

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**MODELO DE ACEPTACIÓN Y USO DE UNA INNOVACIÓN SISTÉMICA EN
PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LIMA METROPOLITANA, 2023**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Civil

AUTORA:

Karla Maritza Abanto Rojas

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

Elio Danova Fuentes Minaya

ASESOR:

Lozano Vargas Miguel Ángel

Lima, diciembre, 2023

Informe de Similitud

Yo, MIGUEL ANGEL LOZANO VARGAS, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulado:


MODELO DE ACEPTACIÓN Y USO DE UNA INNOVACIÓN SISTÉMICA EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LIMA METROPOLITANA, 2023.

De los autores: KARLA MARITZA ABANTO ROJAS Y ELIO DANOVA FUENTES MINAYA.

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 16%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el **10/04/2024**.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 10 de Abril 2024

Apellidos y nombres del asesor: Lozano Vargas, Miguel Angel	
DNI: 41640078	Firma 
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6238-9400	

RESUMEN

Según Slaughter (2000), la innovación sistémica implica la integración de diferentes tipos de innovaciones para mejorar el desempeño de un proyecto, el cual es ejecutado de manera conjunta entre los diferentes componentes y sistemas y generar funcionalidades. Al respecto, Soto y Manríquez (2023) aluden que ningún país de Latinoamérica y El Caribe logra alcanzar un grado de implementación avanzado, por lo que es necesario seguir adoptando medidas y propuestas que permitan generar una mayor adopción de este tipo de innovación. En nuestro país, se realizó un estudio de adopción realizado en proyectos de Lima Metropolitana y Callao en el 2021. Murguía et. al. (2021) hallaron que el 39.1% de los proyectos encuestados adoptó BIM a diferencia del primer estudio con un 25% en el 2017. Pese a la limitada aceptación por parte de las micro, pequeñas y medianas empresas encuestadas en este estudio de adopción, Murguía et. al. (2021) alude que se debe mejorar los entornos colaborativos en los sectores públicos y privados. En base a lo descrito, la presente investigación tiene como objetivo identificar y analizar los factores que influyen durante la toma de decisión para implementar las innovaciones sistémicas en proyectos constructivos, así como los factores que se presentan durante el uso de estas. La metodología para la presente investigación tiene un enfoque cualitativo y alcance descriptivo con un diseño no experimental transversal. En esta metodología se inicia con la recopilación y revisión de la literatura sobre estudios de adopción de innovación, luego de ello se definen las variables según base teórica producto de la revisión de la literatura, los cuales se validan de forma posterior mediante entrevistas semiestructuradas a un panel de expertos con amplia experiencia previa en innovaciones sistémicas en proyectos constructivos. Posterior a ello, se presentan tres casos de estudio en los que se hayan implementado innovaciones sistémicas y se realiza entrevistas al personal

del staff en base a los factores validados para la aceptación y uso de este tipo de innovaciones. Luego de ello, se realiza un análisis global y transversal sobre la información recopilada de las entrevistas de los casos de estudio. Como resultado del análisis, se evidencian los factores influyentes en las diferentes fases de implementación. Con esa información se presenta el modelo de aceptación y uso de innovaciones sistémicas. Ello permite que las personas involucradas en la toma de decisión, a nivel organizacional, tengan el conocimiento y discernan sobre los factores que involucra el fomentar o rechazar este tipo de innovación, así como los factores que influyen durante la fase de implementación, sea en la gestión de ingeniería y/o la ejecución en proyectos constructivos con el fin de mejorar la productividad y trazabilidad en los proyectos.



DEDICATORIA

A mis abuelos, que desde el cielo celebran este logro conmigo.

A mi hermano Tony, quien es mi mayor admiración, y en especial a mis padres, Walter y Maritza, mis mayores orgullos. Gracias por la educación que con tanto esfuerzo y dedicación pudieron darme. Gracias por apoyarme y motivarme a dar lo mejor de mí en cada paso que doy. Que Dios y la vida nos siga permitiendo celebrar más momentos juntos. Este logro va para ustedes. Los amo.

Karla Abanto

Para mi padre, quien ha sabido cómo formarme con buenos hábitos, sentimientos y valores, los cuales me ha servido en mi etapa de formación profesional. Gracias a todo lo que me enseñó es que puedo afrontar tantas situaciones y donde quiera que esté, espero que se sienta orgulloso.

A mi madre que me ha aportado constancia y madurez en mi formación profesional. Ella siempre ha estado conmigo afrontando cada adversidad de la vida y del proceso de formación profesional.

A mi hermana que me ha apoyado durante mi etapa a seguir adelante y en conjunto con mi familia han sabido mantenerme firme durante todo el proceso y a valorar cada proceso de logro y formación.

Elio Fuentes

Un reconocimiento especial a nuestro asesor, el Mg. Miguel Lozano, por su orientación y ayuda durante el proceso de realización de esta tesis, así como sus consejos y por compartir sus conocimientos para nuestro ámbito profesional.

Un agradecimiento especial al Mg. Alex Fernández, a la Ing. Eliane Díaz y a los profesionales entrevistados por el tiempo y apoyo que de forma altruista nos brindaron para retribuir a la presente investigación.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Preguntas de investigación.....	4
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. Justificación	5
1.5. Alcance	5
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	7
2.1. Estado del arte.....	7
2.2. Definiciones conceptuales	10
2.2.1. Innovación.....	10
2.2.2. Innovación sistémica	11
2.2.3. Teorías de aceptación y uso de innovaciones.....	12
2.2.3.1. Estudio de la implementación de innovaciones según Slaughter.....	12
2.2.3.2. Teoría de adopción de innovaciones según Rogers.....	14
2.2.3.3. Modelo de Ozorhon.....	17
2.3. Definición de variables	19
2.3.1. Motivadores.....	21
2.3.2. Desalentadores	23
2.3.3. Insumos	24
2.3.4. Facilitadores	25
2.3.5. Barreras	26
2.3.6. Resultados	28
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	30
3.1. Diseño de la investigación	30
3.2. Instrumento	31
3.3. Perfil de los entrevistados	33
3.4. Metodología de la investigación	33
CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE VARIABLES.....	35

4.1. Validez de panel de expertos	35
4.1.1. Preguntas para la validación de expertos	36
4.2. Análisis de las entrevistas para validación de expertos	37
4.2.1. Análisis de entrevista a E01	37
4.2.2. Análisis de entrevista a E02	40
4.2.3. Análisis de entrevista a E03	41
4.2.4. Análisis de entrevista a E04	43
4.2.5. Análisis de entrevista a E05	46
4.3. Discusión de resultados de la validación de expertos	48
4.4. Modelo de aceptación validado	50
CAPÍTULO 5: ESTUDIO DE CASOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	52
5.1. Caso de estudio N°1 – Edificio para centro universitario.....	53
5.1.1. Análisis global del caso de estudio N°1 – Edificio universitario.....	53
5.2. Caso de estudio N°2 – Edificio Residencial	62
5.2.1. Análisis global del caso de estudio N°2 – Edificio Residencial	63
5.3. Caso de estudio N°3 – Edificio Universitario.....	70
5.3.1. Análisis global del caso de estudio N°3 – Edificio universitario.....	71
5.4. Análisis transversal	79
5.4.1. Motivadores.....	79
5.4.2. Desalentadores	82
5.4.3. Insumos	85
5.4.4. Facilitadores	89
5.4.5. Barreras	93
5.4.6. Resultados	97
5.5. Presentación del modelo final.....	102
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	108
6.1. Conclusiones	108
6.2. Recomendaciones para futuras investigaciones.....	111
BIBLIOGRAFÍA	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Factores relativos a los objetivos y los efectos de la innovación</i>	22
Tabla 2. <i>Factores que obstaculizan las actividades de innovación</i>	27
Tabla 3. <i>Variables del modelo de gestión de innovación basado en la literatura</i>	29
Tabla 4. <i>Información de los entrevistados para validación de variables</i>	36
Tabla 5. <i>Validación de variables según entrevistas</i>	49
Tabla 6. <i>Variables añadidas al modelo de aceptación según validación de expertos</i>	49
Tabla 7. <i>Datos generales de los casos de estudio</i>	52
Tabla 8. <i>Datos generales de los entrevistados del caso N°1</i>	53
Tabla 9. <i>Datos generales de los entrevistados del caso N°2</i>	63
Tabla 10. <i>Datos generales de los entrevistados del caso N°3</i>	70
Tabla 11. <i>Variables presentadas en cada fase de aceptación y uso de la innovación sistémica según el caso de estudio</i>	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Nivel de adopción BIM de acuerdo con el tamaño de empresa constructora	3
Figura 2. Fases de aplicación de innovación	13
Figura 3. Modelo de proceso de decisión de innovación de la componente “tiempo”	15
Figura 4. Curva de adopción de innovaciones de Rogers	16
Figura 5. Proceso de innovación según Ozorhon	17
Figura 6. Factores influyentes del modelo de Ozorhon.....	19
Figura 7. Modelo de difusión de la gestión de innovación.....	20
Figura 8. Metodología de la investigación	33
Figura 9. Modelo de aceptación validado para los casos de estudio	51
Figura 10. Frecuencia porcentual de motivadores del caso de estudio N°1: Edificio universitario	55
Figura 11. Frecuencia porcentual de desalentadores del caso de estudio N°1: Edificio universitario	56
Figura 12. Frecuencia porcentual de insumos del caso de estudio N°1: Edificio universitario	57
Figura 13. Frecuencia porcentual de facilitadores del caso de estudio N°1: Edificio Universitario	59
Figura 14. Frecuencia porcentual de barreras del caso de estudio N°1: Edificio universitario	60
Figura 15. Frecuencia porcentual de resultados del caso de estudio N°1: Edificio universitario	62
Figura 16. Frecuencia porcentual de motivadores del caso de estudio N°2: Edificio residencial.....	64
Figura 17. Frecuencia porcentual de desalentadores del caso de estudio N°2: Edificio residencial.....	65

Figura 18. Frecuencia porcentual de insumos del caso de estudio N°2: Edificio residencial	66
Figura 19. Frecuencia porcentual de facilitadores del caso de estudio N°2: Edificio residencial.....	67
Figura 20. Frecuencia porcentual de barreras del caso de estudio N°2: Edificio residencial	68
Figura 21. Frecuencia porcentual de resultados del caso de estudio N°2: Edificio residencial	70
Figura 22. Frecuencia porcentual de motivadores del caso de estudio N°3: Edificio universitario	72
Figura 23. Frecuencia porcentual de desalentadores del caso de estudio N°3: Edificio universitario	73
Figura 24. Frecuencia porcentual de insumos del caso de estudio N°3: Edificio universitario	74
Figura 25. Frecuencia porcentual de facilitadores del caso de estudio N°3: Edificio universitario	76
Figura 26. Frecuencia porcentual de barreras del caso de estudio N°3: Edificio universitario	77
Figura 27. Frecuencia porcentual de resultados del caso de estudio N°3: Edificio universitario	78
Figura 28. Gráfico comparativo de motivadores según el caso de estudio analizado	82
Figura 29. Gráfico comparativo de desalentadores según el caso de estudio analizado	85
Figura 30. Gráfico comparativo de insumos según el caso de estudio analizado	88
Figura 31. Gráfico comparativo de facilitadores según el caso de estudio analizado	93
Figura 32. Gráfico comparativo de barreras según el caso de estudio analizado	97
Figura 33. Gráfico comparativo de resultados según el caso de estudio analizado.....	102

Figura 34. Modelo final de aceptación y uso de una innovación sistémica validado por los
casos de estudio 102



CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se plantea la problemática que incentiva la presente investigación. Además, se presenta la situación actual en los últimos años sobre el desarrollo de innovaciones en el Perú. Por otro lado, se plantea el objetivo general, los objetivos específicos y el planteamiento de las preguntas de la presente investigación.

1.1. Planteamiento del problema

En el Perú se establecen las leyes N°28303 Ley Marco de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica y N°28613 Ley del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación Tecnológica. Estas leyes rigen a SINACYT, el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, conformado por instituciones dedicadas a la investigación sobre este ámbito, el cual promueve, informa y afianza información lucrativa tanto para el sector público como privado. Sin embargo, el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CONCYTEC, 2016) alude que la problemática de los resultados de I+D+i (*Investigación, desarrollo e innovación*) en el Perú no corresponden a las necesidades del país por los siguientes motivos: los débiles programas de información, la poca vinculación de los centros de investigación con las necesidades del país y la poca aplicación práctica y la falta de incentivos económicos. A partir de esta información, se concluye que el gobierno es consciente de que hay una falta de I+D+i dentro de todos los sectores que participan en la economía del país, incluido el sector construcción.

En una investigación realizada por Guevara (2014), muestra el estado actual de I+D+i en el sector construcción en el Perú. De las empresas encuestadas, solo un 44.64% son innovadoras, mientras que un 32.14% de las empresas constructoras han implementado

innovaciones tecnológicas. Por otro lado, se menciona que solo un 3.57% de las empresas encuestadas tiene establecido un departamento o área de I+D+i.

Según Maceli (2017), una de las problemáticas que más se resalta en el sistema de construcción en el Perú es la falta de innovación en el sector de construcción. Muchas de las empresas peruanas utilizan procesos muy poco sofisticados e ineficientes por la falta de investigación y desarrollo tecnológico. Para la OCDE (2016), los altos niveles de informalidad, bajos niveles de habilidades e innovación, infraestructura subdesarrollada y grandes disparidades entre las regiones pesan en las perspectivas de desarrollo de Perú.

Un ejemplo actual que muestra el déficit de innovaciones dentro del sector construcción es un estudio de adopción BIM en proyectos de Lima y Callao. Murguía et al. (2021) hallaron que un 39.1% de los proyectos encuestados adoptó BIM, a diferencia de su primer estudio con un 25% en el 2017. Asimismo, Murguía et. al. (2021) muestran un comparativo, dentro de la misma investigación, entre los niveles de adopción de acuerdo con el tamaño de la empresa constructora. Como se observa en la Figura 1, el 71% de los proyectos ejecutados por empresas medianas han adoptado BIM, mientras que en las empresas pequeñas representa un 41%, y solo un 30% en microempresas.

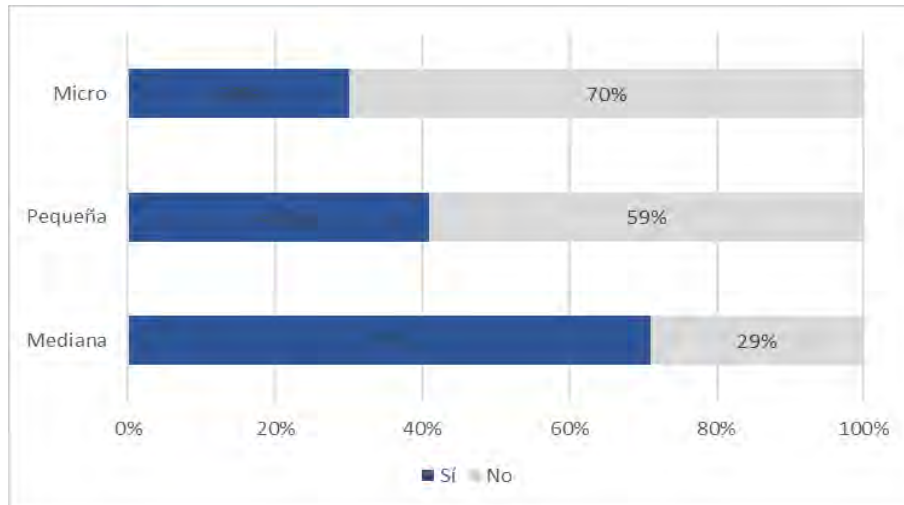


Figura 1. Nivel de adopción BIM de acuerdo con el tamaño de empresa constructora
Fuente: (Segundo estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima y Callao, 2021)

Desde otra perspectiva, Soto y Manríquez (2023) presentaron un panorama general del avance BIM en América Latina y El Caribe. Su estudio muestra que Perú se encuentra dentro de los nueve de quince países investigados que presentan una iniciativa de impulso de BIM dentro del sector público y muestra un progreso suficientemente superior a los países que no presentan un plan BIM por parte del Estado. Dentro de estos cinco países, los autores aluden que Perú se ubica dentro de los tres países que implementa BIM en el sector público de forma centralizada y consideran que uno de los factores que contribuye al avance es la cantidad de personas involucradas que se dedican al proyecto a tiempo completo. A pesar del desarrollo que muestra el país, Soto y Manríquez (2023) aluden a que ningún país en investigación logra alcanzar un grado de implementación avanzado, por lo que se requiere adoptar medidas que permitan progresar a cada país.

En base a lo descrito, la presente investigación busca proponer un modelo de aceptación y uso de innovaciones sistémicas en el sector construcción a nivel de Lima Metropolitana, con el fin de que las personas involucradas en la toma de decisión tengan el

conocimiento y discernan sobre los factores que implica el fomentar o rechazar este tipo de innovación, los factores que implican durante la fase de implementación, sea en la gestión de ingeniería y/o la ejecución en proyectos constructivos, y los resultados obtenidos a causa de su uso.

1.2. Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son los estudios de adopción de innovación según la base teórica?
- ¿Cuáles son los factores relevantes para la aceptación y uso de innovaciones sistémicas para proyectos de construcción de Lima Metropolitana validados por expertos?
- ¿Cuáles son los factores relevantes para la aceptación y uso de innovaciones sistémicas para proyectos de construcción de Lima Metropolitana en los casos de estudio?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Desarrollar un modelo de aceptación y uso de una innovación sistémica en proyectos de construcción de Lima Metropolitana

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar y analizar los estudios de adopción de innovación según la base teórica
- Validar los factores relevantes para la aceptación y uso de una innovación sistémica mediante expertos
- Analizar los factores relevantes para el uso de las innovaciones sistemáticas en tres casos de estudio

1.4. Justificación

El Reporte Anual de Competitividad Global del 2019 desarrollado por el Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés) presenta mediante indicadores el avance las economías de 141 países y cómo las instituciones, política y otros factores intervienen en el nivel de productividad de un país. En este reporte se presenta que Perú ocupa el puesto 65 de esta lista en el pilar de la capacidad de innovación y se ubica por debajo de países latinoamericanos como Chile, México, Argentina, Colombia y Brasil. En el rubro de la construcción, existen innovaciones sistémicas como el Modelado de información para la construcción (BIM, por sus siglas en inglés), que presenta una creciente aceptación de los profesionales que laboran en este rubro. En el Tercer estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima elaborado por Murguía et. al. (2023) los autores aluden que, a pesar de que la intención del uso de innovaciones sistémicas en los proyectos es alta, aún existe una brecha de la innovación y aún significa un reto implementarlas en la práctica. Además, los autores comentan que es necesario el apoyo de las empresas y fomentar en mayor escala el uso de este tipo de innovaciones sistémicas. Por ende, la finalidad de esta investigación es presentar un modelo de aceptación y uso de innovaciones sistémicas debido al déficit en los niveles de adopción de estas en Lima, Perú.

1.5. Alcance

La presente investigación está dirigida a los tomadores de decisiones a nivel organizacional, quienes tienen la potestad de determinar el uso de innovaciones sistémicas en proyectos de construcción en Lima Metropolitana, con la finalidad de que los tomadores de decisión tengan el conocimiento y discernan sobre las variables involucradas en la etapa de decisión para saber si implementar o rechazar las innovaciones sistémicas en los proyectos

constructivos, así como los factores que influyen durante la fase de implementación, sea en la gestión de ingeniería y/o la ejecución en proyectos constructivos con el fin de mejorar la productividad y trazabilidad en los proyectos.

Los casos de estudio de la presente investigación se limitan a la recopilación de información sobre las variables involucradas en cada fase de aceptación y uso de innovaciones sistémicas a profesionales que hayan sido parte de proyectos de construcción en Lima Metropolitana.



CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan las investigaciones realizadas en los últimos años con respecto a la innovación en la construcción en el Perú como estado del arte. Asimismo, se definen conceptos relacionados con la innovación, la innovación sistémica, la difusión e implementación de innovaciones, y la presentación de un modelo teórico para llevar a cabo la misma.

2.1. Estado del arte

La última investigación orientada a la innovación en el sector construcción fue llevada a cabo por Diaz y Fabian (2021). El objetivo de este estudio fue crear un modelo de aceptación y uso de innovaciones de proyectos de construcción en el Perú. La metodología presentada por los autores radicó en una investigación y evaluación de modelos teóricos para determinar cuál es la coyuntura de las innovaciones en el sector construcción, seguido de una validación de variables. Posterior a ello, se presentaron cuatro casos de estudio en cuatro proyectos diferentes en base a la innovación utilizada: modular, incremental, arquitectural y sistémica. Esta última es el tipo de innovación que se estudiará para la presente investigación.

Una de las conclusiones más destacables de esta investigación es que el 84.5% de las variables utilizadas en base a modelos teóricos fueron válidas dentro del contexto peruano. Además, los autores concluyen que, en base a su estudio de casos, la innovación sistémica requiere tanto de habilidades duras como blandas, capacidad de trabajar de manera colaborativa y una verdadera comunicación y escucha.

La relación entre el estudio efectuado por Diaz y Fabian y la presente investigación que se desarrolla en esta tesis es la metodología utilizada. La divergencia radica en el tipo de

innovación en estudio. A diferencia de los cinco modelos de innovaciones según Slaughter empleados por Diaz y Fabian en sus casos de estudio, esta investigación se enfoca principalmente en las innovaciones sistémicas. Dado que estas dos investigaciones se basan en el mismo contexto peruano ocurre la posibilidad de que las variables sean semejantes dentro de las fases de la implementación de la innovación sistémica en los proyectos de construcción; sin embargo, podría haber eventualidades en los resultados dependiendo de los casos de estudios.

La Mg. Anika Maceli presentó una investigación acerca de la innovación en el sector de la construcción en el Perú en el 2017. El objetivo de la magister fue percibir el estado actual de la innovación en el sector construcción e identificar los problemas asociados a esta. La autora emplea el “Modelo para la innovación sistémica en empresas constructoras” de un artículo efectuado por Pellicer, Yepes, Correa y Alarcón en el 2014. Cabe mencionar que este modelo fue aplicado a una empresa constructora española y que contribuye a que otras empresas españolas conozcan cómo se desenvuelven las innovaciones dentro de la empresa y comprender qué factores son influyentes dentro del proceso de implementación. Según el Tablero Europeo de Innovación (EIS, por sus siglas en inglés) en el 2022, España fue considerado como el país con innovación moderada con un desempeño al 88% en relación con el promedio de la Unión Europea, a diferencia de Perú que a nivel de Latinoamérica que no se distingue por implementar innovaciones.

A través de su metodología, la Mg. pudo constatar que el modelo utilizado tuvo un grado de aceptación alto, debido a que los entrevistados tienen la disposición de adoptar una gestión de innovación sostenible. La autora resalta, de manera similar que Diaz y Fabian (2021), que dentro de los casos de estudio es necesario ser lo suficientemente comunicativo

con todas las áreas involucradas y definir correctamente los roles y funciones de cada uno, supuesto que dentro de la etapa de ejecución se manejan problemas que no se transmiten hacia la gerencia e impide hallar la solución en poner en marcha nuevas innovaciones. Por otro lado, Maceli (2017) alude que las empresas interpretan esta innovación como un proceso tedioso que conduce a cambiar las alternativas logísticas que se llevan de manera práctica por años y optan por no adquirirlos. Esto genera que las opciones de mostrar un plan nuevo de implementación se vean reducidas en el sector de construcción. No obstante, menciona que los entrevistados pretenden ganar rentabilidad y que con el paso del tiempo las empresas optarán por llevar a efecto nuevas innovaciones.

Esta investigación guarda relación con la presente investigación respecto a la utilización de modelos de innovación sistémica basados en referencias bibliográficas y poder analizar si estos modelos que son aplicados en países desarrollados pueden ser adaptados al sector construcción peruano.

Almeyda (2015) realizó una investigación en el Perú con el objetivo analizar los factores más influyentes en el desarrollo de innovaciones organizacionales y de proceso implementadas en seis proyectos de una empresa peruana líder en cuatro áreas de negocios: ingeniería y construcción, infraestructura, inmobiliaria y servicios. Estos factores estuvieron enfocados en una teoría de modelo de la gestión de innovaciones basada en el proceso de innovación de Ozorhon et al. (2014) y otro modelo de sistema estandarizado de gestión de innovaciones investigado por Pellicer et al. (2012).

La investigación de Almeyda se relaciona con el presente estudio con respecto al objetivo principal de la tesis. Sin embargo, esta diverge en el tipo de innovación en estudio y la cantidad de casos que se presentan. Además, se utiliza el mismo modelo teórico de

gestión de innovaciones de Ozorhon para la validación de los factores que se ajustan a las diferentes fases de implementación de innovaciones sistémicas adaptadas a un contexto peruano.

2.2. Definiciones conceptuales

2.2.1. Innovación

La innovación es, en general, compleja y ambigua de definir. El concepto de esta palabra es definido por varios autores y cada uno de ellos sugiere diferentes tipos de innovación. La variación del significado depende del contexto y ámbito en el cual se aplique. De acuerdo con Urabe et al. (1988), la innovación es la creación de una idea y su implementación para un nuevo producto, proceso o servicio que genera un crecimiento económico del país, beneficios para empresa innovadora, y un aumento de empleos. Esta creación de ideas surge de la necesidad del cliente o busca otros modos de producir. Además, menciona que la innovación es un proceso largo que depende de la toma de decisiones organizativas desde la generación de la idea hasta que es aplicada. Esta fase de implementación permite producir una mayor productividad y reducción de costos ante el desarrollo de la idea en cuestión. Análogamente, la OECD (2010) la define como un factor clave para el crecimiento y como una de las posibles soluciones ante una crisis de un país. Por otro lado, se sostiene que la finalidad de la innovación es poder incrementar la producción, fijar precios justos y aumentar mercados a la competencia. Asimismo, se afirma que con el crecimiento dado por la innovación motiva a los gobiernos a invertir más en ella.

Conforme con Bessant et al. (2005), se define innovación como una renovación de una organización que debe ser gestionada de manera adecuada. Indican que mientras no existan nuevas innovaciones de productos, procesos o servicios, estas se encuentran en

peligro de desuso, así como su desarrollo (pp.1366). Para Slaughter (2000), la innovación del sistema depende de manera importante de la colaboración entre los involucrados y el compromiso de cada uno de ellos. Se deberá promover la aplicación del sistema y llevar a cabo evaluaciones mediante la innovación con respecto a los objetivos sobre su rendimiento (p. 11-13).

2.2.2. Innovación sistémica

De acuerdo con Geels (2006), la innovación sistemática es el cambio en la manera que se ejecutan las necesidades básicas del ser humano, ya sea vivienda, nutrición, transporte, comunicaciones, etc. Asimismo, menciona que la innovación sistémica es definida como el cambio de un sistema sociotécnico a otro, en el cual no solo se relacionan los involucrados de un grupo social, sino también entre grupos sociales. Geels indica que existen tres aspectos relevantes para este tipo de innovación. El primer aspecto es la sustitución tecnológica, la cual implica tres tipos de subprocesos: la aparición de nuevas tecnologías, su difusión y el reemplazo de una antigua tecnología por una nueva. El segundo es la coevolución, la cual implica cambios en los hábitos del usuario, las redes corporativas, infraestructura, significación cultural y reglamentaciones. Por último, la aparición de nuevas funcionalidades que permitan cambiar la forma en la que se mide el rendimiento, ya que este tipo de innovaciones puede tener alguna particularidad en sus propiedades técnicas.

Conforme con Slaughter (2000), una innovación sistémica implica la integración de diferentes tipos de innovación para mejorar el desempeño de un proyecto, el cual debe ser ejecutado de manera conjunta entre los diferentes componentes y sistemas, y obtener nuevas funcionalidades. Por consiguiente, este tipo de innovación requiere la implicación de las partes involucradas o equipos del proyecto que tengan la capacidad necesaria para realizar

sus correspondientes coordinaciones para evitar dividir sus responsabilidades y el control del proyecto entre diferentes áreas.

Asimismo, Taylor y Levitt (2004) declaran en su estudio que la innovación sistémica requiere de diversas organizaciones cambien coordinadamente, por ejemplo, en los avances en la planificación de recursos empresariales (ERP), la gestión de la cadena de suministro y la prefabricación de los sistemas de componentes. De la misma manera, Shabanesfahani y Tabrizi (2012) explican que se cree que la industria de la construcción y la producción está atrasada en la implementación de innovaciones sistémicas y que las empresas necesitan innovar en sus procesos, ya que es fundamental para generar mayor productividad. Generando un mayor entendimiento de los factores favorables involucrados en la adopción de las nuevas innovaciones, estas pueden ser más promovidas dentro de la ingeniería y el sector construcción. Por otro lado, Shabanesfahani y Tabrizi (2012) mencionan los siguientes ejemplos de innovaciones sistémicas en la industria de la construcción: herramientas de construcción y diseño virtual CAD 3D (VDC, por sus siglas en inglés), modelado de información para la construcción (BIM, por sus siglas en inglés), prefabricación de construcción o sistemas de componentes, gestión integrada de la cadena de suministro (SCM, por sus siglas en inglés), modularización de proyectos, iniciativas de financiamiento de proyectos (PFI, por sus siglas en inglés) y asociaciones público-privadas (PPP, por sus siglas en inglés), entre otros.

2.2.3. Teorías de aceptación y uso de innovaciones

2.2.3.1. Estudio de la implementación de innovaciones según Slaughter

En un estudio realizado por Slaughter (2000) presenta seis fases de implementación de una innovación en la construcción representado en la Figura 2:



Figura 2. Fases de aplicación de innovación
Fuente: Slaughter (2000). Elaborado por los autores

Como se observa en la Figura 2, las fases de aplicación se dividen en seis etapas: identificación, evaluación, compromiso, preparación, uso y la evaluación postpuso. Para Slaughter, en la etapa de identificación se busca reconocer y especificar los objetivos que requiere una empresa u organización. La fase más crítica en esta etapa es requerir de una persona experimentada que sepa identificar soluciones y nuevas estrategias para posibles problemas en un proyecto y para la próxima etapa de evaluación. Otra fase crítica mencionada es la lluvia de ideas como proposición de soluciones congruentes con el tiempo.

En la etapa de evaluación, se analizan y seleccionan las alternativas que, dependiendo del tipo de proyecto, sean favorables en términos de rendimiento. Para la evaluación debe tomarse en cuenta los beneficios tanto para la empresa como para el proyecto, debido a que son un motivador para aplicar la innovación en construcción. En el mayor de los casos, unos de los factores más importantes es la reducción de costos, plazos y el mejoramiento de procesos constructivos. Por otro lado, se aluden otros criterios como la viabilidad técnica o

la seguridad de los trabajadores. En la tercera fase, se requiere el compromiso por parte de la empresa haciendo uso de sus recursos financieros, de personal, equipos y/o materiales, además de hacer de conocimiento público la implementación de la innovación. En la fase de preparación, es primordial requerir de personal calificado, así como capacitar a los involucrados del proyecto, tanto para el cliente como para la empresa contratista.

Slaughter afirma que es crucial que se repartan los beneficios entre el equipo encargado con el fin de que se involucren comprometidamente ante posibles riesgos que ocurran en el proceso de uso. En la quinta fase de uso pueden ocurrir cambios en el proceso para obtener los resultados esperados y potenciar los beneficios de su utilización. La capacitación llega a ser provechosa en esta etapa cuando las soluciones existentes ya no son las adecuadas. Por último, en la etapa de evaluación post uso se analizan las comparaciones entre los criterios esperados y los resultados obtenidos. Por otro lado, deben registrarse los problemas o percances en la fase de uso, el compromiso real por parte de la empresa y el equipo del proyecto con la implementación, el impacto generado en el proyecto y analizar si la innovación es aplicable para proyectos actuales y futuros.

2.2.3.2. Teoría de adopción de innovaciones según Rogers

Rogers (2003) define la difusión como un proceso en el cual se comunica, mediante ciertos canales, a lo largo del tiempo entre los integrantes de una sociedad. La difusión consta de cuatro elementos: la innovación, los canales de comunicación, el tiempo y el sistema social. La innovación es una idea, práctica u objeto que es percibido por un individuo como nuevo. Al presentarse una idea que destaca, el impacto que genere es importante dependiendo de la determinación con la que se adopta y se difunde. Los canales de comunicación constan de las vías por las que un individuo recibe la innovación, persona al cual la educación,

lenguaje, cultura, creencia del grupo y las circunstancias socioeconómicas del medio social. El tercer elemento, el tiempo, resalta su importancia en el proceso de decisión de adopción de una innovación. En la Figura 3, se muestra el siguiente modelo presentado por Rogers:



Figura 3. Modelo de proceso de decisión de innovación de la componente “tiempo”

Fuente: Rogers (2003). Elaborado por los autores

La etapa de persuasión es la más influyente de todo el proceso y se toma en consideración cinco aspectos: las ventajas reactivas, la cual se basa en que sea razonable y aporte una mejora; la posibilidad de observación, cuyo valor que destaca es que sea tangible; la compatibilidad, cuya referencia alude a los valores, las necesidades que surgen, la experiencia y los hábitos dentro de un sistema social; la complejidad, destaca que la innovación sea aplicable, se comprenda y se mantenga en el tiempo; y la posibilidad de riesgo, que se encarga de reducir los riesgos para que sea implementada con seguridad. Finalmente, el sistema social como cuarto componente puede ser una persona, grupo u organización que poseen y cooperan para resolver dificultades para un fin en común.

Por otro lado, Rogers (1962) muestra una curva de adopción de innovaciones en la cual se explican cuáles son las etapas que pasa la idea, producto o servicio en la sociedad y cuál es la categorización en la que esta se divide para su adopción. En la Figura 4 se presenta una distribución de frecuencia normal que se divide en cinco categorías de adoptantes: los innovadores, los adaptadores tempranos o visionarios, la mayoría temprana, la mayoría rezagada y los conservadores.

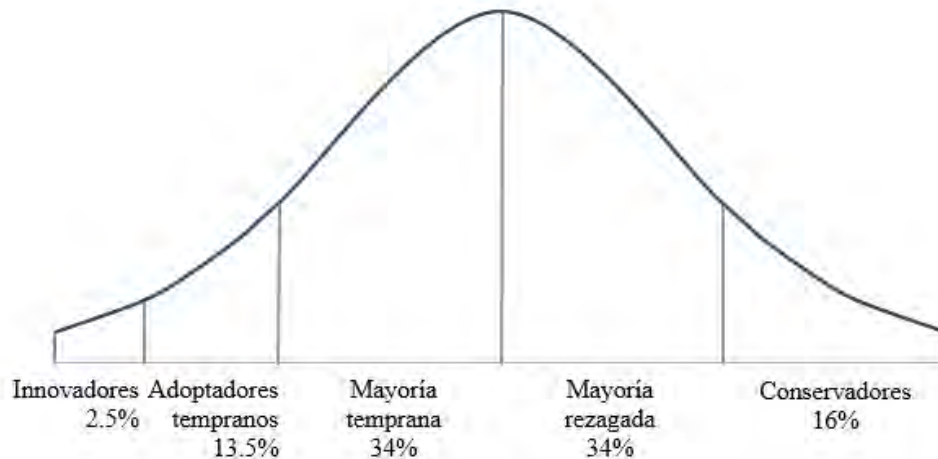


Figura 4. Curva de adopción de innovaciones de Rogers

Fuente: Rogers (1962). Elaborado por los autores

Según Rogers (1962), solo el 2.5% de la población estudiada son los primeros en aplicar una innovación y los que tienen espíritu emprendedor. Los innovadores están ansiosos por probar nuevas ideas, a pesar de ser peligroso o arriesgado; sin embargo, es necesario que tenga recursos financieros para cubrir las posibles pérdidas si es que la innovación no es rentable. Los primeros seguidores del estudio son considerados personas con las que hay que consultar antes de aplicar una nueva idea y quienes buscan en los innovadores información y consejos de la innovación aplicada para su uso exitoso y discreto.

La mayoría temprana o precoz, quien representa el 34% de la población, es la que adopta la innovación un poco antes que el promedio de la población. Este porcentaje tiene la voluntad de adoptar innovaciones; sin embargo, esporádicamente lideran. El otro 34% de la población correspondiente a la mayoría tardía adopta las innovaciones debido a las necesidades económicas o por la presión de la red. Este último factor puede ser más necesario para adoptarlas que por la utilidad de estas. Por último, los rezagados son los últimos en adoptar una innovación, ya que desconfían de las innovaciones y tienen valores tradicionales,

lo cual dificulta el proceso de decisión de innovación. No obstante, otro motivo puede ser la escasa economía de los rezagados para adoptar las innovaciones, por lo que deben estar seguros de que la innovación no sufrirá fallos antes de ser aplicada.

2.2.3.3. Modelo de Ozorhon

Ozorhon et al. (2014) realizaron una investigación que tiene como caso de estudio un proyecto de regeneración urbana en la zona norte de Inglaterra. Debido a la necesaria interacción entre los involucrados del proyecto, el principal objetivo fue investigar los mecanismos clave para la adopción exitosa de la innovación en un proyecto de construcción. Ozorhon et al. (2014) afirman que el proceso de innovación se representa como un sistema que envuelve un conjunto de factores que interactúan entre sí. Como se observa en la Figura 5, los componentes de este sistema son los insumos, motivadores, la innovación, facilitadores, las barreras y resultados.



Figura 5. Proceso de innovación según Ozorhon
Fuente: Ozorhon et al. (2014). Elaborado por los autores

Conforme a los hallazgos de su investigación, Ozorhon et al. (2014) consideran que en la primera fase de innovación se presentan las necesidades de una empresa para impulsar

la innovación debido a los problemas o percances que han venido surgiendo por primera vez o de manera frecuente en proyectos realizados con anterioridad. Por ende, se debe buscar soluciones en base a una lluvia de ideas por parte de los involucrados como segunda fase. Según el tipo de innovación que se requiera para cada proyecto, debido a que cada proyecto es único, los autores consideran que se deben realizar inversiones en investigación y desarrollo o por medio de consultorías. Al difundirse la innovación, la empresa contratista tiene la responsabilidad de que sea implementado adecuadamente, comprometiéndose con el fin de obtener buenos resultados al final del proyecto y superar los posibles obstáculos que ocurran en el proceso. Además, los miembros del equipo encargado del proyecto deben ser responsables de sus funciones y las actividades que deben realizar. Los autores subrayan que el fin de las necesidades es obtener mayor aprendizaje y lecciones que servirán para próximos proyectos.

La correlación entre la investigación de Ozorhon con la presente tesis es presentar un modelo de aceptación y uso de innovaciones sistémicas en proyectos de construcción en un contexto peruano. Las variables asociadas a cada fase de aceptación y adopción de la innovación serán importantes para el análisis de empleo de innovaciones sistémicas en el sector construcción peruano, que, a la par de otras bibliografías teóricas, contribuirán en encontrar criterios que intervengan en su utilización. Sin embargo, se debe tener en cuenta que esta metodología está enfocada en proyecto de Reino Unido, en Europa. Por ende, se evidenciará si el modelo teórico puede ser adaptado a un contexto peruano. A continuación, en la Figura 6 se muestran los factores del modelo de Ozorhon que se presentan en los siguientes componentes: impulsores, insumos, barreras, facilitadores y resultados.

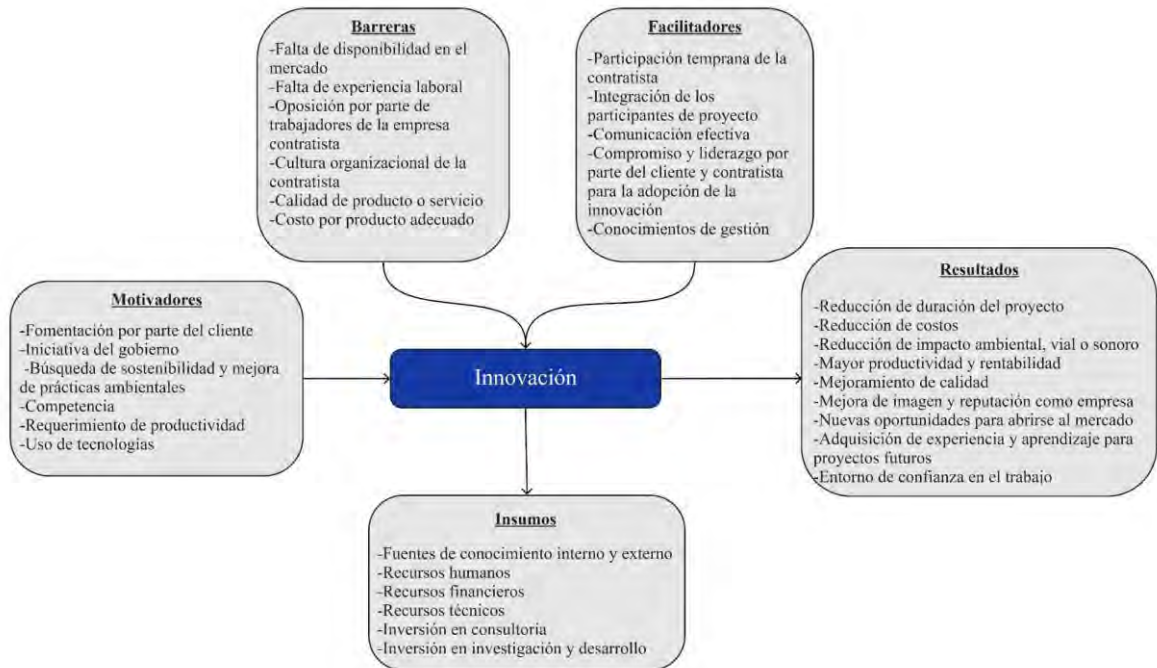


Figura 6. Factores influyentes del modelo de Ozorhon

Fuente: Ozorhon, et al. (2014). Elaborado por los autores

2.3. Definición de variables

Con la literatura descrita sobre las teorías de aceptación y uso de innovaciones y el modelo de gestión de innovaciones presentado por Ozorhon en el 2016 como marco de referencia, se presenta una nueva perspectiva orientada en la difusión de innovaciones mostrada en la Figura 7. Este modelo consta de varios elementos, los cuales se integran de variables teóricas de mayor importancia como punto de partida.

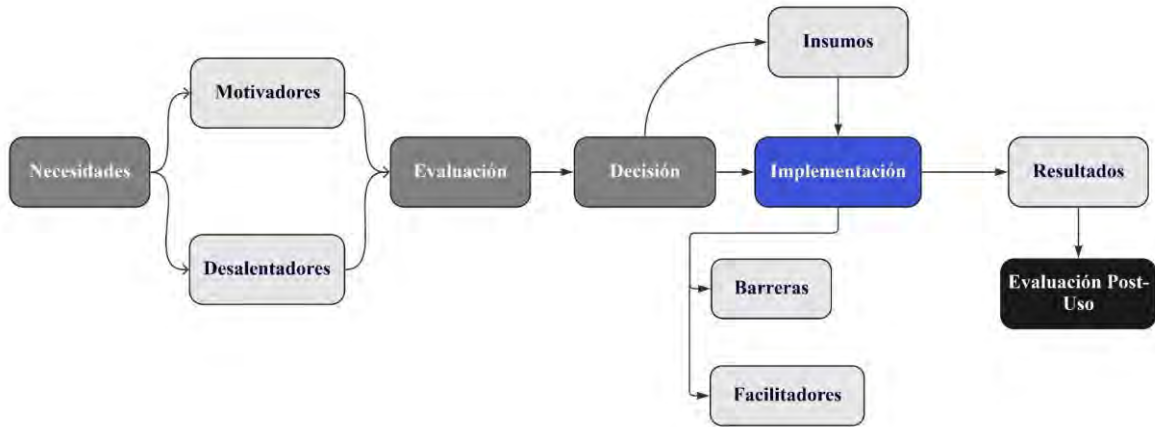


Figura 7. Modelo de difusión de la gestión de innovación

Fuente: Elaborado por los autores basado en Slaughter (2000), Rogers (2003) y Ozorhon et al. (2014)

En vista de las necesidades de las empresas por la búsqueda de mejoras, se plantean ideas para su solución. En este modelo de plan de implementación, las componentes en estudio son los motivadores, desalentadores, facilitadores, barreras y resultados del proyecto. Los motivadores se hacen referencia al porqué se decide realizar una acción por parte de una empresa en un determinado tiempo con el fin de obtener beneficios con una innovación. Los desalentadores son variables que no permiten la toma de decisión de innovar. Los insumos son los objetos o recursos utilizados para llevar a cabo la implementación sea de carácter humano, financiero o técnico, además del conocimiento requerido. Esta etapa es posterior al proceso de evaluación y decisión en el que se requiere de personal experto en innovaciones, del cliente y personas involucradas en el proyecto. Los facilitadores permiten una mejor gestión en la etapa de uso reduciendo los obstáculos posibles. Las barreras son los retos que se producen tras el empleo de innovación. Los resultados son los efectos o consecuencias de poner en marcha la implementación.

El resultado postpuso es la etapa en la que se pretende obtener la mayor información posible, debido a que luego de terminado el proyecto sus participantes toman diferentes rumbos. En esta fase se busca analizar la información del impacto real de la innovación, percances observados en el uso para realizar los cambios pertinentes para futuros proyectos.

2.3.1. Motivadores

Beristain (2012) señala que para implementar una innovación es significativo la combinación entre la creatividad y la motivación por parte del equipo. Por ello, Beristain hace énfasis en la actitud de los miembros de una organización, la cual incurre en contribuir a favor de la empresa. Con ello se genera un conjunto de circunstancias que son voluntarias y trabajan con el fin de conseguir un objetivo.

Según una investigación realizada por Gambatese y Hallowell (2011) a organizaciones creadoras de innovación mediante entrevistas, se muestra que el apoyo del cliente y la comunicación entre el equipo encargado del proyecto y de la empresa son motivadores significativos que afectan la implementación en proyectos. Por otro lado, Vilá (2011) explica que al existir un reto en la empresa supone un objeto colectivo que llama la atención de todos y en la mayoría de las ocasiones suele ser un incentivador más eficaz para la innovación que cualquier otro motivador externo. Según Hardie y Newell (2011), el rol de los estados gubernamentales en impulsar la innovación también es un factor clave para los innovadores exitosos.

Por otro lado, la OCDE (2005) presenta diferentes factores o motores para cuatro tipos de innovación: de producto, de proceso, organizativas y de mercadotécnica. Para la presente investigación se realizará un enfoque en los factores relativos de innovaciones de proceso como los motivadores para su aplicación como se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1

Factores relativos a los objetivos y los efectos de la innovación

Referidos a:	Innovaciones de proceso
Competencia, demanda y mercados	
Reducir el plazo de respuesta de las necesidades de los clientes	*
Producción y distribución	
Mejorar la calidad de los bienes y servicios	*
Mejorar la flexibilidad de la producción o la prestación del servicio	*
Aumentar la capacidad de producción o de prestación del servicio	*
Reducir los costes laborales unitarios	*
Reducir el consumo de materiales y de energía	*
Reducir los costes de diseño de los productos	*
Reducir las demoras en la producción	*
Cumplir las normas técnicas del sector de actividad	*
Reducir los costes de explotación vinculados a la prestación de servicios	*
Aumentar la eficiencia o la rapidez del aprovisionamiento y/o del suministro de los bienes o servicios	*
Mejorar la capacidad en cuanto a tecnologías de la información	*
Organización del lugar de trabajo	
Mejorar las condiciones de trabajo	*
Varios	
Reducir el impacto medioambiental o mejorar la sanidad y la seguridad	*
Respetar las normas	*

Nota. Fuente: Manual de Oslo (2005, pp.124)

(*): Cumple como factores con relación al tipo de innovación de procesos

2.3.2. Desalentadores

Balsemao (2015) opina que una de las grandes barreras que se han presentado en el Perú para innovar es el tradicionalismo en el trabajo, ya que muchas empresas se conforman con los métodos tradicionales para seguir en su producción, y el nivel de educación que se otorga en el país. Propone desprendernos del paradigma de lo tradicional para motivar a las empresas a innovar. De acuerdo con Gambatese y Hallowell (2011), el miedo por parte de los clientes para realizar nuevos cambios en la empresa, la falta de indagación sobre los beneficios de nuevas tecnologías y la falta de comunicación entre el cliente de y la empresa creadora de innovaciones. Además, indican que un indicador de menos importancia es el riesgo de falla de la implementación.

Varios autores (Blayse y Manley, 2004; Stewart y Fenn, 2006) indican que existe poco aliciente en la construcción para innovar debido a que no hay la suficiente recompensa y competencia por las innovaciones y que suprime los recursos financieros para otros fines necesarios de mayor costo y que generen utilidades. Debido a esto se reduce la motivación para innovar y limitan las curvas de aprendizaje por parte los involucrados de un proyecto. Entre otras investigaciones, (Alvarado y Spolmann, 2010; Maceli, 2017) la variabilidad del sector construcción con respecto a su tasa de crecimiento es un factor clave, ya que la industria depende de la economía del país.

Akunyumu (2021) señala que la carencia de capacitación de las organizaciones no posibilita el uso de innovaciones en la construcción. Por otra parte, Loosemore (2015) menciona que otro desalentador suele ser la inversión económica por parte de la empresa, ya que son pocas las que deciden pagar por una innovación.

2.3.3. Insumos

Conforme con Xue et al. (2014), los insumos son los recursos utilizados para fomentar e implementar una innovación y menciona los tipos de insumos más importantes: recursos humanos, recursos financieros, recursos científicos y tecnológicos, recursos de información y comunicación, y fuentes de conocimiento externo.

a) Recursos humanos

Dentro del proceso de implementación de innovación se requiere de personal especializado dentro del área y actividad asignada dentro de un proyecto. Ling (2003) menciona que el equipo encargado del proyecto debe tener las habilidades necesarias y que estén capacitados para sus labores. Además, alude a factores como la buena coordinación entre los involucrados del proyecto y horarios de trabajo flexibles. Para Cozzarin (2016), existe una relación entre los recursos humanos y la innovación. Además, muestra, citando a Chen y Huang (2009), que existen un vínculo entre cuan selectiva es la empresa con su personal, el incentivo de la empresa para solicitar nuevas ideas y toma de decisiones, y las evaluaciones por rendimiento de la innovación.

b) Recursos científicos y tecnológicos

El carácter de bien público (y publicado) del conocimiento científico ha favorecido históricamente el avance de la ciencia, precisamente porque las revistas y publicaciones son medios de transferencia de conocimiento de unas disciplinas a otras. Al usar y aplicar el conocimiento producido por otros, un científico puede proponer innovaciones epistémicas en su campo, que a veces tienen éxito y producen avances relevantes del conocimiento. (Echevarría, 2008, pp. 7-8)

c) Recursos de información y comunicación

Debido a que el proyecto involucra un gran personal a cargo, Xue et al. (2014) indica que la comunicación entre el equipo de trabajo es vital para lograr los objetivos deseados. Esto con el fin de que la información y conocimientos compartidos entre los involucrados mejoren las redes de relaciones para la innovación.

d) Conocimientos externos

De acuerdo con Xue et al. (2014), los conocimientos externos intervienen en promover la información, así como de la comunicación entre los involucrados del proyecto. Transmitir conocimientos y experiencias previas de cada individuo con innovaciones permite la mejora en su uso. De sobremanera, Cozzarin (2016), menciona la importancia de las alianzas entre otras organizaciones como relaciones externas.

2.3.4. Facilitadores

De acuerdo con Ling (2003) en su investigación, un factor determinante es el interés del equipo de proyecto durante la etapa de implementación. Esto facilita la integración de los involucrados a la par que permite que la gerencia de la empresa se sienta comprometida. Los resultados de las entrevistas sobre proyectos que adoptaron innovaciones indican además que el compromiso por parte del equipo no solo se presenta al inicio de la etapa de implementación, sino que también se mantiene durante todo el proceso hasta su finalización. Por otra parte, Hardie y Newell (2011) mencionan que el cliente es un notorio facilitador de la mejora y uso de innovaciones debido a la clara potestad que posee permite que sea una influencia ante los que están bajo su cargo, subcontratas o proveedores y esto incrementa claramente los resultados del uso de innovaciones.

Para Bayó y Campos (2015) si una empresa está dispuesta a innovar saben que todo un proceso requiere un cambio y se logra con el apoyo y colaboración de los involucrados que aporten un valor. Ambos autores resaltan que en estas épocas los avances tecnológicos y los cambios que se generan para modernizar son de gran ayuda si se desea innovar. Otro punto importante para resaltar es que cuando una empresa que está acostumbrada a innovar no basta con hacerlo de vez en cuando, sino de una forma constante y veloz y a esto se suma la competitividad que posee para adaptarse a esos cambios con un sistema eficiente que ha desarrollado para implementar una innovación.

2.3.5. Barreras

El Manual de Oslo (2007) muestra para diferentes tipos de innovación los diferentes factores con respecto a las barreras precisamente en la etapa de implementación. Debido a que el caso de estudio de la presente investigación es referido a innovaciones de proceso, se muestra en la Tabla 2 las variables que obstaculizan las actividades de innovación:

Tabla 2

Factores que obstaculizan las actividades de innovación

Referidos a	Innovaciones de proceso
Factores de coste:	
Riesgos percibidos como excesivos	*
Coste demasiado elevado	*
Falta de fondos propios	*
Capital riesgo	*
Financiación pública	*
Factores vinculados al conocimiento:	
Potencial de innovación insuficiente (I+D, diseño, etc.)	*
Falta de personal cualificado:	
- Dentro de la empresa	*
- En el mercado laboral	*
Falta de información sobre la tecnología	*
Insuficiencias en la disponibilidad de servicios externos	*
Dificultad de encontrar socios en cooperación para:	
- El desarrollo de productos o procesos	*
Rigideces organizativas dentro de la empresa:	
- Actitud del personal respecto al cambio	*
- Actitud de los gestores respecto al cambio	*
- Estructura de la dirección de la empresa	*
Incapacidad para afectar al personal a las actividades de innovación debido a los requisitos de la producción	*
Factores institucionales	
Falta de infraestructura	*
Legislación, reglamentos, norma, fiscalidad	*
Otras razones para no innovar:	
No hay necesidad de innovar debido a innovaciones previas	*

Nota. Fuente: Manual de Oslo (2005, pp. 131)

2.3.6. Resultados

Gambatese y Hallowell (2011) indican la aparición de nuevos mercados para los fabricantes o creadores de innovaciones, el mejoramiento de la calidad, aumento de productividad, reducción de costos y la ventaja competitiva como resultados de implementar una innovación. Asimismo, Tatum (1987) menciona que se espera, luego de la implementación, la información del rendimiento real de la innovación por parte del personal encargado. Esto se realiza con el fin de considerarla para proyectos futuros y poder reducir los problemas encontrados durante el proyecto. Además, afirma que la experiencia adquirida de cualquier tipo de innovación es de ayuda para futuros proyectos.

A diferencia de los beneficios mencionados anteriormente, Rogers (2003) afirma que no todos los resultados serán de éxito como muestran las agencias patrocinadoras encargadas de difundir investigaciones. Además, define dos tipos de discontinuidad para rechazar una innovación: discontinuidad de reemplazo, la cual rechaza una idea mejorada por otra que pueda reemplazarla, y la discontinuidad del desencanto, la cual declina la idea debido al descontento por su uso.

En la Tabla 3, se muestran las variables iniciales que formarán parte del modelo de gestión definido con anterioridad en base a la literatura descrita:

Tabla 3 Variables del modelo de gestión de innovación basado en la literatura

Componente	Variables	Autor(es)
Motivadores	Presencia de retos en la empresa	Vilá (2011)
	Normativas del sector	Manual de Oslo (2005)
	Costos por labores, materiales y producción	Manual de Oslo (2005)
	Calidad de bienes y servicios	Manual de Oslo (2005)
	Capacidad de producción	Manual de Oslo (2005)
	Iniciativa del Estado gubernamental	Hardie y Newell (2011); Ozorhon (2014)
Desalentadores	Tradicionalismo	Balsemao (2015)
	Miedo al fracaso	Gambatese y Hallowell (2011)
	Falta de conocimiento	Gambatese y Hallowell (2011); Ozorhon (2014)
	Inversión económica	Loosemore (2015)
	Variabilidad del sector	Alvarado y Spolmann (2010); Maceli, (2017)
Insumos	Recursos humanos, científicos y tecnológicos, de información y comunicación, y conocimiento externo	Ling (2003), Echevarría (2008), Xue et. al. (2014), Cozzarin (2016)
Facilitadores	Interés y motivación de los involucrados	Ling (2003)
	Compromiso compartido	Ling (2003)
	Respaldo por parte del cliente	Hardie y Newell (2011)
	Competitividad y reconocimiento	Bayó y Campos (2015)
	Comunicación efectiva	Gambatese y Hallowell (2011), Ozorhon (2014)
Barreras	Carencia de personal calificado	Manual de Oslo (2005)
	Cultura conservadora	Manual de Oslo (2005)
	Actitud de rechazo respecto al cambio	Manual de Oslo (2007)
	Falta de disponibilidad del producto o servicio	Manual de Oslo (2005)
	Carencia de información o experiencia	Manual de Oslo (2005)
Resultados	Reducción de costos	Gambatese y Hallowell (2011)
	Aumento de productividad	Gambatese y Hallowell (2011)
	Curva de aprendizaje	Tatum (1987), Gambatese y Hallowell (2011)
	Ventaja competitiva	Gambatese y Hallowell (2011)
	Apertura de nuevos mercados	Gambatese y Hallowell (2011)
	Satisfacción por parte del cliente	Rogers (2003)

Fuente: Elaborado por los autores

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presenta la metodología de investigación para presentar un modelo de aceptación y uso de una innovación sistémica.

3.1. Diseño de la investigación

La presente investigación utilizará un enfoque cualitativo, ya que se pretende realizar un modelo de aceptación y uso de innovaciones sistémicas en proyectos de construcción en base a modelos teóricos que indican diversas variables para su implementación. Hernández et al. (2016) mencionan que el enfoque cualitativo recopila y analiza la información en base a la experiencia, perspectivas y/o puntos de vista de los participantes. Para ello es necesario utilizar métodos de recopilación de la data (cuestionarios, encuestas, entrevistas, discusiones en grupo, etc.) para luego ser procesada e interpretada por el autor. De esta manera, se puede desarrollar resultados y conclusiones de los casos, así como teoría que pueda representar al análisis de datos.

Debido a la gran indagación que se requiere y sus características explicativas, para Ugalde y Balbastre-Benavent (2013) realizar un enfoque cualitativo tiene como ventajas crear nuevas teorías para temas de investigación poco indagados, así como poder aclarar los resultados de un enfoque cuantitativo. De acuerdo con Piza et. al, (2019) este tipo de enfoque tiene la ventaja de ser flexible, debido a que se pueden aclarar las respuestas, así como ser modificadas dependiendo de los participantes. Además, se puede obtener más información que con un diseño predeterminado que puede limitar la respuesta de los integrantes. Por otro lado, Boeije (2010) asegura que al utilizar este tipo de orientación permite que los participantes se involucren con el autor de la investigación. Esto genera que el investigador

se sienta parte de ellos y pueda entender mejor el objeto de estudio, ya que se es necesario reconocer el entorno en el cual se lleva a cabo.

El alcance de esta investigación es de carácter descriptivo, debido a que se describe cuáles son las variables, factores y limitaciones para implementar una nueva innovación basados en modelos de aceptación como los de Ozorhon (2014), Slaughter (2000) y Rogers (2003). Estos modelos sirven de guía para poder ser enfocados al sector construcción de nuestro país en este caso de estudio. Por otra parte, la teoría de difusión de innovaciones permite seleccionar las variables más importantes para aplicar la presente metodología.

El alcance descriptivo tiene como objetivo describir las características de un grupo determinado de personas o fenómenos. Hernández et al. (2016) aseveran que solo se busca recopilar y medir información de variables o conceptos de manera autónoma o conjunta, más no señalar cómo se relacionan.

El tipo de diseño es del “no experimental transversal”. Según Hernández et al. (2016), para este diseño se recopila la información una sola vez y en un solo momento. El objetivo principal es poder analizar las variables definidas con anterioridad sin ser manipuladas tal como se observa en el entorno o ambiente donde se lleva a cabo el caso de estudio. Además, Dzul (2013) menciona que la observación de estas variables es hecha en base a situaciones que ya han ocurrido en la realidad. Para el caso de la presente investigación se realizará una sola entrevista realizada en un solo momento y de manera única.

3.2. Instrumento

El instrumento utilizado para la presente investigación fueron entrevistas semiestructuradas para la validación por juicio de expertos y estructuradas para los casos de

estudio. Como lo señala Lopezosa (2020), una entrevista semiestructurada posee preguntas fijas y los entrevistados son capaces de escoger las preguntas en el orden que se desee responder. Esto significa que en el transcurso de la entrevista puede haber una dinámica entre el entrevistador y el entrevistado permitiendo que las interacciones sean más abiertas y flexibles que una entrevista estructurada.

Por otra parte, Díaz et al (2013) sostiene que una entrevista semiestructurada posee una visión de alta sensibilidad; esto quiere decir que si una pregunta no se responde de una forma más completa se podría repetir siempre y cuando se considere fundamental en la entrevista y se desea profundizar sobre el tema. A diferencia de las entrevistas semiestructuradas, las estructuradas son de carácter obligatorio con relación al orden de respuesta y la interacción entre el entrevistador y el entrevistado tiende a ser limitada; esto para que se enfoque solo en las preguntas que deberá responder. Las preguntas se constituyen de cinco componentes base para el modelo de gestión de innovación a estudiar: motivadores, desalentadores, insumos, barreras, facilitadores y resultados. Igualmente, cada uno de los componentes están compuestos por diferentes variables identificadas teóricamente en el modelo Ozorhon.

El objetivo de las entrevistas semiestructuradas es la validación de variables según la experiencia y vivencias del entrevistados con alguna innovación sistémica durante las diferentes etapas de su aplicación y sobre cómo se percibe el panorama actual de la implementación de innovaciones sistémicas en la industria de la construcción. Por otra parte, las entrevistas estructuradas para los casos de estudio tienen como fin obtener información relevante para analizar las variables o factores más relevantes en proyectos específicos en los que se haya empleado innovaciones sistémicas de inicio a fin.

3.3. Perfil de los entrevistados

La investigación realizada está dirigida a profesionales con amplia experiencia en el sector construcción por más de ocho años y que hayan tenido alguna experiencia previa con innovaciones sistemáticas en proyectos de construcción en Lima Metropolitana. Cabe mencionar que se han considerado personal de alto o medio mando como cargos gerenciales y de profesionales involucrados en algún tipo de innovación sistémica para los casos de estudio.

3.4. Metodología de la investigación

La metodología para la presente investigación tiene un enfoque cualitativo y alcance descriptivo con un diseño no experimental transversal. A continuación, se muestran las diferentes fases de la metodología del presente estudio en la Figura 8:

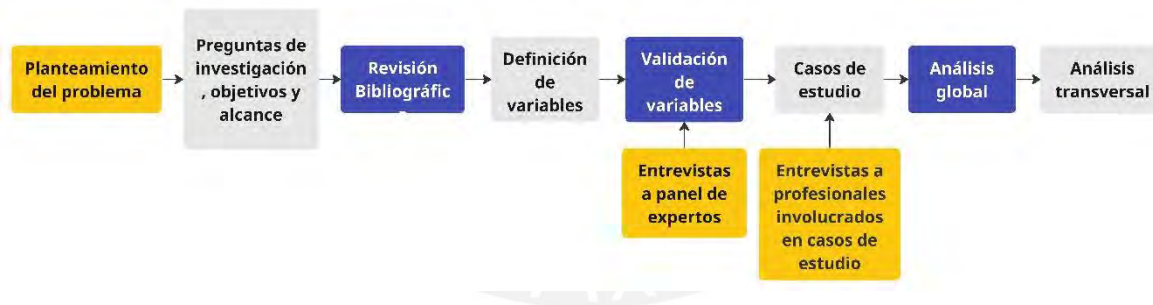


Figura 8. Metodología de la investigación

Fuente: Elaborado por los autores

En la primera fase se desarrolla la recopilación de información mediante artículos e investigaciones sobre el estado actual del uso de innovaciones sistémicas en el sector construcción en Perú. De este modo, se plantean las preguntas de investigación, los objetivos y el alcance del presente estudio. En la segunda fase se efectúa la revisión de la literatura sobre estudios de adopción de innovaciones desarrollados por autores como Slaughter

(2000), Rogers (2003) y Ozorhon (2014) que analizan las variables involucradas en la aceptación y uso de las innovaciones. De la misma forma, se realizan definiciones conceptuales de la innovación y de las innovaciones sistémicas. Luego de ello, en la tercera fase, se definen las variables según base teórica producto de la revisión de la literatura. En la cuarta fase se validan las variables teóricas mediante entrevistas semiestructuradas a un panel de expertos con amplia experiencia previa en innovaciones sistémicas en proyectos constructivos. Posterior a las dos rondas de entrevistas al panel de expertos, se presenta un modelo validado por los expertos. En la siguiente fase se presentan tres casos de estudio en los que se hayan implementado innovaciones sistémicas en proyectos constructivos de Lima Metropolitana. Se realiza entrevistas al personal involucrado en base a las variables validadas para la aceptación y uso de este tipo de innovaciones presentadas en el modelo teórico validado. Luego de ello, se realiza un análisis global por cada caso de estudio. A continuación, se desarrolla el análisis transversal sobre la información recopilada de cada variable entre todos los casos de estudio presentados. Como resultado del análisis, se evidencian los factores influyentes en las diferentes fases de implementación. Con esa información se presenta el modelo de aceptación y uso de innovaciones sistémicas.

CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE VARIABLES

En este capítulo se presenta la metodología utilizada para la validación de las variables teóricas, así como el análisis de las entrevistas realizadas al panel de expertos con el fin de desarrollar un modelo de uso y aceptación validado según la bibliografía presentada en este estudio.

4.1. Validez de panel de expertos

Según Robles y Del Carmen (2015), un juicio de expertos es una forma usual de validar una investigación. Dentro de un contexto académico se desarrollan dos experiencias de investigación que deben ser validadas de forma pertinente. Como lo mencionan Cabero y Llorente (2013) se trata básicamente de solicitar un juicio hacia un objeto de estudio considerando su opinión al respecto de forma concreta. La revista, además, resalta que la validez y la fiabilidad son importantes al momento de someter una investigación de cuestionarios a un juicio de expertos, ya que los investigadores lo implementan en sus estudios. La cantidad de expertos requeridos no es un número exacto, pero Cabero y Llorente (2013) destacan que la elección de ese número depende de la demanda que se solicita para poder estimar un promedio y asegurar que la evaluación de los juicios sea lo suficientemente aceptable para la temática de la investigación.

Para la presente metodología, se ha realizado la validación de expertos mediante dos rondas de entrevistas en la primera etapa a cinco expertos cuyo perfil encaja con las cualidades de la muestra como se muestra en la Tabla 4. Estos expertos validaron las variables de los modelos teóricos de Ozorhon, Rogers y Slaughter mediante preguntas sobre su experiencia con innovaciones sistémicas, su perspectiva personal sobre su implementación

en la actualidad y los diferentes factores que se presentan en las diferentes etapas de una implementación sistémica.

Tabla 4

Información de los entrevistados para validación de variables

Entrevistado	Años de experiencia	Especialización
E01	15	Área de control de gestión de proyectos
E02	15	Área de control de gestión de proyectos
E03	14	Gerente Dpto. de Sistemas y Comunicaciones
E04	11	Gestor de proyectos
E05	9	Proyectista BIM

4.1.1. Preguntas para la validación de expertos

- ¿Cuál es el panorama de innovaciones sistémicas en el rubro de construcción según su experiencia?
- ¿Qué tan importante cree que es el uso de este tipo de innovaciones en el Perú?
- ¿En proyectos donde haya sido partícipe, qué fue lo que los motivó a hacer uso de estas innovaciones? ¿Con qué iniciativa? ¿Quién la propuso y con qué objetivo?
- Según su experiencia, ¿Qué es lo que una empresa constructora considera como impedimentos para implementarlas?
- ¿Qué recursos considera que son fundamentales para aplicarlas en un proyecto?
- ¿Cuáles considera que son los factores que ayudan a que la implementación sea más rápida o fácil durante la ejecución de un proyecto?
- Y de manera contraria, ¿Cuáles son los factores que obstaculizan o hacen al proceso más difícil durante su implementación?

- ¿Qué beneficios se han obtenido al implementar este tipo de innovaciones?
- Al contrario de los beneficios mencionados, ¿Hay factores que haya desfavorecido o resultado en pérdida para los proyectos?
- ¿Qué mejoras espera respecto al uso de estas innovaciones sistémicas para proyectos futuros?
- ¿Podría contarnos alguna experiencia o caso particular de algún proyecto del que haya participado?
- Por último, ¿Puede mencionar alguna sugerencia que contribuya a fomentar el uso de innovaciones sistémicas en el Perú?

Cabe mencionar que las entrevistas para la validación de expertos son semiestructuradas, lo cual significa que contienen tanto preguntas cerradas como abiertas. Adicionalmente, se permite repreguntar a los entrevistados o realizar preguntas adicionales a las mencionadas anteriormente. Se puede observar la transcripción de las entrevistas de la validación de expertos en el siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/15rN6-CqTjImpK3Y_jZQ4jzMOB--Ozwlx?usp=sharing

4.2. Análisis de las entrevistas para validación de expertos

4.2.1. Análisis de entrevista a E01

E01 considera que en la actualidad se requiere innovaciones sistémicas y ya es una tendencia que sean utilizadas. Por otro lado, menciona que la pandemia ha acelerado que se tenga mayor demanda y por motivos de **competitividad**.

Uno de los principales motivadores que comenta E01 fue la **iniciativa y/o apoyo por parte de la gerencia general** con el incentivo de actualizarse como empresa, la **presencia de retos en la empresa** debido a la carencia de innovaciones sistémicas y la **raíz cultural de la organización**. Menciona que existió un incentivo de integración por parte de los involucrados, ya que menciona que los clientes también deseaban participar del proceso. Asimismo, alude que debido a que se trata de una empresa de gran magnitud se tiene un mayor nivel de auditoría y se han presentado casos de cuantiosas multas debido a la falta de información. Sobremanera, debido a que las personas que dirigen la empresa son extranjeras, consideraron primordial implantar SAP como ERP para permitir la integración de las diferentes áreas como parte de su experiencia personal (**satisfacer las necesidades presentadas**).

Como desalentadores para su implementación, E01 menciona que, si la gerencia no está convencida del cambio y no ven la utilidad, no hay quien promueva innovar. Además, comenta que el costo es otro factor relevante, ya que se involucran todas las áreas de la empresa constructora (**riesgo por inversión económica**). Debido a la costumbre de utilizar otra plataforma (**tradicionalismo**) y que se trata de una herramienta nueva (**falta de conocimiento**) puede haber cierta **resistencia al cambio**. E01 afirma que, a pesar de seguir la misma filosofía, no todos estaban alineados y se perdía el idioma común de los involucrados (**tradicionalismo**).

E01 alude que los **recursos humanos** son fundamentales en la etapa de implementación, ya que son un equipo grande de trabajo que serán capacitados para utilizar la herramienta del ERP, así como los **recursos económicos y recursos tecnológicos**. Si bien

se encuentran en la etapa de diseño, a futuro se necesitará de licencias, conectividad, banda ancha, capacitaciones, entre otros requerimientos adicionales.

Los factores que han facilitado a su implementación han sido el **compromiso compartido**, la apertura a recibir comentarios de los demás (**comunicación efectiva**) y pensar en el proceso de manera integral (**pensamiento colectivo**) para no mirar solo hacia un área en específico. Además, el compromiso de la gerencia (**respaldo por parte del cliente**) y el **interés y motivación por parte de los involucrados** contribuye al proceso de implementación. Parte de la implementación de SAP en la empresa incluye vincular data del programa CAPAZO, el cual realiza tareas digitales. Esto será de apoyo al ERP para pasar al módulo de gestión humana donde se registran las nóminas, los pagos, etc. (**compatibilidad**). E01 considera que el beneficio de este tipo de innovaciones sistémicas es la **disponibilidad de información en tiempo real** en lugar que sea que uno se encuentre.

Por otro lado, E01 opina que, durante el proceso de diseño, las reuniones entre todas las áreas involucradas suelen extenderse, ya que se discuten temas que no son relevantes y no aportan. Esto genera retrasos en el proceso de implementación. Además, considera que si las personas no están concientizadas del por qué el uso de un lineamiento tan potente y es importante el tema cultural de la organización (**cultura conversadora**). Por otro lado, la entrevistada sostiene que se va a desarrollar una barrera cultural durante la implementación por parte de los involucrados; en contraste, se deberá promover su uso y entiendan el porqué del cambio (**actitud de rechazo respecto al cambio**).

E01 afirma que el objetivo principal es obtener la información en tiempo real y que todo ese conocimiento debe quedarse en la empresa y tomarse como referencia para otros proyectos (**curva de aprendizaje**).

4.2.2. Análisis de entrevista a E02

El entrevistado E02 afirma que cualquier empresa que no tenga herramientas para trabajar de manera sistémica está atrasada y desfasada en el tiempo. Asimismo, dado al contexto actual de la pandemia los proyectos se llevan de manera remota (**presencia de retos en la empresa**), por lo que se ha convertido en una necesidad el trabajar con herramientas colaborativas que integre toda la información que se vea en tiempo real. Sin embargo, dado el contexto de la pandemia, se refleja la necesidad de trabajar con herramientas tecnológicas (**satisfacer las necesidades presentadas**). Otro de los motivos para la implementación de ERP fue obtener un sustento de información más transparente y trazable dentro de los proyectos como la información económica empleada para las auditorías (**trazabilidad**).

Por otra parte, considera que hay impedimentos para implementar innovaciones sistémicas, ya que hay mucha **resistencia al cambio** y es un cambio cultural para la empresa. Cada persona tiene un estilo y forma de trabajar según sus experiencias (**tradicionalismo**).

Los recursos que son fundamentales según E02 son los **recursos humanos**, quienes necesitan de una buena capacitación y acompañamiento a los proyectos de la herramienta que se desea implementar, y los **recursos tecnológicos** como un buen software y hardware, buena conectividad, internet, entre otros requisitos para trabajar de manera adecuada.

E02 menciona que los factores que facilitan la implementación sistémica son la disposición del equipo y apertura de hacer suya la innovación y realizar mejoras (**interés y motivación de los involucrados**), así como el apoyo de la gerencia (**respaldo por parte del cliente**). De manera contraria, **la falta de respaldo por parte de gerencia** puede obstaculizar el proceso de implementación, debido a que se encuentran atareados por la cantidad de

proyectos en los que trabajan y pueden no prestarle atención ni que sea una exigencia de su parte.

Como resultados, E02 sostiene que se genera optimización tanto de recursos como económica (**reducción de recursos humanos, reducción de costos**), y **optimización de procesos**. En su experiencia con el SAP menciona que el trabajo operativo dentro de los proyectos se minimiza y ayuda a que ante cualquier circunstancia se puedan tomar acciones de manera más rápida (**agilización en la toma de decisiones**). En su experiencia con VDC y el uso de BIM, impacta en términos de plazo (**reducción de plazos**) y se genera una optimización de procesos. Añade que se da una mejor imagen ante los clientes, ya que siempre genera un impacto positivo para ellos (**satisfacción por parte del cliente**).

4.2.3. Análisis de entrevista a E03

El entrevistado menciona que el gerente general es una persona visionaria y líder en cuanto a innovaciones sistémicas se tratan (**iniciativa y/o respaldo por parte de la gerencia general**). E03 considera que es importante mejorar los procesos constructivos de gestión y ganar tiempo; destaca como importante el hecho de invertir en una innovación sistémica que permita desarrollo y agilidad de procesos en la construcción. Para él es importante la innovación porque es lo más destacado del mundo actual. Es por ello por lo que traen innovaciones de Europa u otros países para mejorar la gestión de proyectos (**presencia de retos en la empresa**). Además, E03 enfatiza que cualquier empresa peruana que no invierte en innovaciones no va a aparecer en el mercado y está lejos de llamarse competitiva (**competitividad**).

Como desalentador, E03 explica que, en comparación con países más desarrollados como Europa, Perú sigue trabajando de manera lo suficientemente manual hasta la actualidad

(tradicionalismo). El entrevistado explica que las empresas pequeñas y medianas aún no realizan esa inversión, ya que consideran tener lo suficiente de egresos y no una ganancia, lo que provoca que cierren la empresa o disminuyan su personal **(riesgo por inversión económica)**. Según su experiencia, E03 aclara que las empresas constructoras deben perder el miedo a invertir y no ver como un gasto a las innovaciones sistémicas para crecer de manera exponencial en el sector construcción **(miedo al fracaso)**.

Como uno de los principales recursos que resalta es el humano, ya que se necesita mucho compromiso por parte de las personas para que la innovación funcione **(recursos humanos)**. Ellos deben estar lo suficientemente motivados y con las ganas de innovar para que se pueda implementar. Muchas veces no se cuenta con este compromiso y las empresas que invierten en innovaciones terminan perdiendo por ese factor.

E03 resalta el compromiso que uno debe tener con la innovación en proceso y con las ganas de innovar, ya que ello hace que sea muy importante el proceso de implementarla y que esta funcione correctamente **(compromiso compartido)**. Destaca, también, que durante la pandemia la empresa ha mejorado mucho y en lugar de reducir la cantidad de empleados han aumentado para poder cubrir con la demanda que han tenido. El entrevistado enfatiza que un factor clave para que la implementación sea más fácil de llevar es que el personal involucrado tenga ganas de aportar **(interés y motivación de los involucrados)**.

Por otro lado, E03 explica que al utilizar una ERP grande no trabajaron de una manera estructurada sin buenas prácticas de control y gestión, ya que no habían tenido la experiencia de trabajar con una ERP de tal magnitud. Esto conllevó que tuvieran errores durante el proceso de implementación y se solucionaran de manera incorrecta **(cultura conservadora)**. Otro obstáculo para ese proceso considera que son los límites con la innovación sistémica

que se quiere aplicar. Factores que influyen ahora como la conexión Wifi, acceso a la red por zonas con bajos recursos o que uno no pueda invertir en lo básico (**deficiencia por parte de los proveedores asociados**).

Otra barrera que se presentó en proyectos pasados fue la poca experiencia del personal para poder manejar los programas que se estaban integrando recién en la empresa; por ello, hubo deficiencias y fue un reto conseguir a las personas idóneas para ello (**carencia de personal calificado**). Del mismo modo, E03 sostiene que un ingeniero no debería limitar sus conocimientos con relación a un cambio y prepararse para ello con disposición y sin quedarse en el tradicionalismo (**actitud de rechazo respecto al cambio**).

Uno de los grandes beneficios obtenidos para innovar es la mejora de procesos dentro del proyecto (**optimización de procesos**). Además, destaca que la empresa creció de manera exponencial en poco tiempo (**curva de aprendizaje**) y que debido a el uso de la implementación de ERP se ahorró tiempo (**reducción de plazos**) y se pudo obtener más información para tomar decisiones (**agilización en la toma de decisiones**). Asimismo, E03 expresa que este tipo de aplicación en proyectos reduce los gastos en planilla y en corregir errores (**reducción de costos**). Para E03 son necesarias las innovaciones en el sector construcción para mantenerse en el mercado como empresa líder (**ventaja competitiva**).

4.2.4. Análisis de entrevista a E04

El entrevistado E04 considera que es importante la forma en la que una innovación sistémica funciona en un determinado país, como es el caso del Perú. Hay empresas que no necesariamente aplican de forma correcta sus innovaciones o que no son compatibles con la gestión que se maneja dentro del país. Destaca que hay la necesidad de implementar y hacer uso de las nuevas innovaciones como nuevas opciones para trabajar de manera colaborativa

(presencia de retos en la empresa). E04 comenta que tuvo una mala experiencia dentro de un proyecto, en el que las gerencias no estaban al tanto de las innovaciones implementadas, más solo los jefes de proyecto. Es por ello por lo que E04 considera que es fundamental la **iniciativa y/o apoyo por parte de la gerencia general.**

A diferencia de otros países más desarrollados, Perú no ha logrado una estandarización en el uso de tecnologías e innovaciones en el sector construcción. Según E04, sin un estándar las soluciones innovadoras en este rubro no serán compatibles para una empresa o un proyecto **(incompatibilidad con el sector construcción peruano).**

Por otro lado, el entrevistado alude que en Perú se invierte poco en innovaciones sistémicas y se toma poca importancia en comparación con otros países como Chile o Estados Unidos. Empresas que recién inician en el sector construcción aún tienen el temor de invertir en una nueva innovación y sea vista como un desperdicio económico **(riesgo por inversión económica).**

Los recursos que E04 considera primordiales son los humanos, porque son los que hacen posible la integración y funcionamiento de la innovación dentro de un proyecto de manera especializada **(recursos humanos).** Igualmente, la aplicación de una innovación implica **recursos tecnológicos** como softwares y nuevos equipos, realizar pagos mensuales por licencias, entre otros. Incluso se requiere de experiencia y de conocimientos de tal manera que la innovación se adapte a los recursos disponibles **(conocimientos externos y recursos de información y/o comunicación).**

Entre los facilitadores que destacan dentro de la implementación de innovaciones como experiencia del entrevistado está la **capacitación de los recursos humanos.** Debido a

la pandemia se propagó en mayor medida la creación de estructuras en las organizaciones antes de que sea implementado. E04 destaca que los recién egresados o asistentes fueron los más involucrados y entusiasmados por la implementación (**interés y motivación de los involucrados**). Además, la intervención del dueño o de la gerencia general es un factor importante para realizar una óptima aplicación de innovaciones (**respaldo por parte del cliente**), ya que tiene el poder de decisión y da las órdenes inmediatas. Otro factor vital es que el equipo involucrado sea empeñoso y que sepan llegar a acuerdos para adoptar las nuevas innovaciones (**compromiso compartido**). Asimismo, E04 considera que es necesario un **plan de trabajo o proyecto** para saber cómo gestionarlo y tener conocimiento de cómo aterrizar la implementación. Uno de los proyectos en el que el entrevistado estuvo involucrado, tuvo una buena experiencia con el staff, ya que existía una competencia sana entre ellos por buscar los mejores resultados y quienes procesan mejor la información (**competencia y reconocimiento**).

Una de las principales barreras para la implementación de una innovación sistémica que menciona E04 es que parte del staff no desee cambiar su estilo de trabajo o por no añadir más carga laboral (**actitud de rechazo respecto al cambio**). Incluso es perjudicial que los residentes o gerentes del proyecto no participen en la implementación ni las reuniones (**falta de respaldo por parte de la gerencia**). E04 resalta que el personal involucrado que se siente obligado y no muestra proactividad o sensibilidad por la implementación generalmente termina rechazando sin obtener resultados (**falta de compromiso del personal responsable**).

Como resultado de las innovaciones sistémicas en el sector construcción, E04 destaca que genera una mayor demanda y, por ende, genera un mayor empleo (**generación de**

empleos). En otros proyectos, E04 menciona que se puede mejorar procesos constructivos (**optimización de procesos**), ahorrar en costos (**reducción de costos**) y permite una mejora en la toma de decisiones del proyecto. Por una parte, se genera una curva de aprendizaje, a pesar de que al inicio es una pérdida a nivel de recursos o económica, ya que es parte del proceso como modo de adaptación (**curva de aprendizaje**). Además, E04 sostiene que la **agilización en la toma de decisiones** es importante al momento de evaluar la productividad, ya que con ello se analiza mejor los niveles de productividad.

4.2.5. Análisis de entrevista a E05

Según el entrevistado E05, para que el cliente vea atractivo el uso de una innovación sistémica e implementarla en su empresa es que haya un beneficio costo-tiempo (**satisfacer las necesidades presentadas**). Además, menciona que antes de tomar la decisión de aplicar este tipo de innovaciones el cliente debe estar convencido, así como el último de sus trabajadores, de que funciona y vale la pena capacitar a su personal. Así lleve tiempo y cueste una inversión para las capacitaciones (**Iniciativa y/o apoyo por parte de la gerencia general**).

Como factor más resaltante para E05 que influye en tomar la decisión de no implementar las innovaciones sistémicas es el gasto inicial (**riesgo por inversión económica**). Como se mencionó anteriormente, para que una empresa haga uso de estas innovaciones se necesita capacitar a los trabajadores.

Para poder iniciar con la aplicación de estas innovaciones, para E05 es esencial los **recursos tecnológicos** y los **recursos humanos**. Por otro lado, para el entrevistado E05, lo que

favorece o hace más fácil el proceso de implementación es **el interés y motivación de los involucrados** y mantener motivado al personal (**capacitación de recursos humanos**).

E05 también menciona que es importante el **respaldo por parte del cliente**, ya que para proyectos del Estado se puede ser más ordenado en entregar la documentación que para una empresa privada. El Estado trabaja bajo ciertos estándares, a diferencia de un privado que trabaja al resultado. Ese podría ser un gran problema. Si el cliente es el Estado, se puede planificar con mayor tiempo los procesos (**plan de trabajo o proyecto**) y se les permita tener un cronograma para entregar ciertos ítems del desarrollo del proyecto. Por otra parte, E05 señala que el poder contactarse con el personal de obra y poder solucionar o responder de manera inmediata es una gran ventaja (**compromiso compartido**) a diferencia del método tradicional de trabajar sin innovaciones sistémicas. Adicionalmente, el entrevistado menciona que al cliente le favorece tener la **disponibilidad de información en tiempo real** de los avances que realice el personal.

Para E05, un factor que hace el proceso más difícil y es un gran obstáculo es el tiempo reducido para los entregables, debido a que para este tipo de innovaciones las entregas siempre son calculadas. Puede haber problemas cuando se realizan modificaciones en el modelo por parte de los proyectistas, ya que se necesita de otros programas para correr la nueva información. Otro punto es la **carencia de personal calificado**, dado que, si el equipo no está al día de las innovaciones, esto resulta en una pérdida para la empresa. Para E05 es necesario que el personal responsable tenga en cuenta que la innovación funciona y que vale la pena capacitarse (**cultura conservadora**). Con la experiencia de E05, comenta que no todos los involucrados del proyecto pueden estar motivados para aprender estas innovaciones (**falta de compromiso del personal responsable**).

Como parte de los resultados obtenidos de estas innovaciones sistémicas, E05 alude que se ve una gran mejoría con relación a los costos (**reducción de costos**) y una **reducción de plazos** en un 60-70% en base a los proyectos donde ha sido partícipe). Además, E05 comenta que se puede obtener una **optimización de procesos** durante la implementación que pueda llevar el proyecto a un mejor camino o de manera más rápida. Gracias a su experiencia antes de la aplicación de este tipo de innovaciones, E05 ha podido observar diferencias importantes ante su aplicación. La disponibilidad de tener la información en tiempo real hace el proceso de desarrollo del expediente del proyecto más ágil. Se puede anticipar al problema del diseño y observar futuros problemas dentro de la ejecución del proyecto, lo cual es muy atractivo para los involucrados. También pudo observar con el paso de la experiencia que lo que tomaba siete meses realizar un proyecto en su etapa de diseño, se reducía a un par de meses (**curva de aprendizaje**). La implementación de las innovaciones sistémicas en las empresas es lo que va a hacer resaltarlas al momento de ser escogidos para realizar un proyecto de construcción (**ventaja competitiva**).

4.3. Discusión de resultados de la validación de expertos

Realizadas las entrevistas a los expertos, se realizó el análisis correspondiente e identificación de variables según el acápite 2.5. En la Tabla 5 se observa que los factores más representativos durante las etapas de aceptación y uso de una innovación sistémica. La Tabla 5 muestra la presencia de retos de la empresa como motivador principal, el riesgo por inversión financiera y tradicionalismo como desalentadores, los recursos humanos, científicos y tecnológicos como insumos primordiales, la motivación e interés de los involucrados, compromiso compartido y respaldo por parte del cliente como facilitadores, la cultura conservadora y la actitud de rechazo respecto al cambio como barreras representativas

y la reducción de costos y mejora en la curva de aprendizaje como resultados relevantes de la adopción de una innovación sistémica.

Tabla 5. Validación de variables según entrevistas

Variables	Componentes																																
	Motivadores					Desalentadores				Insumos				Facilitadores				Barreras				Resultados											
	Presencia de retos en la empresa	Normativas del sector	Costos por labores, materiales o producción	Calidad de bienes y servicios	Capacidad de producción	Iniciativa del Estado gubernamental	Tradicionalismo	Miedo al fracaso	Falta de conocimiento	Riesgos por inversión económica	Variabilidad del sector	Recursos humanos	Recursos científicos y/o tecnológicos	Recursos de información y/o comunicación	Conocimiento externo	Interés y motivación de los involucrados	Compromiso compartido	Respaldo por parte del cliente	Competitividad y reconocimiento	Comunicación efectiva	Carencia de personal calificado	Cultura conservadora	Actitud de rechazo respecto al cambio	Falta de disponibilidad del producto o servicio	Carencia de información o experiencia	Reducción de costos	Aumento de productividad	Curva de aprendizaje	Ventaja competitiva	Apertura de nuevos mercados	Satisfacción por parte del cliente		
E01	x						x	x	x			x	x			x	x	x		x		x	x										
E02	x						x					x	x			x		x								x							x
E03	x						x	x		x		x				x	x				x	x	x			x		x	x				
E04	x									x		x	x	x	x	x	x	x	x				x			x		x					
E05										x		x	x			x	x	x	x							x		x					
Total	4	0	0	0	0	0	3	1	1	4	0	5	4	1	1	5	4	4	1	1	2	3	3	0	0	4	0	4	2	0	0	1	

Fuente: Elaborado por los autores

En la Tabla 6 se muestran las variables añadidas consideradas por los entrevistados. En total se presentaron 21 variables nuevas en base a las entrevistas realizadas a los expertos. De estas nuevas variables se destaca la iniciativa y/o apoyo por parte de la gerencia y satisfacer las necesidades presentadas como motivadores. Asimismo, predomina la optimización de procesos y la reducción de plazos como resultados de la adopción de una innovación sistémica.

Tabla 6. Variables añadidas al modelo de aceptación según validación de expertos

Variables	Componentes																					
	Motivadores				Desalentadores	Insumos	Facilitadores				Barreras			Resultados								
	Competitividad	Satisfacer las necesidades presentadas	Raíz cultural de la empresa	Iniciativa y/o apoyo por parte de gerencia general	Mejorar la trazabilidad	Resistencia al cambio	Incompatibilidad con sector de construcción peruano	Recursos económicos	Disponibilidad de información en tiempo real	Compatibilidad	Pensamiento colectivo	Capacitación de recursos humanos	Plan de trabajo o proyecto	Falta de respaldo por parte de la gerencia	Deficiencia por parte de los proveedores asociados	Falta de compromiso del personal responsable	Optimización de procesos	Reducción de recursos humanos	Agilización en la toma de decisiones	Reducción de plazos	Generación de empleos	
E01	x	x	x	x		x		x	x	x												
E02		x			x	x								x			x	x	x	x		
E03	x			x										x			x		x	x		
E04				x			x				x	x	x			x	x		x			x
E05		x		x					x		x	x				x	x					x
Total	2	3	1	4	1	2	1	1	2	1	1	2	2	2	1	2	4	1	3	3	3	1

Fuente: Elaborado por los autores

4.4. Modelo de aceptación validado

Luego de haber obtenido las variables añadidas producto de las entrevistas a los expertos, se realizó nuevamente la validación con todos los entrevistados. El 100% de los entrevistados estuvieron de acuerdo con las variables añadidas. A continuación, se muestra el modelo de aceptación y uso validado por expertos en la Figura 9. Para el presente modelo se han considerado las variables validadas en acápite 3.6 según la literatura del acápite 2.4 y las variables añadidas que se han incluido a partir de las entrevistas a los expertos.

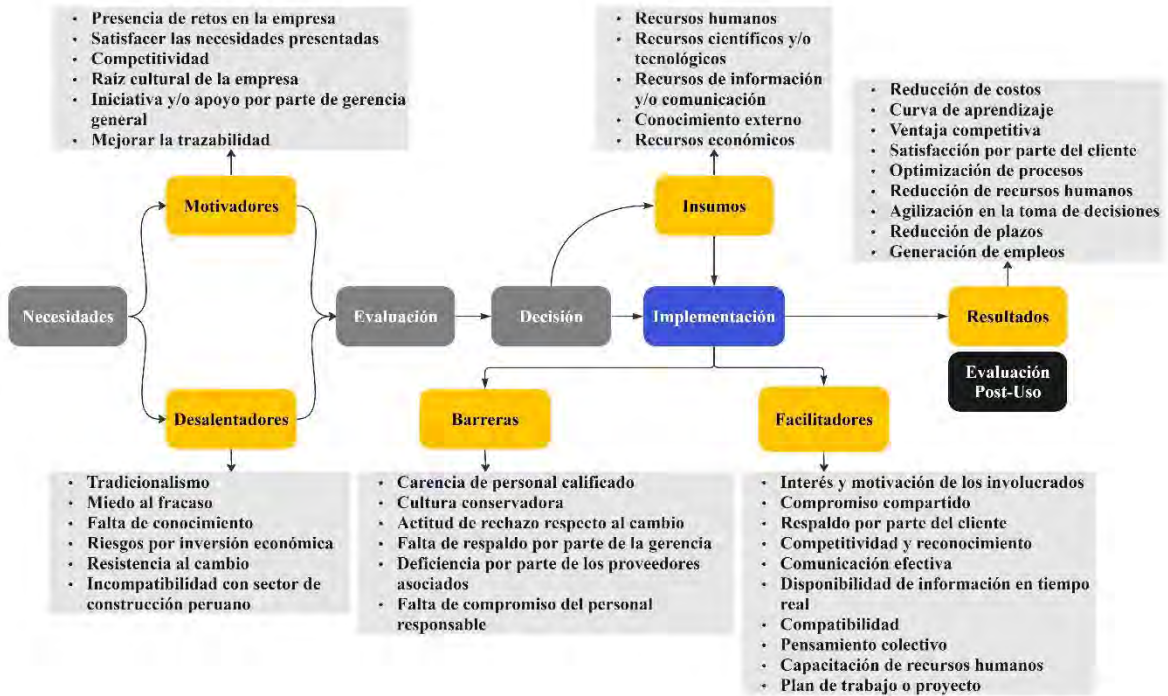


Figura 9. Modelo de aceptación validado para los casos de estudio

Fuente: Elaborado por los autores

CAPÍTULO 5: ESTUDIO DE CASOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan tres casos de estudio de innovaciones sistémicas en proyectos de construcción cuya información se muestra en la Tabla 7. Se han realizado las entrevistas a los profesionales involucrados sobre su propia experiencia en cada tipo de innovación sistémica relacionadas a las diferentes variables influyentes en cada una de las etapas de implementación.

Tabla 7

Datos generales de los casos de estudio

Nº de caso	Tipo de innovación sistémica	Proyecto	Etapas de proyecto	Año
1	VDC	Edificio Universitario	Diseño y ejecución de proyecto	2022
2	VDC	Edificio Residencial	Diseño	2021
3	VDC	Edificio Universitario	Diseño y ejecución de proyecto	2022

Fuente: Elaborado por los autores

Como se observa en la Tabla 7, los tres casos de estudio presentan el mismo tipo de innovación sistémica: el diseño y construcción virtual (VDC, por sus siglas en inglés). Se puede observar la transcripción de las entrevistas de los tres casos de estudio en el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/drive/folders/1rwUybKc2IsAUOojby1teKOGFWfx2o4FM?usp=d>

[rive_link](#)

5.1. Caso de estudio N°1 – Edificio para centro universitario

El estudio de caso N°1 es un edificio para fines universitarios en el cual se aplicó VDC desde la etapa de diseño hasta la finalización de la ejecución del proyecto en el 2022. La empresa contratista encargada del edificio ya había implementado VDC desde 2017 en proyectos anteriores y la metodología BIM desde el 2008. Para el presente caso se entrevistaron a cuatro profesionales involucrados en la implementación de VDC en el proyecto desde la etapa inicial de diseño hasta la finalización de ejecución de este. A continuación, en la Tabla 8, se presenta la codificación y puesto en el proyecto de cada entrevistado:

Tabla 8

Datos generales de los entrevistados del caso N°1

Código de entrevistado	Cargo en el proyecto
A01	Gerente de operaciones
A02	Jefe de proyectos
A03	BIM Manager
A04	Jefe de calidad

Fuente: Elaborada por los autores

5.1.1. Análisis global del caso de estudio N°1 – Edificio universitario

En la Figura 10 se muestra la frecuencia porcentual de los motivadores para tomar la decisión de implementar VDC en el proyecto. Según este reporte, se observa que el factor más incidente en un 18% fue la **presencia de retos en la empresa y satisfacer las necesidades presentadas**. Los entrevistados coinciden que uno de los requisitos fue que el flujo del trabajo no se detenga para evitar los retrasos y reducir incompatibilidades.

Asimismo, otra de las necesidades principales fue el requerimiento de personal con experiencia en VDC dentro de las bases de licitación para poder participar.

Asimismo, se evidencia que el 17% de frecuencia pertenece a las variables **competitividad, mejora de trazabilidad e iniciativa y/o apoyo por parte de la gerencia** y sólo el 13% pertenece a la **raíz cultural de la empresa**. Para predominar ante otras constructoras en licitaciones de obras los entrevistados coinciden en que es recomendable agregar una ingeniería de valor y ofrecer un producto de mejor calidad que les permita ser competitiva entre las empresas constructoras top del país. Utilizando ingeniería de valor, se pudo reducir costos en partidas de fierro y losas en techo, con el fin de utilizar esa ganancia en los insumos requeridos para el uso de VDC en el proyecto. Asimismo, como forma de mejorar la trazabilidad en el proyecto mediante el VDC, se brindó una evaluación y seguimiento de todos los cambios realizados durante el proyecto, así como mantener en conocimiento a todos los involucrados sobre este proceso.

La raíz cultural de la empresa se ve evidenciada en el propósito de la empresa en seguir evolucionando, tratar de mejorar y buscar formas de ahorro como una motivación más para implementar VDC en el proyecto.



Figura 10. Frecuencia porcentual de motivadores del caso de estudio N°1: Edificio universitario

En la Figura 11 se presenta la frecuencia porcentual de los desalentadores para decidir implementar VDC en el proyecto. Se evidencia que el 23% de los entrevistados concuerda que el tradicionalismo fue el factor más influyente para discernir su uso. Los ingenieros y arquitectos senior no estaban conformes con esta metodología de trabajo debido a su manera tradicional de trabajar. Esto implicó una resistencia para su capacitación.

Por otro lado, el 22% de frecuencia está representado por la **incompatibilidad con el sector construcción peruano, riesgos por inversión económica y falta de conocimiento**. Los entrevistados reconocen que los métodos dentro del VDC son idealizados para el contexto peruano, ya que en otros países la metodología está estandarizada; sin embargo, es provechoso ver cómo se adecúa a nuestro país. Asimismo, se constata la falta de conocimiento de VDC por parte de dos de las tres gerencias implicadas en la toma de decisiones de la implementación. Igualmente, se temía por la inversión económica que implicaba el costo de las plataformas digitales y colaborativas, y certificar a su personal, por

lo que se tuvo que improvisar con procesos y operaciones de la metodología VDC sin conocimiento previo de manera inicial.



Figura 11. Frecuencia porcentual de desalentadores del caso de estudio N°1: Edificio universitario

En la Figura 12 se muestra la frecuencia porcentual de los insumos utilizados para la metodología VDC. En este proyecto se presenta el mismo porcentaje en un 20% para los recursos **tecnológicos, económicos, humanos, de comunicación y conocimiento externo**. Para este proyecto se hizo uso de iPads, celulares y laptops con las licencias necesarias para emplear los softwares y aplicaciones. Se utilizaron aplicativos como BimX para visualizar los modelos 3D. Por otra parte, se dispuso de plataformas colaborativas como Procore y de Zoom para compatibilizar el proyecto durante la pandemia. Los insumos mencionados traen consigo el uso de recursos económicos para llevar a cabo la metodología VDC, lo cual demuestra la importancia y priorización para su implementación.

Cabe mencionar que parte de los involucrados tiene certificación VDC y de BIM como logros personales que los ha ayudado a progresar y mejorar el tipo de gestión en los

últimos años. Esto permitió alcanzar los objetivos del proyecto de manera eficaz. En el presente proyecto no se mostró evidencia de insumos científicos dentro de la implementación de VDC. Solo se trabajó en base a la experiencia previa en proyectos anteriores.



Figura 12. Frecuencia porcentual de insumos del caso de estudio N°1: Edificio universitario

En la Figura 13 se presenta la frecuencia porcentual de los facilitadores involucrados durante la etapa de implementación de VDC. Se observa que el 11% hace alusión a la **compatibilidad y disponibilidad de información en tiempo real**. Los participantes mencionan que se logró una reducción de incompatibilidades y disminución de reprocesos en la etapa de ejecución. Por otro lado, se considera que gracias a la plataforma Procore se pudo tener la información en un solo lugar para los involucrados, así como tener un soporte a distancia de la obra y durante la pandemia. Asimismo, los siete factores que coinciden con la misma frecuencia porcentual de 10% son los siguientes: **interés y motivación por parte de los involucrados, compromiso compartido, respaldo por parte del cliente, competitividad y reconocimiento, comunicación efectiva, capacitación de recursos**

humanos y plan de trabajo o proyecto y sólo el 8% pertenece al **pensamiento colectivo**.

La empresa lleva más de siete años con un plan BIM y VDC, por lo cual permite que se realice una mejor planificación en los procesos. Es por ello por lo que se consideró imprescindible enseñar y motivar al personal a que estudie cursos de VDC y BIM.

Por otro lado, los entrevistados coinciden en que el cliente estuvo presente durante la solución de problemas, en todas las sesiones ICE y también logró que los proyectistas se comprometieran totalmente con estas reuniones. De igual forma, rescatan la disposición y apoyo por parte de los profesionales debido a los resultados eficaces que se iban obteniendo con esta metodología de trabajo. Además, los encuestados afirman que se sostuvo una comunicación efectiva entre los involucrados a consecuencia del uso de las plataformas colaborativas, las sesiones ICE y capacitaciones. A pesar de que la mayoría de encuestados concuerda que tanto como el propietario, el contratista y la supervisión deben tener un solo objetivo en común, el cual es el objetivo del cliente (**pensamiento colectivo**), hubo profesionales que no lograron comprenderse con la metodología de trabajo.

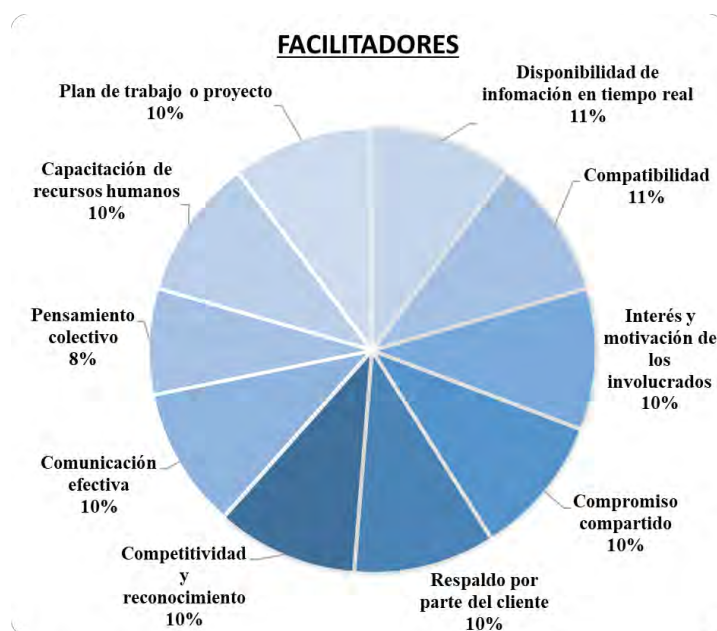


Figura 13. Frecuencia porcentual de facilitadores del caso de estudio N°1: Edificio Universitario

En la Figura 14 se muestra la frecuencia porcentual de las barreras presentadas durante la implementación de VDC en el proyecto. Se observa que el 25% corresponde a la **carencia de personal calificado**. Esto se refleja en que la supervisión y parte de los proyectistas y subcontratas no estaban preparados para un formato de trabajo con VDC ni las herramientas implicadas.

Por otra parte, se señala que el 19% concierne a la **actitud de rechazo respecto al cambio, falta de compromiso por parte del personal responsable y deficiencia por parte de los proveedores**. Seguidamente, se observa un 12% a la **falta de respaldo por parte de la gerencia** y sólo el 4% perteneciente a la **cultura conservadora**. La mayoría de entrevistados concuerdan que existió una oposición alta por parte de ciertos proyectistas y la supervisión a decidir usar la metodología VDC. Además, la falta de compromiso se reflejó en el ritmo de trabajo lento para la compatibilización del proyecto por parte de los proyectistas y la baja productividad debido a las prácticas tradicionales utilizadas por la

supervisión. Por otro lado, hubo proveedores que no estaban familiarizados con BIM y VDC. Fue una desventaja, ya que muchos proveedores aún trabajan con AutoCAD en la actualidad. A pesar de las capacitaciones dadas al personal involucrado, hubo especialistas que no lograron acoplarse a esta herramienta de trabajo.



Figura 14. Frecuencia porcentual de barreras del caso de estudio N°1: Edificio universitario

En la Figura 15 se presenta la frecuencia porcentual de los resultados obtenidos en este proyecto en base al criterio de los entrevistados. Se muestra la misma frecuencia porcentual de 13% para la **curva de aprendizaje, satisfacción por parte del cliente y la agilización en la toma de decisiones** en el proyecto. El objetivo de la empresa y su personal fue seguir mejorando y actualizándose en temas de VDC y BIM, por lo que con el paso de los años han podido optimizar la metodología en sus proyectos. Para el presente proyecto demoró dos meses en adaptarse, se redujeron los costos gracias a la mejora en los procesos constructivos utilizando elementos prefabricados.

Por otro lado, se logró la satisfacción del cliente, como es el objetivo de cualquier proyecto. Debido a que el flujo de trabajo no paró, a pesar de la pandemia, se pudo reducir tiempos en solucionar las incompatibilidades del proyecto y agilizar en la toma de decisiones.

Igualmente, en la Figura 15 se puede observar que el 12% se basa en la **reducción de plazos, reducción de costos, optimización de procesos y la ventaja competitiva**. Se logró optimizar procesos previendo y mejorando los requerimientos de construcción. Se evidencia la **generación de empleos** con un 10%, ya que, gracias a los resultados obtenidos, se espera contratar más gente certificada y con mayor experiencia en BIM y VDC. Solo un 3% a **la reducción de recursos humanos**. Los entrevistados coinciden que fue una ventaja competitiva ante otras empresas constructoras tomar este tipo de construcción VDC para poder agilizar el proyecto, obtener la información y métricas automatizadas, tener un control de los algoritmos de producción, así como el control financiero. Debido a estos controles y gestiones, se pudo reducir los recursos humanos mediante la ingeniería de valor y la mejor programación de plazos. Se estima que se redujo un 10% del plazo estimado debido a la implementación de VDC en el presente proyecto.

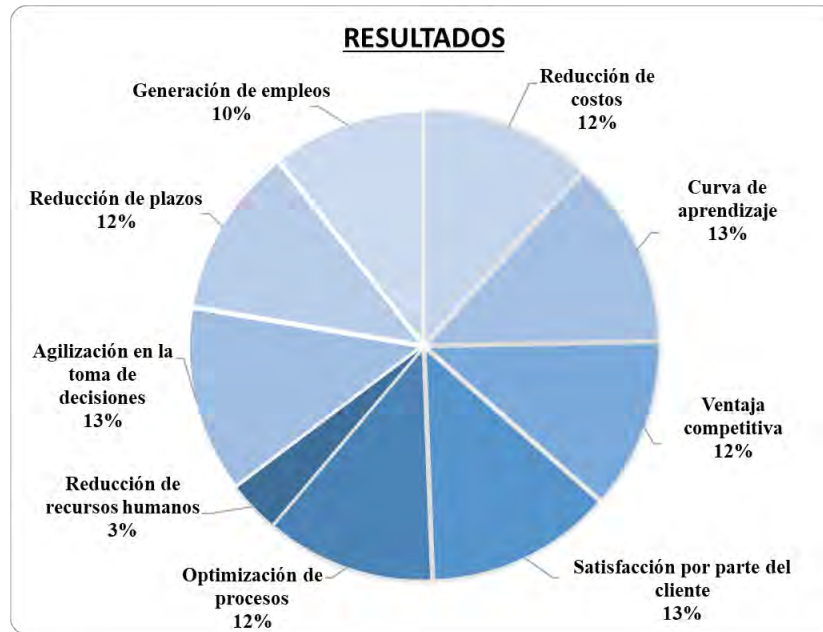


Figura 15. Frecuencia porcentual de resultados del caso de estudio N°1: Edificio universitario

5.2. Caso de estudio N°2 – Edificio Residencial

El estudio de caso N°2 es un edificio residencial ubicado en La Perla, Callao. La empresa contratista utilizó la metodología VDC en la etapa de diseño dentro de la gestión de ingeniería desde el mes de febrero hasta mediados de junio del 2021. Para el presente caso se entrevistaron a tres profesionales involucrados en la implementación de VDC. A continuación, en la Tabla 9, se presenta la información general de cada entrevistado:

Tabla 9

Datos generales de los entrevistados del caso N°2

Código de entrevistado	Cargo en el proyecto
B01	Gerente de obra
B02	Coordinador BIM
B03	Jefe de oficina técnica

Fuente: Elaborada por los autores

5.2.1. Análisis global del caso de estudio N°2 – Edificio Residencial

En la Figura 16 se muestra la frecuencia porcentual de los motivadores implicados en el presente proyecto. Se observa el mismo porcentaje de 17% para la **raíz cultural de la empresa, competitividad, mejoría de la trazabilidad y la iniciativa y/o apoyo por parte de la gerencia general**. Seguidamente, se presenta un 16% de frecuencia en la **presencia de retos en la empresa y satisfacer las necesidades presentadas**.

Los entrevistados concuerdan en que la empresa se caracteriza por tener una cultura organizacional de implementar productos de innovación. A pesar de que VDC ya se utiliza en muchas empresas, la empresa debe estar alineada a lo que está en la actualidad y ser competitiva. La decisión del uso de VDC en el presente proyecto fue una solicitud directa por parte de la gerencia.

El motivo principal para querer innovar con VDC fue poder identificar el porcentaje de avances en cada etapa del proyecto y medirse en los plazos de entrega. La otra razón fue obtener un seguimiento y monitoreo del avance del diseño, así como medir el porcentaje de avance en cada etapa del proyecto. Uno de los retos como empresa constructora fue que en este proyecto no se tenía el conocimiento necesario para poder implementar el VDC a la

perfección. Esto generó retos como la capacitación al personal, así como para el cliente, ya que no tenía noción sobre la metodología. Era algo nuevo para ellos.



Figura 16. Frecuencia porcentual de motivadores del caso de estudio N°2: Edificio residencial

En la Figura 17 se presenta la frecuencia porcentual de las desalentadores para la toma de decisión del uso de VDC en el presente caso de estudio. Se puede observar que el 50% pertenece al **miedo al fracaso**, consecutivamente por la **falta de conocimiento** con un 33% y solo un 17% por motivos de **tradicionalismo**. Todos los entrevistados coinciden que es habitual que exista miedo y desconfianza al enfrentarse a una nueva situación. Para la empresa, el edificio multifamiliar fue uno de los primeros proyectos en implementar VDC. Por ende, el principal temor como constructora fue no cumplir con las metas y en el plazo estimado.

Por otro lado, la mayoría de entrevistados concuerda que no todos conocían de esta metodología, y que la falta de indagación conllevó a realizar las capacitaciones correspondientes. Durante la etapa de implementación, hubo proyectistas que no estaban de

acuerdo con acoplarse a esta metodología de trabajo no entrando a las sesiones ICE lo cual generaban retrasos en las fechas hito para la entrega del expediente.



Figura 17. Frecuencia porcentual de desalentadores del caso de estudio N°2: Edificio residencial

En la Figura 18 se muestra la frecuencia porcentual de los insumos utilizados durante la implementación de VDC en el proyecto. Se observa que el 19% representa a los **recursos humanos, tecnológicos, de información y/o comunicación, y económicos**. Consecutivamente, se presenta un 12% de frecuencia para los **recursos científicos y conocimientos externos**.

De manera esencial, para este tipo de proyectos en los que se aplica VDC, se requiere de personal calificado antes de comenzar con la gestión de ingeniería y se selecciona la cantidad de personas dependiendo de la magnitud del proyecto. Igualmente, se utilizaron softwares como Power BI y programas de Autodesk en la etapa de diseño de VDC y uso de plataformas colaborativas para poder comunicarse en tiempos de pandemia, por lo cual se requirió de una importante inversión.

La empresa se ha dedicado a capacitar a su personal para obtener la certificación VDC y en plataformas como Power BI dependiendo del área a la que pertenezca el personal. Además, se hizo uso de artículos científicos enfocados en la gestión de la producción y llevado a cabo a la práctica cursos e investigaciones realizados por el gerente de la empresa.

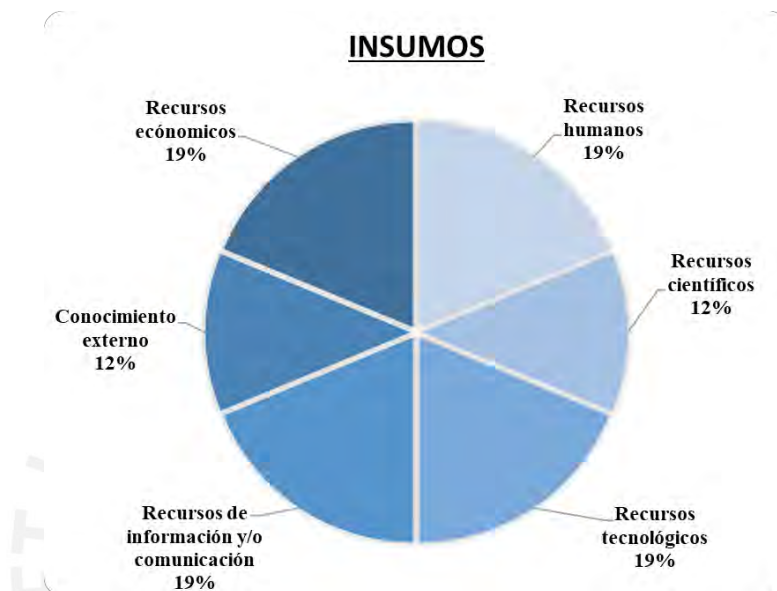


Figura 18. Frecuencia porcentual de insumos del caso de estudio N°2: Edificio residencial

En la Figura 19 se muestra la frecuencia porcentual de los facilitadores presentados durante la implementación de VDC en el proyecto. Como se puede observar, todos los facilitadores tienen la misma frecuencia porcentual de 10%. Los entrevistados concuerdan que sí hubo un respaldo por parte del cliente a favor del proyecto. Otro facilitador fue lograr la compatibilidad de información entre los involucrados, para así evitar interferencias en la etapa de ejecución y reducir la cantidad de RFI.

La empresa capacitó a su personal antes de comenzar con la gestión de ingeniería. Iniciando con la gestión, se capacitó a los involucrados, y se repartieron las funciones que se iban a realizar. También se realizaron capacitaciones externas para áreas exclusivas que

utilizarían el software de Power BI. La metodología VDC los ha ayudado a poder organizarse, a visualizar sus avances semanales y a identificar la documentación necesaria para su expediente. Hubo mucha dedicación, interés y motivación del equipo por instruirse a pesar de tener el conocimiento de que generaría productividad para el proyecto y manejar una nueva línea de comunicación con los demás involucrados como forma de apoyo en caso se redujera el rendimiento.



Figura 19. Frecuencia porcentual de facilitadores del caso de estudio N°2: Edificio residencial

En la Figura 20 se presenta la frecuencia porcentual de las barreras relacionadas a este proyecto. El 34% pertenece a la **deficiencia por parte de los proveedores asociados**. Se tuvo inconvenientes con proyectistas y subcontratistas debido a la falta de comunicación con la contratista, además de no registrar la información en tiempo real en las plataformas colaborativas, lo cual resultó ser una desventaja. Enseguida, en la Figura 20, se aprecia un 22% que compete a la **cultura conservadora** y solo un 11% para la **falta de compromiso**

del personal responsable, carencia del personal calificado, actitud de rechazo respecto al cambio y la falta de respaldo por parte de la gerencia.

Los proyectistas querían trabajar a sus tiempos y realizar sus entregas de acuerdo con lo que ellos habían planteado, lo cual no favorecía al momento de hacer revisiones entre especialidades. En general, hubo personal que no estaba alineado al tema de VDC y una falta de responsabilidad de su parte para generar los reportes en Plangrid. Además, los entrevistados concuerdan que se tuvo una falta de costumbre y falta de compromiso del personal responsable, ya que se tenía que insistir para que los especialistas respondan a las consultas.

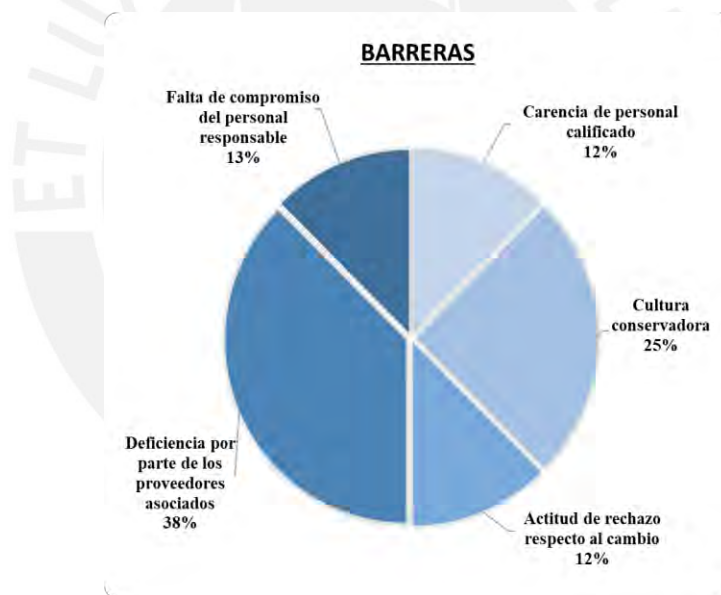


Figura 20. Frecuencia porcentual de barreras del caso de estudio N°2: Edificio residencial

En la Figura 21 se aprecia la frecuencia porcentual de los resultados obtenidos debido al uso de VDC en el presente proyecto. Los resultados que obtuvieron un porcentaje de 12% son los siguientes: **Reducción de costos, curva de aprendizaje, ventaja competitiva, satisfacción por parte del cliente, optimización de procesos, agilización en la toma de**

decisiones, reducción de plazos y generación de empleos. En cambio, la **reducción de recursos humanos** representa un 4% de frecuencia.

Como resultados de la implementación de VDC, se logró reducir el costo inicial para llegar al presupuesto de venta para el inicio de obra en un 3.35%. Además, ha ayudado a optimizar tiempos, a poder identificar más rápido problemas previstos en la etapa de ingeniería con VDC, analizarlos y adaptarlos a las necesidades de los proyectistas. Debido a la optimización y automatización de procesos, parte de los entrevistados menciona que ya no se requería de personal para diferentes funciones.

Los entrevistados coinciden en que la aplicación de VDC en este proyecto ha sido y será de retroalimentación para proyectos futuros. Por otra parte, afirman que la curva de aprendizaje ha mejorado convenientemente. Debido a la difusión del VDC en el sector construcción, la empresa busca ser competitiva con las grandes empresas que estén en el mercado con el fin de optimizar su uso. Es por ello por lo que confirman la satisfacción del cliente, ya que decidieron seguir implementando VDC para otros proyectos en los que trabajan de manera simultánea. Esto permite una nueva generación de empleos para personal con experiencia en VDC.



Figura 21. Frecuencia porcentual de resultados del caso de estudio N°2: Edificio residencial

5.3. Caso de estudio N°3 – Edificio Universitario

El caso de estudio N°3 representa a un edificio universitario ubicado en Santiago de Surco, Lima. El presente proyecto se realizó en base a un contrato colaborativo entre la contratista y el cliente. Empezaron las actividades en septiembre del 2021 y culminaron a fines del 2022. Dentro de las bases se determinó utilizar metodologías como el VDC desde la etapa de diseño hasta la finalización de ejecución. En la Tabla 10 se puede observar la codificación y puesto a cargo de cada entrevistado.

Tabla 10

Datos generales de los entrevistados del caso N°3

Código de entrevistado	Cargo en el proyecto
C01	Gerente de proyectos

C02	Gerente de construcción
C03	Gerente de planeamiento
C04	Especialista BIM

Fuente: Elaborada por los autores

5.3.1. Análisis global del caso de estudio N°3 – Edificio universitario

En la Figura 22 se presenta la frecuencia porcentual de los motivadores involucrados para la toma de decisión del uso de VDC en el presente proyecto. El 18% representa a la **presencia de retos en la empresa, satisfacer las necesidades presentadas, iniciativa y/o apoyo por parte de gerencia general y la competitividad** de manera igualitaria, mientras que el 14% corresponde a la **raíz cultural de la empresa y mejora de trazabilidad**. Para la empresa contratista, VDC no fue un concepto nuevo para el presente proyecto, debido a que se habían utilizado esta metodología en proyectos anteriores desde hace ya varios años. Fue una completa decisión por parte de la gerencia en relación con el cliente. A pesar de ello, fue un reto implementarlo para el cliente, ya que era algo nuevo para él. Se tuvo que explicar la metodología, capacitarlo en talleres, lo cual resultó en un aprendizaje importante para el cliente.

A pesar de que la empresa siempre ha invertido en innovación y tecnología, su necesidad es que cada vez se implemente VDC con mayor profundidad y alinearse al estándar internacional para este proyecto de gran envergadura. Los entrevistados coinciden que cada vez hay más competencia, con menos márgenes y menos riesgos, por lo que deben mantenerse vigentes en el mercado demostrando un diferenciador entre las demás constructoras. Los entrevistados recalcan que es importante tener clientes serios y busquen la rentabilidad para todos los involucrados. La mayoría de entrevistados alude que los

principios de la empresa es buscar la innovación y se define con una cultura estructurada y ordenada. Este es un punto principal para la implementación de VDC con el fin de darle valor a los objetivos del cliente. Para los entrevistados la metodología te brinda herramientas para tener trazabilidad y generar soluciones de manera ágil reduciendo los tiempos de respuesta.



Figura 22. Frecuencia porcentual de motivadores del caso de estudio N°3: Edificio universitario

En la Figura 23 se aprecia la frecuencia porcentual de cada desalentador implicado para la toma de decisión de uso de VDC en el proyecto. En la Figura 23 se observa que el mayor porcentaje de frecuencia con 34% pertenece a la **falta de conocimiento**, seguido de un 22% que corresponde al **tradicionalismo y miedo al fracaso**, mientras que la **resistencia al cambio** y el **riesgo por inversión económica** tienen una frecuencia de 11%. La mayoría de entrevistados coincide que la implementación no fue vista con valor por parte de algunos proyectistas y reducir esa brecha de conocimiento hacia todos los involucrados es una

transición necesaria. Hubo profesionales que tuvieron cierto apego a las formas de trabajo tradicionales, por lo que no estuvieron de acuerdo con la decisión de implementar VDC.

A nivel gerencial, se presentó miedo al fracaso; sin embargo, se pudo gestionar consiguiendo aliados con el fin de cumplir con los objetivos del cliente y del proyecto. Por otro lado, los entrevistados comentan que el tiempo y presupuesto fue una limitante para implementar VDC, ya que se trataba de un proyecto de gran envergadura.

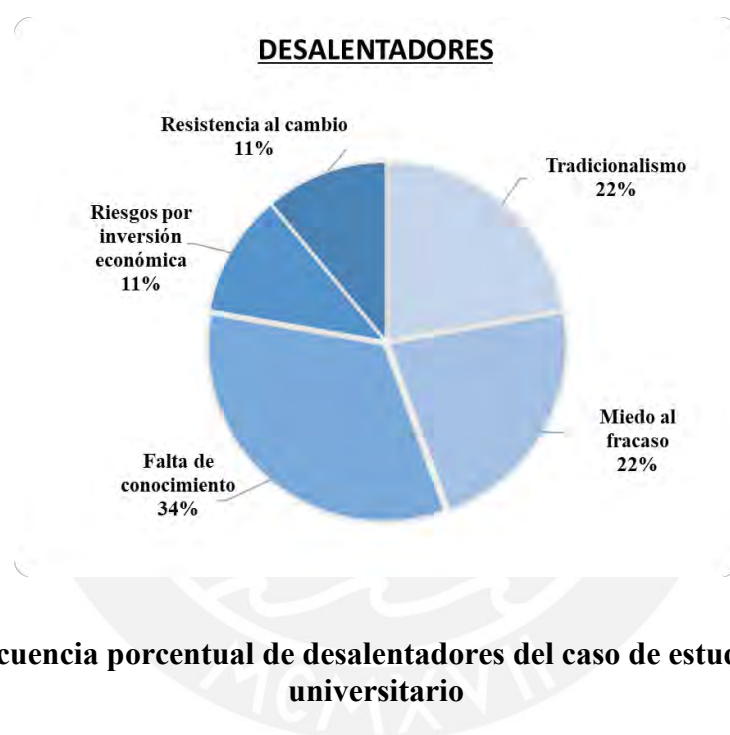


Figura 23. Frecuencia porcentual de desalentadores del caso de estudio N°3: Edificio universitario

En la Figura 24 se observa la frecuencia porcentual de los insumos utilizados durante la implementación de VDC en el presente proyecto. En la Figura 24 se puede apreciar que un 22% corresponde de manera equitativa a los **recursos humanos, económicos y tecnológicos**, mientras que un 17% pertenece a los **recursos de información y/o comunicación y conocimiento externo**. Todos los entrevistados concuerdan que el recurso humano fue fundamental para el éxito del uso de VDC. Además, se requirió de una alta inversión para equipos electrónicos, plataformas colaborativas, softwares,

acondicionamiento de salas, etc. Por otro lado, se contrató a profesionales y empresas externas para brindar charlas y capacitación, así como entrenamiento de los proveedores de herramientas tecnológicas para todo el personal. Cabe resaltar que la empresa se hizo cargo de personal para que reciban cursos en el extranjero y aportar a la empresa con nuevos conocimientos en VDC.

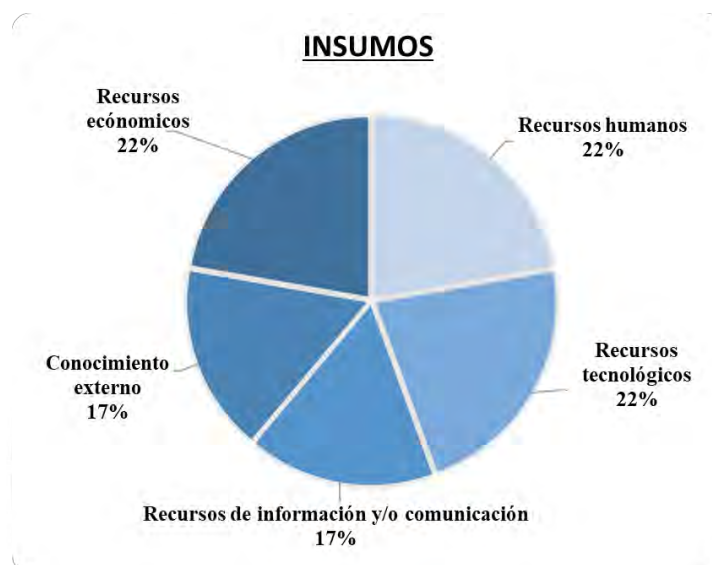


Figura 24. Frecuencia porcentual de insumos del caso de estudio N°3: Edificio universitario

En la Figura 25 se aprecia la frecuencia porcentual de los facilitadores presentados durante la implementación de VDC en el presente proyecto. En la Figura 25 se observa el mayor porcentaje de frecuencia con 13% para los siguientes facilitadores: **disponibilidad de información en tiempo real, interés y motivación de los involucrados, respaldo por parte del cliente y plan de trabajo y/o proyecto.**

Para los entrevistados, tener la información en tiempo real resultó beneficioso para generar cambios y resolver problemas de manera más ágil. Debido a que el VDC se implementó de manera temprana en la etapa de diseño, el personal que no había tenido

experiencia previa con esta metodología mostró mayor interés por realizar sus trabajos. Al tratarse de un requisito contractual, el cliente estuvo comprometido y respaldando a favor de la metodología VDC. Además, el haber realizado una buena planificación favoreció en la ejecución del proyecto y, por ende, también de la implementación.

En la Figura 25 también se observa que la **compatibilidad, compromiso compartido, pensamiento colectivo y la capacitación de recursos humanos** representa el 9% de manera igualitaria y sólo el 6% refiere a la **competitividad y reconocimiento**, y la **comunicación efectiva**. La mayoría de entrevistados concuerda que la compatibilidad y la gestión visual son las mayores ventajas para llevar a cabo la metodología. Además, tanto el cliente, como la empresa contratista, subcontratas y proyectistas generaron un compromiso compartido a favor de la implementación exitosa del VDC. Por lo tanto, esto conllevó a una capacitación a todo el personal.

Como se comentó anteriormente, se dieron charlas y entrenamiento para herramientas tecnológicas enfocadas en la metodología VDC. Debido a esta implementación, los profesionales involucrados en el proyecto se motivaron a proponer mejoras que iban alineadas a los objetivos del proyecto y del cliente, lo cual fomentaba la colaboración activa y competitividad sana entre los actores. Asimismo, se logró, durante la implementación, una buena comunicación entre los involucrados, ya que la mayoría del personal ya tenía experiencia en proyectos anteriores aplicando esta metodología de trabajo.



Figura 25. Frecuencia porcentual de facilitadores del caso de estudio N°3: Edificio universitario

En la figura 26 se muestra la frecuencia porcentual de las barreras presentadas durante la implementación de VDC en el proyecto. En esta figura se puede observar que el 30% pertenece a la **carencia de personal calificado**, mientras que el 20% representa a la **cultura conservadora, actitud de rechazo respecto al cambio y la deficiencia por parte de los proveedores asociados** respectivamente. Solo el 10% hace referencia a la **falta de compromiso del personal responsable**. A pesar de que parte del personal tenía certificación VDC, hubo profesionales capaces de aplicar la metodología sin conocimiento previo. Sin embargo, pese a las charlas y entrenamientos brindados, no se realizaron tantas capacitaciones como en proyectos anteriores.

Por otro lado, los entrevistados mencionan que, debido al perfil variado de los profesionales involucrados en el proyecto, no se pudo lograr una cultura innovadora de forma global. Este personal, observando las ventajas y resultados del VDC, podrían colaborar con

los demás profesionales manteniendo su cultura conservadora a favor del proyecto. Los entrevistados concuerdan que hubo una deficiencia por parte de las subcontratas que no querían implementar en VDC en el proyecto.



Figura 26. Frecuencia porcentual de barreras del caso de estudio N°3: Edificio universitario

En la Figura 27 se presenta la frecuencia porcentual de los resultados obtenidos en base al uso de VDC en el presente proyecto. En esta figura se muestra que un 14% de frecuencia pertenece a la **curva de aprendizaje, la ventaja competitiva, satisfacción por parte del cliente, agilización en la toma de decisiones y la reducción de plazos**. Asimismo, un 10% de frecuencia presenta a la **reducción de costos y la optimización de procesos**, mientras que un 7% hace referencia a la **generación de empleos** y sólo un 3% a la **reducción de recursos humanos**.

Todos los entrevistados concuerdan que el proceso de adhesión aumentó en el transcurso del diseño y ejecución del proyecto. En este proyecto se pudo evitar conflictos entre especialidades, tomar decisiones de manera rápida que permiten un mejor flujo de

trabajo y trazabilidad. De igual manera, se redujo el plazo de ejecución en cuatro meses debido a la implementación de VDC y de la ingeniería de valor. Al reducir tiempos no contributivos, se logró la reducción de recursos humanos. Por ende, hubo una reducción de costos. Esta metodología ha logrado optimizar procesos de control y seguimiento para obtener los resultados mencionados.

Debido a que la empresa requiere estar vigente en el mercado como una de las constructoras más innovadoras, el uso de VDC resultó ser una ventaja competitiva ante otras empresas debido a la envergadura del proyecto. La satisfacción del cliente fue inminente, a causa de que implementó la metodología desde un inicio. En base a los resultados obtenidos, el cliente invitó a la empresa contratista a ejecutar dos proyectos más, los cuales se encontraban en la etapa de ingeniería de valor. En vista de la progresiva implementación de VDC en futuros proyectos, la empresa contratista ha generado mayores empleos.



Figura 27. Frecuencia porcentual de resultados del caso de estudio N°3: Edificio universitario

5.4. Análisis transversal

En esta sección se realizará un análisis transversal de los resultados obtenidos en cada caso de estudio con la finalidad de cumplir con uno de los objetivos específicos que es comparar los casos de implementación de una innovación sistémica en proyectos de construcción de Lima Metropolitana según la base teórica en estudio.

5.4.1. Motivadores

Presencia de retos en la empresa

Como se observa en la Figura 28, la variable presencia de retos en la empresa tiene un porcentaje de 100% para los tres casos. Esto evidencia que todos los entrevistados consideran que esta variable intervino de manera importante en la toma de decisión de implementar VDC. La mayoría de entrevistados (A03, A04, B01, B03, C01, C02, C03 y C04) coinciden que lo más retador fue encontrar el personal adecuado con conocimientos y experiencia en VDC. Además, los interrogados aluden que tuvieron que hacer un traslado de metodología antigua a la del VDC mediante capacitaciones y convencer al equipo de trabajo del proyecto y mantener ese estilo de trabajo, especialmente para el personal que fue reacio al cambio. En cambio, para C01 y B02 el reto más importante fue que el flujo de trabajo no se detenga y se redujeran los RFI mediante el uso de VDC.

Satisfacer las necesidades presentadas

Como se observa en la Figura 28, la variable satisfacer las necesidades corresponde un 100% para todos los casos. Esto confirma que todos los entrevistados concuerdan que existió algún tipo de necesidad para decidir implementar VDC en los presentes casos de estudio. Entre las necesidades que más repercutieron, A03, B01, C01, C02, C03 y C04

coinciden que es necesario ser competitiva ante otras empresas constructoras y ofrecer una mejor calidad, eficiencia, nuevas tecnologías y con un estándar internacional en los proyectos de construcción.

Por otra parte, A01, A02 y A04 están acorde con que se ha implementado VDC en el proyecto por las bases de licitación o requerimiento de los clientes, por lo que es una obligación por parte de los interesados a licitar. Otras de las necesidades a nivel práctico que comenta B02 y B03 fue identificar los porcentajes de avance en cada etapa en tiempo real, así como identificar incompatibilidades entre las especialidades a edades tempranas de diseño para reducir plazos y costos en la etapa de ejecución del proyecto.

Competitividad

En la Figura 28 se aprecia que la variable competitividad corresponde un 100% para los tres casos. Esto refleja que todos los entrevistados concuerdan que la competitividad es un factor clave para la toma de decisión del uso de VDC en los proyectos. Entre una de las razones, A01 y B03 coinciden en que debe brindarse un valor agregado al cliente. Al tener conocimiento de que otras empresas también implementan VDC en sus proyectos, es una ventaja optimizar los procesos y agregar una ingeniería de valor como propuesta al cliente. Por otro lado, los entrevistados restantes aluden que, debido a la alta competencia, la única forma para poder participar en proyectos de gran envergadura donde el requisito sea la implementación de VDC es capacitarse en estos temas y hacer uso de nuevas tecnologías.

Raíz cultural de la empresa

En la Figura 28 se aprecia que el 100% de los interrogados del caso N°2 consideran a la raíz cultural de la empresa como el factor prevaleciente para decidir el uso de VDC en

los proyectos, mientras que para los casos N°1 y N°3 sólo se consideró para un 75% de los entrevistados. La mayoría de los entrevistados coinciden en que las empresas contratistas apuestan por los avances innovadores y tecnológicos. Por otra parte, ellos mencionan que las culturas de las empresas de los presentes casos de estudio son estructuradas y comprometidas en busca de mejores resultados con la gestión del VDC.

Iniciativa y/o apoyo por parte de gerencia general

En la Figura 28 se muestra que el 100% de los entrevistados concuerda en que la iniciativa y/o apoyo por parte de la gerencia es primordial para la toma de decisión de uso del VDC en los proyectos. En los tres casos, la mayoría de entrevistados coinciden en que la gerencia estuvo a favor de implementar VDC, ya que fue una propuesta directa por su parte y por requerimiento contractual.

Mejorar la trazabilidad

En la Figura 28 se aprecia que para el caso N°1 y N°2 todos los entrevistados coinciden que uno de los motivadores importantes fue mejorar la trazabilidad, mientras que para el caso N°3 representa un 75%. La mayor parte de los entrevistados aluden que se buscaba tener seguimiento de los cambios y avances del diseño de los proyectos, como realizar cronogramas de trabajo y trazabilidad de información en tiempo real. Gracias a la metodología VDC se podría obtener los resultados deseados. Solo el entrevistado C03 considera que la trazabilidad pudo ser una consecuencia de su uso, mas no como motivador.

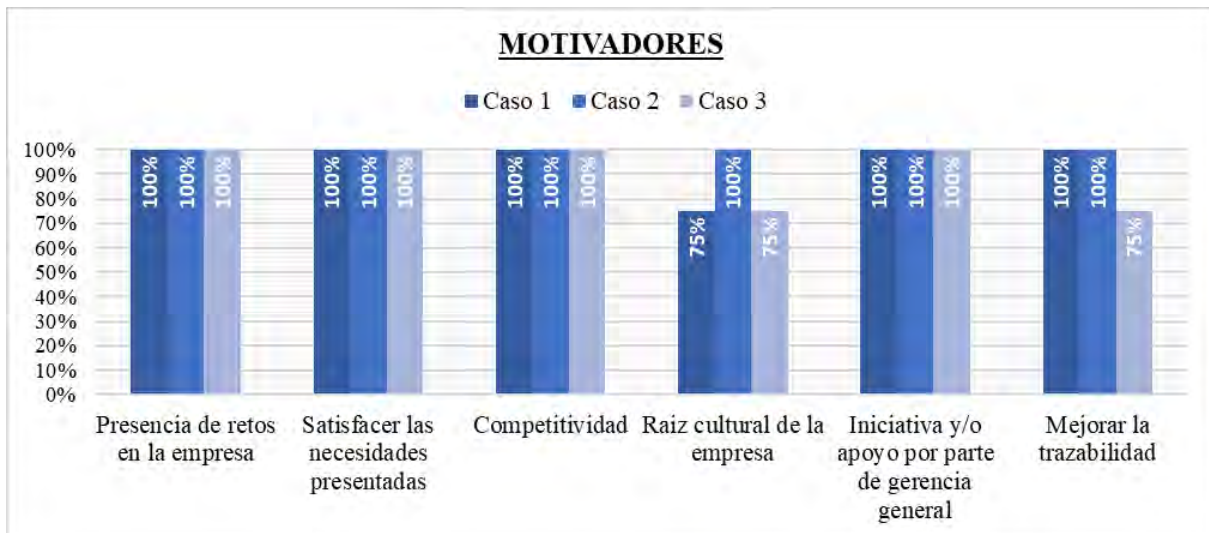


Figura 28. Gráfico comparativo de motivadores según el caso de estudio analizado

5.4.2. Desalentadores

Tradicionalismo

En la Figura 29 se presenta un gráfico comparativo de desalentadores según el caso de estudio analizado. En la figura se aprecia que el 50% de los entrevistados de los casos N°1 y N°3 considera que el **tradicionalismo** fue un desalentador involucrado en la toma de decisión del uso de VDC, mientras que para el caso N°2 solo el 33% opinó lo mismo. A01, A03, B02, C02 y C04 coinciden en que hubo profesionales, especialmente los seniors, que tenían cierto apego a su forma tradicional de trabajar y se negaron a la implementación de VDC desde la toma de decisión. Por el contrario, los demás entrevistados no consideran que las empresas contratistas estuvieran comprometidas con la innovación sistémica, por lo que no debería considerarse tradicionalismo por sus partes.

Miedo al fracaso

En la Figura 29 se muestra que el 100% de los entrevistados para el caso N°2 existió un miedo al fracaso, mientras que para el caso N°3 solo representa un 50%. Solo un 25% de los entrevistados del caso N°1 considera lo mismo. En el caso N°2, era uno de los primeros proyectos de la empresa en implementar VDC, por lo cual significó un riesgo y desconfianza por obtener los resultados esperados. A02, C01 y C03 coinciden en que un fracaso para la empresa es un fracaso para el cliente, por lo que hubo miedo a perder una inversión como en cualquier proyecto nuevo. Los demás entrevistados coinciden en que el miedo a fracasar no es un factor que haya existido, ya que consideran que las empresas son lo suficientemente maduras con experiencias previas que respaldan el éxito de la implementación.

Falta de conocimiento

En la Figura 29 se observa que el 75% de los entrevistados del caso N°3 considera que hubo una falta de conocimiento ante la toma de decisión del uso de VDC, seguido de un 67% para el caso N°2 y un 50% para el caso N°1. Los entrevistados A01, A02, B01, B02, C01, C02 y C04 coinciden en que no todos los profesionales a cargo de la decisión de implementar VDC en el proyecto tenían conocimiento alguno sobre el tema. Por el contrario, los demás entrevistados coinciden que la falta de indagación no fue un desalentador, ya que las empresas contratistas realizaron una exhaustiva investigación de los beneficios del VDC y ya se manejaba mejoras involucradas a la metodología desde hace años.

Riesgos por inversión económica

En la Figura 29 se muestra que para el caso N°1 el 50% de los entrevistados considera que hubo un riesgo por inversión económica, mientras que para el caso N°3 solo lo afirma un 25%. Por otra parte, para el caso N°2 los entrevistados niegan haber existido tal riesgo.

Los entrevistados A02, A03 y C03 concuerdan que la limitante y/o desventaja de usar VDC era la inversión que implicaba los softwares, plataformas colaborativas a pago, entre otros gastos. En cambio, para los demás entrevistados la empresa contratista requiere ganar un cliente, por lo que invertirá sin generar resistencia. Además, las empresas realizan un análisis detallado sobre el monto de inversión y que puede ser recuperado en la etapa de ejecución del proyecto.

Resistencia al cambio

En la Figura 29 se observa que solo un 25% de los entrevistados del caso N°3 considera que hubo una resistencia al cambio, a diferencia de los demás participantes. Todos los entrevistados a excepción de C03 coinciden en que las empresas constructoras, a nivel gerencial, no negaron el uso de VDC en ninguno de los proyectos, ya que era una exigencia de las licitaciones y contratos. Además, tuvieron la iniciativa por seguir vigente en el mercado de la construcción compitiendo con otras empresas innovadoras peruanas. Solo C03 afirma que hubo algunas gerencias que se opusieron al cambio debido a que la implementación era para un proyecto de gran envergadura con tiempo y presupuesto limitado. Además, no se planificó con tiempo los recursos necesarios y el monto de inversión definido.

Incompatibilidad con el sector construcción peruano

En la Figura 29 se observa que solo un 50% de los entrevistados del caso N°1 considera que la incompatibilidad con el sector construcción peruano influyó en la toma de decisión de uso del VDC, a diferencia de los demás participantes. A01 y A03 concuerdan en que los métodos del VDC son bastante ideales para el país, ya que no se encuentra

estandarizado a diferencia de otros países, lo cual generó cierto temor por no obtener los resultados esperados con la metodología.

Por otro lado, para los casos N°2 y N°3 los entrevistados negaron que este factor haya influenciado. Esto es debido a que las empresas constructoras de los casos de estudio tienen una maduración y/o compromiso alto en VDC. Ellos consideran que en los últimos años se conocen mejor las ventajas de su uso, capacita al equipo involucrado y no genera resistencia en la implementación.

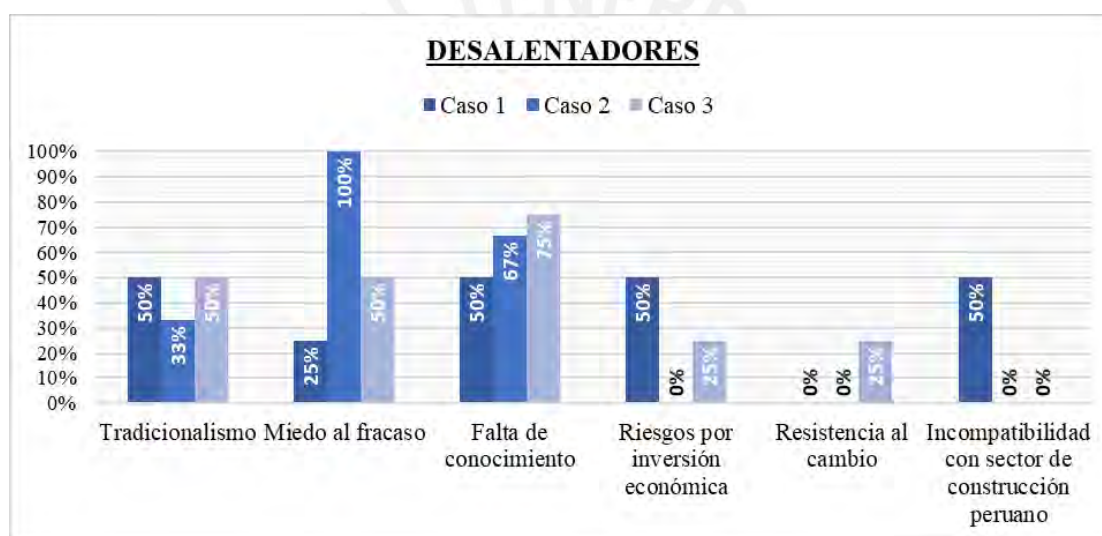


Figura 29. Gráfico comparativo de desalentadores según el caso de estudio analizado

5.4.3. Insumos

Recursos humanos

En la Figura 30 se muestra el gráfico comparativo de los insumos utilizados según el caso de estudio analizado. En la figura se aprecia que el 100% de los entrevistados consideran que los recursos humanos fueron los insumos más utilizados para la implementación de VDC en los tres proyectos. Ellos aluden que se requirió de un equipo calificado con conocimiento, experiencia y certificación en BIM y VDC. Además de la parte técnica, era necesario que

sepan relacionarse entre los demás profesionales, grupos u organizaciones involucradas al proyecto.

Recursos científicos

En la Figura 30 se puede apreciar que para los casos N°1 y N°3 no se utilizaron recursos científicos. El entrevistados de estos dos casos coinciden en que las empresas contratistas todavía no han llegado a ese nivel de investigación y de uso de artículos científicos para la implementación de VDC. En estos dos casos, solo se realizaron capacitaciones al personal y aplicado la experiencia previa en proyectos anteriores. C02 y C03 concuerdan en que sería una propuesta atrayente hacer mediciones científicas sobre las ventajas del uso de VDC en los proyectos de construcción.

En la Figura 30 también se puede observar que el 67% de los entrevistados del caso N°2, B02 y B03, confirman haber hecho uso de recursos científicos. Ellos aluden que el gerente de la empresa implementó en el proyecto investigaciones científicas de sus estudios de VDC en Stanford basado en la gestión de la producción (PPM, en sus siglas en inglés) y la detección de cuellos de botella.

Recursos tecnológicos

En la Figura 30 se puede apreciar que el 100% de los entrevistados confirman haber hecho uso de recursos tecnológicos. Entre ellos se menciona la compra de equipos como drones, visualizadores de realidad aumentada, tabletas, iPad, laptops y celulares en las cuales utilizaron softwares y plataformas de forma colaborativa.

Recursos de información y/o comunicación

En la Figura 30 se muestra que todos los entrevistados de los casos N°1 y N°2 confirman haber utilizado recursos de información y/o comunicación, mientras que para el caso N°3 solo lo asevera un 75% de los participantes. La mayoría de entrevistados concuerda que se hizo uso de plataformas colaborativas para tener la información visual para todos los involucrados en tiempo real, así como plataformas para control de proyectos. Por ejemplo, se mencionan las plataformas como Procore, Plangrid, Holobuilde, Field-checker, BimX y Power BI. Además, se realizó la compra de licencia de softwares como Revit, Autocad, Navisworks, Revizto, entre otros. A pesar de haber implementado estos recursos, solo C04 considera que no todos los involucrados se alinearon al uso de estas plataformas colaborativas, ya que algunos profesionales seguían enviando la información por aplicaciones de mensajería instantánea o por correo.

Conocimiento externo

En la Figura 30 se muestra que en el caso N°1 todos los entrevistados confirman que fue un requisito utilizar el conocimiento externo para la implementación de VDC, mientras que en el caso N°3 representa un 75% de los entrevistados y sólo el 67% en el caso N°2. A diferencia del caso N°2 y N°3, los entrevistados del caso N°1 aluden a que el personal involucrado en el proyecto se capacitó de manera externa y con sus propios recursos para certificarse en programas educativos de VDC, así como para estudiar diplomados y maestrías. En el caso N°2, la gerencia de proyectos, de la mano de su asistente de ingeniería, capacitaron a su personal con conocimientos externos del gerente, quien estudió cursos sobre el tema en Stanford. De manera similar, sucedió en el caso N°3. La diferencia radicó en las capacitaciones fueron llevadas a cabo por empresas y profesionales externos al proyecto, quienes mediante charlas retroalimentaron al personal en base a su experiencia. Además, se

realizaron capacitaciones por parte de proveedores de herramientas tecnológicas utilizadas en la metodología VDC.

Recursos económicos

En la Figura 30 se muestra que todos los entrevistados de los tres casos de estudios consideran que es primordial el uso de los recursos económicos para implementar la metodología VDC. Todos los entrevistados confirman que se requiere de una inversión económica para diferentes recursos: tecnológicos, humanos, de información y/o comunicación, softwares, entre otros. A pesar de que se utilizaron aplicativos o softwares gratuitos que existen en el mercado, en los tres casos de la presente investigación también se utilizaron aplicaciones y programas de pago, así como licencias para softwares. Adicionalmente a ello, cabe mencionar que en el caso N°2 y N°3 que las empresas contratistas realizaron una inversión económica en su personal involucrado para que se capaciten y se certifiquen en programas educativos de VDC.

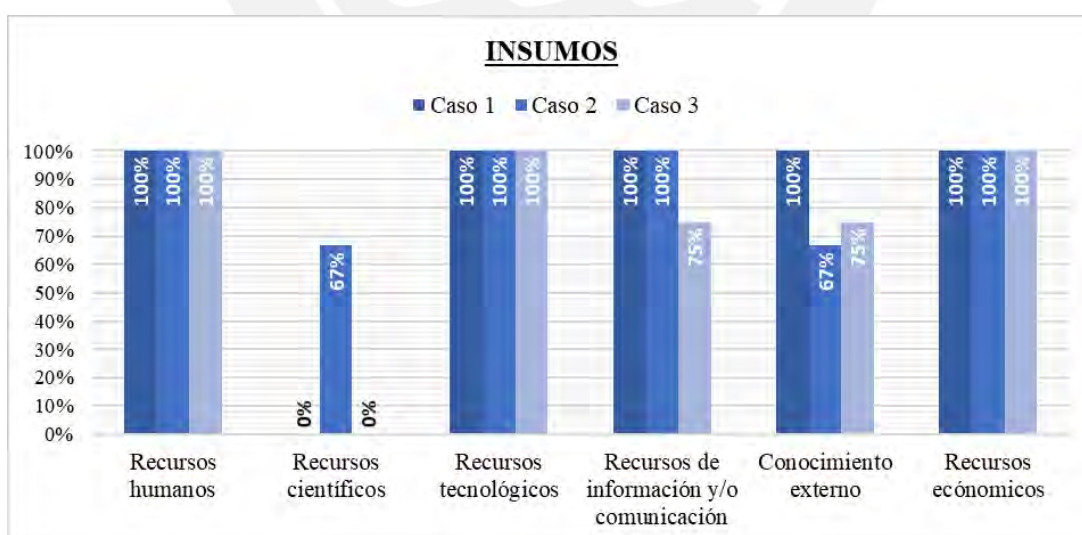


Figura 30. Gráfico comparativo de insumos según el caso de estudio analizado

5.4.4. Facilitadores

En la Figura 31 se muestra el gráfico comparativo de facilitadores que se presentaron durante la implementación de VDC según el caso de estudio analizado.

Disponibilidad de información en tiempo real

En la Figura 31 se observa que el 100% de los entrevistados está de acuerdo en que la metodología VDC facilitó la disponibilidad de información en tiempo real durante su uso. Todos los entrevistados coinciden en que las plataformas colaborativas fueron de gran ayuda para todos tanto para la gerencia, la empresa contratista, supervisión y las subcontratistas. Además, permiten que la información sea organizada y cada vez, con el avance de la tecnología, sea más visual para los usuarios. Adicionalmente a ello, permite estar mayor conectado con los profesionales que están en campo y se comparta la información con los de oficina técnica. Por otro lado, el entrevistado A03 recalca que el uso de estas plataformas digitales fue de gran ayuda y soporte a distancia durante la pandemia del 2020.

Compatibilidad

En la Figura 31 se presenta que un 100% de los entrevistados de los casos N°1 y N°2 afirma que la compatibilidad de información del proyecto facilitó el uso de VDC, a diferencia del caso N°3 que presenta un 75% de los entrevistados. La mayoría de los interrogados, menos C01 y C03, consideran que el VDC ayudó a que se disminuyan los reprocesos de trabajo por compatibilizaciones de proyecto antes de la etapa de ejecución y discernir los algoritmos de producción. Por otro lado, coinciden que la compatibilidad permite que se reduzcan los RFI y tener una mejor trazabilidad del proyecto. Asimismo, B01 y C02 resaltan que la gestión visual de las compatibilidades es lo que más aporta a la metodología VDC.

Interés y motivación de los involucrados

En la Figura 31 se muestra que el 100% de los entrevistados de los tres casos confirmaron que un facilitador durante el uso de VDC en los proyectos fue el interés y motivación de los involucrados. Los entrevistados A04, B01, B02, B03 y C01 coinciden en que, a pesar de que hubo profesionales que ya habían trabajado con esta metodología en proyectos anteriores, el personal sin experiencia en esta herramienta de trabajo fueron los mayores interesados en aprenderla durante el proceso. Por otro lado, A03 y A04 mencionan que a pesar de que al inicio de la implementación de VDC el equipo se mostraba impuesta esta formalidad del contrato, se mostró mayor apoyo, dedicación y motivación de su parte al observar los resultados que mostraba ante la resolución de problemas durante la etapa de su uso.

Compromiso compartido

Como se muestra en la Figura 31, el 100% de los entrevistados de los casos N°1 y N°2 considera que el compromiso compartido es un facilitador de importancia durante el uso de VDC en el proyecto, mientras que en el caso N°3 solo lo considera un 75% de los interrogados. La mayoría de los participantes, menos C04, alude a que tanto el cliente como la contratista, los subcontratistas y proyectistas participaron de forma activa en el uso de VDC en busca de la mejora del proyecto. A pesar de que para cierto personal fue una experiencia nueva en el uso de VDC, si se logró el compromiso personal hacia el proyecto.

Respaldo por parte del cliente

En la Figura 31 se presenta que el 100% de los entrevistados de los tres casos considera que sí hubo un respaldo por parte del cliente. Entre los motivos mencionados, se

resalta que, a pesar de que el uso de VDC fue una exigencia contractual en los tres casos, el cliente participó de manera activa en las sesiones ICE, formó parte de la resolución de problemas entre los interesados y fue el mayor interesado en promover la metodología VDC.

Comunicación efectiva

En la Figura 31 se muestra que todos los entrevistados del caso N°1 y N°2 opinan que la comunicación efectiva fue un facilitador durante el uso de VDC en los proyectos en los que trabajaron, mientras que solo el 50% de los encuestados del caso N°3 considera lo mismo. La mayoría de entrevistados, a excepción de C03 y C04, opina que debido al uso de esta metodología de trabajo es que se crea una nueva línea de comunicación entre los involucrados. Tanto C01 como B01 resaltan que el VDC ayudó a solucionar los inconvenientes más rápido y de manera conjunta sin que solo una persona uno asuma los riesgos. Es decir, que todos se apoyen mutuamente durante la implementación. Ellos consideran que las sesiones ICE aportaron a que la comunicación mejorara a todo nivel entre todos los involucrados.

Pensamiento colectivo

En la Figura 31 se muestra que el pensamiento colectivo fue un facilitador durante la implementación de VDC para el 100% de los entrevistados del caso N°2, a diferencia del caso N°1 y N°3 que representa un 75% de los encuestados. La mayoría de los interrogados coincide en que tanto el propietario, la contratista y la supervisión de los proyectos deben alinearse a un mismo objetivo: lo que requiere el cliente. Asimismo, los participantes tenían como objetivo y pensamiento colectivo entregar un producto de calidad, lograr buenos resultados en la gestión de proyectos, generar mayor productividad y optimizaciones durante

todas las fases de implementación d Identificar y analizar los estudios de adopción de innovación según la base teórica de VDC en los casos de estudio. Por el contrario, A04 y C04 mencionan que no todo el personal involucrado formó parte de ese pensamiento colectivo y se requiere de todos los interesados para hacer un mejor uso de la metodología a mejor escala.

Capacitación de recursos humanos

En la Figura 31 se presenta que la capacitación de los recursos humanos fue un facilitador durante el uso de VDC según el 100% de los entrevistados en los casos N°1 y N°2, a diferencia del caso N°3 con un 75%. La mayoría de los encuestados considera que el llevar a cabo las capacitaciones al personal involucrado fue un factor de éxito de la metodología y tener un mejor entendimiento sobre la misma. Además, consideran que llevar a cabo las capacitaciones fue un incentivo para el personal que no tenía experiencia ni conocimiento del VDC, por lo que puede hacer mejor uso de las herramientas de te brinda la metodología y alinear los objetivos con nuevas tecnologías en el sector construcción. Por el contrario, C03 menciona que a pesar de haberse realizado capacitaciones no se aplicó de manera colectiva, debido a que no se cumplió con el compromiso y responsabilidad de ciertos profesionales.

Plan de trabajo o proyecto

En la Figura 31 se observa que el 100% de los entrevistados de los tres casos de estudio considera que tener un plan de trabajo o proyecto fue un facilitador de la implementación del VDC en los proyectos. Esto es debido a que en los tres proyectos se colocaron métricas de mejora y de avance utilizando la metodología. Los encuestados consideran que poner énfasis en la planificación del proyecto desde la fase de concepción

permite que la implementación de VDC sea llevadera y sencilla. A04, B03 y C01 resaltan que basándose en proyectos anteriores en los que se haya utilizado VDC se generan nuevos conocimientos, mejor estructura y una data que permite mejorar y alinear progresivamente el plan de trabajo al término de la cultura y mentalidad de VDC.

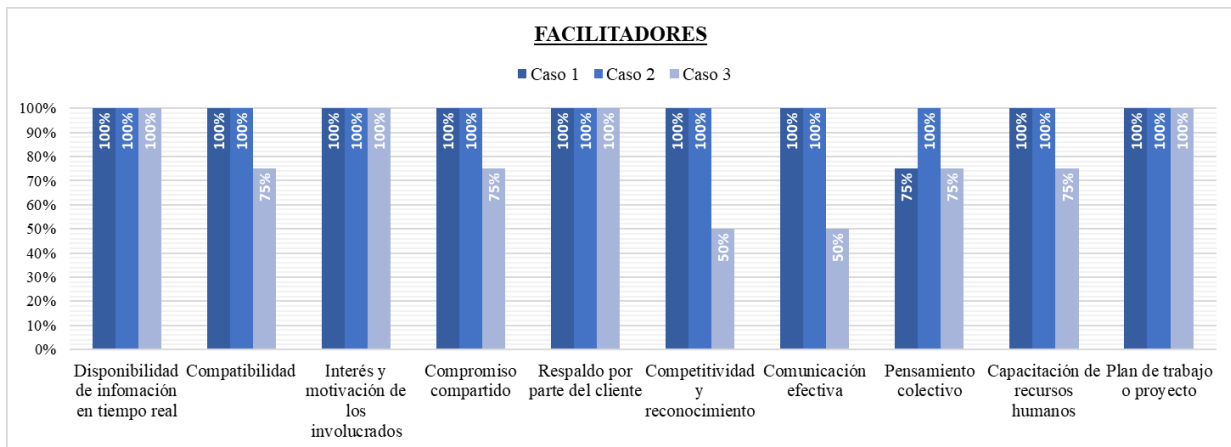


Figura 31. Gráfico comparativo de facilitadores según el caso de estudio analizado

5.4.5. Barreras

En la Figura 32 se muestra el gráfico comparativo de facilitadores que se presentaron durante la implementación de VDC según el caso de estudio analizado.

Carencia de personal calificado

En la Figura 32 se observa que en el caso N°1 y N°3 el 100% de los encuestados coincide en que no se contó con personal capacitado en VDC en su totalidad, a diferencia del caso N°2 con un 33%. A01, A02, A04, B01, C01 y C02 concuerdan que parte del personal de los proyectistas, contratistas y subcontratas no estaba preparado. Por ende, se tuvo que capacitar al personal para que se alineen a la metodología VDC, en términos de gestión de la producción y BIM, caso contrario no podrían seguir trabajando para los proyectos en cuestión.

Cultura conservadora

En la Figura 32 se observa que la cultura conservadora representa una variable representativa durante la implementación de VDC para el 67% de los entrevistados para el caso N°2, 50% en el caso N°3 y solo 25% en el caso N°1. A01, A03 y B02 concuerdan en que los proyectistas fueron los principales representantes de tener una cultura conservadora. No se acoplaron a la metodología y no se podía realizar las sesiones ICE de forma correcta para revisar las incompatibilidades con la contratista. Además, B01, C01 y C04 coinciden en que a los proyectistas les resultó difícil cambiar su forma de trabajo y no estuvieron abiertos a comprender el uso de VDC en los proyectos. En este tipo de casos, C01 comenta que lo importante es mostrarles las ventajas del VDC y sus resultados. Si se adaptan a la metodología aun manteniendo su cultura conservadora, el trabajo colaborativo es llevadero. En cambio, entre los entrevistados A04, B03 y C02 y C03 resaltan las ganas de aprender por parte del personal involucrado, la disposición al cambio por parte de la gerencia y la experiencia previa de proyectos anteriores en las que se implementó VDC de igual forma.

Actitud de rechazo respecto al cambio

En la Figura 32 se muestra que la actitud de rechazo respecto al cambio representa una variable representativa durante la implementación de VDC para el 75% de los encuestados del caso N°1, 50% en el caso N°3 y solo 33% en el caso N°2. La mayoría de entrevistados coinciden que los proyectistas, personal de la contratista y la supervisión rechazaron el cambio a la metodología VDC por los siguientes motivos: no estaban familiarizados con la forma de trabajo, les demandaba mayor carga de trabajo para sus equipos y les pareció que el proceso de implementación fue burocrático. Luego de que la

implementación VDC diera resultados positivos, fue que el personal entendió que el cambio era necesario.

Falta de respaldo por parte de la gerencia

En la Figura 32 se muestra que la falta de respaldo por parte de la gerencia representa una variable poco representativa durante la implementación de VDC para el 50% de los entrevistados en el caso N°2 y con un nulo porcentaje en el caso N°1 y N°2. A01 y A02 coinciden en que la gerencia vio el uso de VDC como un gasto excesivo para implementarlo en los proyectos, principalmente en las licencias y plataformas colaborativas de pago. Sin embargo, al licitar a proyectos emblemáticos en los que era una exigencia contractual el uso de VDC, se percataron de la importancia de esta.

El resto de entrevistados concuerda que es crucial ser abiertos y capaces de conciliar con la gerencia y apostar por la mejora de los proyectos. Además, consideran que las gerencias decidieron tener una mejora en su cultura organizacional y apostar por nuevas innovaciones sistémicas.

Deficiencia por parte de los proveedores asociados

En la Figura 32 se muestra que la deficiencia por parte de los proveedores asociados representa una variable representativa durante la implementación de VDC para el 100% de los entrevistados del caso N°2, 75% en el caso N°1 y solo 50% en el caso N°3. La mayoría de los entrevistados considera que tuvieron problemas con las subcontratas contratadas directamente por el cliente, debido a que no trabajaban con la metodología BIM, la cual forma parte del VDC. Esto fue un contratiempo para los flujos de trabajo establecidos por la contratista, ya que se retrasaba la presentación de propuestas al cliente en base a simulaciones

de pre-construcción, procedimientos constructivos y plazos de entrega para elegir la mejor opción.

Por otro lado, también fue un inconveniente en la etapa de ejecución. Las subcontratas no sabían utilizar las plataformas colaborativas y se les dificultaba presentar la información por estos medios. Además, se resalta la deficiencia por parte de los proyectistas, ya que no formaban parte de un mismo equipo. Esto no permitía que la comunicación sea fluida y se retrasaran en los tiempos de respuesta hacia el cliente y contratista.

Falta de compromiso del personal responsable

En la Figura 32 se muestra que la falta de compromiso del personal responsable representa una variable característica durante la implementación de VDC para el 75% de los entrevistados del caso N°1, 33% en el caso N°2 y solo 25% en el caso N°3. A01, A02, A03 y B01 concuerdan que parte del staff, supervisión y proyectistas mostraron rechazo y resistencia a la metodología VDC tratando de volver al tipo de gestión tradicional. A continuación, se mencionan las siguientes faltas de compromiso realizadas por parte del personal responsable: no hacer uso de las plataformas colaborativas, no utilizar los protocolos digitales para ser visualizados en un entorno común de datos, afectar la compatibilización de los proyectos por la falta de competencia de los proyectistas, no tener interés por capacitarse en la metodología VDC.

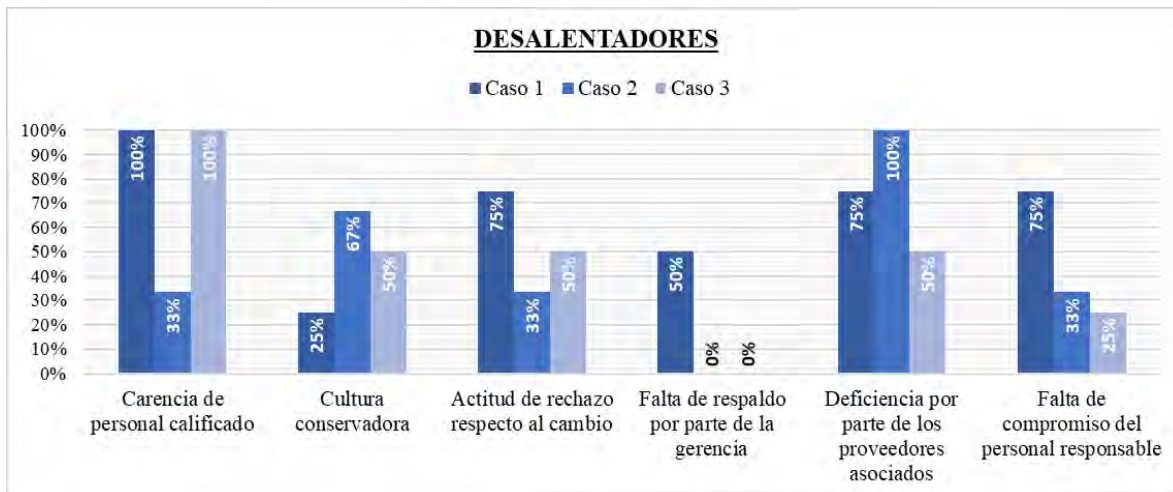


Figura 32. Gráfico comparativo de barreras según el caso de estudio analizado

5.4.6. Resultados

En la Figura 33 se muestra el gráfico comparativo de resultados que se presentaron durante la implementación de VDC según el caso de estudio analizado.

Reducción de costos

En la Figura 33 se muestra que el 100% de los encuestados de los casos N°1 y N°2 considera que uno de los resultados del uso de VDC fue la reducción de costos, a diferencia de un 75% de los entrevistados del caso N°3. La mayoría de ellos aluden a que el proceso de compatibilización de los proyectos antes de la ejecución y la mejora de calidad en la gestión de la producción permitieron que se redujera el proyecto en costos. En los tres casos de estudio se buscó reducir los reprocesos, reducir los requerimientos de información y mejorar los procesos constructivos. Estos alcances permitieron que se redujera el costo del proyecto.

Curva de aprendizaje

En la Figura 33 se muestra que el 100% de los encuestados de los tres casos de estudio considera que uno de los resultados del uso de VDC fue la curva de aprendizaje. Los

entrevistados coinciden en que el hecho de que se implemente VDC en una organización es fundamental y un factor clave para una curva de aprendizaje. El proceso de aprendizaje en los tres casos de estudio ha sido continuo y acelerado, debido a que la metodología VDC es sencilla y didáctica. La ventaja de esta metodología es que permite visualizar los avances en base a los planos y la facilidad de identificar los algoritmos de producción, lo cual permite utilizar mejor los recursos y reducir tiempos de ejecución.

Ventaja competitiva

En la Figura 33 se muestra que el 100% de los encuestados de los casos N°2 y N°3 considera que uno de los resultados del uso de VDC fue la ventaja competitiva, a diferencia del caso N°1 con un 75%. La mayoría de los entrevistados concuerda que el VDC se está volviendo una tendencia en la industria, para lo cual no debe alinearse a las exigencias del mercado para poder seguir vigente. Si una organización no se adapta y genera algo instructivo no será una competencia a futuro.

En los tres casos de estudio coinciden en que las empresas quieren tener una imagen que busca la innovación, por lo que al tener mayor difusión del VDC surgirán mayores tecnologías y nuevas propuestas en el sector construcción. Solo A01 difiere, debido a que la empresa pasaba por una crisis económica que, desde el punto de vista del entrevistado, no permitió tener liquidez y mostrar su mayor ventaja ante otras contratistas.

Satisfacción por parte del cliente

En la Figura 33 se muestra que el 100% de los encuestados de los tres casos de estudio considera que uno de los resultados del uso de VDC fue la satisfacción por parte del cliente. A02, A04 y C03 coinciden en que el cliente estaba satisfecho con los modelos visuales que

permiten ver el avance según sus requerimientos y formaba parte del equipo ejecutor, lo cual tuvo beneficios en la visión de la operación de los proyectos. Asimismo, los demás entrevistados concuerdan en que el cliente estaba satisfecho por la reducción del presupuesto con la ingeniería de valor y la reducción de reprocesos constructivos. Cabe mencionar que, en los tres casos de estudio, el cliente fue quien propuso la metodología VDC, lo cual, al ver resultados en costos y plazos, le generó confianza y complacencia.

Optimización de procesos

En la Figura 33 se muestra que el 100% de los encuestados de los casos N°1 y N°2 considera que uno de los resultados del uso de VDC fue la optimización de procesos, a diferencia de un 75% de los entrevistados del caso N°3. Tanto A01 como A02 resaltan que reducción de reprocesos constructivos permitió que el proyecto se ejecute con menor variabilidad, de forma rápida y a menor costo. Esto es debido a la detección de incompatibilidades entre especialidades antes de la etapa de ejecución del proyecto. Los cambios correspondientes se realizan mediante sesiones ICE con los interesados, tal cual comentan A04, B02 y C04. Por otro lado, B01 y C01 aluden a que la metodología permite tener mejores procesos de control y seguimiento de los avances de diseño e incompatibilidades mediante reportes, lo cual permite obtener mejores resultados en el proyecto optimizando costos y alcances.

Solo C03 niega que se hayan optimizado procesos debido a la metodología VDC debido a la complejidad y tiempos reducidos para realizar la ejecución del proyecto.

Reducción de recursos humanos

En la Figura 33 se observa que el 33% de los entrevistados del caso N°2 considera que se redujeron los recursos humanos debido al uso de VDC en el proyecto, mientras que solo el 25% de los casos N°1 y N°3 considera lo mismo. A01, B01 y C02 consideran que la reducción de recursos humanos ocurrió en la medida que se redujo los tiempos improductivos, al utilizar ingeniería de valor en la etapa de diseño y tener planificado al 100% paquetes de contratación antes de la etapa de ejecución. En cambio, los demás encuestados mencionan que se requiere de mayor personal en un proyecto con metodología VDC, que con una gestión de proyectos tradicional. Ellos recalcan que usar la metodología VDC implica utilizar métricas de forma permanente en las diferentes áreas de trabajo, por lo cual se requiere de mayores recursos humanos. C01 resalta que el aumento de personal es un tema identificado por el cliente, ya que al tener mayores profesionales efectivos permite que se mejoren los objetivos en base a plazos y costos del proyecto.

Agilización en la toma de decisiones

En la Figura 33 se muestra que el 100% de los entrevistados de los tres casos de estudio consideran que se tuvo como resultado la agilización en la toma de decisiones a causa de la implementación del VDC en los proyectos de construcción. Tanto C02 como C04 resaltan que la metodología VDC permite que los flujos de trabajo sean mucho más rápidos. De la misma forma, A02, A03, B02 y C02 consideran que se disminuyeron los tiempos de respuesta a las consultas y decisiones ante algún problema, debido a que pudieron ser resueltas mediante las sesiones ICE. Además, consideran que se pudo tomar decisiones más confiables, ya que se toman medidas correctivas de forma temprana elaborando planes de contingencias, lo cual es una de las ventajas de la metodología VDC. Cabe destacar que la

metodología te permite tomar decisiones de forma colaborativa y multidisciplinaria, como lo alude C01, lo cual evita conflictos entre los involucrados.

Reducción de plazos

En la Figura 33 se muestra que el 100% de los entrevistados de los casos N°2 y N°3 considera que uno de los resultados del uso de VDC en los proyectos respectivos fue la reducción de plazos, mientras que en el caso N°1 solo lo considera un 75% de los encuestados. La mayoría de los encuestados afirma que trabajando colaborativamente se logró optimizar los tiempos de ejecución teniendo una mejor gestión de la producción. Solo A03 considera que no necesariamente se pudo reducir los plazos de entrega del proyecto, debido a que se paralizó por la pandemia por COVID 19.

Generación de empleos

En la Figura 33 se muestra que el 100% de los entrevistados de los casos N°1 y N°2 considera que uno de los resultados de la implementación de VDC en sus proyectos fue la generación de empleos, a diferencia del caso N°3 en la que solo representa el 50%. A causa de la implementación de VDC, la mayoría de entrevistados alude que el cliente de cada caso de estudio, al ver los resultados de la metodología, decidió utilizarla para sus siguientes proyectos de construcción. Por ende, esto generó mayores empleos para personal con experiencia utilizando el VDC. C01 resalta que esta metodología es una nueva línea de negocio que se hace diferenciar y notar en el rubro de la construcción. Asimismo, C02 destaca que el personal que trabaja en este tipo de proyectos genera un valor agregado para ser considerado en otros empleos.

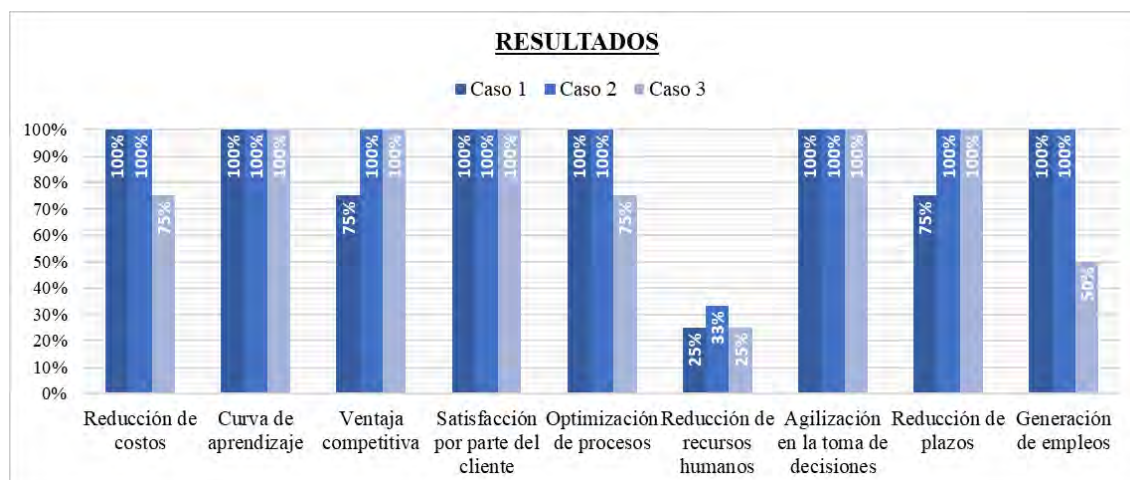


Figura 33. Gráfico comparativo de resultados según el caso de estudio analizado

5.5. Presentación del modelo final

En la Figura 34 se presentan las variables que se distinguen en cada fase de aceptación y uso para los tres casos de estudio presentados.

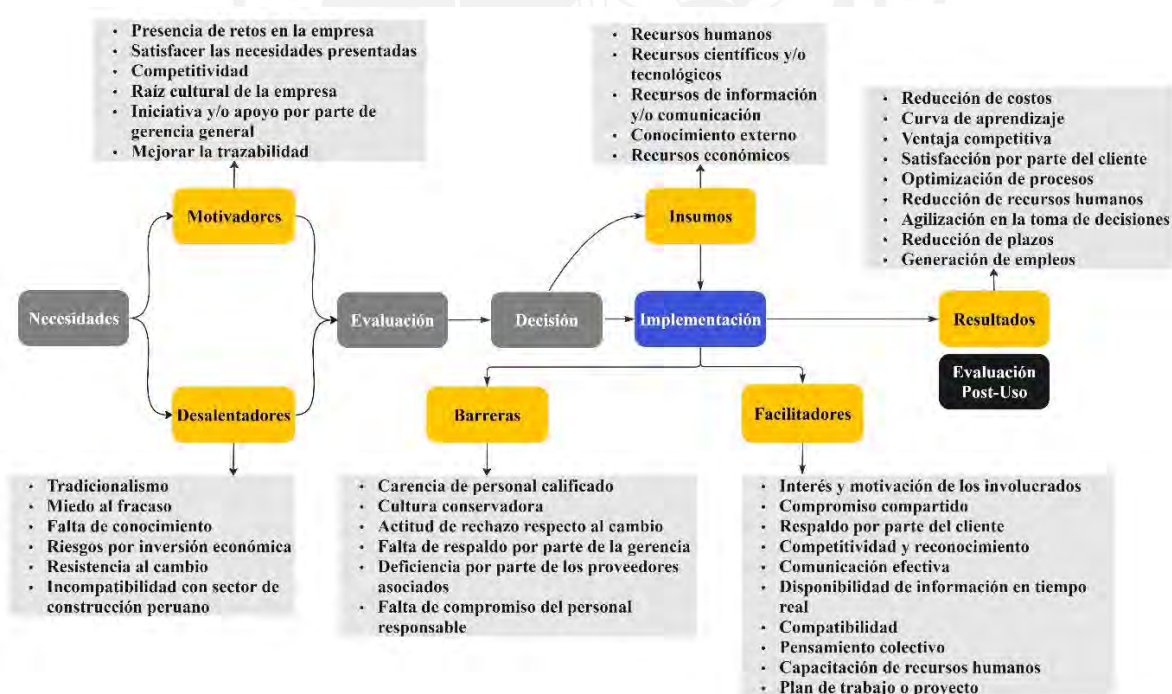


Figura 34. Modelo final de aceptación y uso de una innovación sistémica validado por los casos de estudio

Adicionalmente, la Tabla 11 muestra el comparativo de las variables que influyeron durante la toma de decisión de implementación y posterior uso de la innovación sistémica en los proyectos constructivos entre los casos de estudios.

En todos los casos de estudio se presentan mayores motivadores que desalentadores para decidir implementar la innovación sistémica. Los motivadores que prevalecieron en los tres casos de estudios son las siguientes: presencia de retos en la empresa, satisfacer las necesidades presentadas, competitividad, apoyo por parte de la gerencia y trazabilidad en los proyectos. En todos los casos de estudio se presenta una cultura organizacional innovadora. Según el análisis transversal realizado en el acápite 5.3.1., las empresas buscan ser competitivas antes otras empresas constructoras con el fin de ofrecer una mejor calidad, productividad y trazabilidad en los proyectos. Por ende, se presenta la innovación sistémica como un reto para la empresa para progresar y mantenerse vigente en el rubro de la construcción. Por otro lado, se resalta el caso N°1, debido a que el cliente requería la implementación de VDC para poder licitar a sus proyectos. Por ende, fue una necesidad adoptar la innovación para fines contractuales. Sin embargo, cabe señalar el apoyo por parte de la gerencia general desde un inicio, ya que se tenía el conocimiento previo sobre los beneficios del uso de VDC en proyectos constructivos. Adicionalmente, parte de la gerencia estaba capacitada y especializada en VDC.

En el caso de los desalentadores, se presenta con una menor incidencia que los motivadores. Una de las variables más resaltante fue el miedo al fracaso. Tal como indica los entrevistados A02, C01 y C03 coinciden en que un fracaso para la empresa es un fracaso para el cliente, por lo que se tuvo miedo a perder una inversión como en cualquier proyecto nuevo. Otro de los desalentadores presentados en menor medida, fueron la falta de experiencia y

conocimiento de los tomadores de decisión en innovaciones sistémicas. Asimismo, otro de los motivos de que no se permita implementar innovaciones sistémicas en mayor medida es la cultura de las organizaciones. Es necesario que una organización se comprometa a seguir el lineamiento de adoptar y promover mejoras a nivel sistémico y que las partes involucradas sean conscientes de los motivos por las cuales se está implementando la innovación. La gerencia puede no estar convencida del cambio y que los resultados que se generen en los proyectos sea un fracaso y no se cumplan los objetivos del cliente.

Sobre la componente “Facilitadores”, todos los entrevistados de los tres casos de estudio llegan a un consenso y resaltan la importancia del trabajo colaborativo entre los involucrados de un proyecto. Esto concuerda con la literatura presentada por Ozorhon, Geels, Taylor y Levitt, y Slaughter en el capítulo 2. Estos autores definen la innovación sistémica como un cambio a nivel organizacional que requiere de la integración y colaboración responsable de todos los participantes con el fin de mejorar la productividad del proyecto. En los tres casos de estudio se presenta un requerimiento de la innovación sistémica por parte del cliente y se presenta un respaldo por parte de este durante toda la implementación. El cliente estaba seguro de los cambios y mejoras que traería la innovación. Además, fue participe a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, cual demuestra el liderazgo y compromiso por parte del cliente. Esto coincide con el modelo presentado por Ozorhon, quien considera que el cliente es una persona clave para para generar un cambio a nivel sistémico. Otro facilitador característico de la implementación de VDC en los casos de estudio es la disponibilidad de información en tiempo real. Debido a que este tipo de innovación permite que todos los involucrados manejen plataformas colaborativas, permite que se optimice la gestión de los procesos durante las diferentes fases del proyecto. La

capacitación de los recursos humanos fue un factor fundamental para facilitar la adopción de la innovación sistémica. Sobre ello, se resalta el incentivo por parte de la gerencia de la contratista del caso N°2 en capacitar al staff que no tenía experiencia previa en proyectos en los que se haya adoptado el VDC. El gerente llevó una especialización en el extranjero y compartió sus conocimientos con el staff involucrado. El liderazgo y compromiso por parte de la contratista de ser el defensor de la innovación guarda relación con los hallazgos de la investigación de Ozorhon.

Con respecto a las barreras con mayor incidencia, la mayoría de entrevistados coincide que existió una carencia de personal calificado. Los especialistas, contratista, subcontratistas y la supervisión, dependiendo del caso de estudio, no estaban capacitados ni tenían experiencia previa en VDC. Por tanto, se debe dar importancia a que todos los involucrados cumplan con los requisitos mínimos para participar en proyectos en los que se empleen innovaciones sistémicas. Con una menor incidencia, se presentó una deficiencia por parte de los proveedores asociados. En el caso N°1 y N°2 se presentaron dificultades con las subcontratas asociadas, debido a que no utilizaban la metodología BIM, por lo que retrasó el flujo de trabajo en la fase de ejecución, ya que retrasa la entrega de las propuestas al cliente y la toma de decisiones. Asimismo, los proveedores no tenían conocimiento previo con las plataformas colaborativas utilizadas en los proyectos, por lo que no se pudo mantener un flujo constante y optimizado de los proyectos. Adicionalmente, se menciona la actitud de rechazo al cambio por parte de los involucrados como otra variable incidente, debido a que se requería de una mayor carga de trabajo para ellos y un cambio en su forma establecida de laborar.

Por último, los resultados destacados de la implementación de la innovación sistémica en los tres casos de estudio fueron los siguientes: la mejora en la curva de aprendizaje, satisfacción por parte del cliente y la agilización en la toma de decisiones. La mejora en la curva de aprendizaje se sustenta en las situaciones experimentadas por cada uno de los involucrados que les permite encontrar puntos de mejora para futuros proyectos. Por otro lado, se rescata la satisfacción del cliente del caso de estudio N°1, ya que, debido a los resultados favorables, se les invitó a participar a los contratistas a otros proyectos. Esto se relaciona con los resultados del modelo presentado por Ozorhon. La agilización en la toma de decisiones se sustenta con el trabajo colaborativo y multidisciplinario que es característico del VDC, el cual permite detectar dificultades y/o contratiempos con antelación en una etapa temprana del ciclo del proyecto y crear un plan de trabajo y contingencia. La reducción de plazos, la reducción de costos del proyecto y la optimización de procesos fueron otras de las variables resaltantes en los tres casos de estudio. Esto es debido a que el tipo de innovación utilizada permite que se compatibilicen los proyectos entre especialidades previamente a la fase de ejecución y se reduzcan los reprocesos constructivos mediante una mejor calidad y gestión de la producción, lo cual representa una optimización en los tiempos de ejecución y de presupuesto.

Las empresas que ejecutaron los proyectos en estudio requieren mantenerse vigente en el rubro de la construcción, por lo que es una necesidad para las organizaciones innovarse y seguir licitando a proyectos en los que sea una formalidad usar innovaciones sistémicas. Por otro lado, se concluye que el factor humano es el más importante de todos los recursos para la aceptación y uso de la innovación sistémica. Para implementar una innovación sistémica se requiere de una comunicación abierta entre las partes involucradas, con el fin de que se

comparta las habilidades y conocimientos con un propósito en común: los objetivos del cliente.

Tabla 11. Variables presentadas en cada fase de aceptación y uso de la innovación sistémica según el caso de estudio

COMPONENTES	VARIABLES	CASO N°1				CASO N°2			CASO N°3			
		A01	A02	A03	A04	B01	B02	B03	C01	C02	C03	C04
Motivadores	Presencia de retos en la empresa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Satisfacer las necesidades presentadas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Competitividad	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Raíz cultural de la empresa	x	x		x	x	x	x	x	x		x
	Iniciativa y/o apoyo por parte de gerencia general	x	x	x	x	x	x	x	x			x
	Mejorar la trazabilidad	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Desalentadores	Tradicionalismo	x		x			x			x		x
	Miedo al fracaso		x			x	x	x	x		x	
	Falta de conocimiento	x	x			x	x		x	x		x
	Riesgos por inversión económica			x	x							x
	Resistencia al cambio											x
	Incompatibilidad con sector de construcción peruano	x		x								
Insumos	Recursos humanos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Recursos científicos						x	x				
	Recursos tecnológicos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Recursos de información y/o comunicación	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Conocimiento externo	x	x	x	x		x	x	x	x	x	
	Recursos económicos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Facilitadores	Disponibilidad de información en tiempo real	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Compatibilidad	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Interés y motivación de los involucrados	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Compromiso compartido	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Respaldo por parte del cliente	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Competitividad y reconocimiento	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Comunicación efectiva	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Pensamiento colectivo	x	x		x	x	x	x	x	x	x	
	Capacitación de recursos humanos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Plan de trabajo o proyecto	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Barreras	Carencia de personal calificado	x	x	x	x	x				x	x	x
	Cultura conservadora	x				x	x		x			x
	Actitud de rechazo respecto al cambio	x	x	x				x			x	x
	Falta de respaldo por parte de la gerencia	x	x									
	Deficiencia por parte de los proveedores asociados	x	x	x		x	x	x		x		x
	Falta de compromiso del personal responsable	x	x	x		x						x
Resultados	Reducción de costos	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
	Curva de aprendizaje	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Ventaja competitiva		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Satisfacción por parte del cliente	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Optimización de procesos	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
	Reducción de recursos humanos					x				x		
	Agilización en la toma de decisiones	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Reducción de plazos	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
	Generación de empleos	x	x	x	x	x	x	x	x	x		

Fuente: Elaborado por los autores

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Se concluye que, el modelo de aceptación y uso de una innovación sistémica en proyectos de construcción en Lima Metropolitana, el cual es el resultado de la presente investigación, expone de forma detallada la metodología presentada, la cual se desenvuelve en los capítulos 3, 4 y 5.

Con respecto al primer objetivo específico, se concluye que se logró identificar y sintetizar los estudios de adopción de innovación según la base teórica. La base teórica utilizada y presentada en esta investigación es la teoría de adopción de innovaciones según Rogers, el estudio de adopción de innovaciones según Slaughter y el modelo de innovación de Ozorhon. De esta bibliografía se definieron las variables teóricas que se presentan durante las fases de aceptación y uso de una innovación.

En relación con el segundo objetivo específico, se concluye que fue posible validar los factores involucrados en la aceptación y uso de una innovación sistémica mediante dos rondas de entrevistas a un panel de expertos en innovaciones sistémicas. Según esta validación, en la fase de decisión de la adopción de este tipo de innovación se destaca la presencia de retos de la empresa, la iniciativa y/o apoyo por parte de la gerencia. Por el contrario, los desalentadores más representativos son el riesgo por inversión económica y el tradicionalismo. Los insumos primordiales para el panel de expertos son los recursos humanos, tecnológicos y/o científicos. Según la validación de expertos, en el transcurso de la implementación de una innovación sistémica se destaca la motivación e interés de los involucrados, compromiso compartido y respaldo por parte del cliente como facilitadores. Por otro lado, las barreras representativas son la cultura

conservadora y la actitud de rechazo respecto al cambio. Los resultados más representativos y validados por los expertos fue la reducción de costos de los proyectos y la mejora de la curva de aprendizaje.

En cuanto al tercer objetivo específico, se concluye que fue posible analizar los factores relevantes durante las fases de aceptación e implementación de una innovación en proyectos de construcción de Lima Metropolitana mediante tres casos de estudio. Con respecto a la fase de toma de decisión, los motivadores que resaltan son la presencia de retos en la empresa, satisfacer las necesidades presentadas y la competitividad. Las empresas buscan ser competitivas ante otras empresas constructoras con el fin de ofrecer una mejor calidad, productividad y trazabilidad en los proyectos. Por ello, implementar innovaciones sistémicas es un reto para empresa con el fin de progresar y mantenerse vigente en el rubro de la construcción. Por otro lado, el cliente considera una necesidad la innovación sistémica como requerimiento para la licitación de proyectos o para fines contractuales.

Los desalentadores que se acentúan son la falta de conocimiento, miedo al fracaso y tradicionalismo. El fracaso para la empresa constructora es un fracaso para el cliente, por lo que existe un miedo al fracaso a perder una inversión como en cualquier proyecto nuevo. La falta de experiencia y/o conocimiento de los tomadores de decisión suele ser un problema recurrente al decidir implementar la innovación sistémica. Es necesario que una organización se comprometa a seguir el lineamiento de adoptar, promover mejoras a nivel sistémico y que las partes involucradas sean conscientes de las razones por las cuales se implementa la innovación.

En cuanto a la fase de implementación, se distinguen los facilitadores como la disponibilidad de información en tiempo real, interés y motivación por parte de los

involucrados, el respaldo por parte del cliente y el compromiso compartido. El cliente debe estar seguro de los cambios y mejoras que traerá la innovación sistémica en los proyectos. El cliente es la persona clave para generar un cambio a nivel sistémico, lo cual requiere de su liderazgo y compromiso. Por otro lado, la innovación sistémica permite que se optimice la gestión de los procesos durante las diferentes fases del proyecto, ya que este tipo de innovación permite que los involucrados manejen plataformas colaborativas y se encuentre la información del proyecto en tiempo real. Además, se resalta el incentivo de las gerencias de las empresas constructoras por capacitar a las partes involucradas en el proyecto sobre la innovación sistémica.

Por el contrario, las barreras que predominan durante el uso una innovación sistémica son la carencia de personal calificado, la deficiencia por parte de proveedores asociados y la actitud de rechazo respecto al cambio. En los proyectos de construcción puede existir una carencia del personal calificado. Esto puede retrasar los flujos de trabajo y alterar la trazabilidad del proyecto. Por ende, se debe dar importancia a que todos los involucrados cumplan con los requisitos mínimos para participar en proyectos en los que se empleen innovaciones sistémicas. Asimismo, existe personal involucrado que considera que emplear las innovaciones sistémicas requiere una mayor carga de trabajo y genera un cambio en la forma establecida de laborar.

Por último, los resultados destacados debido al uso de la implementación del VDC como innovación sistémica fueron la agilización de la toma de decisiones, la curva de aprendizaje, la satisfacción por parte del cliente y la reducción de costos y plazos de la ejecución del proyecto. La mejora en la curva de aprendizaje se sustenta en las situaciones experimentadas con las innovaciones sistémicas por cada uno de los involucrados que les permite encontrar puntos de mejorar para futuros proyectos. Por otro lado, se rescata la

satisfacción del cliente debido a los resultados favorables, por lo que existen casos de estudio en los que el cliente invitó a participar a las empresas contratistas para próximos proyectos. La reducción de costos, plazos y optimización de procesos se debe en parte a que el tipo de innovación sistémica utilizada para los tres casos de estudio se debe a la metodología BIM y la gestión de producción utilizada desde edades tempranas del proyecto.

Las empresas requieren mantenerse vigentes en el rubro de la construcción, por lo que es una necesidad para las organizaciones innovarse y licitar a proyectos en los que sea un requisito fundamental emplear las innovaciones sistémicas. Por último, se concluye que el factor humano es el más importante de todos los recursos para la aceptación y uso de la innovación sistémica, ya que se requiere de una comunicación abierta entre las partes interesadas, con el fin que se comparta las habilidades y conocimientos con propósito de cumplir los objetivos del cliente.

6.2. Recomendaciones para futuras investigaciones

- Para la presente investigación se mostraron tres casos de estudio sobre el uso de VDC en proyectos constructivos; sin embargo, se recomienda expandir la presente investigación a otros tipos de innovaciones sistémicas.
- Se sugiere realizar mayores encuestas a expertos sobre las variables que influyen en las diferentes fases de la implementación de innovaciones sistémicas en proyectos de construcción, con el fin de recopilar más información y conocimiento sobre el tema, debido a que no se ha indagado a profundidad hasta la actualidad.
- Se recomienda ampliar y validar las variables durante las fases de implementación de innovaciones sistémicas en proyectos de construcción a nivel nacional.

- Se sugiere expandir los resultados de la presente investigación a nivel nacional con la finalidad de compararlas y divulgar los conocimientos sobre la aceptación de estas.



BIBLIOGRAFÍA

Almeyda, E. (2016). *Estudios de casos: análisis de los factores que influyen en el desarrollo de innovaciones de proceso e innovaciones organizacionales de una empresa peruana líder en el sector de ingeniería y construcción*. [Tesis de maestría: Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional de la PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7178>

Akunyumu, S., Fugar, F., Adinyira, E. & Danku, J. (2021). A review of models for assessing readiness of construction organisations to innovate. *Construction Innovation*. 21(2). pp. 279-299. <https://doi.org/10.1108/CI-01-2020-0014>

Alvarado, A. & Spolmann, S. (2010). Análisis de competencia del sector de la construcción chileno y sus procesos de licitaciones públicas de contratos de obras: Estructura, Agente y Prácticas. *Santiago de Chile: Fiscalía Nacional Económica*.

Bayó, E. & Campos X. (2015). *Cómo llegar a ser una empresa innovadora*. Departamento de Empresa y Empleo. <http://xarxaempren.gencat.cat/web/.content/07recursos/fitxers/563c2655.pdf>

Bessant, J., Lamming, R., Noke, H., & Phillips, W. (2005). Managing innovation beyond the steady state. *Technovation*. 25(12), 1366–1376. doi: 10.1016/j.technovation.2005.04.007

Beristain Iñaki. (2012). *Cómo inciden en la innovación, la motivación, el ánimo y la actitud*. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/como-inciden-en-la-innovacion-la-motivacion-el-animo-y-la-actitud/>

Blayse, A. & Manley, K. (2004). Key influences on construction innovation. *Construction Innovation*. 4(3), pp. 143–154. <https://doi.org/10.1108/14714170410815060>

Balsemao, J. (8 de octubre del 2015). La construcción en el Perú y la “i” de innovación. *Gestión*. <https://gestion.pe/imprensa/construccion-peru-i-innovacion-101904-noticia/?ref=gesr>

Boeije, H. (2010). Analysis in Qualitative Research. *Sage Publications Ltd*. <https://doi.org/10.5785/26-2-24>

Cabero, J. y Llorente, M. (2013). La Aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). *Revista de tecnología de información y comunicación en educación*, N2, 11-20. https://www.researchgate.net/publication/260750592_La_aplicacion_del_juicio_de_experto_como_tecnica_de_evaluacion_de_las_tecnologias_de_la_informacion_y_comunicacion_TIC

Chen, C. J. & Jing-Wen H. (2009). Strategic Human Resource Practices and Innovation Performance – The Mediating Role of Knowledge Management Capacity. *Journal of Business Research*. 62 (1), 104–114. doi:10.1016/j.jbusres.2007.11.016.

Comisión Europea, Dirección General de Investigación e Innovación, (2022). European Innovation Scoreboard 2022: executive summary, *Oficina de Publicaciones de la Unión Europea*. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/563149>

Cozzarin, B. (2016). Impact of organizational innovation on product and process innovation. *Economics of Innovation and New Technology*. 26(5), 405–417. doi:10.1080/10438599.2016.1204779

Díaz, E. y Fabian, R. (2021). *Modelo de Aceptación y Uso de Innovaciones en Proyectos de Construcción*. [Tesis de titulación, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/18468>

Díaz, L., Torruco, U., Martínez, M., y Varela, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación En Educación Médica*, 2(7), 162–167. [https://doi.org/10.1016/s2007-5057\(13\)72706-6](https://doi.org/10.1016/s2007-5057(13)72706-6)

Decreto Supremo de 2016. Decreto Supremo que aprueba la Policía Nacional para el Desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CTI. 9 de marzo de 2016. D.S. N0. 015-2016-PCM. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1039919/015-2016-PCM.pdf>

Dzul, M. (2013). *Diseño no - experimental* [Diapositiva de Power Point]. Repositorio Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES38.pdf

Gambatese, J. & Hallowell, M. (2011). Factors that influence the development and diffusion of technical innovations in the construction industry. *Construction Management and Economics*. 29:5, 507-517. <https://doi.org/10.1080/01446193.2011.570355>

Geels, F. (2006). Multi-Level Perspective on System Innovation: Relevance for Industrial Transformation. *Understanding Industrial Transformation*, 163–186. https://doi.org/10.1007/1-4020-4418-6_9

Hardie, M. & Newell, G. (2011). Factors influencing technical innovation in construction SMEs: an Australian perspective. *Engineering, Construction and Architectural Management*. 18(6), 618-636. <https://doi.org/10.1108/09699981111180926>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2016). Metodología de la investigación (6ta edición). México D.F: McGraw-Hill Educación.

Ling, L. (2003). Managing the implementation of construction innovations. *Construction Management and Economics*. 21(6), 635-649. <https://doi.org/10.1080/0144619032000123725>

Loosemore, M. (2015). Construction Innovation: Fifth Generation Perspective. *Journal of Management in Engineering*. 31(6), 04015012. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000368](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000368)

Lopezosa, C. (2020). *Entrevistas semiestructuradas con Nvivo: pasos para un análisis cualitativo eficaz*. En: Lopezosa, C.; Díaz-Noci, J.; Codina, L. (ed). Anuario de Métodos de Investigación en Comunicación Social, n.1 (p. 88-97). Barcelona: DigiDoc-Universitat Pompeu Fabra. https://repositori.upf.edu/bitstream/handle/10230/44605/Lopezosa_Methodos_08.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Maceli, A. (2017) *Innovación en el sector de construcción del Perú: Estado actual y diagnóstico*. [Tesis de maestría: Universidad Politécnica de Valencia]. <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/78144/01.%20Memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Murguía, D., Vasquez, C., Balboa, M., y Lara, W. (2021). *Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao*, Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

Murguía, D., Vasquez, C., Culqui, D., Ley, J., Supanta, O., Yañez, S. (2023). *Tercer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima*, Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

OECD (2016). *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2016-en. pp.165-168.

OECD, Statistical Office of the European Communities. (2007). *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación, 3a edición*. OECD Publishing. pp. 6-63. Disponible 09 de mayo del 2021, de <http://www.itq.edu.mx/convocatorias/manualdeoslo.pdf>

OECD (2010). *The OECD Innovation Strategy: Getting a Head Start on Tomorrow*. OECD Publishing, Paris.

Ozorhon, B., Abbott, C., & Aouad, G. (2014). *Integration and Leadership as Enablers of Innovation in Construction: Case Study*. *Journal of Management in Engineering*. 257-261. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000204](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000204)

Piza, N., Amaiquema, F., y Beltrán, G. (2019). *Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias*. *Conrado*, 15(70), 455-459. Epub 02 de diciembre de 2019. Recuperado en 13 de septiembre de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000500455&lng=es&tlng=pt.

Robles, P. y Del Carmen, M. (2015). La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en lingüística aplicada. *Revista Nebrija*. Madrid, 14 de febrero del 2015, (1)18. Disponible 30 de enero de 2015, de <https://www.nebrija.com/revista-linguistica/la-validacion-por-juicio-de-expertos-dos-investigaciones-cualitativas-en-linguistica-aplicada.html>

Rogers, E. (1962). *Diffusion of innovations*. New York: Free Press.

Rogers, E. (2003). *Diffusion of innovations*. New York: Free Press.

Shabanesfahani, A., & Tabrizi, M.R. (2012). Barriers of Systemic Innovation to Increase Productivity of Engineering and Construction Industries of the World. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 4, 43-50. <https://doi.org/10.9790/1684-0414350>

Slaughter, S. (2000). *Implementation of construction innovations*. Department of civil and environmental engineering, massachusetts. <https://scihub.sc/10.1080/096132100369055>

Soto, C., y Manríquez, S. (2023). *Panorama general del avance de BIM en América Latina y el Caribe*. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2022>

Stewart, I. & Fenn, P. (2006). Strategy: the motivation for innovation, *Construction Innovation*. 6(3). pp. 173-185. <https://doi.org/10.1108/14714170610710703>

Tatum, C. (1987). Process of Innovation in Construction Firm. *Journal of Construction Engineering and Management*, 113(4), 648–663. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1989\)115:4\(602\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1989)115:4(602))

Ugalde, N., & Balbastre-Benavent, F. (2013). Investigación cuantitativa e investigación cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes metodologías de

investigación. *Revista De Ciencias Económicas*, 31(2), 179–187.
<https://doi.org/10.15517/rce.v31i2.12730>

Urabe, K., Child, J. & Kagono, T. (1988). *Innovation and Management*, Berlin, Boston: De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110864519>

Vilá, J. (2011). Cultura innovadora: valores, principios y prácticas de primeros ejecutivos en empresas altamente innovadoras. *BBVA Openmind*.
<https://www.bbvaopenmind.com/articulos/cultura-innovadora-valores-principios-y-practicas-de-primeros-ejecutivos-en-empresas-altamente-innovadoras/>

World Economic Forum (2019). *The Global Competitiveness Report 2019[Insight Report]*(K.Schwab,Ed.). WEF.
https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf

Xue, X., Zhang, R., Yang, R. & Dai, J. (2014). Innovation in Construction: A Critical Review and Future Research. *International Journal of Innovation Science*. 6(2), pp. 111-126.
<https://doi.org/10.1260/1757-2223.6.2.111>