, asegurar su viabilidad y tener una relación consistente para lograr mejores resultados.

- a.- Obtener relación con lo acordado.
- b.- No sobre pasar los gastos de obra autorizados.
- c.- Trabajar con los términos de calidad acordados.
- d.- Tener una referencia de trabajo.

Las reuniones de ICE son impulsadas por la asociación que involucran a los animadores importantes de las diversas etapas de una tarea, comenzando con la etapa inicial.

En todos los niveles hay muchas profesiones afines:

### **Reuniones antes del proyecto.**

Es importante las reuniones del profesional diseñador con el propietario o cliente, ya que es la etapa fundamental para el proyecto porque podemos determinar las características y los objetivos para que los enfoques sean claros y las cosas marchen sobre ruedas.

### **Reuniones sobre las actividades.**

En una empresa, los principales actores serán arquitectos, ingenieros civiles e ingenieros sanitarios y eléctricos, posiblemente el director de obra o responsable,

y también es importante que se involucre el cliente u operario. Es importante cuando se trata de justicia. La atención de estos gerentes contribuirá a las reuniones y conferencias de negocios previas, que lograrán empresas más grandes de acuerdo al plan, pero se volverán más efectivas.

### **Reuniones de la etapa de desarrollo.**

En esta reunión, los planificadores avanzados y finales revisan semanalmente los planes de trabajo. Necesitamos una alta consistencia en la planificación. Tenemos de 4 semanas a mes y medio para volver al trabajo futuro enfocando todos los recursos y eliminando restricciones. Cuando se eliminan las restricciones, estas tareas se trasladan a los planes cada semana. De manera similar, para lograr los objetivos de finalización comercial, es necesario asegurarse de que se hayan completado las órdenes de trabajo anteriores.

La siguiente tarea no se puede programar a menos que se complete la tarea anterior.

Estas reuniones se basan en:

- Las actividades o trabajos a seguir.
- Quien realiza el gráfico de asociación.
- El inicio y el final de cada actividad.
- Coordinación de los trabajos, materiales, equipos, etc.
- Se acuerda la cooperación.
- Examinar las opciones de realización de las actividades.
- Evaluar los planos.
- Determinación de las ocupaciones.

## **CAPÍTULO II: METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

#### **2.1.1. Por el propósito**

Para Murillo (2008), la investigación aplicada se clasifica como “exploración experimental o de sentido común”, la cual se describe por la forma en que busca la aplicación o utilización de la información obtenida, mientras que se obtienen otras, posterior a la ejecución y ordenamiento de los entrenamientos a la luz de en la investigación.

Por todo ello la presente investigación es aplicada, ya que se ha implementado en una obra en ejecución, verificando sus resultados

#### **2.1.2. Según el diseño**

Según el diseño la presente investigación es de tipo no experimental transversal descriptivo; ya que no se están manipulando las variables para encontrar resultados.

### **2.2. Población y muestra**

#### **2.2.1. Población**

Dentro de nuestra población encontramos viviendas multifamiliares de hasta 10 pisos en Lima Metropolitana.

#### **2.2.2. Muestra**

La muestra del presente estudio se conforma por un edificio multifamiliar Gran Tomás Valle - Lima, por lo que, se trata de un muestreo no probabilístico, y es aplicado la metodología por conveniencia de análisis.

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

### 2.3.1. Técnicas de recolección de datos

Las distintas técnicas de recabado de información que se emplearán para el presente estudio son:

- **Observación:** Se observará el expediente técnico del proyecto Multifamiliar Gran Tomás Valle; entre el encontramos planos, presupuesto, cronograma, etc. Que nos permitirá conocer, profundizar y sobre todo familiarizarnos con este proyecto de construcción para luego generar un enfoque en cuanto a la aplicación de la metodología VDC.
- **Análisis de documentación:** Se tomó la información de la documentación que integra el planeamiento y la construcción del “Edificio multifamiliar Gran Tomás Valle”, tales como planos (Arquitectura, Estructuras, Eléctricas, Sanitarias, etc.), cronograma de obra, metrados y presupuesto para su posterior análisis.

### 2.3.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos que se emplearán para la recolección de datos, serán los siguientes:

- La guía de observación, para poder evaluar las incompatibilidades de las diferentes especialidades presentes en el proyecto del edificio multifamiliar Gran Tomás Valle haciendo uso del instrumento BIM.
- La ficha resumen, para poder plasmar e informar sobre cada incompatibilidad presente en el proyecto con el fin de evaluar y determinar la optimización (en soles) al hacer uso de VDC y evitar estos errores. (**Ver Anexo 1**)

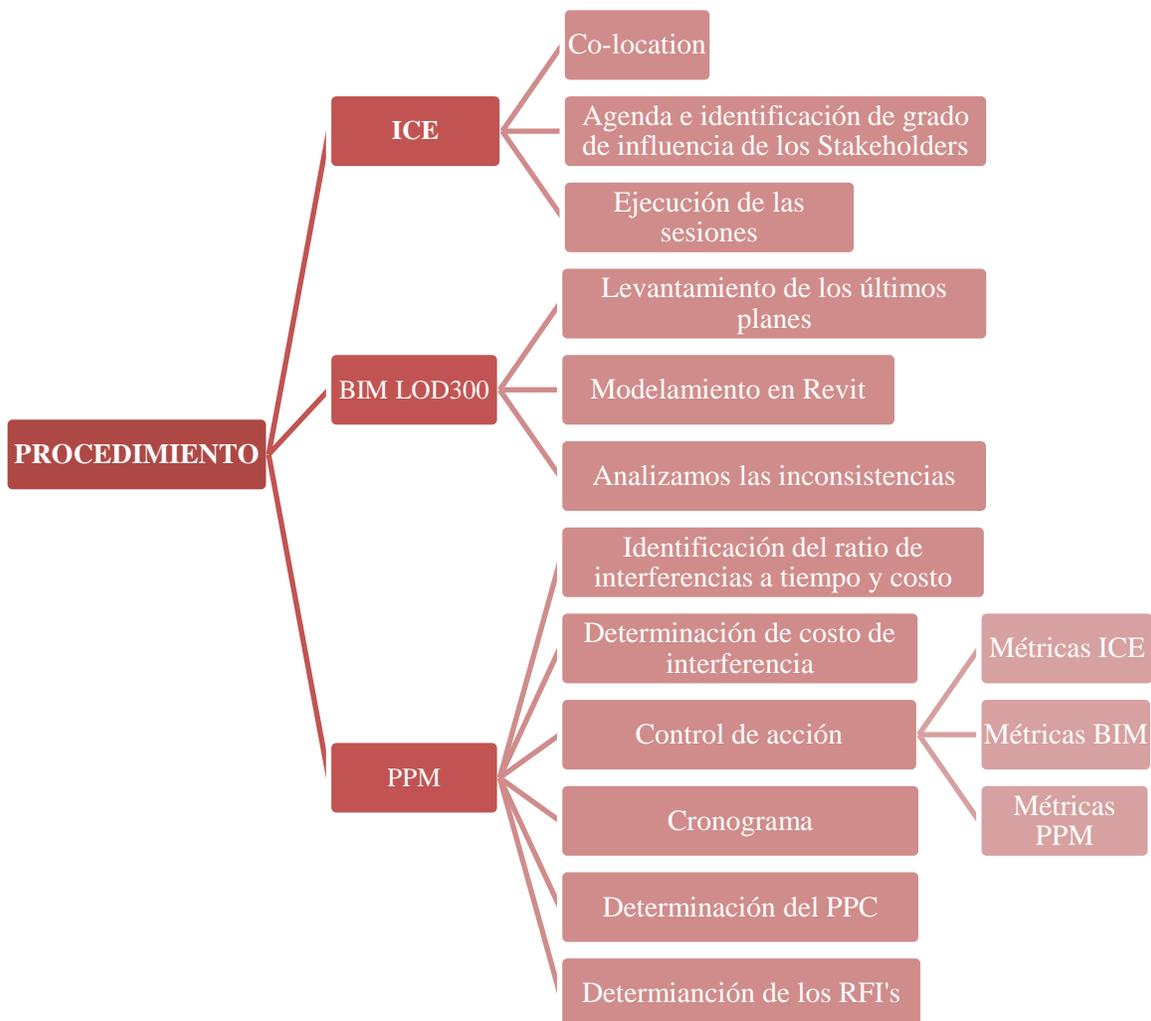
Los instrumentos de recolección de datos serán validados por el Ing. Eter Robert Portilla Pulido (especialista en gestión de proyectos), quien revisará que la ficha resumen y la guía de observación cumpla con los requisitos necesarios para expresar de manera clara y precisa lo que representa (**Ver Anexo 2**)

## 2.4. Procedimiento

Cabe señalar que la metodología VDC solo fue aplicada en la etapa de ejecución del edificio Gran Tomás Valle - Lima

**Figura 17**

*Procedimiento*



Según (Gómez, 1993) "El objetivo prioritario de la estrategia es conseguir la forma más idónea de realizar un movimiento, teniendo en cuenta los elementos de tiempo, esfuerzo y dinero". Dicho esto, detallaremos el procedimiento realizado:

✓ **Organización de los involucrados para las coordinaciones**

Este equipo tiene que conformarse por todos los Stakeholders del proyecto, ya que ellos presentan información crucial para lograr los objetivos.

✓ **Determinar los objetivos para la coordinación de obra.**

Dentro de ellos tenemos:

- No tener interferencias
- Tener reuniones semanales
- El tiempo máximo de dar solución a los conflictos es de 2 días.

✓ **Modelamiento BIM**

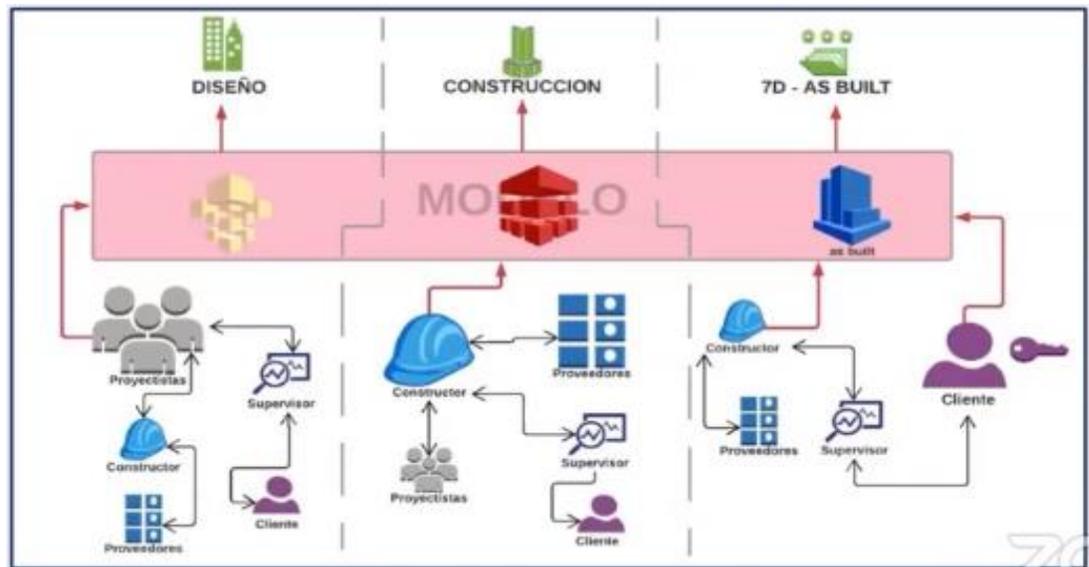
Se desarrolló el modelamiento BIM, haciendo uso del diseño en LOD 300; esto será detallado a continuación:

- Levantamiento de los últimos planes y avalados por el distrito, preparados para su realización.
- Se contrastan los planos 2d y el Reglamento Nacional de Edificaciones y las directrices metropolitanas y los límites metropolitanos.
- Confirmando consistencia, el estudio de Arquitectura se completa con Revit Architecture.
- Comprobando la consistencia, la revisión de cada plano de diseño se realiza con Revit Structure.

- Confirmando consistencia, el levantamiento de fuertes, por ejemplo, establecimientos estériles, eléctricos, mecánicos y ubicación de alarmas se realiza con Revit Mep
  - Después de haber hecho la demostración 3D de los fuertes, se completa en el punto de cruce de las fortalezas de Arquitectura y Estructuras.
  - Resultado de la intersección de este despliegue, la prueba distintiva o se completa para orientar de impedancias e incongruencias.
  - En consecuencia, se suman los fuertes de Instalaciones en general.
  - Luego, se realiza una auditoría de las impedancias e incongruencias con cada una de las fortalezas que son indispensables para el Expediente Técnico.
  - Por fin, estas incongruencias y obstrucciones se plantean a los arquitectos, para abordar las irregularidades e inconsistencias.
  - Con esto tenemos la pantalla, se utilizará cerca, para observación y control. Además, tener la opción de realizar las actualizaciones, a medida que se va construyendo.
- ✓ **Aplicación de las sesiones Integrated Concurrent Engineering**
- Las sesiones ICE nos permite ver de otra manera las interferencias, las incongruencias y situaciones de discrepancia del proyecto. De darse el caso que se pida la evaluación de un especialista externo, se aplicará una Solicitud de Información (RFI's).

**Figura 18**

*Stakeholders*



*Fuente: Instituto Mexicano de Lean Construction, 2021*

Las sesiones ICE serán realizadas semanalmente de forma regular y de presentarse alguna dificultad serán realizadas a la brevedad posible para dar solución.

**Posibles sesiones ICE:**

- Revisión plan maestro.
- Revisar PPC semanalmente.
- Análisis causa raíz de los incumplimientos.
- Planificación de la siguiente semana

Realizamos el llenado de la **Tabla 4** para determinar el grado de influencia en la implementación del VDC; así mismo, identificar si es necesario realizar sesiones ICE para cada situación de los Stakeholders.

Al finalizar cada reunión se llenará el formato (**Tabla 5**) con las conclusiones obtenidas.

✓ **Aplicación del PPM (Project Production management) para determinar métricas para los parámetros de VDC**

Con el desarrollo del proyecto iremos identificando los problemas surgidos y daremos solución mediante el PPM, para ello usaremos la **tabla 6** para plasmar lo antes mencionado.

Dentro de las métricas de BIM tenemos las siguientes:

- % de fases que emplearon el modelamiento BIM.
- Número de vistas disponibles del modelamiento.
- % de incompatibilidades halladas.

Dentro de las métricas del ICE tenemos las siguientes las cuales fueron aplicadas.

- % de planes validados.
- % de solución a las incompatibilidades de BIM
- % de asistencia de involucrado a las sesiones.
- % de entrega de cronograma de obra actualizado.
- Número de liberaciones de actividades por semana.
- Número de días de espera para el cronograma actualizado

Dentro de las métricas del PPM tenemos las siguientes:

- % de cumplir con la gestión de producción del proyecto.

- % de determinación causa raíz intervenidas

## 2.5. Análisis de datos

Se investigó la documentación recopilada, eligiendo la información más crítica o significativa para contar con una base de ayuda o asistencia con la creación del marco de utilización.

Se propone la metodología de uso del VDC, nombrando los ciclos, procedimientos y dispositivos que soportan este marco y cómo deben ser compuestos y consolidados de manera exacta y esquemática en la etapa de organización.

- **Creadores:** Son los organizadores y profesionales capacitados, las personas que tienen los datos específicos, posiblemente se puede decir que son el núcleo de la asociación. Ellos son los que deberían usar el artículo para discutir sus arreglos; En numerosas asociaciones, los creadores no requieren datos específicos sobre desarrollos de diseño asistido por computadora. Sin embargo, al ejecutar la programación de VDC, los avances deberían crear y ser más inconfundibles que las habilidades y capacidades que tenían con la programación BIM. Esto se debe a que la reserva de VDC no solo le permite impartir y hacer planes de juego, sino que también lo ayudará fácilmente con una parte de las responsabilidades del acuerdo.
- **Propietarios:** Como su misión lo menciona, son los propietarios del encargo, quien marca las pautas fundamentales que seguirán las obras normales una vez realizada la mejora.
- **Especialistas:** asumen un gran trabajo, ya que son los que a menudo tienen la opción de diseñar partes de los sistemas específicos presentados y deben

coordinar el trabajo y el plan con varias zonas. Este trabajo será consolidado o incluido dentro elaborado por el especialista temporal para las tareas del arreglo integrado.

- Arquitectos: Dependiendo de la posibilidad del encargo, pueden ser los de mayor peso en cuanto a los puntos del plano y su trabajo.
- Trabajador por contrato: dado que es la persona que realmente pondrá en marcha el encargo, su valoración es especialmente crítica y concluirá sobre la pericia con la que se construirá el emprendimiento o las complicaciones que pudieran surgir en su ejecución.
- Proveedores: Su trabajo beneficia ciertas partes del proyecto. Esto se debe a que la disponibilidad de algunos materiales de desarrollo o la implementación explícita del sistema pueden ser fundamentales para la tarea. Parte del equipo que llevan afecta el espacio básico de su base, acción y apoyo.
- Stakeholders: Son aquellas personas que no forman parte de las estructuras ordinarias y que llegan a esperar un gran trabajo cuando hay solicitudes extraordinarias sobre el trabajo a realizar.

## **2.6. Aspectos éticos de la investigación**

“Los diseñadores deben promover y salvaguardar la rectitud, el honor y el aplomo de su profesión, contribuyendo con su liderazgo al desarrollo de la concertación pública y manteniendo un pleno sentido de consideración hacia ella y su pueblo, en vista de la honradez y respetabilidad con que ejercen actuar, en consecuencia, deben decir la

verdad y ser imparciales, sirviendo con firmeza a la población”, señala el artículo 06 del Reglamento del Colegio de Especialistas del Perú. PIC, (2011).

Ávila, M. G. (2002), nos hace saber que “La actividad de exploración lógica y la utilización de la información que entrega la ciencia exigen un liderazgo moral en el analista y en el educador. El liderazgo sin escrúpulos no es bienvenido en la práctica lógica. y asesinado. Aquel que con intereses privados detesta la moral en la investigación, adultera la ciencia y sus elementos y se contamina a sí mismo. Existe un entendimiento general de que debe mantenerse alejado del plomo no confiable en el acto de la ciencia. Es más inteligente hacer las cosas bien que tratar terriblemente. Sin embargo, la cuestión no es sencilla, en razón de que no existen pautas razonables e innegables. La moral maneja las circunstancias conflictivas sujetas a decisiones morales” (p. 93).

En esta investigación se respetaron plenamente los derechos de las partes involucradas. Se informó al titular de las razones y objetivos de la investigación, teniendo en cuenta que el titular podía negarse a participar.

Toda la información y los datos de los propietarios de viviendas individuales se mantienen completamente confidenciales y cumplen con los principios éticos de la investigación. Además, sus datos se utilizaron únicamente con fines de investigación con estricto respeto a la protección de datos. Es decir, se respetó el derecho al anonimato.

Se aclara que la información obtenida en esta investigación sólo será utilizada para cumplir con el propósito del estudio.

Los puntos de vista morales considerados en esta empresa están conectados con la progresión de la ciencia y la innovación; Pueden ser sentidos como obstáculos para el

especialista, sin embargo, la mejora del ciclo analítico es el principal cometido que tienen sus individuos, en tal método para mejorar la interacción, al mismo tiempo, lo más importante, espera salvaguardar las libertades de las personas a través del respeto a la dignidad humana.

El estudio considera que la muestra no presenta riesgo ético, cita los datos teóricos y concretos recabados, considera la originalidad del documento, y toda la información propuesta y recabada es cierta.

Los datos propuestos en el estudio serán recolectados con el más alto grado de confiabilidad y precisión y se tiene en cuenta su exactitud. Del mismo modo, la Colección de Teoría alberga análisis enfocados de teorías extraídas de varios documentos, teniendo en cuenta las pautas requeridas por la Universidad.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Representación de la información

En primer lugar, la asociación, es vital retratar desde qué fase se debe razonar el esfuerzo y hasta qué grado de detalle se necesita.

Informaciones del proyecto “**EDIFICIO VIVIENDA MULTIFAMILIAR GRAN TOMÁS VALLE**”.

El terreno se ubicado en la Av. Tomás Valle # 1580, San Martín de Porres. La región del terreno es de 2488,22 m<sup>2</sup>. El inmueble se encuentra en la esquina de la Av. Tomás Valle y la calle Jesús Vera, colindando por el lado derecho e izquierdo por propiedades privadas.

#### Tabla 3

*Sinopsis de las superficies desarrolladas*

<b>ÁREA CONSTRUIDA POR PLANTA</b>	
SÓTANO - 3	1841.38 m <sup>2</sup>
SÓTANO - 2	2421.71 m <sup>2</sup>
SÓTANO - 1	2466.02 m <sup>2</sup>
PISO 1	2217.51 m <sup>2</sup>
PISO 2	2205.88 m <sup>2</sup>
PISO 3	1001.85 m <sup>2</sup>
PISO 4	1007.60 m <sup>2</sup>
PISO 5	947.89 m <sup>2</sup>
PISO 6	1007.60 m <sup>2</sup>
PISO 7	947.89 m <sup>2</sup>
PISO 8	947.89 m <sup>2</sup>
PISO 9 - TERRAZA	151.27 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>16125.31 m<sup>2</sup></b>

### Figura 19

*Altura 3D de la tarea "Multifamiliar de Viviendas Gran Tomás Valle"*



*Fuente: Proyecto Gran Tomás Valle*

### Figura 20

*Ubicación del emprendimiento "Multifamiliar de Viviendas Gran Tomás Valle".*



*Fuente: Proyecto Gran Tomás Valle*

**Figura 21**

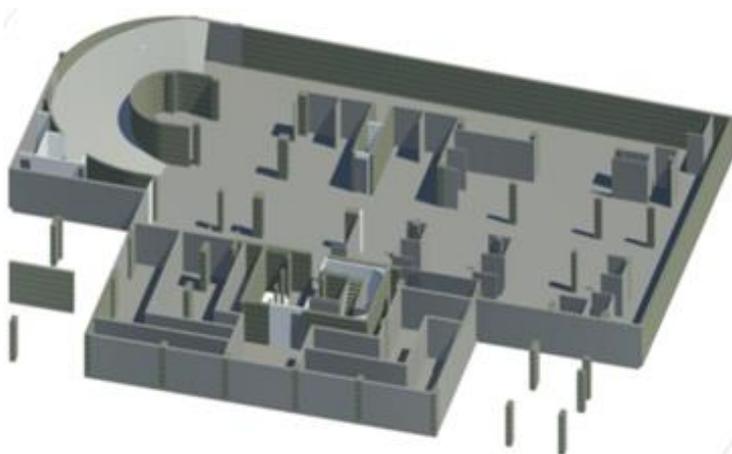
*Vista elevación multifamiliar Gran Tomás Valle*



*Fuente: Proyecto Gran Tomás Valle*

**Figura 22**

*Parte de las cocheras*



*Fuente: Proyecto Gran Tomás Valle*

**Figura 23**

*Visualización en Revit Architecture*

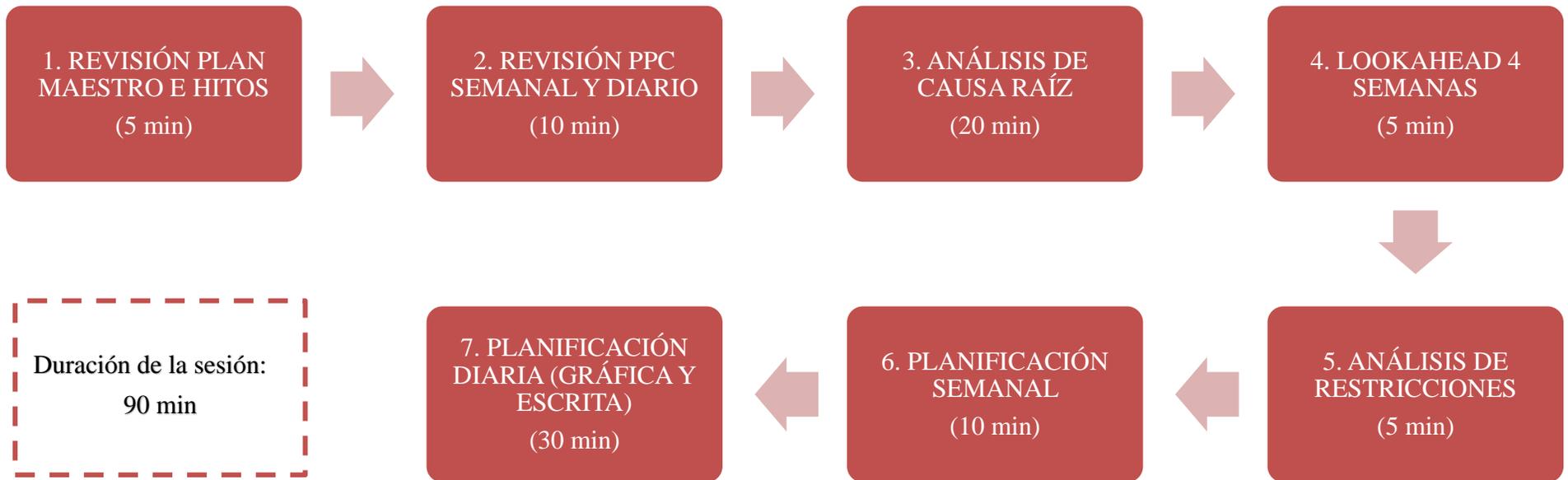


*Fuente: Proyecto Gran Tomás Valle*

### 3.2. Agenda de las sesiones ICE

**Figura 24**

*Planificación semanal de las sesiones ICE*



Agenda semanal de las sesiones ICE, teniendo una duración de 90 minutos

### 3.3. Identificar si es necesario realizar sesiones ICE para cada situación de los Stakeholders

Tabla 4

*Grado de influencia de la Implementación de VDC*

ITEM	STAKEHOLDER	POSICION EN EL CONTRATO	GRADO DE INFLUENCIA EN LA IMPLEMENTACION VDC		PUNTOS		NECESARIO PARA SESIONE ICE	
			OBJETIVO DEL PROYECTO	OBJETIVO DEL CLIENTE	POSITIVOS	NEGATIVOS	SI	NO
1	CONSORCIO CONSTRUCTOR INMOBILIARIA LOS PORTALES	EMPRESA INMOBILIARIA JECUTORA DE LA OBRA	<b>ALTO</b>	<b>ALTO</b>	Empresa inmobiliaria conocedora de la metodología VDC.	El equipo actualmente se está adaptando en el manejo de todos los softwares involucrados en la implementación VDC.	Muy necesario	
2	CLIENTES	POBLACION BENEFICIADA	<b>MEDIO</b>	<b>NO APLICABLE</b>		Si no hay buenos resultados en cuanto a diseño, construcción y todo lo que ello implica, la demanda en cuanto ventas será baja.		<b>NO</b>

3	PROVEEDORES	EMPRESAS CONTRATADAS PARA ABASTECER DE MATERIALES	<b>ALTO</b>		Materiales puestos en obra. Se realiza la coordinación una semana antes para la adecuada distribución.	Se presentó problemas la primera semana por temas de almacenaje.	SI (Primera semana)
4	COMUNIDAD DONDE SE EJECUTA LA OBRA	COMUNIDAD BENEFICIADA	<b>MEDIO</b>	<b>NO APLICABLE</b>	Si no hay buen manejo social, la comunidad puede paralizar la obra.		NO

<b>LEYENDA</b>	<b>NO APLICABLE</b>
	<b>BAJO</b>
	<b>MEDIO</b>
	<b>ALTO</b>

La empresa ejecutora y los proveedores tienen un grado de implicancia muy alto dentro del proyecto, por ello se debe tener mucho cuidado con los puntos negativos de dichos Stakeholders y poder mejorarlo en las sesiones ICE.

### 3.4. Realización de acta para las sesiones ICE (Ver Anexo 3)

**Tabla 5**

*Acta de Sesiones ICE*

ACTA DE REUNIÓN		
<b>Nombre del Proyecto:</b>		<b>N° ACTA:</b>
<b>Fecha de reunión:</b>		
ASISTENTES		
NOMBRES	CARGO	FIRMA
TEMAS TRATADOS		
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
ACUERDOS		
CONCLUSIÓN		
1.		
2.		
3.		
<b>Elaborado por:</b>		<b>Firma:</b>
<b>Próxima reunión:</b>		

Las sesiones ICE fueron realizadas semanalmente y aplicando el formato de la tabla, se realizaron de acuerdo a la presencia de inconvenientes o la necesidad de tratar algunos temas importantes.

### 3.5. Aplicación del PPM en problemas presentados

**Tabla 6**

*Aplicación del PPM a problemas*

<b>Problema resuelto con PPM</b>	<b>¿Qué mejoró usando PPM?</b>	<b>¿Cuál fue el mayor desafío al aplicar PPM?</b>
Se redujo los plazos de la etapa ejecución del proyecto.	En función al modelamiento del VDC se detectó posibles incompatibilidades.	Hacer entender al equipo la metodología.
Desorganización de las respuestas de los requerimientos.	Se organizó mejor el tema de entrega y abastecimiento de requerimiento.	Hacer entender al equipo la importancia de ser ordenados y organizados para lograr los objetivos.
Se solucionó la incertidumbre del plan de trabajo.	Se mejoró el flujo de trabajo y la producción del proyecto.	Llevar a cabo equipos de trabajo.
Se eliminaron los retrasos de obra.	Mediante las sesiones ICE se determinó las dificultades presentes y se combatió eso.	Incluir al equipo técnico en las sesiones ICE.

La **tabla 6** muestra algunos de los problemas presentados en el proyecto que pudimos resolver con PPM dentro de las sesiones ICE. La reducción de plazos es algo muy importante para el proyecto, ya que nos puede reducir costos y es importante aplicar una buena gestión de la producción.

### 3.6. Identificación y aplicación de las métricas

Se ha identificado las métricas con respecto a los objetivos que vamos a lograr en la construcción del edificio Gran Tomás Valle; tanto en las sesiones ICE, en el modelamiento BIM y en el PPM. Para ello, haremos uso de la **tabla 7. (Ver anexo 4, 5 y 6)**

**Tabla 7**

*Métricas*

ICE / BIM / PPM	Objetivo	Métrica	Meta
Métricas de producción			
Factores controlables			

### 3.7. Aplicar la metodología VDC en el proyecto de viviendas multifamiliares.

Para aplicar la metodología VDC se usó la programación Revit.

#### - Programación Revit

La visualización de Revit es la que se utilizó para el modelamiento; por lo tanto, se hará una descripción concisa de su utilidad.

La pantalla base de Revit tiene un menú de diseño que incluye las áreas clave más exigentes, como son pasillos, ventanas y paredes de paneles. También hay un menú de construcción que generalmente contiene la parte importante de retirar

y mover la pila de estructuras. En el menú de desarrollo podemos encontrar cimentaciones, divisorias ocultas, porciones y partes esenciales para el plan de estructura metálica.

También hay un menú carcasas con todas las funciones electromecánicas de Revit. Desde este display se puede crear tubos, canales de refrigeración, ruedas dentadas mecánicas y piezas relacionadas. La funcionalidad electromecánica es una de las características principales de Revit. Por ejemplo, al crear un conducto, corte para mostrar las formas de unión entre secciones rectas, como codos, tees y uniones lisas.

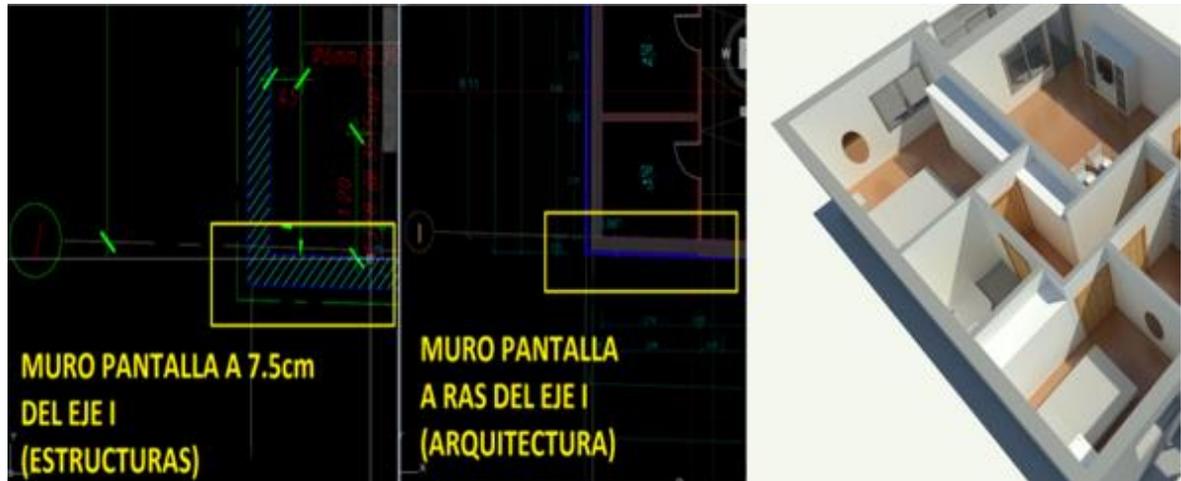
Además del menú de Revit, hay otras funciones importantes relacionadas con la entrega y edición de modelos. En la esquina superior derecha hay una pequeña barra con opciones de movimiento en el interior del modelo. En este icono podemos seguir la rueda de dirección destacada. Esto se utiliza para indicar que es cliente de AutoCAD. Esta barra también tiene una función de zoom que le permite acercar partes específicas.

### **Mejoramiento de la exhibición del proyecto.**

Esta estrategia se realiza reuniendo el verdadero avance del diseño, que posibilitará encontrar y corregir los inconvenientes de plano rastreados en ellos. Estos inconvenientes son provocados por las irregularidades y obstáculos entre los planes y por la falta de constructibilidad del arreglo, que se puede distinguir en el marco de percepción.

**Figura 25**

*Muro de pantalla a 7.5 cm del eje I*



En la **figura 25** se puede percibir muy bien lo que significan los planos de diseños para el plano de ingeniería, identificándose una distinción de 7,5 cm.

Para verificar en 3D empleando el programa REVIT, describimos con qué detalle esperamos que funcione generalmente y con qué fortalezas. Con posterioridad, se requiere mostrar cada uno de los planos, y se deben utilizar simultáneamente las plantas, regiones, sutilezas, alzados, etc.

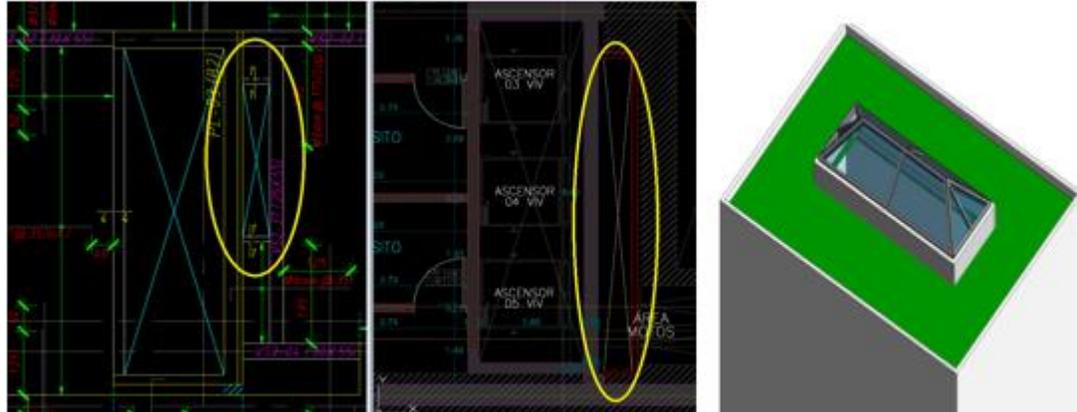
### **Definir las interferencias a través de la metodología VDC**

Las interferencias fueron encontradas en la etapa de ejecución, donde fueron presentadas en una sesión ICE para dar solución y no dilatar más el tiempo.

Las contradicciones son cargas que surgen debido a una representación incorrecta en un registro del documento específico (plan, informe, detalle) que no está asociado con lo que se muestra en varios registros del documento en particular.

**Figura 26**

*Interferencias en los ductos de la azotea*



En la **figura 26** es posible ver que el plano de diseño y el plano de estructuras presentan disconformidades, cuando se ilustraron las fortalezas compositivas y en planta, se vio que el corte de cubierta de la planta principal se dispuso con la medianera subyacente, dejando la región del salón de nivel sin segmento de azotea.

**Figura 27**

*Rampa que discurre desde el Sótano 2 hacia el 1, presenta 1.33 m de altura libre.*



Como debe verse en la **figura 27**, en los típicos planos de diseño asistido por computadora en 2D hay condiciones y además puntos de vista que no son visibles a simple vista y cuando este tipo de error se percibe en el terreno en los planos, se hace una debilidad en el giro de los acontecimientos, así como imaginar que estos discernimientos necesitan tiempo para ser atendidos, ya que deben ser formalizados por los requerimientos de los clientes.

### Figura 28

*Plano indica 17 contrapasos y en obra se necesita 18.*

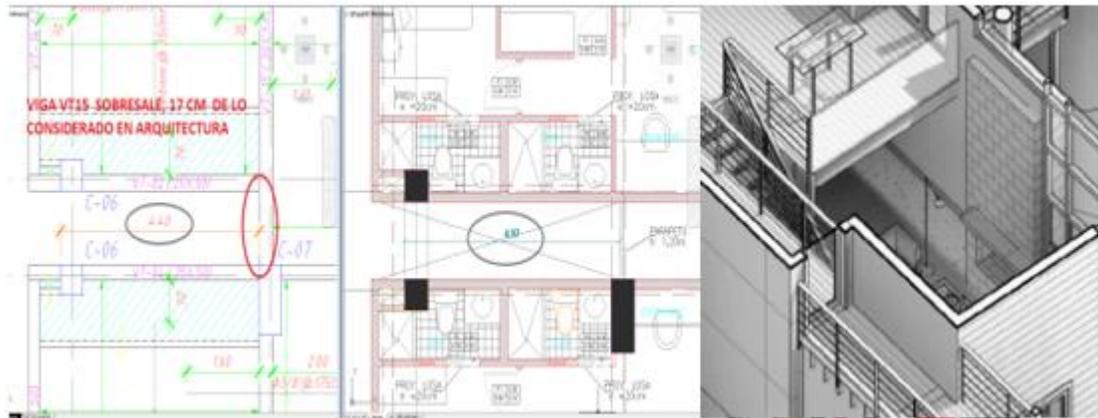


Según la representación en la programación BIM, como se muestra en la **figura 28**, muestra 17 contrapasos en los planos estructurales y en el plano de diseño, no obstante, según la proposición, serían imprescindibles 18 contrapasos.

Como debe ser visible en la figura, las contradicciones se encuentran cuando consolidamos las distintas disciplinas y eso es lo que vemos, al cruzar la información entre las especialidades.

**Figura 29**

*Disminución de área de condominio 406-401 por causa de viga VT15.*



Como se muestra en la **figura 29** en el modelamiento BIM, la viga VT15 - excede 17 cm hacia el tragaluz, disminuyéndola (Condominio 406-401), situación que es repetitiva en los pisos superiores.

**Figura 30**

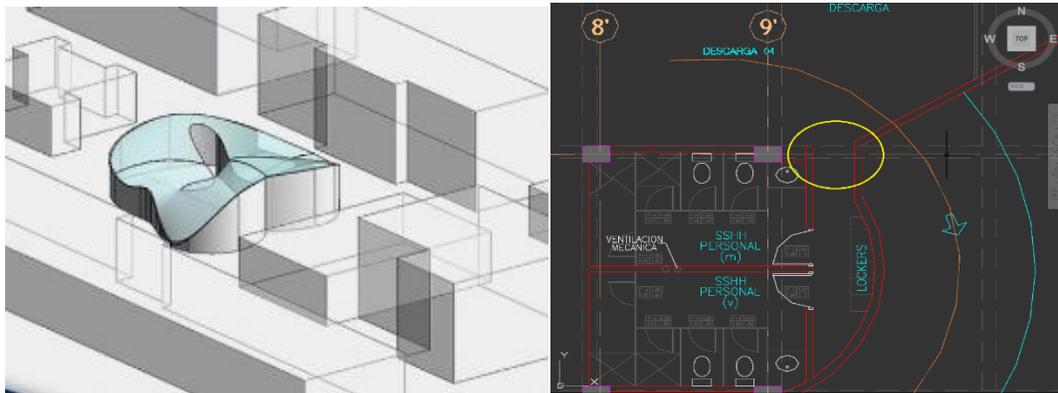
*Disminución del área de ducto.*



Según la **figura 30**, el tragaluz o lucernario frente a los departamentos 409 y 405 se disminuye unos metros según los planos de estructura, errores que también son repetitivos en los pisos superiores.

**Figura 31**

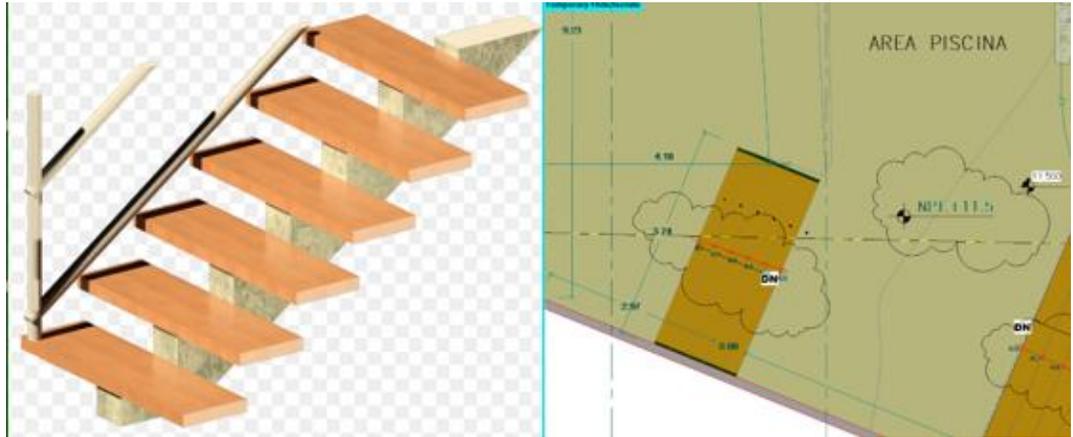
*Columna dificulta acceso por mala ubicación.*



Como se puede ver en la **figura 31** en el modelo BIM, la viga invertida y la columna del eje 9' presentan desfases, lo que dificultará el acceso a la zona de S.S.H.H. en el primer sótano.

**Figura 32**

*Mal cálculo de la cota final de la escalera.*



Según la **figura 32** el modelamiento BIM, la escalera que se mejoró para pasar de la cota +10.05 a la cota +11.50, no llegará al nivel que se muestra, puesto que no posee los pasos suficientes.

**Figura 33**

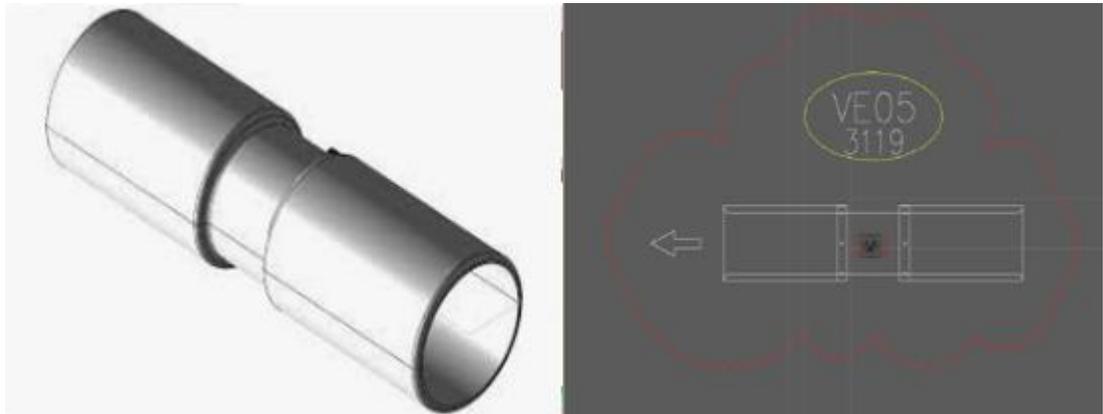
*Reducción de altura de puerta de 52 cm.*



Como indica la **figura 33** en el modelo BIM, la puerta que abre hacia el interior se lo impide una viga peraltada a una distancia de más de 50cm, lo que impediría que se aperture en los entrepisos.

### **Figura 34**

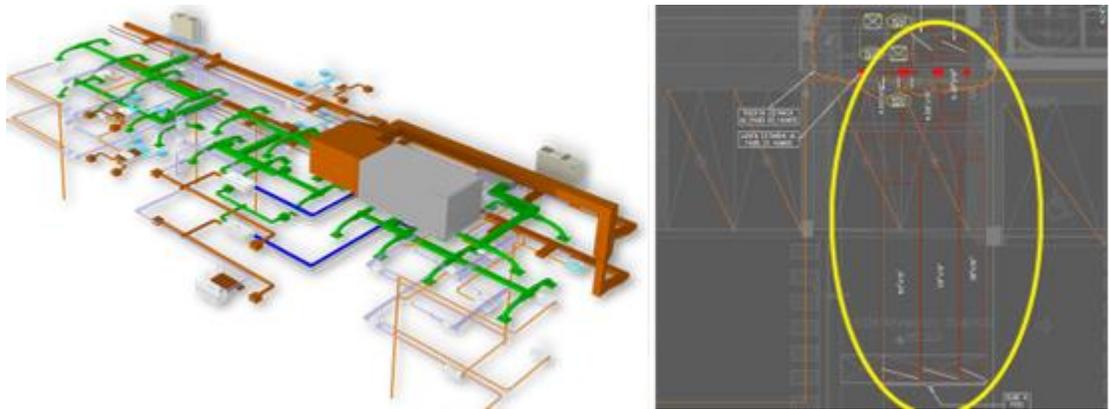
*Ubicación de la zona de Jet Fan no es la adecuada.*



Según la **figura 34** en el modelo BIM, la zona de Jet Fan está propuesta entre las vigas, específicamente en los E' y 7'. Este error debilita a los elementos estructurales en la transmisión de cargas.

### **Figura 35**

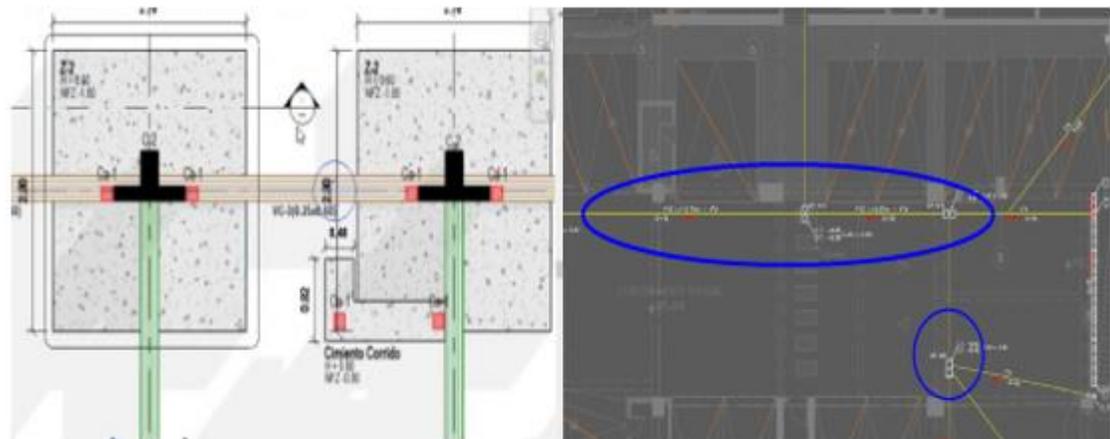
*Tubos que conducen el aire acondicionado dificultan los rociadores PCI.*



Según muestra la **figura 35** del modelamiento BIM, los conductos de aire acondicionado bloquean los rociadores PCI y algunos aparatos ligeros, en los ejes F'- E' y 5'- 4'.

### Figura 36

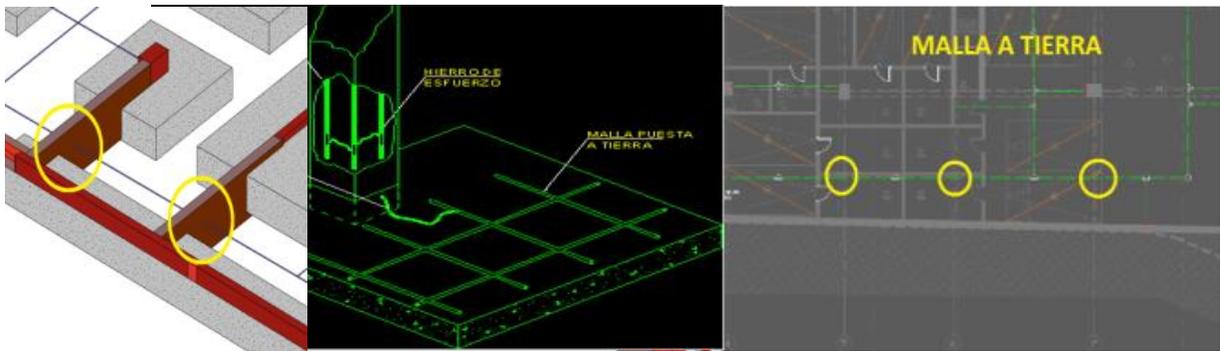
*Tubos de desagüe traspasan en las zapatas.*



Como muestra la **figura 36** en el modelo BIM, las cajas de registro y los tubos de desagüe atraviesan la zapata, en el eje E' y el eje superior/vertical 8-4.

### Figura 37

*Red terrestre cruza las cimentaciones.*



Como lo demuestra la **figura 37** en el modelo BIM, la malla puesta a tierra traspasa las cimentaciones (vigas) del establecimiento, en el eje nivelado I-H y en el eje ascendente 7'-5'.

### Ratio de interferencias a tiempo y costo en relación al proyecto.

**Tabla 8**

*Categorización de la gravedad de las consultas*

<b>Muy Grave</b>	Tiempo perdido, pérdida de materiales, gastos administrativos, impacto en el cronograma, HH del Ingeniero residente, perjuicio del cliente, retrabajos, adicional de obra, tiempo de espera para decisión final del diseño, personal obrero parado, retrasos en la obra,
<b>Grave</b>	Pérdida de materiales, gastos administrativos, HH del Ingeniero de campo, impacto en el costo y calidad, retrabajos, adicional de obra, tiempo de espera para decisión final del diseño, retrasos en la obra.
<b>Moderada</b>	Retrabajo, impacto en el costo, adicional de obra y gastos administrativos.
<b>Leve</b>	Esperas debido a confirmación de la información, retrabajo y gastos administrativos.

La **tabla 8** muestran la categorización de la gravedad de las consultas (RFIs) generadas por las interferencias y/o incompatibilidades surgidas durante la etapa de ejecución de la obra.

## Tabla 9

*Tabla resumen de interferencias*

<b>Categorización de Gravedad</b>	<b>Identificación de la interferencia</b>	<b>Cant.</b>
<b>Muy Grave</b>	Muro de pantalla a 7.5 cm del eje I	1
<b>Moderado</b>	Interferencias en los ductos de la azotea	1
<b>Muy Grave</b>	Rampa que discurre desde el Sótano 2 hacia el 1, presenta 1.33 m de altura libre.	1
<b>Leve</b>	Plano indica 17 contrapasos y en obra se necesita 18.	1
<b>Leve</b>	Disminución de área de condominio 406-401 por causa de viga VT15.	1
<b>Moderada</b>	Disminución del área de ducto.	1
<b>Grave</b>	Columna dificulta acceso por mala ubicación.	1
<b>Moderada</b>	Mal cálculo de la cota final de la escalera.	1
<b>Leve</b>	Reducción de altura de puerta de 52 cm.	1
<b>Grave</b>	Ubicación de la zona de Jet Fan no es la adecuada.	1
<b>Grave</b>	Tubos que conducen el aire acondicionado dificultan los rociadores PCI.	1
<b>Grave</b>	Tubos de desagüe traspasan en las zapatas.	1
<b>Grave</b>	Red terrestre cruza las cimentaciones.	1

La **tabla 9** muestra la identificación de las interferencias categorizadas de acuerdo a su gravedad (leve, moderada, grave y muy grave).

**Tabla 10**

*Costo por Acción ante las interferencias*

Gravedad de Consulta	Costo de Interferencias							
	Suspender mano de obra en la fase de ejecución	Demolición columnas y reejecución	Demolición de vigas y losa	Demolición muros y reejecución	Modificación en los ductos	Sobretabajos en las partidas de instalaciones	Paralización de trabajos de instalación de escalera electromecánica	Reprocesos de actividades para la cabalidad de las especificaciones
<b>Muy Grave</b>	S/ 20,000.00	S/ 6,000.00	S/ 4,500.00	S/ 7,500.00	S/ 37,500.00	S/ 5,500.00	S/ 7,000.00	S/ 5,900.00
<b>Grave</b>	S/ 8,500.00	S/ 4,500.00	S/ 3,500.00	S/ 5,000.00	S/ 35,500.00	S/ 5,000.00	S/ 6,500.00	S/ 5,200.00
<b>Moderada</b>	S/ 3,000.00	S/ 300.00	S/ 2,000.00	S/ 3,000.00	S/ 30,500.00	S/ 4,500.00	S/ 6,000.00	S/ 4,800.00
<b>Leve</b>	S/ 2,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00	S/ 28,500.00	S/ 4,000.00	S/ 5,500.00	S/ 4,000.00

La **tabla 10** muestra el costo de acción ante las interferencias de acuerdo a su categorización, siendo las interferencias leves las de menor costo y las muy graves las de mayor costo.

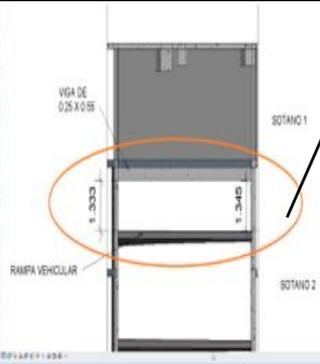
**Control de acción.**

Para el control de las interferencias se ha dispuesto un documento para cada una de las contradicciones con el coste comparativo que sugiere su respuesta en el caso de que no sean reconocidas recientemente.

Por otro lado, cuando se presenten conflictos serán resueltas mediante **RFI (Request for Infomation)**.

**Tabla 11**

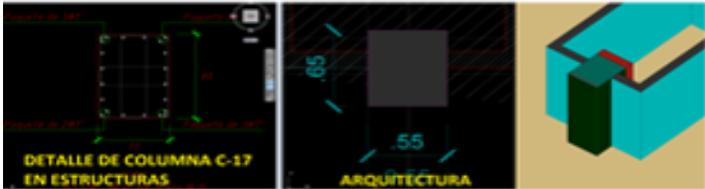
*Optimizado de costos en rampa*

ESPECIALIDAD :	ESTRUCTURAS	CONDICIÓN:	INTERFERENCIA	NIVEL:	SÓTANO 2
					
		<p><b>Observación:</b> Rampa de tan solo 1,33m de altura que va desde el sótano 2 hacia el sótano 1.</p>			
ACCIONES QUE SE DISPUSIERON				COSTO	
				PARCIAL	TOTAL
Suspender mano de obra en la fase de ejecución.				S/20,000.00	<b>S/80,000.00</b>
Demolición de vigas y de techo (losa).				S/45,000.00	
Inconformidad de la obra.				S/15,000.00	

En la **tabla 11** se observa que la rampa que se dirige del sótano 1 hacia el sótano 2, tan sólo cuenta con 1.33 m de altura total.

**Tabla 12**

*Optimizado de costos en Columna C-17*

ESPECIALIDAD :	ESTRUCTURAS	CONDICIÓN:	INTERFERENCIA	NIVEL:	SÓTANO 3, 2 y 1
 <p><b>Observación:</b> En el plano estructural ( ejes e'-5') se aprecia que la columna c-17 presenta diferentes dimensiones con respecto al plano arquitectónico.</p>					
ACTIVIDADES QUE SE PREVIERON (S/)				COSTO	
				PARCIAL	TOTAL
Suspender mano de obra en la fase de ejecución.				S/8,500.00	<b>S/53,500.00</b>
Demolición de columnas y reeejecución.				S/45,000.00	

Como se aprecia en la **tabla 12**, en el sótano 3 (e'- 5') el segmento c-17 en los planos de diseño no tiene estimaciones similares a las de los planos estructurales.

**Tabla 13**

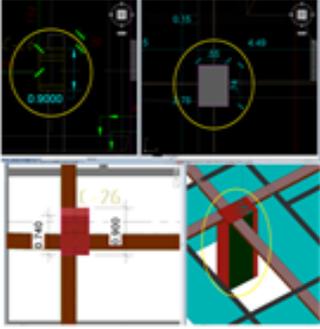
*Optimizado de costos en Columna C-19*

ESPECIALIDAD :	ESTRUCTURAS	CONDICIÓN:	INTERFERENCIA	NIVEL:	SÓTANO 3, 2 y 1
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;">    </div> <div style="flex: 1; padding-left: 20px;"> <p><b>Observación:</b> El plano estructural muestra que la columna c-19 no presenta las mismas dimensiones que en el plano arquitectónico.</p> </div> </div>					
ACCIONES QUE SE DISPUSIERON				COSTO	
				PARCIAL	TOTAL
Suspender mano de obra en la fase de ejecución.				S/8,500.00	<b>S/53,500.00</b>
Demolición de columnas y reejecución.				S/45,000.00	

En la **tabla 13** el caso es parecido a la **tabla 12**, en el que la columna c-19 en los planos de estructura no cuenta con una medida igual que en el proyecto arquitectónico.

### Tabla 14

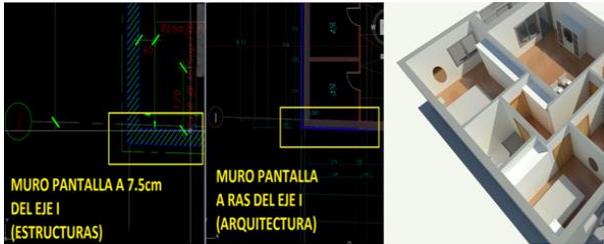
*Optimizado de costos en columnas de arquitectura*

ESPECIALIDAD :	ARQUITECTURA	CONDICIÓN:	INTERFERENCIA	NIVEL:	SÓTANO 3
		<p><b>Observación:</b> En el plano arquitectónico del sótano 3, una de las columnas presenta dimensiones de 80x 65 mientras que en el plano estructural es de 80 x 80.</p>			
ACCIONES QUE SE DISPUSIERON			COSTO		
			PARCIAL	TOTAL	
Suspender mano de obra en la fase de ejecución.			S/2,500.00	<b>S/17,500.00</b>	
Demolición de columnas y reejecución.			S/15,000.00		
-----					
-----					

Del mismo modo sucede en la **tabla 14**, donde se observa que la columna c-26 en el plano de estructuras no cuenta con las mismas medidas que muestra el plano arquitectónico.

**Tabla 15**

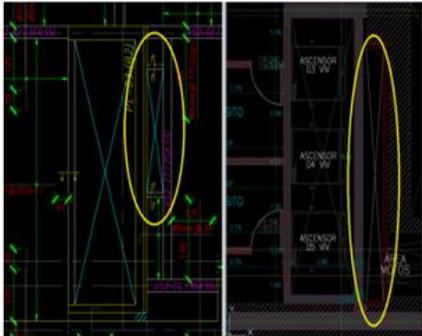
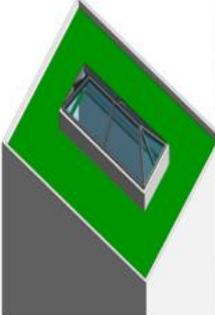
*Optimizado de costos de Muros Pantalla*

ESPECIALIDAD :	ESTRUCTURAS	CONDICIÓN:	INTERFERENCIA	NIVEL:	SÓTANO 3, 2 y 1
		<p><b>Observación:</b> El plano estructural presenta un desfase de 7.5cm en el muro pantalla con respecto al plano arquitectónico.</p>			
ACCIONES QUE SE DISPUSIERON			COSTO		
			PARCIAL	TOTAL	
Suspender mano de obra en la fase de ejecución.			S/8,500.00	<b>S/83,500.00</b>	
Demolición de muro y reejecución.			S/75,000.00		
Reduccion del area en los espacios de los sótanos.					
-----					
-----					

En la **tabla 15**, la incongruencia se halla en el eje I de los muros pantalla (plano estructural), desfasado 7.5cm con respecto a los planos arquitectónicos.

**Tabla 16**

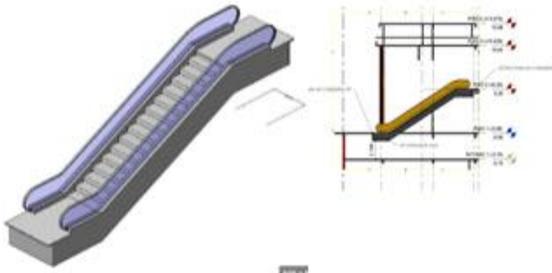
*Optimizado de costo de Ducto de la estructura*

ESPECIALIDAD :	ARQUITECTURA	CONDICIÓN:	INTERFERENCIA	NIVEL:	SÓTANO 1
				<p><b>Observación:</b> El ducto en el plano estructural es de menor dimensión que en el plano de arquitectura.</p>	
ACCIONES QUE SE DISPUSIERON				COSTO	
				PARCIAL	TOTAL
Suspender mano de obra en la fase de ejecución.				S/3,000.00	<b>S/38,000.00</b>
Modificación en los ductos .				S/30,500.00	
sobretabajos en las partidas de instalaciones.				S/4,500.00	

En la **tabla 16** se puede ver el ducto estructural, cuyas dimensiones es inferior al de los planos de la especialidad arquitectónica.

**Tabla 17**

*Optimizado de costo de Escalera eléctrica*

ESPECIALIDAD :	ESTRUCTURAS	CONDICIÓN:	INTERFERENCIA	NIVEL:	PISO 01
					
<p><b>Observación:</b> El plano estructural no toma en cuenta el PIT(interruptor de seguridad en casos de sobrevelocidad) para la escalera electrica .</p>					
ACCIONES QUE SE DISPUSIERON				COSTO	
				PARCIAL	TOTAL
Suspender mano de obra en la fase de ejecución.				S/2,500.00	<b>S/12,000.00</b>
Paralización de trabajos de instalación de escalera electromecánica.				S/5,500.00	
Reproceso de actividades para la cabalidad de las especificaciones.				S/4,000.00	

En la **tabla 17**, los planos estructurales no consideran pit para la escalera eléctrica, ni en la parte inferior ni en la parte superior.

### Evaluación del progreso

Con respecto a la evaluación del avance, se verifica el efecto del uso de la filosofía VDC en los planes financieros de la obra a ejecutar.

En cualquier caso, la figura adjunta muestra el plan de gasto de los elementos iniciales y temporales de la primera tarea, que luego se inspeccionará a la luz de la investigación de cualidades contrarias realizadas.

### Figura 38

*Presupuestos de obra provisional y preliminar.*

ITEM	DESCRIPCION	PRESUPUESTO BASE				
		UND	METRADO	P.U	PARCIAL	TOTAL
<b>I</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES</b>					
<b>Z201001</b>	<b>Obras Provisionales</b>					<b>197,476.71</b>
Z20100101	Oficina Técnica del Contratista	m2	56.60	946.99	53,599.63	
Z20100102	Oficina para la Gerencia de Proyecto	m2	28.80	685.42	19,740.10	
Z20100103	Oficina para el Propietario	m2	9.00	587.52	5,287.68	
Z20100104	Almacén provisional	m2	50.00	362.96	18,148.00	
Z20100105	Vestuarios y comedor para personal obrero	m2	15.00	133.98	2,009.70	
Z20100106	Cartel de obra	und	1.00	2,891.60	2,891.60	
Z20100107	Agua y electricidad para la obra	mes	15.00	2,600.00	39,000.00	
Z20100108	Construcción de cisterna provisional para agua	und	1.00	2,500.00	2,500.00	
Z20100109	SS.HH. para personal técnico	mes	15.00	1,140.00	17,100.00	
Z20100110	SS.HH. para personal obrero	mes	15.00	2,480.00	37,200.00	
<b>Z201002</b>	<b>Movilización y desmovilización</b>					<b>22,500.00</b>
Z20100201	Movilización y desmovilización de equipos y herramientas	glb	1.00	22,500.00	22,500.00	
<b>Z201003</b>	<b>Servicios</b>					<b>1,077,837.55</b>
Z20100301	Trasporte vertical y horizontal	mes	10.00	46,500.00	465,000.00	
Z20100302	Estructuras provisionales para izaje de equipos (HVAC, ascensores, montacargas, escaleras y rampas mecánicas, etc.)	glb	1.00	8,500.00	8,500.00	
Z20100303	Implementos de seguridad	glb	1.00	62,520.00	62,520.00	
Z20100304	Limpieza permanente de obra	glb	1.00	139,735.00	139,735.00	
Z20100305	Limpieza final para la entrega de cada hito y entrega final de obra	glb	1.00	23,671.40	23,671.40	
Z20100306	Comunicaciones	mes	15.00	350.00	5,250.00	
Z20100307	Topografía	mes	15.00	11,262.88	168,943.20	
Z20100308	Señalización durante la obra	mes	15.00	1,530.00	22,950.00	
Z20100309	Guardianía	mes	15.00	8,900.00	133,500.00	
Z20100310	Pintado, Mantenimiento y retiro de cerco perimétrico de Obra	glb	1.00	11,362.95	11,362.95	
Z20100311	Apuntalamiento de las losas de entepiso para el transporte y almacenamiento de equipos en general	m2	350.00	12.00	4,200.00	
Z20100312	Iluminación de Obra	mes	15.00	2,147.00	32,205.00	

<b>Z201005</b>	<b>Obras Preliminares</b>					<b>13,013.31</b>
Z20100401	Trazo y nivelación	m2	2,959.57	1.50	4,439.36	
Z20100402	Retiro de rampa de acceso a la excavación (incl. Excavación y Eliminación)	m3				
Z20100403	Destensado de anclajes	und				
Z20100404	Resane de muros perimetrales bajo planchas metálicas	und	85.00	100.87	8,573.95	
Z20100405	Pases en muros de sostenimiento para instalaciones	und				
	Partidas complementarias					<b>561,334.52</b>
	Grupo Electrónico 100 KW	glb	5.00	22,320.00	111,600.00	
	Malla anticaídas	ml	386.00	233.34	90,069.24	
	Baranda de protección en vanos.	m	135.24	45.00	6,085.80	
	Malla de protección contra polvo	m2	6,976.86	6.69	46,675.19	
	Andamios y escaleras para trabajos en altura	glb	1.00	18,600.00	18,600.00	
	Monitoreo de agentes ambientales	glb	1.00	10,000.00	10,000.00	
	Montacargas	mes	6.00	20,000.00	120,000.00	
	Cerco metálico Provisional	m	196.65	102.60	20,176.29	
	Exámenes médicos a personal obrero	glb	1.00	75,000.00	75,000.00	
	Consumo de energía eléctrica de la torre grúa	mes	5.00	1,000.00	5,000.00	
	Acarreo manual horizontal	mes	6.00	9,688.00	58,128.00	
	<b>DEMOLICION</b>					<b>54,733.18</b>
	Demolicion manual de cimiento existente	m3	86.81	104.56	9,076.85	
	Demolicion manual de muro de albañileria incluye columnas	m2	555.60	15.10	8,389.56	
	Demolicion c/equipo de cimentacion incluye la eliminacion	m3	343.16	59.88	20,548.42	
	Demolicion c/equipo de sotano incluye la eliminacion	m3	11.70	59.88	700.60	
	Acarreo de material demolido	m3	338.57	11.62	3,934.18	
	Eliminacion de material demolido	m3	338.57	35.69	12,083.56	
	<b>OBRAS EXTERIORES</b>					<b>56,569.85</b>
	Demolicion c/equipo de vereda	m3	50.41	59.88	3,018.55	
	Levantamiento de pavimento asfaltico	m2	316.43	4.58	1,449.25	
	Corte de terreno e=0.15m	m3	94.25	33.21	3,130.04	
	Base de afirmado e=0.15m	m2	628.31	19.93	12,522.22	
	Acarreo de material excavado y demolido	m3	240.72	11.62	2,797.17	
	Eliminacion de material excavado y demolido	m3	240.72	35.69	8,591.30	
	Encofrado y desencofrado de vereda	m2	36.15	63.05	2,279.26	
	Concreto f'c=175 kg/cm2 en vereda	m3	51.44	306.31	15,756.59	
	Encofrado y desencofrado de sardinel	m2	96.41	49.90	4,810.86	
	Concreto f'c=175 kg/cm2 en sardinel	m3	7.23	306.31	2,214.62	
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO OBRAS PROVISIONALES</b>					<b>1,983,465.11</b>

La **figura 38** como plan inicial de ejecución muestra un fragmento del presupuesto, lo que respecta a obras provisionales y preliminares.

**Figura 39**
*Presupuestos generales de la obra (contractual – Sin Revit).*

ID	CONCEPTO	CONTRACTUAL
<b>I</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES</b>	
A	OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES	1,872,162.09
B	DEMOLICION	54,733.18
C	OBRAS EXTERIORES	56,569.85
<b>II</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>	
A	CIMENTACION	655,479.28
B	ESTRUCTURA ESTACIONAMIENTO	3,432,852.13
C	SUPERESTRUCTURAS	7,232,790.83
<b>III</b>	<b>ARQUITECTURA</b>	10,722,653.21
<b>IV</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>	4,406,065.94
<b>V</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>	1,722,721.13
<b>VI</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS (EXT)</b>	195,443.08
<b>VII</b>	<b>CLIMATIZACION</b>	406,635.58
<b>VIII</b>	<b>PROTECCION CONTRA INCENDIO</b>	1,137,548.01
<b>IX</b>	<b>TRANSPORTE MECANICO</b>	1,246,916.16
<b>X</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS (EXT)</b>	240,150.00
1	COSTO DIRECTO	33,382,720.48
2	GASTOS GENERALES UTILIDADES 7.5 %	2,503,704.04
3	UTILIDADES 4.00%	1,335,308.82
<b>4</b>	<b>SUB TOTAL (sin I.G.V.)</b>	<b>37,221,733.33</b>
5	IGV 18.00%	6,699,912.00
<b>6</b>	<b>PRESUEPUESTO TOTAL (incluido I.G.V.)</b>	<b>43,921,645.33</b>

Área de terreno	2488.22 m2
Area construida	16125.31 m2
A. Sótano	6729.11 m2
A. Edificio	9396.2 m2

RATIO S/. Construcción		1,662.69
Tiempo de ejecución	452 Días Calendario	

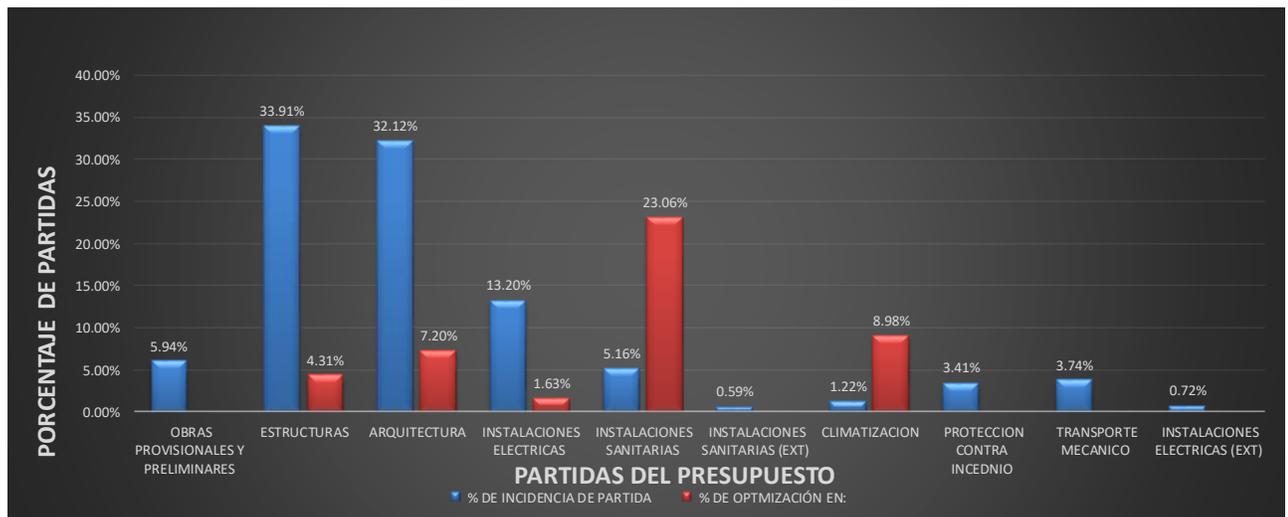
Seguidamente, la **figura 39** presenta el presupuesto general de la obra sin la corrección de incompatibilidades.

De esta forma, se contrastará el verdadero plan de gastos de ejecución de la obra una vez ajustadas las cualidades contrarias identificadas, para mostrar la mejora en los fondos de reserva de costos a través de la filosofía VDC.

A continuación, se introducen las tablas y figuras con los resultados obtenidos, tanto del plan de gastos para demostrar que es razonable, como del cronograma que es objeto del estudio actual.

**Figura 40**

*Optimizado del costo con respecto a los presupuestos generales*



Como se puede ver en la **figura 40**, las tasas de desarrollo y optimización de partidas son más altas en la sección de instalaciones sanitarias, de refrigeración y/o climatización, arquitectura, estructuras y eléctricas, en un orden específico.

**Tabla 18**

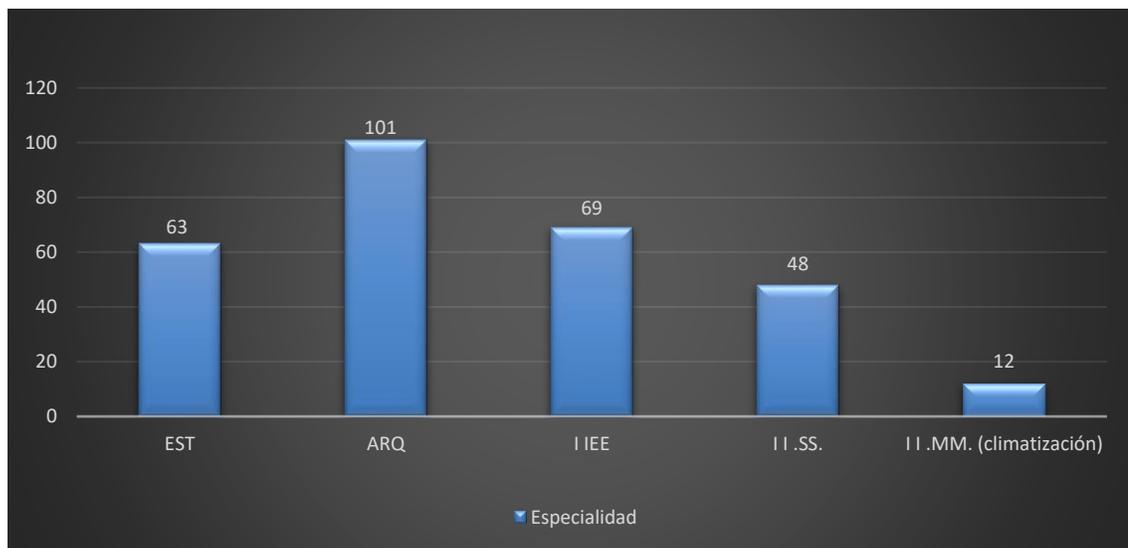
*Resumen de la optimización de costos según la identificación de observaciones*

Especialidad	N° Observaciones	Optimización
	Incompatibilidades	S/ Según Especialidad
Estructuras	63	S/487,838.25
Arquitectura	101	S/772,440.00
Inst. eléctricas	69	S/71,827.50
Inst. sanitarias	48	S/397,288.50
Inst. Climatización	12	S/36,502.50
<b>TOTAL</b>	<b>293</b>	<b>S/1,765,896.75</b>

La **tabla 18** una sinopsis matemática de las especialidades con mayor nivel de mejora en cuanto a presupuestos y número de incompatibilidades para cada una de ellas, siendo relevante la parte de arquitectura, estructuras e instalaciones sanitarias.

**Figura 41**

*Observaciones por especialidad*



La **figura 41** muestra las observaciones por especialidad en cuanto a incompatibilidades, entre las que destacan las de arquitectura, instalaciones eléctricas y estructuras respectivamente.

**Figura 42**

*Optimizaciones del costo por especialidades*



Como se puede ver en la **figura 42**, se obtiene una mayor mejora en cuanto a optimización de costos en la parte de Arquitectura, con un monto de S/ 772,440.00 respecto a una suma de 101 incompatibilidades, a diferencia de la parte de refrigeración y/o climatización en la que solo hubo mejoras de S/ 36,502.50 respecto a una suma de 12 incompatibilidades o interferencias.

Como podemos comprobar la fiscalización actual ES FACTIBLE monetariamente, ya que se ha ahorrado un importe agregado del 5,29% del costo al reconocer las incompatibilidades anteriormente mencionadas.

En cuanto a los fondos de reserva de tiempo, es bastante significativo precisar que la estrategia de VDC, a través de la programación REVIT, agiliza los horarios de la oficina especializada para la obra en cada una de las partes demostradas en el plan de ejecución de obra, como corresponde ser visible en la siguiente tabla, donde se muestra la mejora del plan.



**Tabla 20**
*Porcentaje de Plan Completado (PPC)*

PORCENTAJE DEL PLAN COMPLETADO								
SEMANA 4	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Programado	Metrado Realizado	Metrado Acumulado Programado	Metrado Acumulado Realizado	PPC	PPC ACUM.
LUNES 24/10/2022	Colocación de acero en muros	kg	80.00	65.00	80.00	65.00	81%	81%
	Excavación de zapatas	m3	8.00	9.00	88.00	74.00	100%	84%
	Vaciado de concreto cimientto corrido	m3	10.00	7.00	18.00	16.00	70%	89%
							<b>84%</b>	<b>85%</b>
MARTES 25/10/2022	Colocación de acero en muros	kg	120.00	97.00	120.00	97.00	81%	81%
	Excavación de zapatas	m3	12.00	11.00	132.00	108.00	92%	82%
							<b>86%</b>	<b>81%</b>
MIÉRCOLES 26/10/2022	Colocación de acero en muros	kg	150.00	120.00	150.00	120.00	80%	80%
	Excavación de zapatas	m3	15.00	12.00	165.00	132.00	80%	80%
	Encofrado de zapatas	m2	10.00	8.00	25.00	20.00	80%	80%
							<b>80%</b>	<b>80%</b>
JUEVES 27/10/2022	Colocación de acero en muros	kg	150	120	150.00	120.00	80%	80%
	Encofrado de muros	m2	20	17	170.00	137.00	85%	81%
	Excavación de zapatas	m3	20	15	40.00	32.00	75%	80%
	Encofrado de zapatas	m2	10	9	30.00	24.00	90%	80%
	Vaciado de concreto zapatas	m3	12	10	22.00	19.00	83%	86%
							<b>83%</b>	<b>81%</b>
VIERNES 28/10/2022	Colocación de acero en muros	kg	140.00	110.00	140.00	110.00	79%	79%
	Encofrado de muros	m2	25.00	20.00	165.00	130.00	80%	79%
	Excavación de zapatas	m3	15.00	16.00	40.00	36.00	100%	90%

	Encofrado de zapatas	m2	12.00	9.00	27.00	25.00	75%	93%
	Vaciado de concreto zapatas	m3	10.00	10.00	22.00	19.00	100%	86%
							<b>87%</b>	<b>85%</b>
SABADO 29/10/2022	Encofrado de muros	m2	15.00	13.00	15.00	13.00	87%	87%
	Vaciado de concreto en muros	m3	8.00	6.00	23.00	19.00	75%	83%
							<b>81%</b>	<b>85%</b>

La **tabla 19 y 20** muestran la mejora en cuanto a la variabilidad del cronograma, aplicando la métrica de Porcentaje del Plan Completado (PPC) a la partida de cimentaciones (colocación de acero, encofrado y vaciado), cuya ejecución se dio en la semana 4, tal como se detalla en el cronograma semanal indicado.

**Tabla 21**

*Optimizado de cronograma de obra*

Plazo de Ejecución Contractual	Gestión de impacto en el plazo de ejecución sin el uso de REVIT	Plazo de gestión (intervalo en Días)
<b>452 días calendario</b>	Detectar interferencias	1
	Generar RFI	1
	Emitir RFI a supervisión	1
<b>15 meses</b>	Respuesta de supervisión o del proyectista	3
	Replantear las actividades	1
	Logística	3
	<b>Días Promedio</b>	<b>2</b>

De acuerdo a la **tabla 21**, el promedio del plazo de gestión para resolver un RFI (solicitud de observación de interferencia) es de 2 días calendario. Para estas coordinaciones, el plazo de gestión de resolución se basa en ratios y datos históricos.

**Tabla 22**
*Tiempo (días) de retrasos por incompatibilidades*

<b>Especialidad</b>	<b>N° Incompatibilidades y/o Interferencias</b>	<b>Días de retraso por incompatibilidad</b>
<b>Estructuras</b>	63	24
Arquitectura	101	32
Inst. Eléctricas	69	26
Inst. Sanitarias	48	14
Inst. Climatización	12	4
<b>TOTAL</b>	<b>293</b>	<b>100</b>

En el análisis de optimización se generará una solicitud para cada observación de interferencia (denominada también como RFI).

Como se puede ver en la **tabla 22**, de los 452 días obtenidos, las impedancias generarían un aplazamiento de 100 días, lo que supone un ahorro del 22,12%, por la utilización del sistema VDC, con el dispositivo Revit.

Por lo tanto, se tiende a confirmar que SE AJUSTA a lo parametrado por las especulaciones establecidas, ya que se ha ahorrado mucho tiempo al identificar las interferencias referenciadas.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1.DISCUSIÓN

La implementación de la metodología VDC según el resultado obtenido, mejoró notablemente la gestión del producto; puesto que permitió detectar errores tempranamente dando soluciones en la fase de diseño a diferencia del costo y del tiempo que toma típicamente llevar a cabo la etapa de construcción, obteniendo no solo un buen diseño y construcción de alto desempeño, sino que también su sostenibilidad en el tiempo y lo mejor de todo a un costo justo.

#### **Dimensión 1: Identificación de procedimientos a optimizar**

El procedimiento a optimizar es la etapa de ejecución del proyecto, lo que implica el análisis del tiempo y el costo para evitar la variabilidad en los mismos. Para ello, se empleó ratios que consistieron en categorización de la gravedad de las consultas (leve, moderado, grave y muy grave), tal como se detalla en **la tabla 8**; la identificación de las interferencias, **tabla 9**; las solicitudes de información (RFIs) como se detalla en el **anexo 7**, donde los días tradicionales de respuesta por cada interferencia por más mínima que fuere fueron de 3 a 5 días y por último el costo por acción ante las interferencias, como se aprecia en la **tabla 10**, donde la mayoría de acciones para la especialidad de estructuras según su categoría era muy grave ya que implicaba demolición y por ende un costo elevado.

#### **Dimensión 2: Interferencias en el proyecto**

Según la representación en la programación BIM como se muestra en las **figuras 25-37**. Se definieron interferencias en las distintas especialidades como son Arquitectura (101 interferencias), Estructuras (63 interferencias), Eléctricas (69 interferencias), Sanitarias (48 interferencias) y Climatización y/o refrigeración (12 interferencias), concretando un total de 293 interferencias tal como se detalla en la **figura 41**. Esto demuestra que en la etapa de diseño se debe dar mayor énfasis para evitar errores que en la etapa de ejecución podrían ocasionar sobrecostos.

### **Dimensión 3: Presupuesto**

En el aspecto presupuestal como se detalla en la **figura 42**, el costo evaluado de la obra de mejoramiento de la evaluación endosada del edificio multifamiliar Gran Tomás Valle empleando la técnica tradicional es de S/ 43,921,645.33, sin embargo, el costo evaluado de la teoría para el mejoramiento de la evaluación definitiva del inmueble Gran Tomás Valle utilizando VDC es de S/ 41,598,254.98, habiéndose previsto un ahorro de la obra de S/ 2,323,390.35 (contando G.G., Servicios Públicos, utilidades e IGV) con un 5,29% de optimización.

### **Dimensión 4: Cronograma**

Como se muestra en la **tabla 22**, La obra de alojamiento multifamiliar Gran Tomás Valle con el sistema tradicional requiere 452 días, debido a la mucha demora en la respuesta de RFIs e interferencias encontradas entre especialidades. Básicamente se esperaba la respuesta del especialista (2D) y recién se procedía a la modificación en el modelo BIM (3D). la respuesta se obtenía en 14 días. Empleando VDC son necesarios 355 días, lo que sugiere una productividad de 100 días con una optimización del

22,12%. Pues se mejoró el proceso de revisión de RFIs en sesiones ICE. Es decir, lo que al inicio se enviaba por correo los RFIs a los especialistas, esta vez con las consignas de convocar a los especialistas a una sesión ICE, la resolución se estimó se podría realizar en un solo día de sesión.

Como interpretación comparativa, En su estudio “Diseño y Construcción Virtual para afrontar problemas de ingeniería en la construcción de edificios destinados para oficinas en Lima”, Chingay (2015) destaca que con la iniciativa de Diseño y Construcción Virtual (VDC), se lograron rendimientos de las partidas desarrolladas en la etapa de ejecución. Específicamente 67% de las consultas surgidas fueron resueltas antes de la ejecución VDC, mientras el 80% de las consultas surgidas se resolvieron durante el inicio de la construcción claramente con la implementación VDC, esto debido a la reducción de las interferencias en los planos a través de la metodología BIM y a las sesiones ICE alcanzando un tiempo de coordinación de 12 a 3 días por mes lo que antes era de 19 y 45 días. Los resultados de esta investigación concuerdan con los resultados de nuestra tesis, ya que la implementación de la metodología VDC en la construcción del edificio multifamiliar Gran Tomas Valle generó una optimización de 22,12% en el plazo de ejecución, ya que en función de las métricas obtenidas dentro de las sesiones ICE se pudo detectar la variabilidad del proyecto, con lo cual, se pudo identificar las causas de no cumplimiento y hacer un plan de acción para controlar la variabilidad. La **tabla 19**, muestra la aplicación de la métrica PPC o Porcentaje de plan Completado a la partida de cimentaciones (colocación de acero, encofrado y vaciado), tal como se detalla en el cronograma semanal indicado, que nos permitió conocer un

alcance  $\geq 80\%$  lo que quiere decir que es un resultado óptimo para contrarrestar el retraso en las partidas y aumentar su productividad según lo planificado (**tabla 20**).

En cuanto al estudio de Corrales & Saravia (2020) en su tesis titulada “Implementación del método VDC para reducir los plazos de los proyectos de edificaciones en las etapas de diseño y construcción en el Perú”. Muestra que el enfoque utilizado por el VDC reduce la variabilidad de los plazos de los proyectos en al menos un 21% y reduce el tiempo de respuesta de la RFI de 16,25 días a 7 días. Mientras que en nuestra investigación se obtuvo un óptimo ahorro del 22,12% en los plazos (cronograma) lo que lo hace un porcentaje muy sólido. Todo esto demuestra una vez más que la introducción del método VDC en la etapa de diseño y construcción puede reducir aún más el tiempo debido a las incompatibilidades identificadas previo a la ejecución.

En cuanto a la fuente concentrada por Giménez y Briceño (2018) en su investigación “Lecciones aprendidas asociadas a la aplicación de la constructibilidad en un proyecto de vivienda masiva” muestran que la estrategia de Ground Breaking (aplicando la metodología VDC) transportada en la ciudad de Barquisimeto en Venezuela. Al comparar la segunda y primera etapa de viviendas terminadas por día, trajo beneficios a la empresa en cuanto a la documentación requerida para poder replicar cambios y mejoras (RFI), ello acertó tiempos en un 40%, y redujo costos, ya que se construyeron 996 viviendas con un presupuesto fijado para 912, lo que representa un porcentaje ideal de construcción de 9,21%.

Contrastando con nuestra investigación, se ha realizado una traducción cercana en lo que respecta a la mejora del tiempo y costos cuyo punto de partida es la documentación

que contiene las interferencias (RFIs), las cuales fueron solucionadas mediante sesiones ICE en tiempos bastantes cortos a lo que se acostumbraba anteriormente, mediante el método tradicional. Permittiéndonos identificar desperdicios en el proceso tradicional y plantear una buena planificación con la optimización del 22,12% y el ahorro de 100 días.

Lee et al. (2020) en su investigación "Evaluación de la practicidad del diseño y construcción virtual (VDC) con modelado de información de construcción (BIM) 5D" aplicada a un edificio comercial, específicamente el campus de Sungai Long City de la Universiti Tunku Abdul Rahman (UTAR). El resultado más importante fue que el modelo 5D proporcionó datos para manejar el plan extraordinariamente y medir el pensamiento de desarrollo en términos de cronograma y costo. completándose seis fases de demostración, presentación y visualización, pruebas de reconocimiento de problemas, reserva de tiempo y evaluación de costos, virtualización y recorrido del modelo. Esto comprueba que la unión de VDC y 5D BIM mejora la productividad y la precisión de la medida de organización del desarrollo ya que dinamiza la capacidad de los socios comerciales, que tradicionalmente están limitados por la restricción del proceso de trabajo CAD 2D lo cual muchas veces provoca desinterés en los clientes.

#### **4.1.1. Limitaciones**

La complejidad notable, por lo tanto, su aplicación es de baja tasa dentro del negocio.

Por otro lado, conforme se elaboró la evaluación, se percibieron algunos obstáculos, por ejemplo, la interrupción de la pandemia en curso, que ajusta la

cantidad de información sobre el terreno, el transporte y la salida para que la elección de ir a trabajar sea comprometida y meditada, los estados de las clases web, etc. En cuanto a la investigación, los obstáculos fueron mínimos, ya que la información de la estrategia se obtuvo de esta evaluación durante la realización del trabajo.

#### **4.1.2. Implicancias**

El impacto de esta revisión después de investigaciones anteriores es la capacidad de apegarse a los diversos factores verdaderos en casos individuales y crear sistemas únicos para determinar las razones del aumento de los costos y los tiempos de aceptación. En relación a dónde han llegado las mejoras a su ciclo, incorporar las últimas evaluaciones en la ejecución de las empresas de manufactura multifamiliar y actualizar su trabajo multidisciplinario para asegurar que la competencia lograda y la visión virtual del desarrollo se estén transformando en el trabajo.

Como implicaciones objetivas y razonables, se observa que hacia el final del trabajo en la evaluación general de la mejora del proyecto de alojamiento multifamiliar en Gran Tomás Valle para el reconocimiento del desarrollo mediante la utilización del procedimiento VDC hubo un amplio ahorro, lo que demuestra que su aplicación es provechosa.

## 4.2.CONCLUSIONES

-Se evaluó un proyecto de alojamiento multifamiliar en la ciudad de Lima, y se encontraron insuficiencias en el plan, por la ausencia de una estrategia suficiente de cronograma. Se vio que la inmobiliaria ejecutora del proyecto evaluado no trabajó en un principio con una administración satisfactoria del cronograma en sus obras, sino que sólo lo aplicaban a una parte de sus actividades. Por ello, al implementar la metodología VDC se pudo identificar como procedimientos a optimizar la etapa de ejecución, ya que es en esta etapa donde ocurre la repercusión de las incompatibilidades que no se identificaron en la etapa de diseño.

-Se definieron 293 interferencias de acuerdo con la metodología VDC en el proyecto multifamiliar Gran Tomás Valle, destacando entre las distintas especialidades la de diseño (Arquitectura) seguido de las Eléctricas, Estructuras, Sanitarias y Climatización (refrigeración) respectivamente.

- Al implementar la metodología VDC en la construcción del edificio de hospedaje Gran Tomás Valle, se optimizó el costo en un 5,29% con respecto al presupuesto general generando un ahorro de S/ 2,323,390.35 (contando G.G., Servicios Públicos, utilidades e IGV).

- La implementación de la metodología VDC con el dispositivo Revit en la obra de alojamiento multifamiliar Gran Tomás Valle, determinó un ahorro de 100 días debido a las interferencias identificadas, lo que supone un óptimo ahorro del 22,12% en el cronograma.

- Se realizó un ordenamiento administrativo de las obras de la oficina especializada utilizando el Procedimiento VDC y ha sido factible imaginar la mejora de gastos y tiempos en un grado de 5,29% y 22,12% independientemente, ya que la evaluación de cada caso presentados muestra que cuanto más conspicua es la dificultad relacionada con las distintas cualidades del avance de una edificación de alojamiento multifamiliar, más obvio es el gasto de apertura, más llamativo es el nivel de inconvenientes en el manejo de datos, no obstante, igualmente, cuanto más prominentes son las ventajas, mayor es la constructibilidad mejorada y las medidas de avance se vuelven realmente llamativas al contar con una representación virtual, y los riesgos relacionados con la falta de información, que es lo ordinario de un intento presentado de forma fiable, están limitados.

- Por fin, la aprobación de la proposición fue llevada a cabo a través de juicio maestro, donde se confirmó la importancia de esta proposición para la administración del calendario de la oficina especializada en obras de alojamiento multifamiliar. Se afirmó que los especialistas coincidieron en que la técnica VDC desarrollaría significativamente el plan de la junta en los destinos de construcción de alojamiento multifamiliar.

- Para la aplicación del marco VDC, se han completado estudios para su aprobación por un juicio de profesionales capacitados, que en conjunto han dado su aprobación a la estrategia, artilugios y dispositivos aplicados a cada uno de los elementos analizados en esta propuesta.

## REFERENCIAS

(S. Planificación, Maker) Recuperado el 15 de mayo de 2022, de <https://cife.stanford.edu/events/cifeppi-vdc-confirmation-programa>.

Alarcón, L. F., & Mardones, D. A. (1998, August). Improving the design-construction interface. In Proceedings of the 6th Annual Meeting of the International Group for Lean Construction (pp. 1-12). <https://gepuc.cl/wp-content/uploads/2019/09/Alarcon-and-Mardones-1998-Improving-the-Design-Construction-Interface.pdf>

Alcántara, V. (2013). "*Marco para limitar las carencias del plan ante el desarrollo virtual utilizando los avances del CDV*". (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Lima. <http://hdl.handle.net/20.500.14276/21881>

Almonacid, K., Navarro, J. además, Rodas, I. (2015). Proposición de razonamiento. "*Ejecución de la innovación BIM en la organización de desarrollo y suelo "I proyecta"*". (Tesis de Doctorado), Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Lima. <http://hdl.handle.net/10757/617477>

Andersen, M. T., & Findsen, A-L. (2018). Warehouse concept as design strategy. In *Architectural technology at the interfaces: Conference proceedings of the 7.th international congress of architectural technology, Ulster University 14.-17 June 2018* (pp. 17-41). Ulster University. <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbXhcmNodGVjaGNvbmdyZXNzMXxneDozZGU4MTVjZDFjNDQwYWU5>

Baeza, J.; Salazar, G. (septiembre-diciembre 2005). "*Ejercicios de integración utilizando el modelo de información planificada para la mejora*". *Plan*, 9 (3), 6775.

BIM, C. (2012). "*Junta directiva del BIM PERÚ*". Recuperado el 15 de mayo de 2022, de <http://www.comitebimdelperu.com/2014/index.html>

Chingay, A. (2015). *Diseño y Construcción Virtual (VDC) Para Superar Problemas de Ingeniería en la Fase de Construcción de Edificaciones de Oficinas*. (Tesis pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/4404>

Corrales, J. & Saravia, R. (2020). *Implementación de la metodología Virtual Design & Construction-VDC en las etapas de Diseño y Construcción para reducir el plazo en proyectos de edificaciones en el Perú*. (Tesis pregrado). Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas. <http://hdl.handle.net/10757/651670>

Costos Educa (2018). "*Curso de estudio VDC/BIM Aplicado a la tarea El tablero*". VDC/BIM Aplicado a los líderes de proyectos. Lima.

D'aola, E. (s.f.). " *Nuevos avances en la formación de Ingeniería Civil: VDC y Realidad Virtual* ". (Tesis de Licenciatura). Universidad EAFIT. <http://hdl.handle.net/10784/2855>

Farfán, E. Además, Chavil, J. (2016). "*Evaluación y valoración de la ejecución del enfoque BIM en organizaciones peruanas*". (Teoría de Licenciatura). Facultad peruana de ciencias aplicadas, LIMA, Lima. <http://hdl.handle.net/10757/621662>

Freeman, R. E., Wicks, A. C., & Parmar, B. (2004). Stakeholder theory and “the corporate objective revisited”. *Organization science*, 15(3), 364-369. <https://doi.org/10.1287/orsc.1040.0066>

Giménez, Z., & Briceño, M. (2018). Lecciones aprendidas asociadas a la aplicación de la constructabilidad en un proyecto masivo de viviendas. *Gaceta Técnica*, 20(1), 61-77.

Group S10. (noviembre de 2017). Avances en la selección de VDC en Perú. Distribución mensual COSTOS Construcción, Arquitectura e Ingeniería, 284, 130.

Guzmán, A. (2014). "*Utilización de la teoría lean development en el ordenamiento, reserva, ejecución y control de proyectos*". (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.  
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/5778>

Hassan, H., Taib, N., & Rahman, Z. A. (2018). Virtual design and construction: A new communication in construction industry. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Digital Signal Processing*.110-113.  
[https://www.researchgate.net/profile/NooriatiTaib/publication/325212472\\_Virtual\\_Design\\_and\\_Construction\\_a\\_new\\_communication\\_in\\_construction\\_industry/links/5fa25f27458515b7cfba5f49/VirtualDesign-and-Construction-a-new-communication-in-construction-industry.pdf](https://www.researchgate.net/profile/NooriatiTaib/publication/325212472_Virtual_Design_and_Construction_a_new_communication_in_construction_industry/links/5fa25f27458515b7cfba5f49/VirtualDesign-and-Construction-a-new-communication-in-construction-industry.pdf)

Imasgal (s.f.). "*Nivel de mejora LOD en BIM*". Recuperado el 23 de abril de 2022, de <https://imasgal.com/nivel-desarrollo-bim-lod/>

Janssen, P., Loh, P., Raonic, A., & Schnabel, M. A. (2017). Integration of an algorithmic bim approach in a traditional architecture studio. In *Proceedings of the 22nd International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA)* p (pp. 633-643). The Association for

- Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), Hong Kong.
- Jara, D. (2017). "*VDC/BIM en la coordinación de fortalezas durante el desarrollo proyecto los ejecutivos*". (Tesis de licenciatura). Colegio Público de San Antonio Abad del Cusco, Cusco. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/2539>
- Kam, C., Song, M. H., & Senaratna, D. (2016). VDC scorecard: Formulation, application, and validation. *Journal of construction engineering and management*, 143(3), 04016100. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001233](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001233)
- Kunz, J., & Fischer, M. (2020). Virtual design and construction. *Construction management and economics*, 38(4), 355-363. <https://doi.org/10.1080/01446193.2020.1714068>
- Lee, M. L., Cheah, W. T., Lau, S. H., Lee, X. S., Abdullahi, A. M., & Wong, S. Y. (2020, October). Evaluation of practicality of virtual design and construction (VDC) with 5D building information modelling (BIM) through a case study. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 943 (1), 1-8. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/943/1/012058/pdf>
- Lin, J. J., Han, K. K., & Golparvar-Fard, M. (2015). A framework for model-driven acquisition and analytics of visual data using UAVs for automated construction progress monitoring. In *Computing in civil engineering 2015* (pp. 156-164). <https://doi.org/10.1061/9780784479247.020>
- Manejo S10. (2017). "*Avances en la determinación de la VDC en el Perú*". *Circulación mes a mes COSTOS Desarrollo, diseño y proyectación*, 284, 130.

Ministerio de Economía y Finanzas (2020). "*Plan de implementación y hoja de ruta del plan BIM Perú*". Decreto Supremo N° 289-2019-EF

Montellano, C. (2013). "*Patrones de propósito de los Avances VDC y ordenamiento bajo ellos en el Diseño de asociaciones*". (Tesis de Doctorado). Fundación Universitaria Iberoamericana, Bolivia, Bolivia. <http://ri.iberomx.com/handle/iberomx/1939>

Murillo Torrecilla, F. J. (2008). Los modelos multinivel como herramienta para la investigación educativa.

Oficinas Coordinadas grupo Diseñando Personas (s.f.). Oficinas coordinadas grupo diseñando personas.

Organización Lógica del Pacífico. (s.f.). "*Realización de visualización con Revit Engineering*". Recuperado el 8 de junio de 2022, de. <http://campus.icip.edu.pe/mod/page/view.php?id=35161>

Pailiacho, M. (2014). "*Percibiendo influencias en los indicadores clave de ejecución (KPIs) dentro del negocio AEC a través de la utilización de VDC*". (Tesis de Pregrado). Colegio Público de Chimborazo, Ecuador, Riobamba. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/551>

Pichi Sermolli, D. E. (1993). New studies on some family names of Pteridophyta. *Webbia*, 47(1), 121-143. <https://doi.org/10.1080/00837792.1993.10670534>

Ruiz, P. (2015). "*Proposición de estrategias e instrumentos para potenciar las visuales e intercambios los ejecutivos durante el periodo de planificación de un proyecto de desarrollo*". (Tesis de Grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Lima. <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/46896>

- Saldias, R. (2010). "*Valoración de las ventajas de la coordinación de tareas de vanguardia con avances de VDC*". (Tesis de Pregrado). Colegio de Chile, Diseño Estructural. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103904>
- Salinas, J. además, Ulloa, K. (2014). "*Utilización de VDC en emprendimientos de tierras. Sinergia e Innovación Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*", 2 (1), 226-250.
- Taboada, J., Alcántara, V., Lovera, D., Santos, R. además, Diego, J. (2011). "*Divulgación de obstáculos y comprobación de características en plan de proyecto de desarrollo utilizando VDC propulsores*". Organización de la Tierra, Minería, Metalurgia y Topografía Diseño Auditoría de Personal, 14 (28).

## ANEXOS

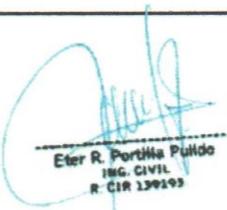
### Anexo 1: Ficha de Extracción de Datos

FICHA DE EXTRACCIÓN DE DATOS			
<b>INVESTIGADOR:</b>	....		
<b>Nº MUESTRA:</b>	1 expediente técnico	<b>Nº DE FICHA:</b>	
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Metodología VDC			
...	...		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Gestión de la construcción			
...	...		

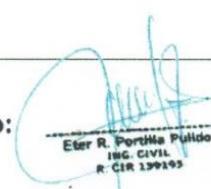
FICHA DE RESUMEN	
<b>Especialidad:</b>	
<b>Categoría:</b>	
<b>Nivel:</b>	
<b>Observación:</b>	
<b>Costo:</b>	

**Firma del experto:** 

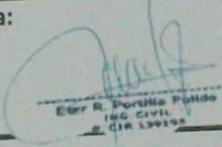
Eter R. Portillo Pulido  
ING. CIVIL  
R. CIR 139293

**Anexo 2: Matriz para Evaluación de Experto**

<b>MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS</b>				
<b>Título de la investigación:</b>	Implementación del método VDC para optimizar la gestión en la construcción del edificio multifamiliar Gran Tomás Valle Lima, 2022			
<b>Línea de investigación:</b>	Estudio y desarrollo de nuevas tecnologías y materiales de construcción			
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Portilla Pulido Eter Robert			
<b>El instrumento de medición pertenece a dos variables (independiente y dependiente) por ser una tesis de tipo no experimental transversal descriptivo.</b>				
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de recolección de datos presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿Cada uno de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	x		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	x		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	x		
<b>Sugerencias:</b>				
<b>Firma del experto:</b>				
 Eter R. Portilla Pulido ING. CIVIL R. CIR. 139193				

Anexo 3: Acta de Sesión ICE



ACTA DE SESIONES		
Nombre del Proyecto:	Edificio Multifamiliar Gran Tomás Valle	N° ACTA:
Fecha de reunión:	24 de Octubre del 2022	04
ASISTENTES		
NOMBRES	CARGO	
Jose Cayuero	Empresa Inmobiliaria	
Olivia Alvarez	Ing. Sanitario	
Walter Huerta	Ing. Producción	
Eter Portilla	Ing. Residente	
TEMAS TRATADOS		
1.	Se estableció la agenda de las sesiones ICE	
2.	Identificación de interferencias	
3.	Planeamiento de las métricas	
4.	Realización de cronograma semanal	
5.	Verificación del PPC	
6.		
OBJETIVO DE LA SESIÓN		
Evitar el aumento de plazo y la variabilidad en el presupuesto.		
CONCLUSIÓN		
1.	Se cumplió con los objetivos de la sesión ICE	
2.		
3.		
Elaborado por: Eter Portilla		Firma:
Próxima reunión: 31 de Octubre		 <small>Eter R. Portilla Pinedo ING CIVIL D. C.R. 13012</small>

#### Anexo 4: Métricas BIM

BIM	Objetivo	Métrica	Meta
Métricas de producción	Realizar el modelamiento BIM de todas las fases	% de fases que emplearon el modelamiento BIM.	100%
Factores controlables	Contar con los planos del proyecto	Días que demoraron en brindar planos	2 días

BIM	Objetivo	Métrica	Meta
Métricas de producción	Realizar todas las vistas disponibles del modelamiento	Número de vistas disponibles del modelamiento.	>3
Factores controlables	Facilitar el proceso de toma de decisiones	# días para la toma de decisión	2 días

BIM	Objetivo	Métrica	Meta
Métricas de producción	Identificar incompatibilidades del proyecto	% de incompatibilidades halladas	100%
Factores controlables	Facilitar el proceso de toma de decisiones	# días para la toma de decisión	2 días

#### Anexo 5: Métricas ICE

ICE	Objetivo	Métrica	Meta
Métricas de producción	Viabilidad del terreno con visto bueno del proyectista	$\frac{\#Levantamiento\ de\ predios}{\#Vo\ bo\ del\ proyectista}$	100%
Factores controlables	Autorización por parte del propietario del predio y del proyectista.	$\frac{\#Aprobación\ propietario}{\#Aprobación\ proyectista}$	100%

ICE	Objetivo	Métrica	Meta
Métricas de producción	Medir los procesos constructivos ya implementando la ingeniería de valor	$\frac{\#Construcción\ programada}{\#Construcción\ real}$	Mínimo 10%
Factores controlables	Identificar los datos de obras concluidas antes de la sesión ICE	Días antes de la sesión ICE	2 días

ICE	Objetivo	Métrica	Meta
Métricas de producción	Identificar y dar solución a las interferencias en el modelo BIM	$\frac{\#Interferencias\ solucionadas}{\#Interferencias\ registradas}$	100%
Factores controlables	Desarrollar vistas de apoyo para la identificación de interferencias	Número de vistas disponibles	>3
	Desarrollar vistas de apoyo para la identificación de interferencias	Sesión semanal	>=1

ICE	Objetivo	Métrica	Meta
Métricas de producción	Entregar el diseño en tiempo necesario de acuerdo a las condiciones existentes	$\frac{\#Tiempo\ necesario\ del\ proyecto}{\#Tiempo\ real\ del\ proyecto}$	= ó ±1 día
Factores controlables	Facilitar el proceso de toma de decisiones	# días para la toma de decisión	2 días

ICE	Objetivo	Métrica	Meta
Métricas de producción	Controlar el % de cumplimiento de actividades programadas por semana	$\frac{\#Actividades\ hechas}{\#Actividades\ programadas}$	= >70%
Factores controlables	Entrega de cronograma de obra actualizado	Días antes de la sesión ICE	2 días

ICE	Objetivo	Métrica	Meta
Métricas de producción	Resolver RFIs (observaciones) por parte de los involucrados	$\frac{\#RFIs\ resueltos}{\#RFIs\ encontrados}$	>=80%
Factores controlables	Liberación de actividades con restricciones cumplidas	Sesión ICE entre el equipo de diseño, revisión y supervisión	Mínimo 1 por semana

ICE	Objetivo	Métrica	Meta
Métricas de producción	Cumplimiento de restricciones liberadas	%PPC=% restricciones resueltas	Diferencia de 10%
Factores controlables	Liberación de actividades con restricciones cumplidas	$\frac{\#Restricciones\ liberadas}{\#Restricciones\ programadas}$	>80%

ICE	Objetivo	Métrica	Meta
Métricas de producción	Medir el nivel de compromiso del grupo de trabajo	Asistencia de invitados	% Asis. =>=90%
	Mejoramiento de la gestión del proyecto	Duración de la sesión (semanal)	Treal <= 90 min
		Tecnología utilizada (DOC, CAD, BIM)	BIM
Factores controlables	Sesión ICE semanal	Frecuencia de la sesión	Semanal

### Anexo 5: Métricas PPM

PPM	Objetivo	Métrica	Meta
Métricas de producción	Cumplimiento de la gestión de producción del proyecto	% de cumplir con la gestión de producción del proyecto.	100%
Factores controlables	Involucrar al personal técnico y los Stakeholders en la gestión	% de asistencia del personal involucrado en la gestión	100%

PPM	Objetivo	Métrica	Meta
Métricas de producción	Identificar la causa raíz intervenidas	% de determinación causa raíz intervenidas	100%
Factores controlables	Lograr la participación en la toma de soluciones a las intervenciones	% de participación en la toma de soluciones a las intervenciones	100%

## Anexo 6: Horas invertidas en la resolución de conflictos.

### Gestión Tradicional

Estructuras:

Item	Consulta	Tiempo de realización RFI	Días de rpta.
01	Confirmación de ubicación de calzaduras	300 min	5
02	Confirmar ángulo de penetración no especificado en los planos	30 min	5
03	Calzadura no presenta detalle de acero	30 min	10
04	Conflicto entre anclajes	90 min	5
05	Omisión de detallas de cisterna agua potable	60 min	6
06	Falta de detalle de cimentación de escalera	60 min	5
07	Falta de detalle de columneta de confinamiento en puertas cortafuego	30 min	5
08	Detalle de viga	45 min	6
09	Encofrado de losa por tema de ductos	30 min	1
10	Altura de parapeto del 2° Piso	30 min	2

## Gestión Aplicando la Metodología VDC

Estructuras:

<b>Item</b>	<b>Consulta</b>	<b>Tiempo de realización RFI</b>	<b>Días de rpta.</b>
01	Junta Sísmica	30 min	1
02	Detalle de losa de concreto inclinada	30 min	1
03	Emulsión asfáltica en losa	30 min	1

## Anexo 7: RFI's originados por conflictos

### Gestión Tradicional

Estructuras:

N°	Descripción de la consulta	Especialidad	Estado	# de días de respuestas	Respuesta y/u Observaciones
1	Se pide indicar ubicación de Placas – Altura de esta	Estructuras	CONTESTADO VIA CORREO	5	Hago llegar detalle de ubicación de calzaduras – Iniciar de 0 y terminar en -8.95
2	Se pide indicar el ángulo de penetración.	Estructuras	CONTESTADO VIA CORREO	5	Considerar 0.20 m. de incremento de la profundidad del anillo inferior entre calzaduras.
3	Se pide detalle de acero de Placas.	Estructuras	CONTESTADO VIA CORREO	2	Hago llegar detalle de acero en placa
4	Conflicto entre anclajes del eje C y eje D	Estructuras	CONTESTADO VIA CORREO	5	Se procede a verificar la ubicación de los anclajes y replantearlo.
5	Omisión de detalles de cisterna agua potable	Estructuras	CONTESTADO VIA CORRERO	2	Hago llegar detalle de acero de cisterna de agua potable
6	Falta de detalle de cimentación de escalera	Estructuras	CONTESTADO VIA CORREO	2	Hago llegar detalle de acero de cimentación de escalera y profundidad de desplante.
7	Falta de detalle de columneta de confinamiento en puertas cortafuego	Estructuras	CONTESTADO VIA CORREO	3	Hago llegar detalle de acero de columneta de confinamiento
8	Falta de detalle de viga VP-8	Estructuras	CONTESTADO VIA CORREO	2	Hago llegar detalle de acero de viga.
9	Encofrado de losa por tema de ductos	Estructuras	CONTESTADO EN CAMPO		
10	Altura de parapeto del 2° piso	estructuras	CONTESTADO EN CAMPO		



**JOSÉ CAYTURO SANDOVAL**  
Ingeniero Civil  
Reg. del Colegio de Ingenieros 55830

## Gestión Aplicando la Metodología VDC

Estructuras:

N°	Descripción de la consulta	Dirigido a	Asunto	Estado	Solución
1	Junta sísmica	Especialista Estructuras	Presentar a Municipalidad de San Martín solicitud para que nos indiquen la junta sísmica con vecinos	OK	Se entregó plano de replanteo con la junta sísmica que se solicitó
2	Detalle de losa de concreto inclinada.	Estructuras	Pedir detalle de losa de concreto inclinado	OK	Se entrega plano de replanteo con detalle de losa de concreto inclinado.
3	Emulsión asfáltica en losa.	Estructuras	Dosificación de emulsión asfáltica	OK	Hago llegar especificaciones técnicas faltantes.

### Anexo 8: Costo Contractual y Optimizado

Especialidad	Nro. Observaciones	Contractual		Optimización	
	Incompatibilidad / Interferencias.	Costo por Especialidad	% de incidencia de partida	S/. Optimizado Por Especialidad	% de optimización
EST	63	S/ 11,321,122.24	33.91%	S/487,838.25	4.31%
ARQ	101	S/ 10,722,653.21	32.12%	S/772,440.00	7.20%
I IEE	69	S/ 4,406,065.94	13.20%	S/71,827.50	1.63%
II .SS.	48	S/ 1,918,164.21	5.75%	S/ 397,288.50	23.06%
II .MM. (climatización)	12	S/ 406,635.58	1.22%	S/36,502.50	8.98%
<b>TOTAL</b>	<b>293</b>			<b>S/1,765,896.75</b>	

### Anexo 9: Costo Optimizado

	TRADICIONAL	CON VDC
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	S/ 33,382,720.48	S/ 31,616,823.73
<b>AHORRO</b>	Costo Directo	S/ 1,765,896.75
	Con GG., S.P., UT. e IGV	S/ 2,323,390.35
<b>%OPTIMIZACIÓN TOTAL</b>	5.29%	

### Anexo 10: Optimización del tiempo de ejecución

	TRADICIONAL	CON VDC
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN (Días)</b>	452	352
<b>AHORRO DE TIEMPO (Días)</b>	100	
<b>%OPTIMIZACIÓN TOTAL</b>	22.12%	

Anexo 8:

2.7. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Metodología
<p><b>General:</b> ¿Cómo es la implementación del método VDC para optimizar la gestión en la construcción del edificio multifamiliar Gran Tomás Valle Lima, 2022?</p>	<p><b>General:</b> Implementar la metodología VDC para optimizar la gestión en la construcción del edificio multifamiliar Gran Tomás Valle Lima, 2022.</p>	<p><b>General:</b> La aplicación de la metodología VDC optimiza la gestión en la construcción del edificio multifamiliar Gran Tomás Valle Lima, 2022.</p>	<p>Variable Independiente. Metodología VDC</p>	<p>Identificación de procedimientos a optimizar</p>	<p><b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada</p>
	<p><b>Específicos</b> Identificar los procesos a optimizar con la metodología VDC mediante el modelado con la herramienta BIM en el proyecto de viviendas multifamiliares. Definir las interferencias del proyecto de vivienda multifamiliar mediante la metodología VDC. Optimizar el costo con respecto al presupuesto general mediante la metodología VDC. Optimizar el cronograma mediante la metodología VDC.</p>	<p><b>Específicos</b> La identificación de los procesos con la metodología VDC a través del modelado mediante la herramienta BIM permite optimizar la gestión del proyecto de viviendas multifamiliares. La aplicación de la metodología VDC permite definir las interferencias del proyecto de viviendas multifamiliares. Al implementar la metodología VDC se optimiza el presupuesto y el cronograma de obra.</p>		<p>Interferencias en el proyecto</p>	
			<p>Variable Dependiente. Gestión de la construcción</p>	<p>Presupuesto</p>	<p><b>Diseño de la Investigación:</b> No experimental- Corte Transversal</p>
				<p>Cronograma</p>	<p><b>Población</b> Viviendas multifamiliares</p> <p><b>Muestra</b> No probabilístico Por conveniencia de análisis</p>