



# UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

## **FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para optimizar la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima metropolitana

### **TESIS**

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

### **AUTORES**

Vidal Saenz, Fabrizio Reynaldo  
ORCID: 0000-0001-9859-2662

Seminario Chavez, Cesar Augusto  
ORCID: 0009-0006-2472-9244

### **ASESOR**

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

**Lima, Perú**

**2023**

## METADATOS COMPLEMENTARIOS

### **Datos de autores**

Seminario Chavez, Cesar Augusto

DNI: 73241885

Vidal Saenz, Fabrizio Reynaldo

DNI: 76372853

### **Datos de asesor**

Chavarry Vallejos, Carlos Magno

DNI: 07410234

### **Datos del jurado**

JURADO 1

Donayre Cordova, Oscar Eduardo

DNI: 06162939

ORCID: 0000-0002-4778-3789

JURADO 2

Vargas Chang, Esther Joni

DNI: 07907361

ORCID: 0000-0003-3500-2527

JURADO 3

Valencia Gutierrez, Andres Avelino

DNI: 07065758

ORCID: 0000-0002-8873-189X

### **Datos de la investigación**

Campo del conocimiento OCDE: 2.01.01

Código del Programa: 732016

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, **SEMINARIO CHAVEZ CESAR AUGUSTO**, con código de estudiante N° 201520663 y, con DNI N°72533958, con domicilio en Calle las Moreras Mz B12 Lt11 Asoc. Estrellita, distrito de Cieneguilla, provincia de Lima y departamento de Lima y, **VIDAL SAENZ FABRIZIO REYNALDO**, con código de estudiante N°201812202, con DNI N°76372853, con domicilio en Calle Collagate 674 - 601, distrito San Miguel, provincia Lima y departamento de Lima. En nuestra condición de bachilleres en Universidad Ricardo Palma de la Facultad de Ingeniería, declaramos bajo juramento que:

La presente tesis titulada: “Sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para optimizar la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima metropolitana” es de nuestra única autoría, bajo el asesoramiento del **Dr. Ing. Chavarry Vallejos, Carlos Magno** y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación, universidad, etc; el cual ha sido sometido (a) al antiplagio Turnitin y tiene el 21% de similitud final.

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

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

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

Surco, 11 de octubre de 2023



Seminario Chavez, Cesar Augusto

DNI N°73241885



Vidal Saenz, Fabrizio Reynaldo

DNI N°74852242

## INFORME DE ORIGINALIDAD–TURNITIN

Sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para optimizar la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima metropolitana

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.urp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>7</b> %
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>5</b> %
<b>3</b>	<b>upc.aws.openrepository.com</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Ricardo Palma</b> Trabajo del estudiante	<b>1</b> %
<b>5</b>	<b>docplayer.es</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>6</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>7</b>	<b>repositorio.unal.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>8</b>	<b>repositorioacademico.upc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %

Dra. Vargas Chang Esther Joni

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada especialmente a mis padres Janeth e Israel que siempre estuvieron conmigo y me brindaron su apoyo todos estos años de vida universitaria. También a mi familia que siempre me dio su apoyo incondicional

Cesar Augusto Seminario Chavez

Dedico esta tesis a mis amados padres Oscar Vidal y Marilu Saenz, gracias por su apoyo incondicional y apoyo a lo largo de mi camino, de igual manera a mi hermano Oscar que aparte de ser mi hermano es mi gran amigo, con ustedes siempre voy a querer compartir todos los logros en mi desarrollo profesional

Fabrizio Reynaldo Vidal Saenz

## **AGRADECIMIENTO**

Expresamos nuestra profunda gratitud a nuestra estimada institución universitaria por proporcionarnos la educación en esta enriquecedora carrera. También agradecemos sinceramente a nuestro asesor, el Dr. Ing. Chavarry Vallejos, Carlos Magno, y a nuestra metodóloga, la Dra. Ing. Vargas Chang, Esther Joni, por su apoyo constante, orientación valiosa y la transmisión de los conocimientos esenciales que nos permitieron alcanzar el anhelado logro de la titulación.

Fabrizio Vidal y Cesar Seminario

## ÍNDICE GENERAL

METADATOS COMPLEMENTARIOS	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iii
INFORME DE ORIGINALIDAD TURNITIN .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE GENERAL .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.1. Formulación y delimitación de la realidad problemática.....	3
1.2. Formulación de la investigación .....	5
1.2.1. Problema general .....	5
1.2.2. Problemas específicos.....	5
1.3. Delimitación de la investigación.....	5
1.3.1. Delimitación temporal .....	5
1.3.2. Delimitación espacial.....	5
1.3.3. Delimitación temática .....	5
1.4. Importancia del estudio.....	6
1.5. Justificación de la investigación .....	6
1.5.1. Conveniencia .....	6
1.5.2. Relevancia social .....	6
1.5.3. Viabilidad de la investigación.....	7
1.5.4. Limitaciones del estudio .....	7
1.6. Objetivos.....	7
1.6.1. Objetivo General.....	7
1.6.2. Objetivo Específico.....	8
2.1. Marco histórico .....	9
2.2. Investigaciones relacionadas con el tema .....	9
2.2.1. Antecedentes Internacionales .....	9

2.2.2. Antecedentes nacionales .....	10
2.3. Estructuras teóricas y científicas que sustentan el estudio .....	11
2.3.1. Sistemas de construcción tradicional .....	11
2.3.2. Sistemas de construcción con prefabricados .....	12
2.3.3. Losas Prefabricadas .....	12
2.3.4. Viguetas prefabricadas.....	13
2.3.5. Productividad en obra según Lean Construction .....	14
2.3.6. Desperdicios en Lean Construction .....	14
2.4. Herramientas del Lean Construction .....	15
2.4.1. Look Ahead Planning .....	15
2.4.2. Just in time .....	15
2.4.3. Value Stream Mapping .....	15
2.5. Definición de términos básicos.....	15
2.6. Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis .....	17
3.1. Hipótesis .....	18
3.1.1. Hipótesis general.....	18
3.1.2. Hipótesis específicas.....	18
3.2. Sistema de variables.....	18
3.2.1. Definición conceptual y operacional .....	18
3.2.2. Operacionalización de las variables.....	20
4.1. Método de investigación.....	23
4.2. Tipo de investigación.....	23
4.3. Nivel de investigación .....	23
4.4. Diseño de investigación .....	24
4.5. Población y muestra.....	24
4.5.1. Población .....	24
4.5.2. Criterios de inclusión y exclusión.....	25
4.5.3. Muestra .....	26
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	27
4.7. Descripción de procesamiento de análisis .....	27
4.7.1. Validez de instrumento .....	27
<b>CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA</b>	
<b>INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>29</b>
5.1. Presentación de los resultados .....	29



5.1.1. Estadísticas de la unidad de estudio.....	29
5.1.2. Consistencia interna del instrumento de la investigación.....	29
5.2. Consistencia interna del instrumento de la investigación.....	33
5.3. Grado de asociación entre las variables.....	36
5.4. Contrastación de la hipótesis.....	47
5.4.1. Contrastación de la hipótesis general.....	47
5.4.2. Contrastación de las hipótesis específicas.....	48
5.5. Análisis de Calidad.....	52
5.5.1. Análisis cuantitativo.....	52
5.5.2. Análisis cualitativo.....	54
5.5.3. Análisis de Riesgo.....	55
5.6. Propuesta de plan de mejora.....	56
5.6.1. Plan de Mejora.....	56
5.6.2. Procedimiento para la aplicación de plan de mejora.....	63
5.6.3. Recomendaciones para la aplicación de la propuesta de mejora.....	63
5.7. Desarrollo del proyecto.....	64
5.7.1. Generalidades de la empresa.....	64
5.7.2. Estadística descriptiva del proyecto.....	66
5.7.3. Estado situacional del proyecto antes de aplicar el plan de mejora.....	69
5.7.4. Herramientas y técnicas de control de calidad.....	71
5.7.4.1. Look Ahead Planning.....	71
5.7.4.2. Just in time.....	73
5.7.4.3. Value Stream Mapping.....	75
5.7.5. Sistemas, aplicaciones, controles, soluciones de cálculo y metodología.....	78
5.7.6. Estado situacional del proyecto después de aplicar el plan de mejora.....	82
ANEXOS.....	92
Anexo A: Matriz de consistencia.....	92
Anexo B: Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación.....	93
Anexo C: Cuestionario para recolectar la información sobre los sistemas constructivos con prefabricados de concreto.....	100

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables .....	20
Tabla 2	Unidad de análisis.....	25
Tabla 3	Lista de Proyectos Inmobiliarios con uso de Prefabricados de Concreto.....	26
Tabla 4	Perfil Profesional de los Expertos.....	28
Tabla 5	Nivel de Validez del Cuestionario Según Juicio de Expertos .....	28
Tabla 6	Género de los Encuestados .....	29
Tabla 7	Evaluación de los Coeficientes de Alfa de Cronbach.....	30
Tabla 8	Estadística de Fiabilidad – Resumen Alfa de Cronbach.....	30
Tabla 9	Estadística del total del Elemento – Alfa de Cronbach .....	31
Tabla 10	Prueba de normalidad de Shapiro - Wilk.....	34
Tabla 11	Correlaciones Binarias por Spearman .....	36
Tabla 12	Correlación Total de Elementos Corregidos.....	37
Tabla 13	Coordinación de las Especialidades para Reducir Pérdidas .....	39
Tabla 14	Cuadro Resumen del Cuestionario del 1er Objetivo Específico .....	41
Tabla 15	Estandarización de Metrados para Reducir Plazos de Ejecución de las Partidas .....	41
Tabla 16	Tabla Resumen del Cuestionario del 2do Objetivo Específico .....	43
Tabla 17	Planificación en el Control en la Ejecución de los Sistemas Constructivos con Prefabricados .....	43
Tabla 18	Cuadro Resumen del Cuestionario del 3er Objetivo Específico .....	45
Tabla 19	La Capacitación del Personal Aumenta los Rendimientos de la Mano de Obra.....	45
Tabla 20	Cuadro Resumen del Cuestionario del 4to Objetivo Específico .....	47
Tabla 21	Control Estadístico para Establecer Límites de control.....	53
Tabla 22	Grado de Control de los Procesos de riesgos.....	56
Tabla 23	Tabla de Propuesta de Mejora de la Coordinación Entre Especialidades en Construcción.....	57
Tabla 24	Tabla de Propuesta de Mejora de la Coordinación de la Empresa Durante la Construcción.....	58
Tabla 25	Tabla de Propuesta de Mejora de la Contribución de los Elementos Prefabricados en la Reducción de Plazos .....	59

Tabla 26	Tabla de Propuesta de Mejora del Proceso Estandarización de Metrados los Elementos Prefabricados de Concreto .....	61
Tabla 27	Tabla de Propuesta de Mejora del Proceso de Controles en Ejecución de Sistemas Constructivos de Prefabricados de Concreto .....	62
Tabla 28	Recomendaciones para el Plan de Mejora .....	64
Tabla 29	Alcance del Proyecto Saycusca .....	65
Tabla 30	Cuadro de áreas de la Edificación de Saycusca 247 .....	68
Tabla 31	Resumen de Cotización de Viguetas con Construcción Tradicional.....	70
Tabla 32	Calendario Look Ahead de la Partida de “Instalación de Pre Losas por Cada Piso” .....	71
Tabla 33	Calendario Look Ahead de la partida de “Instalación de las Viguetas Prefabricadas” .....	72
Tabla 34	Aplicación del Just in time en la Actividad de Instalación y Colocación de Viguetas.....	74
Tabla 35	Tabla de Desperdicios del Proceso Constructivo de Prelosas “Beton Decken” .....	76
Tabla 36	Tabla de Desperdicios del Proceso Constructivo de Viguetas Prefabricadas	77
Tabla 37	Porcentaje de Plan Cumplido.....	79
Tabla 38	Tabla Comparativa.....	84
Tabla 39	Comparación de Costos de Enfoque Tradicional vs con Elementos Prefabricados .....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Factores que inciden negativamente en la productividad en construcción .....	4
Figura 2	Determinación de las Principales Pérdidas en la Construcción .....	4
Figura 3	Detalle de Prelosas Prodac .....	13
Figura 4	Detalle de Vigüeta Prodac Apoyada en Viga Chata.....	14
Figura 5	Fundamentos teóricos.....	17
Figura 6	Gráfico Pastel de la Hipótesis General.....	48
Figura 7	Gráfico Pastel de la 1era Hipótesis Específica.....	49
Figura 8	Gráfico Pastel de la 2da Hipótesis Específica .....	50
Figura 9	Gráfico Pastel de la 3era Hipótesis Específica.....	51
Figura 10	Gráfico Pastel de la 4ta Hipótesis Específica.....	52
Figura 11	Análisis Cuantitativo - Gráfico de Control.....	54
Figura 12	Análisis Cualitativo - Histograma de Frecuencias (Porcentaje).....	54
Figura 13	Análisis de Riesgo .....	55
Figura 14	Flujograma del Proceso del Plan de Mejora de la Coordinación Entre Especialidades en Construcción.....	57
Figura 15	Flujograma del Proceso de Plan de Mejora de la Coordinación de la Empresa Durante la Construcción .....	58
Figura 16	Flujograma del Proceso de plan de Mejora de la Contribución de los Elementos Prefabricados en la Reducción de Plazos.....	59
Figura 17	Flujograma del proceso del Plan de Mejora de la Estandarización de Metrados en los Elementos Prefabricados de Concreto.....	60
Figura 18	Flujograma del Proceso de Planificación de Controles en Ejecución de Sistemas Constructivos de Prefabricados de Concreto .....	62
Figura 19	Organigrama de la Empresa Negociaciones Visa S.A.C.....	66
Figura 20	Fachada en 2D de la Edificación Saycusca .....	67
Figura 21	Pareto de Optimización de Productividad en los Sistemas Prefabricados ...	69
Figura 22	Proceso Constructivo de las Prelosas Beton Decken - Mapeo de Flujo de Valor .....	75
Figura 23	Proceso Constructivo de Vigüetas Prefabricadas – Mapeo del Flujo de Valor Actual.....	77
Figura 24	Formato de Control Interno de Herramientas y Equipos (Kardex) de Negociaciones Visa S.A.C.....	79

Figura 25	Cronograma General de la Obra Saycusca.....	81
Figura 26	RFI de la Empresa Negociaciones Visa S.A.C. Aplicada al Proyecto Saycusca.....	82
Figura 27	Pareto de Optimización de Productividad en Sistemas Prefabricados Después del Plan de Mejora.....	83
Figura 28	Cotización de Viguetas Prefabricadas Para Todo el Proyecto .....	85

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para aumentar la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana. Se aplicó la metodología Lean Construction, enfocada en eficiencia y reducción de desperdicios en la construcción.

La investigación es de tipo Descriptiva, relacional y aplicada, y el nivel de igual manera es descriptiva.

Mediante encuestas a profesionales del sector construcción, se detectaron desafíos clave en el proceso constructivo, como la falta de coordinación entre especialidades, plazos incumplidos, problemas en la estandarización de metrados y planificación deficiente.

Para abordar estos desafíos, se desarrolló un plan de mejora integral respaldado por las herramientas Lean Construction. La implementación de un cuadro de porcentaje de plan cumplido, el uso del Kardex, mejoras en la elaboración de cronogramas y la utilización efectiva de RFIs (Request for Information) desempeñaron un papel fundamental en la optimización del proceso constructivo.

Los resultados fueron notables: se logró un aumento del 28% en la productividad en costos con elementos prefabricados, una mejora significativa del 15% en la coordinación de especialidades, una eficiencia del 11% en la estandarización de metrados, un incremento del 11% en la planificación efectiva y una gestión de recursos un 12% más eficiente gracias a la capacitación del personal.

Esta investigación demuestra que aplicar principios Lean mejora eficiencia en proyectos de edificación, beneficiando procesos y rentabilidad en la construcción en Lima Metropolitana.

*Palabras claves:* Lean construction, elementos prefabricados de concreto, productividad, metodología lean

## ABSTRACT

The aim of this research was to determine the use of precast concrete construction systems to enhance productivity in multifamily building construction in Lima Metropolitan. The Lean Construction methodology, focused on efficiency and waste reduction, was applied. The research is descriptive, relational, and applicative, with a descriptive level. Key challenges in the construction process, such as lack of coordination among specialties, missed deadlines, issues with measurement standardization, and poor planning, were identified through surveys of construction industry professionals. To address these challenges, a comprehensive improvement plan supported by Lean Construction tools was developed. The implementation of a percentage of planned completion chart, the use of Kardex, schedule improvements, and effective utilization of RFIs (Request for Information) played a crucial role in optimizing the construction process. The results were significant, achieving a 28% cost productivity increase with prefabricated elements, a notable 15% improvement in specialty coordination, an 11% increase in measurement standardization efficiency, an 11% enhancement in effective planning, and a 12% more efficient resource management through personnel training. This research demonstrates that applying Lean principles enhances efficiency in building projects, benefiting construction processes and profitability in Lima Metropolitan.

*Keywords:* Lean construction, prefabricated concrete elements, productivity, Lean methodology

## INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción es esencial para el crecimiento urbano, pero enfrenta desafíos como mejorar la productividad, los tiempos de proyecto y la calidad. Esta tesis se enfoca en usar sistemas constructivos prefabricados y la metodología Lean Construction para optimizar la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana. Se emplearán herramientas como Look Ahead Planning, Just in Time y Value Stream Mapping para una planificación detallada y la reducción de desperdicios en la instalación de elementos prefabricados de concreto en estos edificios.

En el Capítulo I, se aborda la introducción del problema, que engloba la descripción de la situación problemática; la formulación del problema en términos generales y específicos, que señala los desafíos relacionados con el uso de prefabricados y su impacto en la productividad de edificios, además de establecer el objetivo general y los objetivos específicos. También se detalla la delimitación de la investigación, que comprende aspectos geográficos, temporales, temáticos y de la muestra. Asimismo, se justifica la investigación, destacando su pertinencia, relevancia social, aplicabilidad práctica, utilidad metodológica y valor teórico. Se subraya la importancia del estudio en términos de generación de nuevos conocimientos y contribución a la investigación. Se identifican las limitaciones, que abarcan la falta de investigaciones previas, desafíos metodológicos o prácticos, así como obstáculos en la realización de la investigación. Además, se establece el alcance y se evalúa la viabilidad del estudio.

En el Capítulo II, se expone el contexto teórico de la investigación, que engloba la revisión de los antecedentes a nivel nacional e internacional, así como la exploración de los documentos relacionados con la temática. Se detalla la estructura conceptual y científica que respalda el estudio, incluyendo el análisis de la metodología Lean Construction y las herramientas que serán empleadas en el proceso de investigación. Además, se proporciona una clarificación de los términos fundamentales, con el objetivo de facilitar una comprensión más precisa de los conceptos presentados. Por último, se presentan los principios teóricos que respaldan la hipótesis de la investigación.

En el Capítulo III, se establece el conjunto de hipótesis en el estudio de investigación. En esta sección, se describe la hipótesis principal, se plantean las hipótesis secundarias y se detallan las variables involucradas. Finalmente, se lleva a cabo la operacionalización de dichas variables.



En el Capítulo IV, se aborda la metodología empleada en la investigación. En esta sección, se detallan los métodos utilizados, se discuten los tipos de investigación, se especifica el nivel y se describe el diseño de la presente investigación. Asimismo, se proporciona información sobre cómo se determinó la población y la muestra, aspecto fundamental para el desarrollo del estudio. Por último, se presenta el conjunto de técnicas e instrumentos empleados para la recopilación de datos, se analiza el criterio de validez y confiabilidad del instrumento, se explica el procedimiento para la recolección de datos y se describen las técnicas utilizadas en el procesamiento de la información, aspectos que han permitido llevar a cabo esta investigación de manera efectiva.

En el Capítulo V, se exponen los resultados obtenidos en la investigación, tomando en cuenta las estadísticas relacionadas con la unidad de estudio, el índice de validez del instrumento y los resultados de la prueba de normalidad. Posteriormente, se procede al análisis detallado de estos resultados, comenzando con una descripción estadística de la información, una evaluación de la calidad de los datos, análisis cuantitativos y cualitativos, así como un análisis de riesgos. Se procede a contrastar las hipótesis tanto generales como específicas. Además, se presenta una propuesta de mejora y los procedimientos para su aplicación. Luego, se enfoca en el desarrollo del proyecto, donde se describen las características y el alcance del mismo, haciendo uso de herramientas del Lean Construction. Finalmente, se concluye con un estado situacional del proyecto después de la implementación del plan de mejora.

Por último, en el Capítulo VI, se lleva a cabo un análisis de los resultados, estableciendo comparaciones con investigaciones previas relacionadas con el mismo tema. Para concluir, se exponen las conclusiones y recomendaciones derivadas de este proyecto de investigación.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Formulación y delimitación de la realidad problemática**

La industria de la construcción es una de las principales actividades económicas del país y está experimentando constantes cambios. Se están realizando numerosos esfuerzos para mejorar la eficiencia en los proyectos, pero lamentablemente, en comparación con otras industrias, el nivel tecnológico en nuestro país está rezagado. Esto se refleja en procesos ineficientes, ya que la mayoría de los proyectos enfrentan problemas relacionados con el tiempo, el costo y la calidad. Tanto en la construcción de edificios como en proyectos en general, existe un amplio mercado que todas las empresas constructoras deben considerar como un desafío para mejorar y optimizar los sistemas constructivos en beneficio de la nación. (Heredia, Navarro 2017)

Ante esta perspectiva tan alentadora, las principales empresas constructoras nacionales e internacionales han optado por la utilización de métodos de construcción alternativos a los convencionales para su aplicación en proyectos de infraestructura a gran escala. El propósito es acortar los plazos de construcción, reducir los gastos, mejorar la calidad y preservar el entorno, entre otros objetivos. A pesar de estos avances, aún existen desafíos que dificultan la adopción de estos métodos innovadores en la mayoría de las regiones de Perú. Por ejemplo, la inversión inicial elevada requerida para implementar estos enfoques constructivos y la falta de conocimiento y capacitación de los trabajadores en su manejo. Esto a menudo resulta en un uso ineficiente de recursos, tanto humanos como materiales de construcción. (Chang Breña, 2014)

Ante la problemática mencionada, en esta investigación nosotros nos preguntamos. ¿Pueden los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto optimizar la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana?

En la Figura 1, veremos factores que inciden a la problemática de la baja producción en la construcción tradicional y en la Figura 2 vemos los factores que afectan a que haya pérdidas en la construcción.

**Figura 1**

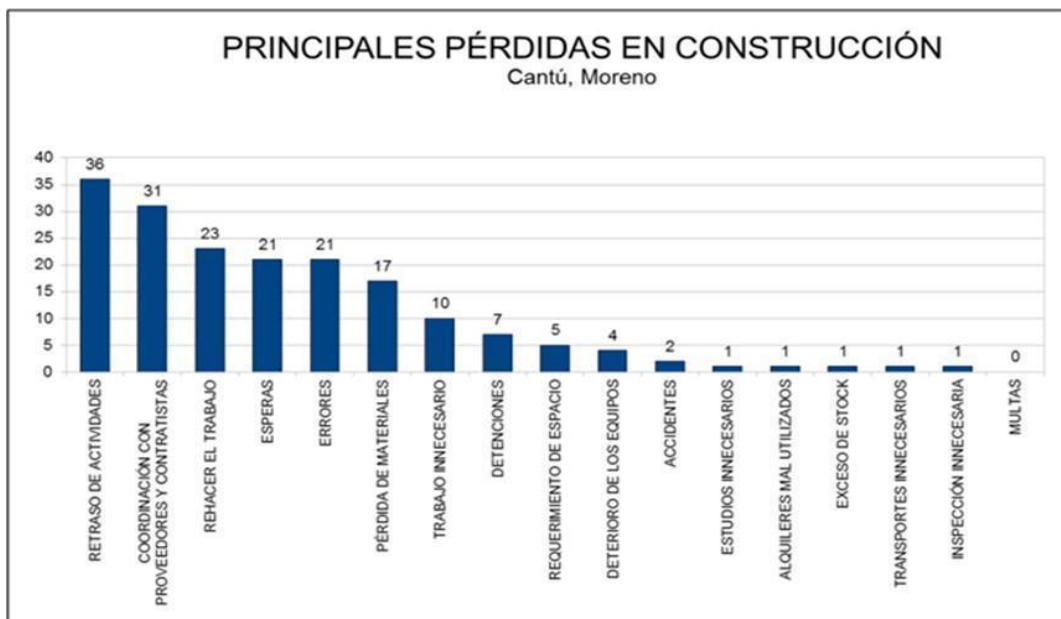
*Factores que inciden negativamente en la productividad en construcción*



*Nota.* Adaptado de “Propuesta y evaluación de la aplicación del sistema de construcción industrializada modular” C. Breña, 2014.

**Figura 2**

*Determinación de las Principales Pérdidas en la Construcción*



*Nota:* Adaptado de Análisis de los factores que afectan la productividad de obras civiles Cantú, López y Peirone 2018.

## **1.2. Formulación de la investigación**

### **1.2.1. Problema general**

¿De qué manera los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto optimizan la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿De qué manera la coordinación de las especialidades de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto reduce las pérdidas durante la etapa de construcción?
- b) ¿De qué manera los metrados de las partidas de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto reduce los plazos de ejecución del proyecto?
- c) ¿De qué manera la planificación de control en la ejecución de los Sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto establece el control y seguimiento del proyecto?
- d) ¿Cómo la capacitación del personal para los procesos de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto mejora los rendimientos de la mano de obra?

## **1.3. Delimitación de la investigación**

### **1.3.1. Delimitación temporal**

El presente estudio se llevará a cabo durante un período de 7 meses, desde mayo del 2023 hasta noviembre del 2023, con el objetivo de analizar los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto y su impacto en la optimización de la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana para poder darle mayor alcance tenemos expediente de los últimos 5 años como ha ido mejor el proceso constructivo de los elementos prefabricados.

### **1.3.2. Delimitación espacial**

El presente estudio establece que la investigación se llevará a cabo exclusivamente en el área de Lima Metropolitana, lo cual nos permitirá centrarnos en las características particulares de dicha región en relación con la construcción de edificios multifamiliares y la implementación de sistemas constructivos prefabricados de concreto.

### **1.3.3. Delimitación temática**

Este trabajo de investigación se limita al estudio de la gestión de cronogramas, costos y calidad específicamente de las partidas de losas aligeradas y viguetas prefabricadas en un edificio multifamiliar.

#### **1.4. Importancia del estudio**

Nuestra investigación busca añadir información de gran importancia en el contexto actual, la optimización de la productividad en el sector de la construcción es un objetivo fundamental para satisfacer la creciente demanda de viviendas en áreas urbanas densamente pobladas como Lima Metropolitana. La utilización de elementos prefabricados de concreto permite acelerar los tiempos de construcción, reducir los costos y minimizar los errores asociados a la construcción tradicional. Además, el empleo de sistemas constructivos prefabricados fomenta la estandarización y la industrialización de los procedimientos de construcción, lo que asegura una calidad superior y una mayor durabilidad de las edificaciones. Esto se refleja en un beneficio directo para los futuros residentes de los edificios multifamiliares, ya que disfrutarán de viviendas seguras y más cómodas.

Asimismo, la implementación de sistemas constructivos prefabricados de concreto contribuye a la reducción de los impactos ambientales asociados a la construcción. Al ser fabricados en condiciones controladas, se disminuye la generación de residuos y se optimiza el uso de los materiales, evitando así la sobreexplotación de recursos naturales.

#### **1.5. Justificación de la investigación**

##### ***1.5.1. Conveniencia***

Nuestro país en el año 2007 tuvo un auge en construcción de viviendas multifamiliares, comúnmente se denominó boom de la construcción, dada la creciente economía peruana que lo demandaba.

Esto generó mayor competencia entre empresas constructoras, las cuales empezaron a buscar alternativas de prefabricación de elementos disponibles en el mercado que logren optimizar sus costos y plazos de ejecución, cumpliendo los estándares de calidad y garantía. Es entonces que se empezó

a masificar el uso de prefabricados logrando posicionarse en el mercado algunos productos que se van a detallar en este estudio.

##### ***1.5.2. Relevancia social***

El conocimiento de los elementos tecnificados o prefabricados puede ser enfocado también a la construcción de viviendas masivas, principalmente estatales por sus ventajas y adaptación a distintos tipos de proyectos, dando confianza a las familias que van a vivir en ellas, ya que el uso de estos elementos cumple con los parámetros normativos y poseen alto control de calidad. Así mismo, la reducción del tiempo puede implicar un ahorro considerable al presupuesto del proyecto logrando un costo menor del producto final.

### ***1.5.3. Viabilidad de la investigación***

Para llevar a cabo nuestra investigación, disponemos de expedientes técnicos de la empresa Prodac una destacada compañía de prefabricados líder en el país. Estos expedientes nos proporcionan información detallada sobre los procesos y especificaciones técnicas utilizadas en los edificios construidos con elementos prefabricados. Su objetivo principal es comparar la viabilidad y rentabilidad de este tipo de construcción.

Como caso de estudio, nos enfocaremos en un edificio de 7 pisos más azotea. Contamos con los planos arquitectónicos y estructurales correspondientes a esta edificación. Además, hemos recopilado información sobre el cronograma de obra, los costos unitarios, los presupuestos y los metrados asociados al proyecto.

Es importante destacar que la construcción de este edificio aún se encuentra en proceso, por lo cual estamos llevando a cabo un seguimiento minucioso de su evolución. Mediante el análisis detallado de estos expedientes técnicos y documentos relacionados, buscamos obtener conclusiones sólidas acerca de la viabilidad y rentabilidad de la construcción con elementos prefabricados. Esta investigación nos permitirá evaluar la eficiencia de los métodos empleados por la Empresa Prodac de prefabricados y su impacto en los aspectos técnicos, económicos y temporales de la edificación en curso.

### ***1.5.4. Limitaciones del estudio***

El sistema constructivo prefabricado en el Perú aún no está normado por lo cual carecemos de leyes y estipulaciones que podríamos usar en esta investigación.

Otra limitación significativa que se enfrenta en el contexto peruano, específicamente en Lima Metropolitana, es el temor y la resistencia para adoptar sistemas constructivos prefabricados. Existe un grado de desconfianza y desconocimiento generalizado sobre su efectividad y posibles costos asociados. La falta de experiencia previa y la desconfianza de probar algo nuevo son barreras importantes para la implementación masiva de estos sistemas.

## **1.6. Objetivos**

### ***1.6.1. Objetivo General***

Determinar los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para aumentar la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana

### ***1.6.2. Objetivo Específico***

- a) Mejorar la coordinación de las especialidades de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para reducir las pérdidas durante la etapa de construcción
- b) Estandarizar los metrados de las partidas de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para reducir los plazos en la ejecución del proyecto
- c) Determinar la planificación del control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para establecer el control y seguimiento del proyecto
- d) Capacitar al personal para los procesos de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para mejorar los rendimientos de la mano de obra

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Marco histórico**

Lopez (2015) en el siglo XIX, se dieron los primeros casos de utilización de componentes de concretos prefabricados en la edificación de hogares y estructuras industriales tanto en Europa como en Estados Unidos. En Dinamarca, se erigió la “Hansen’s Legtojsfavrik”, considerada la primera fábrica de componentes de concretos prefabricados. Esta destacada instalación marcó un hito significativo en el avance de la construcción prefabricada al establecer los cimientos para la producción en masa de elementos prefabricados de concreto.

López y Fernández (2015) a lo largo del siglo XX, la construcción prefabricada de elementos de concreto se convirtió en una técnica ampliamente empleada. Específicamente, después de la Segunda Guerra Mundial, la construcción prefabricada ganó popularidad debido a la urgencia de viviendas rápidas y asequibles. Paneles de pared, losas y otros elementos estructurales fueron fabricados en fábricas y posteriormente transportados al lugar de construcción para su ensamblaje.

Se presentó el concepto de Lean Construction, el cual se fundamenta en los principios de la filosofía Lean Manufacturing. El enfoque de Lean Construction se centra en eliminar los desperdicios y mejorar la eficiencia en el proceso de construcción. La utilización de elementos prefabricados se ajusta de manera óptima a este enfoque, ya que posibilita una mayor estandarización, una reducción en los tiempos de construcción y una mejora en la calidad del resultado final.

En la actualidad, el empleo de componentes prefabricados de concreto sigue expandiéndose a nivel global. La sinergia entre los elementos prefabricados de concreto y la metodología de Lean Construction ha demostrado ser altamente eficaz, especialmente en proyectos de construcción a gran escala, como edificios residenciales, hospitales y estructuras comerciales.

### **2.2. Investigaciones relacionadas con el tema**

#### ***2.2.1. Antecedentes Internacionales***

Bohorquez y Tocto (2017) describe que la industria de la construcción continúa evolucionando gracias a la incorporación de nuevas técnicas y productos más duraderos y eficientes por parte de arquitectos, diseñadores e ingenieros. Estos profesionales están adaptando la industria para satisfacer las demandas del mercado de viviendas, con el



objetivo de mitigar en cierta medida la escasez de viviendas. En este sentido, se busca evaluar la receptividad que podría tener un sistema de construcción de casas prefabricadas utilizando paneles modulares aislados y estructuras diseñadas para resistir movimientos sísmicos, lo que garantiza una construcción segura y resistente a terremotos.

Las casas prefabricadas con módulos actualmente ofrecen una amplia gama de diseños que son fáciles de montar y desmontar. Esto conlleva una optimización de recursos, como la reducción del tiempo de trabajo manual y una disminución en los costos de materiales, ya que la prefabricación es más eficiente y efectiva. Optar por una vivienda de este tipo representa una inversión segura, más económica y rápida de ensamblar en comparación con una vivienda tradicional. Estas casas se distinguen de las viviendas convencionales, ya que emplean paneles modulares livianos con un excelente aislamiento térmico y, al mismo tiempo, se destacan por ser respetuosas con el medio ambiente.

Quintero y Guerrero (2020) Se lleva a cabo un análisis detallado del comportamiento y diseño de elementos estructurales prefabricados en concreto. Este análisis aborda aspectos generales relacionados con estos elementos, incluyendo su diseño, proceso de fabricación, instalación y las diferencias fundamentales con respecto a los elementos construidos de manera convencional. El desarrollo de esta investigación tiene como objetivo difundir el uso de elementos prefabricados en la construcción, ya que ha demostrado ser una opción viable y confiable en numerosos proyectos de edificios y obras civiles en Colombia.

Sanabria-Riaño (2017) en la actualidad, la mayoría de las estructuras de edificación en el país se diseñan y construyen utilizando métodos tradicionales. A nivel mundial, la construcción con elementos de concreto prefabricado ha revolucionado el proceso de construcción, que solía ser lento y artesanal. Sin embargo, en Colombia, las empresas constructoras muestran escepticismo hacia la adopción de nuevas formas de industrialización, como la prefabricación. Existen varias consideraciones, como la escasez de alternativas, la preocupación por la calidad y los costos elevados, que llevan a mantener las tecnologías de construcción actuales. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo analizar los procesos constructivos de los métodos tradicional y prefabricado. Se abordarán las características más representativas de ambos en primer lugar, con el fin de contextualizar el análisis comparativo y comprender las implicaciones de las diferencias en el diseño y construcción de la estructura de un mismo edificio utilizando diferentes metodologías (tradicional y prefabricada). El objetivo final es cuantificar dichas diferencias.

### ***2.2.2. Antecedentes nacionales***

Puente y Valladares (2021) realizó un análisis de los tiempos y costos estimados para la ejecución teórica de un proyecto que consiste en varios edificios de viviendas de cuatro pisos en la ciudad de Lima. Se compararon dos enfoques constructivos diferentes: el uso de sistemas de encofrado masivo y concreto premezclado vertido en el lugar de la obra, frente a la construcción con muros prefabricados y prelosas de concreto armado. El objetivo fue evaluar y contrastar los tiempos y costos asociados a cada uno de estos métodos de construcción.

Suico Castañeda et al. (2020) se argumenta que los sistemas de prelosas presentan ventajas económicas, aunque su aplicabilidad se ve limitada en algunos proyectos debido a que solo cuentan con una opción de transporte vertical, que es la grúa torre. Esto podría resultar inviable en ciertos contextos. Además, se menciona que todos los sistemas prefabricados resultan más rentables que el sistema tradicional, con ahorros que oscilan entre el 4% y el 22%.

Huapalla y Fonseca (2020) se propone que, con el fin de optimizar los costos de construcción y reducir los tiempos en proyectos de edificación, se implemente un enfoque de prefabricados en lugar del sistema tradicional. Se lleva a cabo un análisis de costos y un estudio de sostenibilidad en tres proyectos de edificación, centrándose en la selección de la mezcla adecuada. Los resultados muestran una reducción del 7% en el plazo y en los aspectos de sostenibilidad al utilizar el sistema de prefabricados en comparación con el sistema tradicional. Además, se identifican los factores que contribuyen a los sobrecostos y retrasos, como el aumento de la mano de obra, problemas de calidad, plazos, gestión de recursos y desperdicio de materiales. En general, se concluye que las empresas constructoras en el área de estudio están dispuestas a adoptar el uso de prefabricados como un sistema constructivo integral con el objetivo de mejorar su competitividad y sostenibilidad.

Bendezú Olivarez (2018) indica el valor en soles del costo total en mano de obra en izaje, colocación de las prelosas y partidas involucradas, con estos valores hacen una comparación a los costos relacionados a un sistema constructivo de losas convencionales, y nos indican que el análisis con prefabricados nos ahorró un total de 55.950,51 soles, lo que nos quiere indicar que hubo un ahorro comparado al sistema constructivo con losas convencionales.

## **2.3. Estructuras teóricas y científicas que sustentan el estudio**

### ***2.3.1. Sistemas de construcción tradicional***

Loaiza y Bautista (2017), la construcción tradicional se refiere a los métodos y materiales de construcción convencionales que han sido utilizados durante décadas o incluso siglos en una determinada región o cultura. Estos métodos y materiales pueden variar según el lugar y la época, pero generalmente se caracterizan por ser menos eficientes en términos de consumo de energía y recursos, y por tener un mayor impacto ambiental en comparación con la construcción sostenible.

### ***2.3.2. Sistemas de construcción con prefabricados***

Penades (2002) el uso de elementos prefabricados de concreto está ganando cada vez más popularidad y se espera que esta tendencia continúe en los próximos años debido a las múltiples ventajas que ofrecen en comparación con otros sistemas constructivos. Una de estas ventajas es la capacidad de llevar a cabo proyectos de gran escala y con plazos ajustados, gracias a los tiempos de montaje mínimos requeridos en el lugar, lo que además elimina la necesidad de trabajos de acabado. Los elementos prefabricados de concreto también permiten una construcción inteligente, ya que los sistemas eléctricos, de calefacción y refrigeración se pueden

incorporar directamente en las piezas. Por lo tanto, es crucial que los constructores aprovechen estas opciones desde la etapa de planificación.

López y Fernández (2015) hoy en día, el prefabricado de concreto se considera como una forma de construcción distintiva, ya que posee una serie de cualidades inherentes que lo diferencian de otros materiales, incluso de la versión más convencional del concreto. El concreto aún se percibe como un material general, y generalmente no se distingue según la forma en que se utiliza en la construcción: ya sea como material fresco que se cura en el lugar de la obra (ejecución in situ) o como producto terminado, es decir, piezas diseñadas y fabricadas previamente en una planta industrial, con todas sus características establecidas (ejecución industrializada prefabricada). Esta distinción se ha reflejado en las regulaciones, como se puede ilustrar en la Instrucción de Hormigón Estructural española, que hasta la versión actual aprobada en 2008 no incluía ninguna disposición específica sobre los elementos prefabricados.

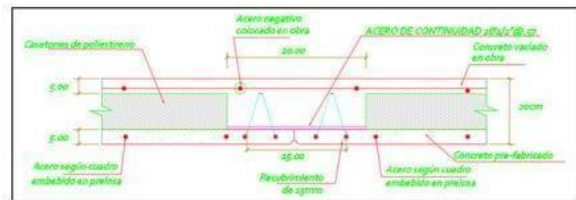
### ***2.3.3. Losas Prefabricadas***

Las losas prefabricadas (prelosas) son componentes de concretos prefabricados que se emplean en la edificación de losas y techos, destinados a resistir cargas y servir como base para futuras construcciones, como la colocación de revestimientos de piso o cielos rasos. Usualmente presentan una estructura alveolar o con nervaduras que disminuye su peso sin comprometer su durabilidad.

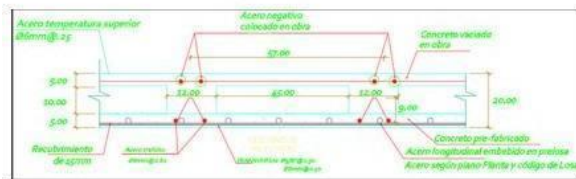
En la Figura 3 veremos un detalle de losa prefabricada sacada del expediente técnico de la empresa Prodac, vemos detalles de Prelosa general, aligerada y maciza

### Figura 3

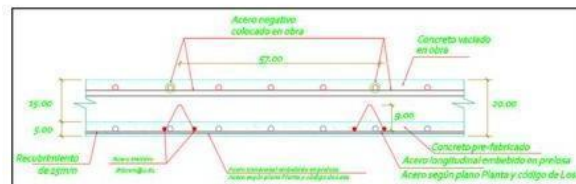
Detalle de Prelosas Prodac



Detalle de Prelosas Prefabricada – General



Detalle de Prelosas Prefabricada – Aligerada



Detalle de Prelosas Prefabricada – Maciza

Nota. Adaptado del Expediente técnico de la empresa PRODAC 2021

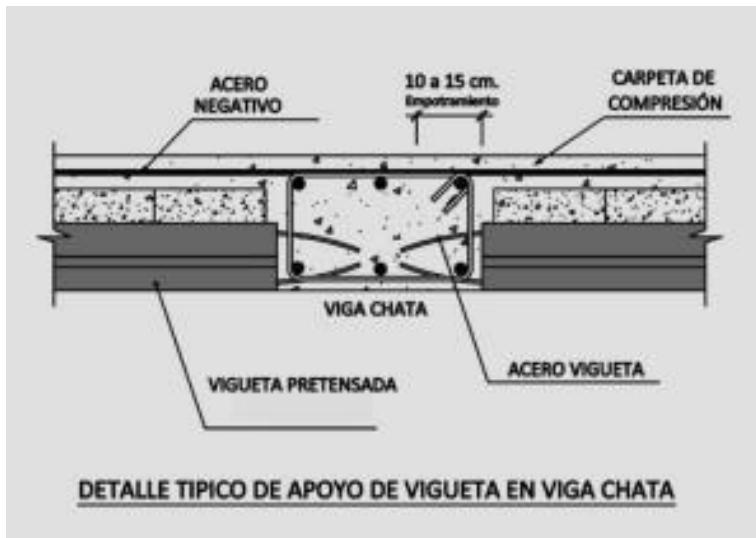
#### 2.3.4. Viguetas prefabricadas

Las viguetas PRODAC son elementos en forma de T invertida, precomprimido y prismáticos, que se emplean de manera similar a las viguetas convencionales. Su principal ventaja radica en asegurar una calidad y un comportamiento estructural uniformes en toda su longitud. Cada serie de viguetas pretensadas se crea manteniendo constante la sección de concreto y variando la armadura de acero, lo que permite adaptarlas a las necesidades específicas de cada proyecto. La sección de concreto precomprimido en las viguetas evita eficazmente la formación de fisuras en la zona de tracción de la losa. Además, el sistema es más ligero en comparación con las losas tradicionales y macizas, lo que reduce las cargas sobre el resto de la estructura

En la Figura 4 vemos el detalle de una vigueta prefabricada sacada del expediente técnico de la empresa Prodac

## Figura 4

### Detalle de Vigueta Prodac Apoyada en Viga Chata



*Nota:* Adaptado del expediente técnico de la empresa PRODAC 2021

### 2.3.5. Productividad en obra según Lean Construction

En la Resolución Ministerial N° 037-2017-VIVIENDA, fechada el 30 de enero de 2017, se hace referencia a un Sistema Constructivo no Convencional. En dicho sistema, se denomina a un elemento prefabricado compuesto por hormigón armado con un espesor de 4 cm. Este elemento cumple la función de un encofrado convencional para techos y elimina la necesidad de utilizar paneles de madera. Se coloca de manera modular sobre un sistema de apuntalamiento sencillo, que implica el uso de vigas y puntales telescópicos cuyos extremos descansan sobre los encofrados de las vigas del paño. Este elemento constituirá la base y la primera capa de la losa del techo, integrándose de manera integral en el mismo para su desempeño al final del proceso de construcción.

### 2.3.6. Desperdicios en Lean Construction

Pons, J., y Rubio, I. (2021), lean se concibe como un sistema y una filosofía de producción que se centran en añadir valor al cliente y reducir el desperdicio. Además, se respalda con evidencia empírica presentada por "Lauri Koskela", que demuestra la existencia de considerables desperdicios y pérdida de valor en la industria de la construcción. Por consiguiente, en Lean Construction, se pueden definir los desperdicios como aquellas actividades, procesos o elementos que no aportan valor al cliente y que deben ser suprimidos para mejorar la eficiencia y la productividad en la construcción.

## **2.4. Herramientas del Lean Construction**

### ***2.4.1. Look Ahead Planning***

Pons, J., y Rubio, I. (2021) la reunión de "Look Ahead" es un encuentro semanal en el que se examina el plan de trabajo de las semanas próximas con el propósito de detectar posibles desafíos y oportunidades de mejora. En este encuentro, se analizan minuciosamente las tareas que se llevarán a cabo en las semanas siguientes, se identifican los recursos requeridos y se establecen los plazos de ejecución. Esta reunión brinda la oportunidad a los miembros del equipo de anticiparse a eventuales obstáculos y adoptar medidas preventivas para evitar retrasos en el desarrollo del proyecto.

### ***2.4.2. Just in time***

Según Pons, J., y Rubio, I. (2021) se trata de un sistema de manufactura que produce y entrega exactamente lo que se requiere, en el momento preciso y en la cantidad necesaria. Este concepto fue concebido por Kiichiro Toyoda, hijo de Sakichi Toyoda y fundador de Toyota, durante la década de 1930. Fue él quien estableció que las operaciones de Toyota no debían tener exceso de inventario, y que la empresa debía colaborar estrechamente con sus proveedores para regular la producción. Bajo la dirección del ingeniero Taiichi Ohno, el Justo a Tiempo (JIT) se desarrolló como un sistema integral que coordinaba la información y los materiales para evitar la sobreproducción.

### ***2.4.3. Value Stream Mapping***

Según Pons, J., y Rubio, I. (2021) el VSM es una técnica que se utiliza para representar de manera visual los procedimientos necesarios para transformar materiales e información en un producto o servicio final que se entregará al cliente. El VSM ilustra la proporción de actividades que aportan un valor real y aquellas que no lo hacen, al mismo tiempo que ofrece información sobre los indicadores clave del proceso en cuestión. El propósito fundamental del VSM consiste en identificar los aspectos de despilfarro y las áreas de mejora dentro del proceso, con el fin de eliminarlos y optimizar la eficiencia de la producción.

## **2.5. Definición de términos básicos**

### **Prefabricado**

El prefabricado, por lo habitual, es un sistema de construcción en el que se divide una infraestructura y se fabrican los diferentes componentes por separado, para luego realizar el respectivo montaje en la ubicación final de la edificación.

**Utilidad**

Es el grado de satisfacción que tiene un producto o servicio sobre la necesidad del consumidor.

**Rentabilidad:**

La evaluación del desempeño que mide la producción de los recursos invertidos en un período específico. Implica comparar los ingresos generados con los recursos empleados para obtenerlos, con el propósito de tomar decisiones entre opciones disponibles o evaluar la eficacia de las acciones emprendidas, dependiendo de si el análisis se realiza antes o después de la ejecución.

**Sostenibilidad**

Se llama mampostería al sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y paramentos mediante la colocación manual de los elementos o los materiales que los componen, que pueden caracterizarse por estar sin labrar.

**Industrializado**

La industrialización es un fenómeno con carácter económico basado en la producción de bienes a gran escala o de manera intensiva.

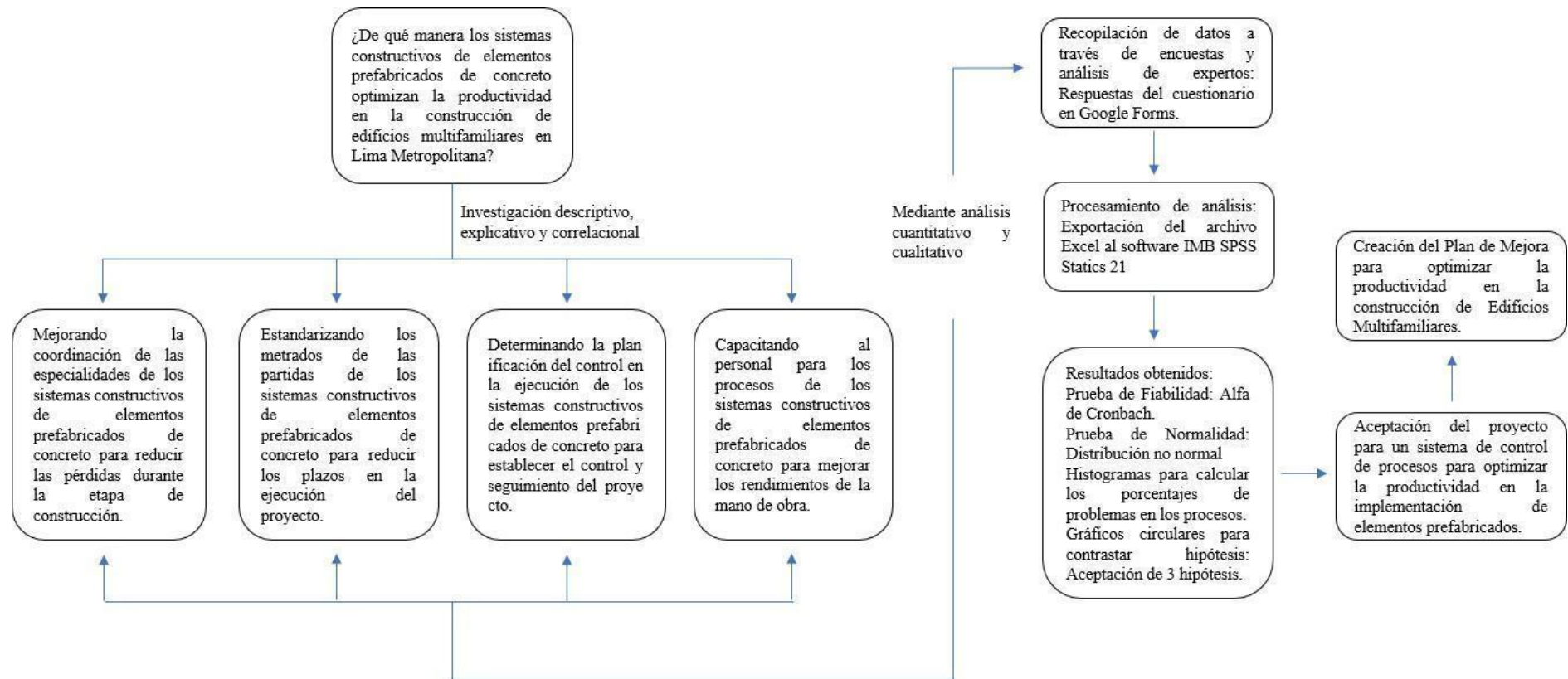
**Construcción tradicional**

Entendemos por “construcción tradicional” a la que realiza en el lugar “in situ” todas aquellas tareas necesarias para materializar la mayor parte de los subsistemas de un edificio.

## 2.6. Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis

Figura 5

Fundamentos teóricos





## CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

### 3.1. Hipótesis

#### 3.1.1. *Hipótesis general*

Al determinar los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se aumentó significativamente la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana

#### 3.1.2. *Hipótesis específicas*

- a) Al Mejorar la coordinación de las especialidades de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se reducen las pérdidas durante la etapa de construcción
- b) Al Estandarizar los metrados de las partidas de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se redujeron los plazos de ejecución del proyecto
- c) Al determinar la planificación del control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se establece el control y seguimiento del proyecto
- d) Al optimizar la capacitación del personal en los procesos de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se mejora los rendimientos de la mano de obra

### 3.2. Sistema de variables

#### 3.2.1. *Definición conceptual y operacional*

Variable independiente

Sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto: Son metodologías de construcción en las cuales los componentes hechos de concreto, como paneles, vigas, columnas y losas, se fabrican previamente en una planta o taller y se transportan posteriormente al lugar de construcción para ser ensamblados. Estos elementos prefabricados presentan ventajas en términos de velocidad, calidad, eficiencia y reducción de costos en comparación con los métodos tradicionales de construcción realizados en el lugar de obra.

Variable dependiente

Productividad en la construcción: La productividad en la construcción se centra en lograr un mejor rendimiento y eficiencia en los proyectos de construcción, optimizando el uso de recursos como el tiempo, la mano de obra y los materiales, mientras se mantiene la

calidad. Comparado con los métodos de construcción convencionales, los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto suelen ofrecer una mayor productividad debido a la reducción del tiempo de construcción, la estandarización de los componentes prefabricados, la reducción de desperdicios y la mayor precisión en la fabricación de los elementos. Estas ventajas contribuyen a mejorar la eficiencia general del proceso constructivo.

### 3.2.2. Operacionalización de las variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

<b>Variable Independiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Índices</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ítems</b>	
X: sistema constructivo de elementos prefabricados de concreto	X1: mejorar la coordinación de las especialidades	X11: Evaluación de procesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los elementos prefabricados disminuyen pérdidas en la etapa de construcción.</li> <li>- Reducir significativamente las pérdidas en la construcción a través de la implementación de un sistema de control de calidad durante la fabricación y montaje de elementos prefabricados.</li> <li>- Minimizar los errores y retrasos en la construcción a través de una adecuada coordinación entre las diferentes especialidades involucradas.) durante la etapa de construcción.</li> </ul>	Cuestionario	Del 1 al 6	
		X12: Control y Monitoreo				
	X2: estandarizar los metrados de las partidas	X21: Estimación de materiales		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducir los plazos de ejecución del proyecto para contribuir a los elementos prefabricados de concreto.</li> <li>- Mayor precisión en la planificación y estimación de los tiempos de construcción a través de una estandarización de los metrados en los elementos prefabricados de concreto.</li> <li>- Eficiencia en la ejecución del proyecto y la reducción de los plazos de</li> </ul>	Cuestionario	Del 7 al 11
		X22: Cuantificación de metrados				

			la construcción para la utilización de elementos prefabricados de concreto.		
X3: determinar la planificación del control	X31: cronograma de obra	X32: tren de actividades	<p>.- Establecer el control y seguimiento del proyecto en medida de la planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto.</p> <p>-Reducir los retrasos y optimizar los tiempos de construcción a través de una planificación detallada de la obra, considerando la secuencia de fabricación, transporte y montaje de los elementos prefabricados de concreto.</p> <p>- La reducción de desviaciones y retrasos en el proyecto a través de una sólida planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto.</p>	Cuestionario	Del 12 al 16
	X41: Identificar habilidades y conocimientos				
X4: capacitar al personal para los procesos	X42: Reducción de reprocesos			Cuestionario	Del 17 al 21

			elementos prefabricados aplica de manera efectiva los conocimientos adquiridos en su trabajo diario		
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Índices</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ítems</b>
Y: productividad en la construcción	Y1: Eficiencia en el uso de recursos	Y12: Costo de producción	"Para medir y evaluar nuestra 'Productividad en la Construcción', hemos desarrollado un índice que se basa en indicadores clave de eficiencia de recursos. Este índice nos proporciona una visión completa de cómo estamos utilizando la mano de obra, los materiales y otros recursos en nuestros proyectos, permitiéndonos tomar decisiones informadas para optimizar nuestra eficiencia y mejorar nuestros resultados."	Herramientas y metodología del Lean Construction	
		Y22: Tiempo de Ejecución			
		Y32: Índice de uso de Mano de Obra			
		Y42: Tasa de cumplimiento de plazos			
		Y52: Nivel de inventario de materiales			

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO**

La presente investigación es un estudio descriptivo, explicativo, bibliográfica y descriptiva. La metodología de la investigación documental se apoya de información basada en la recolección de datos mediante encuestas a profesionales involucrados en el control de productividad y su conocimiento respecto a la optimización de sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto con la aplicación de la metodología Lean Construction.

### **4.1. Método de investigación**

El método de la presente investigación es inductivo, debido a que, se realizó una recolección de datos sobre casos específicos de hechos y fenómenos observados en el proyecto, partiendo de hechos particulares para llegar a una conclusión general. Así mismo, se llevó a cabo un análisis que alcanzó cumplir con el objetivo general, que fue el de optimizar la productividad en los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto en la ejecución del Proyecto Multifamiliar Saycusca.

### **4.2. Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo descriptivo, explicativo y correlacional. Descriptivo porque describe como es la transformación que causa realizar la implementación en los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para optimizar la productividad en la ejecución del Proyecto Multifamiliar Saycusca. También es explicativo, ya que se analizan la productividad para determinar sus causas de origen en los procesos constructivos de los elementos prefabricados a través de la metodología Lean Construction. Por último, es correlacional ya que se mide 2 variables “Sistemas constructivos de elementos prefabricados” (independiente) y “productividad en la construcción” (dependiente), buscando así una relación entre ellas, sin el posible dominio de ninguna variable extraña, de esta manera se podrá proponer una correcta optimización de la productividad para la ejecución del Proyecto Multifamiliar Saycusca, en el distrito de San Miguel.

### **4.3. Nivel de investigación**

La presente investigación es de nivel descriptivo, relacional y aplicativo. Es descriptivo, debido a que se plantea realizar una descripción más completa posible sobre la productividad de los procesos constructivos de los elementos prefabricado de concreto, a partir de allí aplicar la metodología Lean Construction, pudiendo identificar en la ejecución del Proyecto Multifamiliar Saycusca. También es relacional, esto debido a que se busca describir y relacionar la utilización y los beneficios que se obtienen al analizar la optimización de productividad de los procesos constructivos en la aplicación de elementos prefabricados de

concreto, aplicando la metodología Lean Construction en la ejecución de dicho proyecto de construcción. Por último, es aplicativo ya que se siguieron los lineamientos descritos en la metodología Lean Construction, con la intención de optimizar la productividad, con la finalidad de que este control sea metódico y aplicativo.

#### **4.4. Diseño de investigación**

La presente investigación tiene como objetivo implementar un sistema de control para optimizar la productividad en el proceso constructivo de elementos prefabricados de concreto, por lo cual se va a tomar un diseño no experimental, transversal y retrospectivo. Es no experimental debido a que las variables no serán manipuladas ni controladas. Es transversal, ya que se recolectó la información una sola vez, a lo largo de toda la investigación, teniendo como finalidad analizar la relación entre los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto y la optimización de la productividad en los procesos constructivos en la aplicación de elementos prefabricados de concreto presentados en la ejecución del Proyecto Multifamiliar Saycusca. Finalmente, es retrospectivo, ya que cuenta con información recolectada con anterioridad, se aplicará la metodología Lean Construction para optimizar la productividad en los procesos constructivos de elementos prefabricados, a través de encuestas y estudios realizados por expertos en el tema.

#### **4.5. Población y muestra**

##### **4.5.1. Población**

La población son las edificaciones multifamiliares que se encuentran en ejecución o ya se encuentran concluidas, y que usen o hallan usado los sistemas constructivos de prefabricados, en el distrito de San miguel, Lima, Perú entre los años 2021 al 2023, registradas en la página anexo mobiliario y mediante su muestreo intencionado con criterio de inclusión y exclusión se determinó el tamaño de muestra. La población (N) es de 12.

En la Tabla 2 vemos la unidad de análisis son los profesionales de los proyectos con conocimientos de las especificaciones técnicas y la unidad de observación son los proyectos mobiliarios.

**Tabla 2***Unidad de análisis*

Personal	Descripción
Gerente	Dirigir, ejecutar, verificar y apoyar en los requerimientos de los insumos y otras necesidades para la ejecución del proyecto.
Ingeniero jefe de Obra	Ejecutar la obra de acuerdo a las especificaciones técnicas, efectuando los respectivos controles de calidad, optimizando el uso de los recursos de equipo mecánico y mano de obra
Ing. De oficina técnica	Liderar y supervisar la elaboración de presupuestos, normas de construcción y modelos de costos.
Administrador de obra	Gestionar los fondos asignados y el flujo de efectivo, así como llevar a cabo la gestión administrativa del proyecto, lo que incluye el control de documentos contables y la creación de plantillas para cuestiones como nóminas, reembolsos, entre otros.

---

*Nota.* Elaboración propia

#### **4.5.2. Criterios de inclusión y exclusión**

Los criterios de inclusión: los entrevistados son el personal que están encargados de edificaciones multifamiliares que hayan hecho uso de los sistemas prefabricados de concreto, dichas personas cuentan con el conocimiento, herramientas, documentos o conocimiento sobre el proceso de gestión, para lo cual se requiere:

Gerente, ingeniero jefe de obra, ingeniero de oficina técnica y administrador con más de un año de experiencia en la construcción de edificaciones multifamiliares

Los criterios de exclusión: Personal entrevistado que desconozca los procesos de gestión de edificaciones multifamiliares de menos de 15 pisos, para lo cual no se tomará en cuenta a los profesionales:



Gerente, ingeniero jefe de obra, ingeniero de oficina técnica y administrador con trabajo temporal.

#### 4.5.3. Muestra

Para el cálculo de la muestra se empleó una población (N=12) que se deriva de 24 proyectos donde se va encuestar a 2 profesionales en cada uno de obras inmobiliarios, se estableció un 95% de confiabilidad y 5% de error de muestra. Según la fórmula 1

$$\frac{K^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N - 1) + K^2 \cdot p \cdot q} \dots\dots\dots (f\acute{o}rmula 1)$$

K = 1.96 (nivel de confianza al 95%)

N = 12 proyectos inmobiliarios

P = 0.5 (proporción esperada 50%)

q= 0.5 (1-p=0.5)

e=0.05 (error muestral)

n= 12 (cuestionarios)

En la Tabla 3 se visualiza la lista de los proyectos inmobiliarios de donde se sacará la data de nuestro cuestionario.

**Tabla 3**

*Lista de Proyectos Inmobiliarios con uso de Prefabricados de Concreto*

Nro	Proyecto	Seleccionado
1	Mg Villa S.A.C - Av La Paz 1150	X
2	La Paz Desar. Inmob. - Av La Paz 118-120	X
3	Grupo T&C - Av Bartolotto 760	X
4	Proedco S.A.C. - Yanacoto 151	X
5	Negociaciones Visa S.A.C - Saycusca 247	X
6	Inmobiliaria Valle Luz S.A.C - Av. Precursores 490	X
7	Constr. Betania S.A.C. - R. Castilla Lt1	X
8	Edific. Inmobiliarias S.A.C - Costanera 2982	X
9	Proedco SAC - J.M. Medina 139	X
10	Inmb. C. Gonzales S.A.C. - C. Gonzales 251	X
11	Inmob. Cantabria - Jr. Cesar L. Rojas 187	X
12	J & M Inv. Inmobiliarias - Av Costanera 2996	X

*Nota.* Elaboración propia

Se realizaron tres encuestas por proyecto (12 x 3 = 36 cuestionarios), para la obtención de los datos de estudio.

#### **4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En el presente estudio se emplearon dos enfoques para recopilar la información necesaria. El primero consistió en realizar 36 encuestas dirigidas a ingenieros y arquitectos con experiencia en gestión de proyectos y control de calidad, especialmente aquellos involucrados en proyectos de construcción con elementos prefabricados. Estas encuestas se diseñaron con preguntas cerradas, lo que permitió a los encuestados seleccionar entre distintas alternativas para responder preguntas relacionadas con el alcance de la supervisión en contratos internacionales estándares en la construcción de instituciones educativas.

El segundo método utilizado fue un análisis documental, el cual se basó en observaciones realizadas en el terreno durante los procesos constructivos de las edificaciones.

#### **4.7. Descripción de procesamiento de análisis**

Después de alcanzar el número previsto de encuestas, se organizaron todas ellas en una hoja de cálculo de Excel según sus categorías correspondientes. Posteriormente, se exportaron al software IBM SPSS Statistics para su análisis. Los hallazgos se presentan detalladamente en el capítulo VI de este estudio, donde se incluyen los niveles de aceptación, pruebas de fiabilidad y evaluación de la normalidad. Una vez que se obtuvieron estos resultados, se procedió a identificar los puntos críticos que requerían mejoras dentro del alcance de esta investigación.

##### **4.7.1. Validez de instrumento**

Para validar el instrumento de recolección de datos, se buscó la opinión de tres expertos con amplia experiencia en el tema principal de la investigación. Estos expertos llevaron a cabo un análisis exhaustivo del instrumento, siguiendo los parámetros establecidos en el Anexo. En la Tabla 4 se presenta el perfil profesional de cada uno de los expertos considerados para llevar a cabo la validación del instrumento.

**Tabla 4***Perfil Profesional de los Expertos*

Expertos	Perfil profesional
Oscar Vidal Saenz	Ingeniero Civil con experiencia en la construcción de edificaciones, profesional en el área de estructuras y experiencia con el uso de prefabricados
Alex Fernando Ticona Choque	Ingeniero civil titulado y habilitado con 3 años de experiencia laboral, con conocimientos en la ley de contrataciones del estado, con dominio de programas de ingeniería, con amplia experiencia en gestión pública, ejecución de obras, formulación de proyectos de inversión, integro, autogestionado, con alta capacidad de autoaprendizaje continuo y excelente comunicación social.
Quispe Parra Javier Héctor	Ingeniero Civil con experiencia en ejecución de obras públicas y experiencia en gestión pública.

*Nota.* Elaboración propia

En la Tabla 5 se puede apreciar el nivel de validez que se obtuvo por parte de cada experto según su juicio.

**Tabla 5***Nivel de Validez del Cuestionario Según Juicio de Expertos*

Expertos	Porcentaje de Validez
Oscar Vidal Saenz	94%
Alex Fernando Ticona Choque	92%
Quispe Parra Javier Hector	93%

*Nota.* Elaboración propia

Se obtuvo un porcentaje promedio de 93% lo cual indica que, según los expertos, el instrumento tiene un nivel de validez Excelente

## CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1. Presentación de los resultados

Se empleó el programa informático IBM SPSS Statistics para llevar a cabo los análisis estadísticos utilizando los datos de las 36 encuestas recopiladas en el contexto de nuestra investigación. Estos análisis resultaron esenciales para confirmar nuestra hipótesis planteada.

#### 5.1.1. Estadísticas de la unidad de estudio

Para el cuestionario acerca de los sistemas prefabricados, se llevaron un total de 36 encuestados.

En la Tabla 6, se observa que el 19.4% de los encuestados son de género femenino, y el 80.6% de encuestados son de género masculino, lo cual considera este último, como la mayoría del grupo estudiado.

**Tabla 6**

*Género de los Encuestados*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Femenino	7	19.4	19.4	19.4
	Masculino	29	80.6	80.6	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

*Nota.* Elaboración propia

#### 5.1.2. Consistencia interna del instrumento de la investigación

La fiabilidad se evaluó mediante el coeficiente de alfa de Cronbach, siguiendo las pautas generales sugeridas por (George, 2003), quienes según la Tabla 7 establecen ciertas recomendaciones para la evaluación de estos coeficientes

De acuerdo con (Celina y Campo, 2005), se considera que un valor mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach es 0.70. Si el valor es inferior a este umbral, indica que la consistencia interna de la escala utilizada es baja. En otras palabras, este valor refleja la correlación existente entre cada una de las preguntas; un coeficiente superior a 0.70 denota una fuerte relación entre las preguntas, mientras que un valor inferior señala una relación más débil entre ellas.

**Tabla 7***Evaluación de los Coeficientes de Alfa de Cronbach*

Coeficiente de alfa	Valoración
Coeficiente alfa > 0.9	Excelente
Coeficiente alfa > 0.8	Bueno
Coeficiente alfa > 0.7	Aceptable
Coeficiente alfa > 0.6	Cuestionable
Coeficiente alfa > 0.5	Inaceptable

*Nota:* George y Marelly (2003)

Se realizó el procesamiento de datos en el programa estadístico SPSS

Según se puede observar en la Tabla 8, la escala total demostró una consistencia interna sólida y alta (Coeficiente alfa = 0.874 > 0.8), basada en elementos estandarizados. La eliminación de cualquier ítem no resultó en un aumento de la fiabilidad de la prueba. En otras palabras, la escala se mostró confiable en su conjunto, y la exclusión de alguna pregunta específica no mejoró su fiabilidad.

**Tabla 8***Estadística de Fiabilidad – Resumen Alfa de Cronbach*

Alfa de Cronbach	Nro de elementos
0.874	Bueno

*Nota.* Elaboración propia

Las correlaciones entre cada una de las 21 preguntas y la prueba total son positivas. La pregunta 20 mostró la correlación más alta, con un valor corregido de 0.707 que se visualiza en la Tabla 9, lo que indica una correlación positiva muy fuerte. En resumen, existe una relación positiva y significativa entre todas las preguntas y la prueba en su totalidad, destacando la pregunta 20 como la de mayor correlación positiva y fortaleza.

**Tabla 9***Estadística del total del Elemento – Alfa de Cronbach*

Descripción	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
1.- ¿Ayudan los elementos prefabricados de concreto a disminuir pérdidas en la etapa de construcción?	79.14	49.323	0.407	0.871
2.- ¿Está usted de acuerdo con la siguiente afirmación?: “La implementación de un sistema de control de calidad durante la fabricación y montaje de elementos prefabricados reduce significativamente las pérdidas en la construcción”	79.78	49.892	0.440	0.869
3.- ¿Una adecuada coordinación entre las diferentes especialidades involucradas (estructural, eléctrica, etc.) durante la etapa de construcción es fundamental para minimizar los errores y retrasos en la construcción?	79.19	48.847	0.452	0.869
4.- ¿Al mejorar la coordinación de especialidades de estos sistemas constructivos se reducen las pérdidas durante la etapa de construcción?	79.00	50.171	0.399	0.871
5.- ¿En su empresa usted percibe el nivel de coordinación de las diferentes especialidades durante la etapa de construcción?	79.67	52.743	0.048	0.882
6.- ¿Cómo percibe el impacto de una buena coordinación entre las diferentes especialidades en la reducción de errores y retrabajos durante la etapa de construcción?	79.06	50.283	0.332	0.873
7.- ¿Con qué frecuencia considera usted que contribuyen los elementos prefabricados de concreto a reducir los plazos de ejecución del proyecto?	79.25	45.736	0.634	0.862
8.- ¿Con qué frecuencia cree que la estandarización de los metrados en los elementos prefabricados de concreto contribuye a una mayor precisión en la	79.22	48.521	0.468	0.869

planificación y estimación de los tiempos de construcción?

9.- ¿En qué medida la estandarización de los metrados en los elementos prefabricados de concreto permite una mejor coordinación entre las diferentes etapas de la construcción, como el diseño, la fabricación y el montaje?	79.17	48.543	0.471	0.868
10.- En qué medida la utilización de elementos prefabricados de concreto contribuye a una mayor eficiencia en la ejecución del proyecto y a la reducción de los plazos de la construcción?	79.31	50.504	0.407	0.870
11.- ¿Cómo percibe el impacto de la estandarización de los metrados de las partidas en la eficiencia y agilidad de la ejecución del proyecto?	79.25	49.564	0.543	0.867
12.- "¿En qué medida la planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto establece el control y seguimiento del proyecto?"	78.97	47.342	0.598	0.864
13.- "¿Está de acuerdo con la siguiente afirmación?" Una planificación detallada de la obra, considerando la secuencia de fabricación, transporte y montaje de los elementos prefabricados de concreto, contribuye a reducir los retrasos y optimizar los tiempos de construcción'.	79.81	48.333	0.648	0.863
14.- "¿Un sistema de monitoreo y seguimiento periódico de la ejecución de los elementos prefabricados contribuye a identificar y corregir posibles desviaciones, mejorando la calidad y eficiencia del proyecto?"	79.22	47.606	0.654	0.862
15.- ¿Con qué frecuencia la planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados ha contribuido a evitar desviaciones en el cronograma y a garantizar la entrega oportuna del proyecto?	79.28	47.978	0.561	0.865

16.- ¿Cómo contribuye una sólida planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto a la reducción de desviaciones y retrasos en el proyecto?	79.00	47.143	0.526	0.867
17.- ¿Una adecuada capacitación del personal en los procesos de estos sistemas resulta fundamental para garantizar la calidad y eficiencia en la ejecución de los proyectos?	78.94	47.940	0.527	0.866
18.- En su experiencia con los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto, ¿considera que los rendimientos de la mano de obra se ven favorecidos en comparación con los métodos de construcción tradicionales?	79.92	50.707	0.348	0.872
19.- ¿Qué tan importante es la capacitación continua del personal en los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para mantenerse actualizado sobre las mejores prácticas y nuevas tecnologías?	80.00	49.600	0.473	0.868
20.- ¿Capacitación personal en los procesos de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto siempre o a veces mejora los rendimientos de la mano de obra?	79.14	46.637	0.707	0.860
21.- En su experiencia, ¿con que frecuencia el personal capacitado en los procesos de los sistemas constructivos de elementos prefabricados aplica de manera efectiva los conocimientos adquiridos en su trabajo diario?	79.25	51.736	0.181	0.877

## 5.2. Consistencia interna del instrumento de la investigación

Según los resultados del SPSS, la normalidad en cada una de las 21 preguntas, para un total de 36 personas, se procederá a realizar la prueba de Shapiro – Wilk.

Se puede observar en la Tabla 10 que los resultados de las 21 preguntas del cuestionario usando la prueba de normalidad por Shapiro - Wilk, tienen valores de significancia menores a 0.05, por lo cual es una distribución no normal, esto nos indica que haremos uso de pruebas estadísticas no paramétricas.



**Tabla 10***Prueba de normalidad de Shapiro - Wilk*

Pregunta	Estadístico	gl	Sig.
1.- ¿Ayudan los elementos prefabricados de concreto a disminuir pérdidas en la etapa de construcción?	0.772	36	0
2.- ¿Está usted de acuerdo con la siguiente afirmación?: “La implementación de un sistema de control de calidad durante la fabricación y montaje de elementos prefabricados reduce significativamente las pérdidas en la construcción”	0.704	36	0
3.-¿Una adecuada coordinación entre las diferentes especialidades involucradas (estructural, eléctrica, etc.) durante la etapa de construcción es fundamental para minimizar los errores y retrasos en la construcción?	0.803	36	0
4.- ¿Al mejorar la coordinación de especialidades de estos sistemas constructivos se reducen las pérdidas durante la etapa de construcción?	0.731	36	0
5.- ¿En su empresa usted percibe el nivel de coordinación de las diferentes especialidades durante la etapa de construcción?	0.755	36	0
6.- ¿Cómo percibe el impacto de una buena coordinación entre las diferentes especialidades en la reducción de errores y retrabajos durante la etapa de construcción?	0.777	36	0
7.- ¿Con qué frecuencia considera usted que contribuyen los elementos prefabricados de concreto a reducir los plazos de ejecución del proyecto?	0.794	36	0
8.- ¿Con qué frecuencia cree que la estandarización de los metrados en los elementos prefabricados de concreto contribuye a una mayor precisión en la planificación y estimación de los tiempos de construcción?	0.808	36	0

9.- ¿En qué medida la estandarización de los metrados en los elementos prefabricados de concreto permite una mejor coordinación entre las diferentes etapas de la construcción, como el diseño, la fabricación y el montaje?	0.796	36	0
10.- En qué medida la utilización de elementos prefabricados de concreto contribuye a una mayor eficiencia en la ejecución del proyecto y a la reducción de los plazos de la construcción?	0.681	36	0
11.- ¿Cómo percibe el impacto de la estandarización de los metrados de las partidas en la eficiencia y agilidad de la ejecución del proyecto?	0.681	36	0
12.- "¿En qué medida la planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto establece el control y seguimiento del proyecto?"	0.778	36	0
13.- "¿Está de acuerdo con la siguiente afirmación?" Una planificación detallada de la obra, considerando la secuencia de fabricación, transporte y montaje de los elementos prefabricados de concreto, contribuye a reducir los retrasos y optimizar los tiempos de construcción'.	0.708	36	0
14.- "¿Un sistema de monitoreo y seguimiento periódico de la ejecución de los elementos prefabricados contribuye a identificar y corregir posibles desviaciones, mejorando la calidad y eficiencia del proyecto?"	0.78	36	0
15.- ¿Con qué frecuencia la planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados ha contribuido a evitar desviaciones en el cronograma y a garantizar la entrega oportuna del proyecto?	0.787	36	0
16.- ¿Cómo contribuye una sólida planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto a la reducción de desviaciones y retrasos en el proyecto?	0.754	36	0
	0.769	36	0

17.- ¿Una adecuada capacitación del personal en los procesos de estos sistemas resulta fundamental para garantizar la calidad y eficiencia en la ejecución de los proyectos?

18.- En su experiencia con los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto, ¿considera que los rendimientos de la mano de obra se ven favorecidos en comparación con los métodos de construcción tradicionales?

0.704    36    0

19.- ¿Qué tan importante es la capacitación continua del personal en los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para mantenerse actualizado sobre las mejores prácticas y nuevas tecnologías?

0.731    36    0

20.- ¿Capacitación personal en los procesos de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto siempre o a veces mejora los rendimientos de la mano de obra?

0.798    36    0

21.- En su experiencia, ¿con que frecuencia el personal capacitado en los procesos de los sistemas constructivos de elementos prefabricados aplica de manera efectiva los conocimientos adquiridos en su trabajo diario?

0.768    36    0

---

*Nota.* Elaboración propia

### 5.3. Grado de asociación entre las variables

En la Tabla 11 vemos la relación del índice de homogeneidad corregido, representado por la correlación total de elementos corregida, es un valor que refleja la relación entre los elementos de la prueba. Estos datos varían en un rango de 0 a 1 y nos indican grado de correlación presente entre los elementos de la prueba.

**Tabla 11**

*Correlaciones Binarias por Spearman*

Relación	Rango
Correlación negativa perfecta	-0.91 a -1.00
Correlación negativa muy fuerte	-0.76 a -0.90
Correlación negativa considerable	-0.51 a -0.75
Correlación negativa media	-0.11 a -0.50
Correlación débil	-0.01 a -0.10

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

---

*Nota.* Elaboración propia

Del análisis estadístico realizado a las preguntas del cuestionario en la Tabla 11 mostramos el valor y la relación de las siguientes correlaciones.

**Tabla 12**  
*Correlación Total de Elementos Corregidos*

Preguntas	Correlación total de elementos corregida	Relación
1.- ¿Ayudan los elementos prefabricados de concreto a disminuir pérdidas en la etapa de construcción?	0.407	Correlación positiva media
2.- ¿Está usted de acuerdo con la siguiente afirmación?: “La implementación de un sistema de control de calidad durante la fabricación y montaje de elementos prefabricados reduce significativamente las pérdidas en la construcción”	0.44	Correlación positiva media
3.-¿Una adecuada coordinación entre las diferentes especialidades involucradas (estructural, eléctrica, etc.) durante la etapa de construcción es fundamental para minimizar los errores y retrasos en la construcción?	0.452	Correlación positiva media
4.- ¿Al mejorar la coordinación de especialidades de estos sistemas constructivos se reducen las pérdidas durante la etapa de construcción?	0.399	Correlación positiva media
5.- ¿En su empresa usted percibe el nivel de coordinación de las diferentes especialidades durante la etapa de construcción?	0.048	Correlación positiva débil
6.- ¿Cómo percibe el impacto de una buena coordinación entre las diferentes especialidades en la reducción de errores y retrabajos durante la etapa de construcción?	0.332	Correlación positiva media

7.- ¿Con qué frecuencia considera usted que contribuyen los elementos prefabricados de concreto a reducir los plazos de ejecución del proyecto?	0.634	Correlación positiva considerable
8.- ¿Con qué frecuencia cree que la estandarización de los metrados en los elementos prefabricados de concreto contribuye a una mayor precisión en la planificación y estimación de los tiempos de construcción?	0.468	Correlación positiva media
9.- ¿En qué medida la estandarización de los metrados en los elementos prefabricados de concreto permite una mejor coordinación entre las diferentes etapas de la construcción, como el diseño, la fabricación y el montaje?	0.471	Correlación positiva media
10.- En qué medida la utilización de elementos prefabricados de concreto contribuye a una mayor eficiencia en la ejecución del proyecto y a la reducción de los plazos de la construcción?	0.407	Correlación positiva media
11.- ¿Cómo percibe el impacto de la estandarización de los metrados de las partidas en la eficiencia y agilidad de la ejecución del proyecto?	0.543	Correlación positiva considerable
12.- "¿En qué medida la planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto establece el control y seguimiento del proyecto?"	0.598	Correlación positiva considerable
13.- "¿Está de acuerdo con la siguiente afirmación?" Una planificación detallada de la obra, considerando la secuencia de fabricación, transporte y montaje de los elementos prefabricados de concreto, contribuye a reducir los retrasos y optimizar los tiempos de construcción'.	0.648	Correlación positiva considerable
14.- "¿Un sistema de monitoreo y seguimiento periódico de la ejecución de los elementos prefabricados contribuye a identificar y corregir posibles desviaciones, mejorando la calidad y eficiencia del proyecto?"	0.654	Correlación positiva considerable
15.- ¿Con qué frecuencia la planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados ha contribuido a evitar desviaciones en el cronograma y a garantizar la entrega oportuna del proyecto?	0.561	Correlación positiva considerable
16.- ¿Cómo contribuye una sólida planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto a la reducción de desviaciones y retrasos en el proyecto?	0.526	Correlación positiva considerable
17.- ¿Una adecuada capacitación del personal en los procesos de estos sistemas resulta fundamental para garantizar la calidad y eficiencia en la ejecución de los proyectos?	0.527	Correlación positiva considerable
18.- En su experiencia con los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto, ¿considera que los rendimientos de la mano de obra se ven favorecidos en comparación con los métodos de construcción tradicionales?	0.348	Correlación positiva media

19.- ¿Qué tan importante es la capacitación continua del personal en los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para mantenerse actualizado sobre las mejores prácticas y nuevas tecnologías?	0.473	Correlación positiva media
20.- ¿Capacitación personal en los procesos de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto siempre o a veces mejora los rendimientos de la mano de obra?	0.707	Correlación positiva considerable
21.- En su experiencia, ¿con que frecuencia el personal capacitado en los procesos de los sistemas constructivos de elementos prefabricados aplica de manera efectiva los conocimientos adquiridos en su trabajo?	0.181	Correlación positiva media

*Nota.* Elaboración propia

De los resultados obtenidos por la prueba de fiabilidad del instrumento y la información obtenida, podemos interpretar que tenemos un promedio de 0.47 de correlación positiva media.

En la Tabla 13, se observa el porcentaje de los encuestados a nuestra encuesta acerca de nuestro objetivo específico 1.

**Tabla 13**

*Coordinación de las Especialidades para Reducir Pérdidas*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Casi	1	2.8	2.8
	Nunca			
1. ¿Ayudan los elementos prefabricados de concreto a disminuir pérdidas en la etapa de construcción?	A veces	3	8.3	11.1
	Casi siempre	22	61.1	72.2
	Siempre	10	27.8	100.0
	Total	36	100	100
	Neutro/ no estoy seguro	1	2.8	2.8
2. “La implementación de un sistema de control de calidad durante la fabricación y montaje de elementos prefabricados reduce significativamente las pérdidas en la construcción”	De acuerdo	16	44.4	47.2
	Totalmente de acuerdo	19	52.8	100.0

	Total	36	100.0	100.0	
3. ¿Una adecuada coordinación entre las diferentes especialidades involucradas (estructural, eléctrica, etc.) durante la etapa de construcción es fundamental para minimizar los errores y retrasos en la construcción?	A veces	7	19.4	19.4	19.4
	Casi siempre	19	52.8	52.8	72.2
	Siempre	10	27.8	27.8	100.0
	Total	36	100.0	100.0	
4. ¿Al mejorar la coordinación de especialidades de estos sistemas constructivos se reducen las pérdidas durante la etapa de construcción?	A veces	2	5.6	5.6	5.6
	Casi siempre	22	61.1	61.1	66.7
	Siempre	12	33.3	33.3	
	Total	36	100.0	100.0	
5. ¿En su empresa usted percibe el nivel de coordinación de las diferentes especialidades durante la etapa de construcción?	A veces	18	50.0	50.0	50.0
	Casi siempre	14	38.9	38.9	
	Siempre	4	11.1	11.1	100.0
	Total	36	100.0	100.0	
6. ¿Cómo percibe el impacto de una buena coordinación entre las diferentes especialidades en la reducción de errores y retrabajos durante la etapa de construcción?	A veces	4	11.1	11.1	11.1
	Casi siempre	20	55.6	55.6	66.7
	Siempre	12	33.3	33.3	
	Total	36	100.0	100.0	

*Nota.* Elaboración propia

En la Tabla 14 vemos un cuadro resumen cuya data nos indica que en un 83% están de acuerdo con que al mejorar la coordinación de especialidades de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se reducen las pérdidas en la construcción y en un 17 % están en desacuerdo con lo planteado los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto no se reducen las pérdidas durante la etapa de construcción.

**Tabla 14***Cuadro Resumen del Cuestionario del 1er Objetivo Específico*

Frecuencia	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Casi Nunca	1	0.5%	0.5%	0.5%
A veces / neutro	35	16%	16%	16.7%
Casi siempre / de acuerdo	113	52%	52%	69.0%
Siempre / totalmente de acuerdo	67	31%	31%	100.0%
Total	216	-	-	-

*Nota.* Elaboración propia

En la Tabla 15, se observa el porcentaje de los encuestados a nuestra encuesta acerca de nuestro objetivo específico 2.

**Tabla 15***Estandarización de Metrados para Reducir Plazos de Ejecución de las Partidas*

		Frecuen cia	Porcentaj e	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
7.- ¿Con qué frecuencia considera usted que contribuyen los elementos prefabricados de concreto a reducir los plazos de ejecución del proyecto?	Nunca	1	2.8	2.8	2.8
	A veces	6	16.7	16.7	19.4
	Casi siempre	19	52.8	52.8	72.2
	Siempre	10	27.8	27.8	100.0
	Total	36	100.0	100.0	
8.- ¿Con qué frecuencia cree que la estandarización de los metrados en los elementos prefabricados de concreto contribuye a una mayor precisión en la planificación y	A veces	8	22.2	22.2	22.2
	Casi siempre	18	50.0	50.0	72.2
	Siempre	10	27.8	27.8	100.0
	Total				



estimación de los tiempos de construcción?	Total	36	100.0	100.0	
	Casi Nunca	1	2.8	2.8	2.8
9.- ¿En qué medida la estandarización de los metrados en los elementos prefabricados de concreto permite una mejor coordinación entre las diferentes etapas de la construcción, como el diseño, la fabricación y el montaje?	A veces	4	11.1	11.1	13.9
	Casi siempre	21	58.3	58.3	72.2
	Siempre	10	27.8	27.8	100.0
	Total	36	100.0	100.0	100.0
	A veces	5	13.9	13.9	13.9
10.- En qué medida la utilización de elementos prefabricados de concreto contribuye a una mayor eficiencia en la ejecución del proyecto y a la reducción de los plazos de la construcción?	Casi siempre	27	75.0	75.0	88.9
	Siempre	4	11.1	11.1	100.0
	Total	36	100.0	100.0	100.0
	Tiene algún impacto	4	11.1	11.1	11.1
	Tiene un impacto significativo	27	75.0	75.0	86.1
11.- ¿Cómo percibe el impacto de la estandarización de los metrados de las partidas en la eficiencia y agilidad de la ejecución del proyecto?	Tiene un impacto muy significativo	5	13.9	13.9	100.0
	Total	36	100.0	100.0	100.0

*Nota.* Elaboración propia

En la Tabla 16 vemos un cuadro resumen cuya data nos indica que en un 84% están de acuerdo con que al estandarizar los metrados de las partidas de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se redujeron los plazos de ejecución del proyecto y en un 16 % están en desacuerdo que al estandarizar los metrados de las partidas de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto no se redujeron los plazos de ejecución del proyecto.

**Tabla 16***Tabla Resumen del Cuestionario del 2do Objetivo Específico*

Cuadro Resumen	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nunca	1	0.6%	0.6%	0.5%
Casi Nunca	1	0.6%	0.6%	1.0%
A veces / Tiene algún impacto	27	15%	15%	15.5%
Casi siempre / impacto significativo	112	62%	63%	78.1%
Siempre / impacto muy significativo	39	22%	22%	100%
Total	180			

*Nota.* Elaboración propia

En la Tabla 17 se observa el porcentaje de los encuestados a nuestra encuesta acerca de nuestro objetivo específico 3

**Tabla 17***Planificación en el Control en la Ejecución de los Sistemas Constructivos con Prefabricados*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
12.- "¿En qué medida la planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto establece el control y seguimiento del proyecto?"	A veces	5	13,9	13,9	13,9
	Casi siempre	15	41,7	41,7	55,6
	Siempre	16	44,4	44,4	100,0
	Total	36	100,0	100,0	
13.- "¿Está de acuerdo con la siguiente afirmación?" Una planificación detallada de la obra, considerando la	Neutro/ no estoy seguro	1	2.8	2.8	2.8
	De acuerdo	17	47.2	47.2	50.0

secuencia de fabricación, transporte y montaje de los elementos prefabricados de concreto, contribuye a reducir los retrasos y optimizar los tiempos de construcción'.	Totalmente de acuerdo	18	50.0	50.0	100.0
	Total	36	100.0	100.0	
14.- “¿Un sistema de monitoreo y seguimiento periódico de la ejecución de los elementos prefabricados contribuye a identificar y corregir posibles desviaciones, mejorando la calidad y eficiencia del proyecto?”	A veces	6	16.7	16.7	16.7
	Casi siempre	22	61.1	61.1	77.8
	Siempre	8	22.2	22.2	100.0
	Total	36	100.0	100.0	
15.- ¿Con qué frecuencia la planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados ha contribuido a evitar desviaciones en el cronograma y a garantizar la entrega oportuna del proyecto?	Casi Nunca	1	2.8	2.8	2.8
	A veces	5	13.9	13.9	16.7
	Casi siempre	23	63.9	63.9	80.6
	Siempre	7	19.4	19.4	100.0
	Total	36	100.0	100.0	
16.- ¿Cómo contribuye una sólida planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto a la reducción de desviaciones y retrasos en el proyecto?	Contribuye de manera moderada	8	22.2	22.2	22.2
	Contribuye de manera muy significativa	10	27.8	27.8	
	Total	36	100.0	100.0	

*Nota.* Elaboración propia

En la Tabla 18 vemos que el 85% de las personas encuestadas están de acuerdo en que al realizar la planificación del control en la ejecución de sistemas constructivos que incorporan elementos prefabricados de concreto, se asegura el establecimiento de un control adecuado y un seguimiento efectivo del proyecto. Por otro lado, el 15% de los encuestados no comparten esta opinión y están en desacuerdo con la idea de que la planificación del control en estos sistemas garantice un control adecuado y un seguimiento efectivo del proyecto.

**Tabla 18**

*Cuadro Resumen del Cuestionario del 3er Objetivo Específico*

Cuadro Resumen	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Casi Nunca	1	0.6%	0.6%	0.5%
A veces / neutro	25	14%	14%	14.4%
Casi siempre / de acuerdo	87	48%	48%	62.7%
Siempre / totalmente de acuerdo	67	37%	37%	100%
Total	180			

*Nota.* Elaboración propia

En la Tabla 19, se observa el porcentaje de los encuestados a nuestra encuesta acerca de nuestro objetivo específico 4

**Tabla 19**

*La Capacitación del Personal Aumenta los Rendimientos de la Mano de Obra*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
17.- ¿Una adecuada capacitación del personal en los procesos de estos sistemas resulta fundamental para garantizar la calidad y eficiencia en la ejecución de los proyectos?	A veces	5	13.9	13.9	13.9
	Casi siempre	14	38.9	38.9	52.8
	Siempre	17	47.2	47.2	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

	Neutro/no estoy seguro	1	2.8	2.8	
18.- En su experiencia con los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto, ¿considera que los rendimientos de la mano de obra se ven favorecidos en comparación con los métodos de construcción tradicionales?	De acuerdo	21	58.3	58.3	61.1
	Totalment e de acuerdo	14	38.9	38.9	100.0
	Total	36	100.0	100.0	
	Neutro/no estoy seguro	2	5.6	5.6	5.6
19.- ¿Qué tan importante es la capacitación continua del personal en los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para mantenerse actualizado sobre las mejores prácticas y nuevas tecnologías?	Important e	22	61.1	61.1	66.7
	Muy importante	12	33.3	33.3	100.0
	Total	36	100.0	100.0	
	A veces	6	16.7	16.7	16.7
20.- ¿Capacitación personal en los procesos de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto siempre o a veces mejora los rendimientos de la mano de obra?	Casi siempre	19	52.8	52.8	69.4
	Siempre	11	30.6	30.6	100.0
	Total	36	100.0	100.0	
	A veces	6	16.7	16.7	16.7
21.- En su experiencia, ¿con que frecuencia el personal capacitado en los procesos de los sistemas constructivos de elementos prefabricados aplica de manera efectiva los conocimientos adquiridos en su trabajo diario?	Casi siempre	23	63.9	63.9	80.6
	Siempre	7	19.4	19.4	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

*Nota.* Elaboración propia

En la Tabla 20 nos indica que el 89% de las personas encuestadas están de acuerdo en que mejorar la formación del personal en los procedimientos de sistemas constructivos que emplean elementos prefabricados de concreto conlleva un incremento en la productividad de los trabajadores. Por otro lado, el 11% de los encuestados no comparten esta opinión y

están en desacuerdo con la idea de que la mejora de la formación del personal en estos procedimientos tenga un impacto positivo en la productividad de los trabajadores.

**Tabla 20**

*Cuadro Resumen del Cuestionario del 4to Objetivo Específico*

Cuadro Resumen	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
A veces / neutro	20	11.1%	11.1%	11.1%
Casi siempre / De acuerdo / import.	99	55%	55%	66.1%
Siempre / Tot. De acuerdo / muy imp.	61	34%	34%	100.0%
Total	180			

*Nota.* Elaboración propia

## 5.4. Contrastación de la hipótesis

### 5.4.1. Contrastación de la hipótesis general

#### **Hipótesis Alterna (Ha):**

Al determinar los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se aumentó la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana.

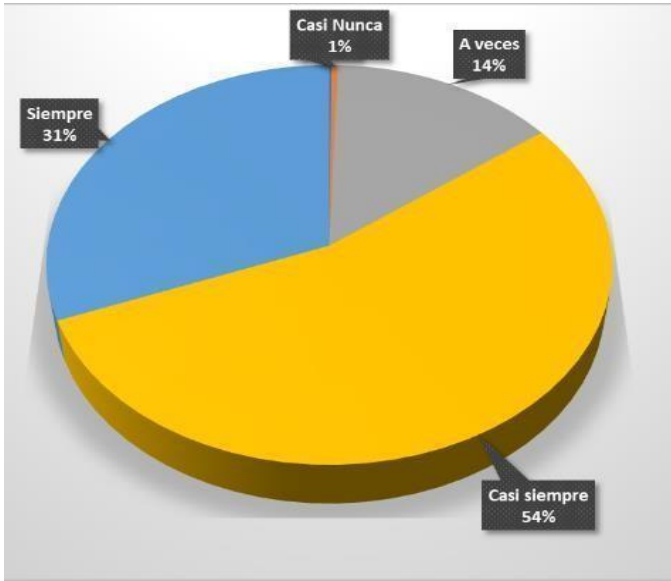
#### **Hipótesis Nula (Ho):**

Al determinar los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto no se aumentó la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana

En la Figura 6 vemos un gráfico pastel con los porcentajes de las respuestas en general de todo nuestro cuestionario, podemos observar que en un 85% de los encuestados están de acuerdo con los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto aumentaron la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana, mientras que el 15 % están en desacuerdo en que la implementación de sistemas construidos prefabricados ha disminuido la cantidad de trabajo manual en el lugar de construcción.

**Figura 6**

*Gráfico Pastel de la Hipótesis General*



*Nota.* Elaboración propia

#### **5.4.2. Contrastación de las hipótesis específicas**

##### **Hipótesis específica 1**

###### **Hipótesis Alterna (Ha):**

Al mejorar la coordinación de las especialidades de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se reducen las pérdidas durante la etapa de construcción.

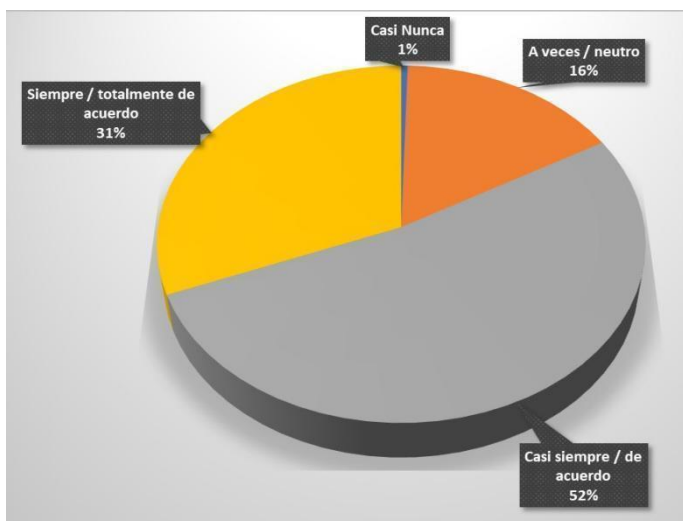
###### **Hipótesis nula (Ho):**

Al mejorar la coordinación de las especialidades de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto no se reducen las pérdidas durante la etapa de construcción.

En la Figura 7 vemos en un gráfico pastel nuestros resultados en porcentaje del análisis mediante encuesta de nuestra hipótesis específica 1, vemos que en un 83% están de acuerdo con que al mejorar la coordinación de especialidades de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se reducen las pérdidas en la construcción, mientras un 17 % están en desacuerdo con lo planteado los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto no se reducen las pérdidas durante la etapa de construcción.

**Figura 7**

*Gráfico Pastel de la 1era Hipótesis Específica*



*Nota.* Elaboración propia

### **Hipótesis específica 2**

#### **Hipótesis Alterna (Ha):**

Al estandarizar los metrados de las partidas de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se redujeron los plazos de ejecución del proyecto.

#### **Hipótesis Nula (Ho):**

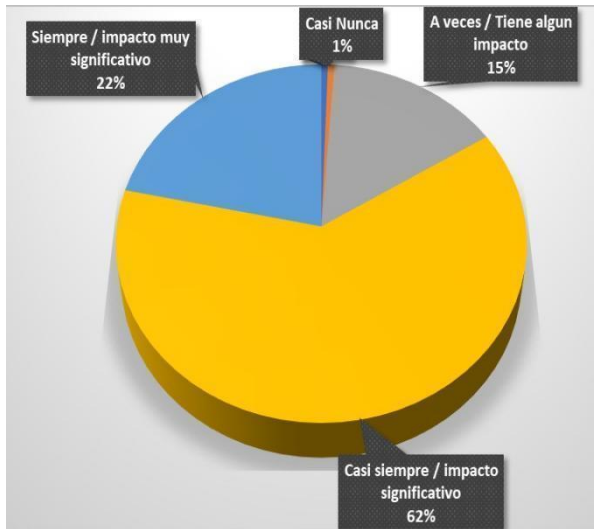
Al estandarizar los metrados de las partidas de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto no se redujeron los plazos de ejecución del proyecto.

En la Figura 8 vemos en un gráfico pastel nuestros resultados en porcentaje del análisis mediante encuesta de nuestra hipótesis específica 2, vemos que en un 84% están de acuerdo con que al estandarizar los metrados de las partidas de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se redujeron los plazos de ejecución del proyecto, mientras un 16 % están en desacuerdo que al estandarizar los metrados de las partidas de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto no se redujeron los plazos de ejecución del proyecto.



**Figura 8**

*Gráfico Pastel de la 2da Hipótesis Específica*



*Nota.* Elaboración propia

### **Hipótesis específica 3**

#### **Hipótesis Alterna (Ha):**

Al determinar la planificación del control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se establece el control y seguimiento del proyecto.

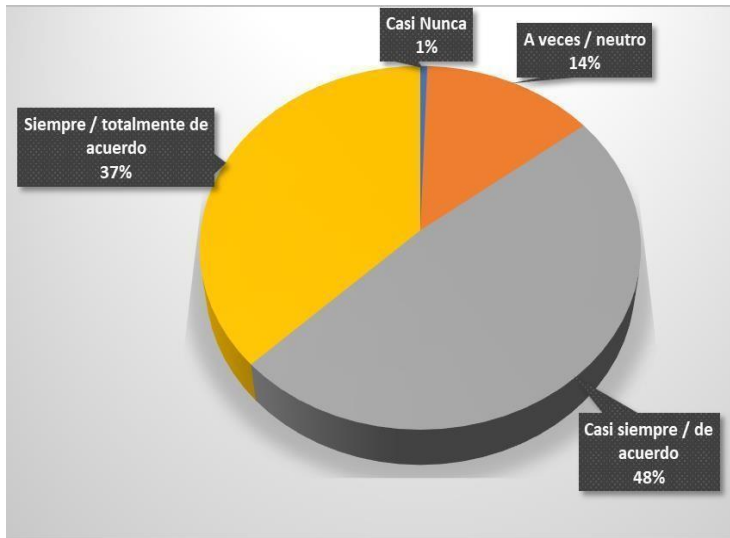
#### **Hipótesis Nula (Ho):**

Al determinar la planificación del control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto no se establece el control y seguimiento del proyecto.

En la Figura 9 vemos en un gráfico pastel nuestros resultados en porcentaje del análisis mediante encuesta de nuestra hipótesis específica 3, vemos que en un 85% están de acuerdo con que al llevar a cabo la planificación del control en la ejecución de sistemas constructivos que involucran elementos prefabricados de concreto, se garantiza el establecimiento de un control adecuado y un seguimiento efectivo del proyecto, mientras que en un 15 % están en desacuerdo con que al llevar a cabo la planificación del control en la ejecución de sistemas constructivos que involucran elementos prefabricados de concreto, se garantiza el establecimiento de un control adecuado y un seguimiento efectivo del proyecto.

**Figura 9**

*Gráfico Pastel de la 3era Hipótesis Específica*



*Nota.* Elaboración propia

#### **Hipótesis específica 4**

##### **Hipótesis Alterna (Ha):**

Al optimizar la capacitación del personal en los procesos de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se mejora los rendimientos de la mano de obra.

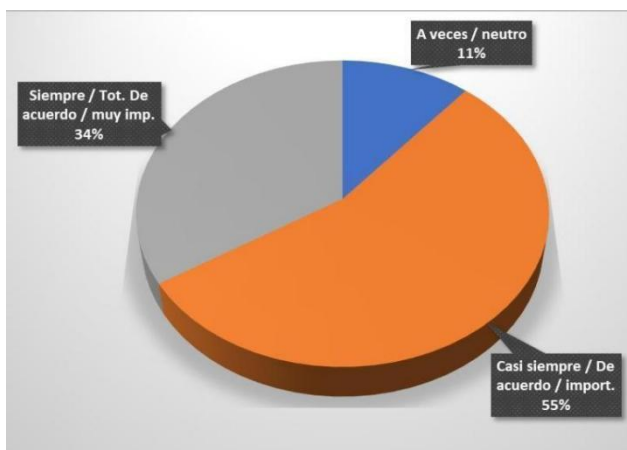
##### **Hipótesis Nula (Ho):**

Al optimizar la capacitación del personal en los procesos de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto no se mejora los rendimientos de la mano de obra.

En la Figura 10 vemos en un gráfico pastel nuestros resultados en porcentaje del análisis mediante encuesta de nuestra hipótesis específica 4, vemos que en un 89% están de acuerdo con que al mejorar la formación del personal en los procedimientos de sistemas constructivos que utilizan elementos prefabricados de concreto resulta en un aumento de la productividad de los trabajadores, mientras que En un 11 % están en desacuerdo con que al mejorar la formación del personal en los procedimientos de sistemas constructivos que utilizan elementos prefabricados de concreto resulta en un aumento de la productividad de los trabajadores.

**Figura 10**

*Gráfico Pastel de la 4ta Hipótesis Específica*



*Nota.* Elaboración propia

### **5.5. Análisis de Calidad**

Se pueden encontrar varias técnicas cualitativas, mientras que las técnicas cuantitativas, como las gráficas, son más escasas. Estas últimas permiten evaluar si la prestación de un servicio se encuentra bajo control, es decir, verificar si la calidad cumple con los estándares establecidos por la empresa o institución, o si se encuentra por debajo o por encima de dichos estándares.

En el estudio, se utilizan gráficas de control para analizar las medias de un proceso de aplicación con el fin de identificar áreas con deficiencias. Además, se emplean gráficas de control para visualizar la información disponible sobre los riesgos del proyecto. Asimismo, se establecen los procesos que necesitan un mayor estudio y mejoras para alcanzar los objetivos del presente estudio. Según Zeynalian (2018), existen métodos desarrollados, como el análisis de riesgo programático avanzado y el modelo de dirección, que pueden ser utilizados para el análisis de riesgo y propósitos de dirección, tomando en cuenta las variables del estudio.

#### **5.5.1. Análisis cuantitativo**

En el análisis cuantitativo, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la información disponible acerca de los riesgos del proyecto. Esto se hizo con el objetivo de clarificar y evaluar la importancia de dichos riesgos para el proyecto en cuestión. Además, durante esta fase, se tomaron en cuenta las gráficas de control para identificar los procesos que requieren mayor atención y control. Estas gráficas permitieron comprender cuáles áreas necesitan mejoras con el fin de alcanzar las metas establecidas para los proyectos.

En la Tabla 21 vemos el control estadístico para establecer el límite del control estadístico de calidad.

**Tabla 21**

*Control Estadístico para Establecer Límites de control*

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

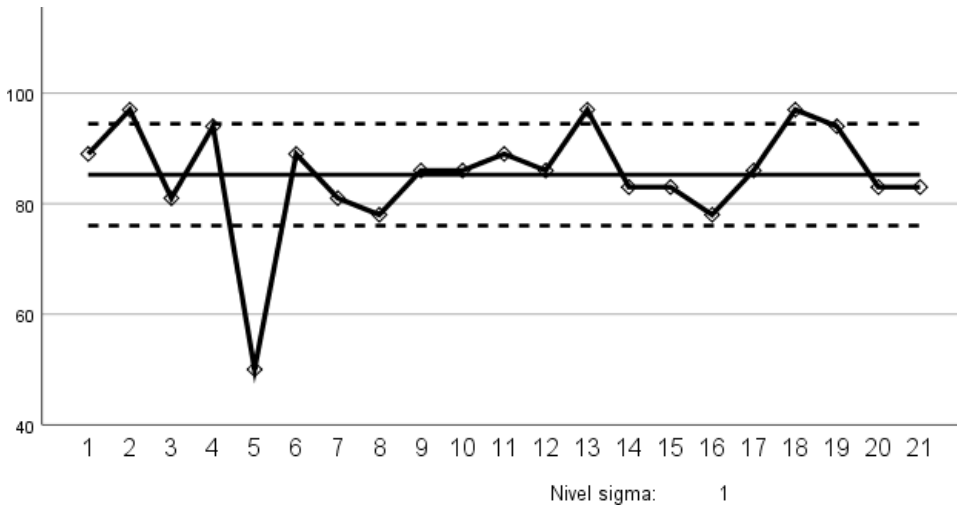
*Nota:* (Anderson, 2004) Anderson, Sweeney y Williams (2004).

En el contexto del control estadístico de calidad, se han establecido límites de control (LSC y LIC) alrededor de la media para cada proceso. Estos límites se basan en la regla empírica, la cual indica que el 68.26% de todas las observaciones en una distribución normal están dentro de este rango, como se muestra en la Tabla 20.

De acuerdo con la Figura 11, se identifica que el único punto crítico se encuentra en la pregunta 5, con un valor inferior al 75%. También podemos considerar a las preguntas 3, 7, 8 y 16 como críticas ya que se encuentran por debajo o muy cercano al 80%. Es fundamental poner un énfasis especial en estas preguntas y llevar a cabo un análisis de riesgo para comprender las razones por las cuales se encuentran por debajo de la media. Este análisis permitirá tener en cuenta los fundamentos detrás de esta situación y tomar medidas adecuadas para abordar el problema.

**Figura 11**

*Análisis Cuantitativo - Gráfico de Control*



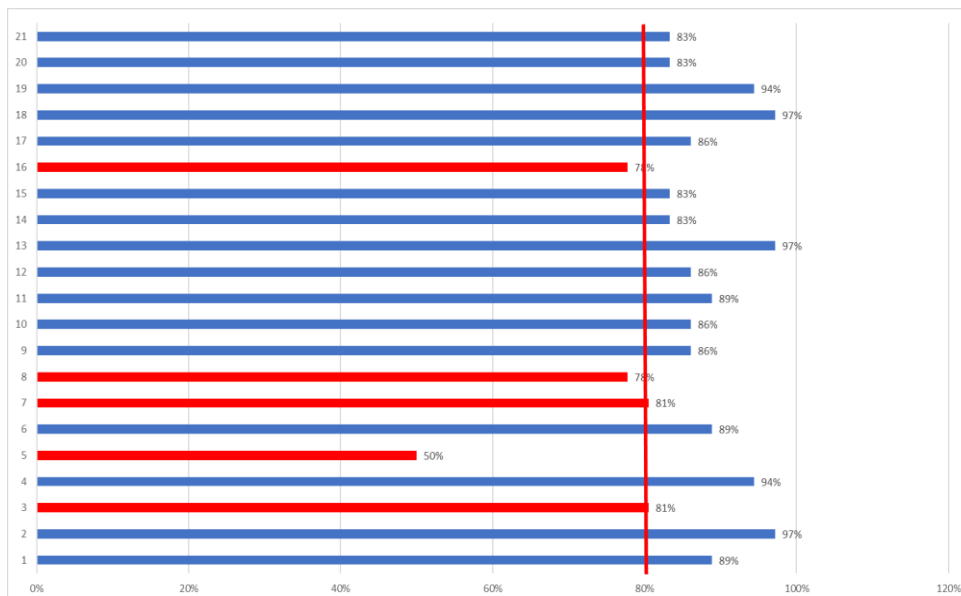
*Nota.* Elaboración propia

**5.5.2. Análisis cualitativo**

El análisis cualitativo consistió en priorizar los riesgos para tomar acciones posteriores, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia y el impacto de dichos riesgos, para mejorar el desempeño de los procesos del proyecto concentrado los riesgos de alta prioridad. En la Figura 12 vemos el grafico de análisis comparativo de nuestras preguntas del cuestionario.

**Figura 12**

*Análisis Cualitativo - Histograma de Frecuencias (Porcentaje)*



*Nota.* Elaboración propia

Se realiza una evaluación del impacto correspondiente en relación a los objetivos del proyecto, considerando la coordinación de las especialidades. Estas evaluaciones reflejan la percepción de riesgo tanto por parte del equipo del proyecto como de otros involucrados. Para el análisis de los datos cualitativos, se decidió enfocarse en mejorar aquellas preguntas que tienen un porcentaje igual o inferior al 80%.

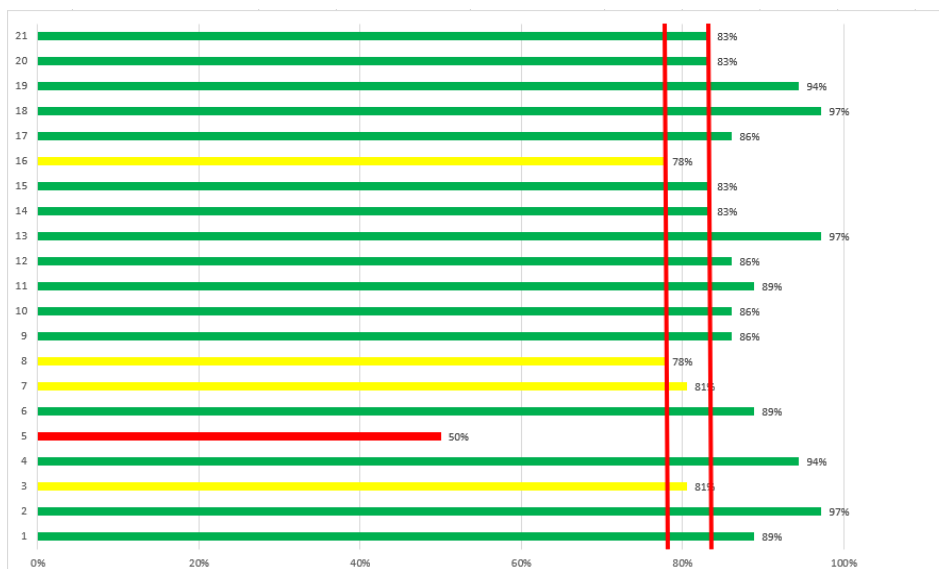
### 5.5.3. Análisis de Riesgo

Se dará un mayor énfasis en el proyecto a aquellas preguntas que presenten un alto riesgo, dado que sus resultados muestran un porcentaje significativamente bajo en cuanto al conocimiento de nuestro tema.

En la Figura 13 mostramos el grafico de análisis de riesgo sacado del software SPSS

**Figura 13**

*Análisis de Riesgo*



*Nota.* Elaboración propia

Estas preguntas serán reforzadas con mayor intensidad. De igual manera, también se prestará especial atención a las preguntas con un grado de relación de mediano riesgo, ya que representan potenciales peligros que deseamos evitar en el desarrollo de esta investigación. De acuerdo con la Tabla 22, que ha sido aprobada por los expertos y que establece el grado de relación, se sugiere poner un mayor énfasis en estos cinco procesos dentro de la metodología de la investigación actual.

**Tabla 22***Grado de Control de los Procesos de riesgos*

Ítem	Descripción	Relación
1	3. ¿Una adecuada coordinación entre las diferentes especialidades involucradas (estructural, eléctrica, etc.) durante la etapa de construcción es fundamental para minimizar los errores y retrasos en la construcción?	Mediano Riesgo
2	5. ¿En su empresa usted percibe el nivel de coordinación de las diferentes especialidades durante la etapa de construcción?	Alto Riesgo
3	7. ¿Con qué frecuencia considera usted que contribuyen los elementos prefabricados de concreto a reducir los plazos de ejecución del proyecto?	Mediano Riesgo
4	8. ¿Con qué frecuencia cree que la estandarización de los metrados en los elementos prefabricados de concreto contribuye a una mayor precisión en la planificación y estimación de los tiempos de construcción?	Mediano Riesgo
5	16. ¿Cómo contribuye una sólida planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto a la reducción de desviaciones y retrasos en el proyecto?	Mediano Riesgo

*Nota.* Elaboración propia

## 5.6. Propuesta de plan de mejora

### 5.6.1. Plan de Mejora

El plan de mejora para la pregunta 3 se evidencia en el flujograma de la Figura 14 cuya pregunta era la siguiente: ¿Una adecuada coordinación entre las diferentes especialidades

involucradas (estructural, eléctrica, etc.) durante la etapa de construcción es fundamental para minimizar los errores y retrasos en la construcción?

**Figura 14**

*Flujograma del Proceso del Plan de Mejora de la Coordinación Entre Especialidades en Construcción*



*Nota.* Elaboración propia

En la Tabla 23 vemos con más detalle lo que proponemos para la mejora en dicha problemática

**Tabla 23**

*Tabla de Propuesta de Mejora de la Coordinación Entre Especialidades en Construcción*

ITEMS PM	PROPUESTA DE MEJORA
- 3	
PM - 3.1	Evaluación Inicial: Realizar una evaluación exhaustiva del nivel de coordinación actual entre las diferentes especialidades durante la etapa de construcción en la empresa.
PM - 3.2	Identificación de Obstáculos: Identificar los obstáculos o problemas clave que afectan la coordinación.
PM - 3.3	Equipo de Coordinación: Formar un equipo de coordinación que incluya representantes de cada especialidad involucrada en los proyectos de construcción.
PM - 3.4	Equipo de Coordinación: Desarrollar y establecer protocolos claros de comunicación y colaboración entre las especialidades.

*Nota.* Elaboración propia



El plan de mejora para la pregunta 5 se evidencia en el flujograma de la Figura 15 cuya pregunta era la siguiente: ¿En su empresa usted percibe el nivel de coordinación de las diferentes especialidades durante la etapa de construcción?

**Figura 15**

*Flujograma del Proceso de Plan de Mejora de la Coordinación de la Empresa Durante la Construcción*



*Nota.* Elaboración propia

En la Tabla 24 vemos con más detalle lo que proponemos para la mejora en dicha problemática

**Tabla 24**

*Tabla de Propuesta de Mejora de la Coordinación de la Empresa Durante la Construcción*

ITEM	PROPUESTA DE MEJORA
PM – 5	
PM - 5.1	Análisis de procesos actuales: Realiza un análisis detallado de los procesos de instalación de sistemas de prefabricados de concreto en tu empresa. Identifica los puntos en los que se presenta falta de coordinación entre las diferentes especialidades involucradas en el proceso.
PM - 5.2	Equipo de Coordinación: Crea un equipo específico encargado de la coordinación entre las distintas especialidades durante la etapa de construcción con sistemas prefabricados de concreto.
PM - 5.3	Definición de roles y responsabilidades: Establece claramente los roles y responsabilidades de cada miembro del equipo de coordinación.

Asegúrate de que cada miembro sepa exactamente qué se espera de ellos y cómo contribuir al proceso de instalación.

Estandarización de procesos: Define procesos estandarizados para la  
 PM - 5.4 instalación de sistemas prefabricados de concreto. Esto ayudará a mejorar la coordinación al establecer prácticas comunes y consistentes.

*Nota.* Elaboración propia

El plan de mejora para la pregunta 7 se evidencia en el flujograma de la Figura 16 cuya pregunta era la siguiente: ¿Con qué frecuencia considera usted que contribuyen los elementos prefabricados de concreto a reducir los plazos de ejecución del proyecto?

**Figura 16**

*Flujograma del Proceso de plan de Mejora de la Contribución de los Elementos Prefabricados en la Reducción de Plazos*



*Nota.* Elaboración propia

En la Tabla 25 vemos con más detalle lo que proponemos para la mejora en dicha problemática

**Tabla 25**

*Tabla de Propuesta de Mejora de la Contribución de los Elementos Prefabricados en la Reducción de Plazos*

ITEM

PM – 7 PROPUESTA DE MEJORA

PM - 7.1 **Análisis y evaluación:** Realiza un análisis detallado de los procesos actuales de instalación de elementos prefabricados de concreto en tus proyectos. Evalúa cómo contribuyen actualmente al reducir los plazos de ejecución y qué aspectos pueden mejorarse.

Equipo de Coordinación: Crea un equipo específico encargado de la  
PM - 7.2 **coordinación** entre las distintas especialidades durante la etapa de construcción con sistemas prefabricados de concreto.

Planificación anticipada: Involucra al equipo de coordinación desde las  
PM - 7.3 **etapas iniciales de planificación del proyecto.** Esto permitirá que se tomen decisiones informadas sobre la utilización de elementos prefabricados de concreto para acelerar la ejecución del proyecto.

Planificación logística: Diseña un plan logístico detallado para la entrega e  
PM - 7.4 **instalación de los elementos prefabricados de concreto.** Asegúrate de que la secuencia de instalación sea óptima y que se minimice el tiempo de espera y la manipulación innecesaria.

---

*Nota.* Elaboración propia

El plan de mejora para la pregunta 8 se evidencia en el flujograma de la Figura 17 cuya pregunta era la siguiente: ¿Con qué frecuencia cree que la estandarización de los metrados en los elementos prefabricados de concreto contribuye a una mayor precisión en la planificación y estimación de los tiempos de construcción?

**Figura 17**

*Flujograma del proceso del Plan de Mejora de la Estandarización de Metrados en los Elementos Prefabricados de Concreto*



*Nota.* Elaboración propia

En la Tabla 26 vemos con más detalle lo que proponemos para la mejora en dicha problemática

**Tabla 26**

*Tabla de Propuesta de Mejora del Proceso Estandarización de Metrados en los Elementos Prefabricados de Concreto*

---

ITEM	PROPUESTA DE MEJORA
PM – 8	
PM - 8.1	Análisis y evaluación: Realiza un análisis detallado de los procesos actuales de instalación de elementos prefabricados de concreto en tus proyectos. Evalúa cómo contribuyen actualmente al reducir los plazos de ejecución y qué aspectos pueden mejorarse. Equipo de coordinación específico: Crea un equipo de
PM - 8.2	coordinación dedicado exclusivamente a la instalación de sistemas de prefabricados de concreto. Este equipo debe incluir representantes de todas las especialidades involucradas en la instalación para asegurar una comunicación efectiva.
PM - 8.3	Planificación anticipada: Involucra al equipo de coordinación desde las etapas iniciales de planificación del proyecto. Esto permitirá que se tomen decisiones informadas sobre la utilización de elementos prefabricados de concreto para acelerar la ejecución del proyecto.

---

*Nota.* Elaboración propia

El plan de mejora para la pregunta 16 se evidencia en el flujograma de la Figura 18 cuya pregunta era la siguiente: ¿Cómo contribuye una sólida planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto a la reducción de desviaciones y retrasos en el proyecto?

**Figura 18**

*Flujograma del Proceso de Planificación de Controles en Ejecución de Sistemas Constructivos de Prefabricados de Concreto*



Nota. Elaboración propia

En la Tabla 27 vemos con más detalle lo que proponemos para la mejora en dicha problemática

**Tabla 27**

*Tabla de Propuesta de Mejora del Proceso de Controles en Ejecución de Sistemas Constructivos de Prefabricados de Concreto*

---

ITEM	PROPUESTA DE MEJORA
PM – 16	
PM - 16.1	Evaluación de procesos actuales: Realiza una evaluación exhaustiva de los procesos actuales de planificación y control en la instalación de sistemas de prefabricados de concreto. Identifica las áreas donde se presentan desviaciones y retrasos para establecer una base para la mejora.
PM - 16.2	Equipo de control: Establece un equipo específico de control y planificación compuesta por expertos en la instalación de sistemas prefabricados de concreto. Este equipo será responsable de definir y llevar a cabo la planificación de control.

---

PM - 16.3 Comunicación interdisciplinaria: Asegúrate de que el equipo de control se comunique eficientemente con las diferentes especialidades involucradas en el proyecto. La colaboración interdisciplinaria es clave para una sólida planificación de control.

---

*Nota.* Elaboración propia

### ***5.6.2. Procedimiento para la aplicación de plan de mejora***

a) Documentación de planos por especialidad:

Mejorar la eficiencia, calidad y seguridad en la instalación de elementos prefabricados de concreto en los proyectos, a través de un análisis minucioso de procesos actuales. Recopilar documentación relevante, como planos, cronogramas, registros de proyectos anteriores, protocolos de seguridad y manuales de instalación.

Implementar el uso de modelos de BIM para visualizar y planificar la instalación de elementos prefabricados en un entorno virtual tridimensional. Debemos dar una mayor precisión en la planificación, detección temprana de interferencias, reducción de errores y omisiones, optimización de la secuencia de instalación.

b) Planificación:

Para este proceso se debe de mejorar la eficiencia en la planificación, presupuestación y control de proyectos al establecer metrados estándar para los elementos prefabricados de concreto más utilizados.

c) Equipo de control:

Invitar al equipo de coordinación a las reuniones iniciales para discutir cómo incorporar elementos prefabricados en el diseño y la planificación del proyecto.

Evaluar los diseños de elementos prefabricados junto con el equipo de coordinación para garantizar que cumplan con los requisitos y sean aptos para la instalación. También se debe supervisar activamente la instalación junto

### ***5.6.3. Recomendaciones para la aplicación de la propuesta de mejora***

Mostramos las recomendaciones para la gestión de riesgos en la Tabla 28.

**Tabla 28***Recomendaciones para el Plan de Mejora*

---

Recomendaciones	
Situación actual	Documenta las dimensiones, pesos, requerimientos de anclaje y secuencia de instalación para cada elemento.
Flexibilidad	Evalúa cuidadosamente tu proyecto para identificar las áreas donde los elementos prefabricados pueden tener el mayor impacto en la reducción de tiempos.
Conocimiento del área de producción	Implementar la estandarización de metrados en los elementos prefabricados de concreto es esencial para una mayor precisión en la planificación y estimación de los tiempos de construcción.
Planificación de obra	Para reducir desviaciones y retrasos en proyectos con elementos prefabricados de concreto, prioriza una planificación de control rigurosa.
Mejora continua	En un análisis inicial examinar los procesos actuales de instalación e identifica áreas de oportunidad, establecer metas específicas como reducción de tiempos o mejora de calidad

---

*Nota.* Elaboración propia

**5.7. Desarrollo del proyecto****5.7.1. Generalidades de la empresa**

Negociaciones Visa S.A.C

**a) Política**

Negociaciones Visa S.A.C. es una empresa líder en la industria de la construcción inmobiliaria, que se destaca por su compromiso con la excelencia en arquitectura y construcción. La misión es crear y ofrecer modernos departamentos que superen las expectativas de sus clientes, ofreciendo diseño y calidad incomparables. Todos los

trabajadores se esfuerzan para brindar soluciones de vivienda que reflejen los valores fundamentales de integridad, innovación y satisfacción del cliente.

b) Objetivos

Los objetivos principales de Negociaciones Visa S.A.C. son impulsar el crecimiento sostenible en la industria de la construcción inmobiliaria, expandir su presencia en nuevas ubicaciones estratégicas y aumentar la participación en el mercado. Buscan continuamente mejorar los procesos de construcción, mantener altos estándares de calidad y ofrecer propiedades que sean accesibles y atractivas para una amplia gama de clientes.

c) Alcance del proyecto

En la Tabla 29 vemos el alcance y los datos generales del proyecto hecho por la empresa Negociaciones Visa S.A.C. cuyo nombre era Proyecto Saycusca

**Tabla 29**

*Alcance del Proyecto Saycusca*

Proyecto	Edificio Saycusca
Ubicación de la obra	Calle Saycusca Mz G-E, Lote 13, Urb. Maranga 4ta Etapa
Nro de Expediente	11865-2023
Nombre de empresa Contratista	Empresa Batalla de Junín (Excavación) Empresa Prodac (Losas y Viguetas Prefabricadas)
Características del trabajo	Excavación masiva, Construcción de muros pantalla con anclajes postensados, 2 sotos y un semisótano, construcción de edificio de 8 pisos + azotea
Costo Total de la obra	S/ 1,910,179.46 (Nuevos Soles)
Residente de obra	Ing. Oscar Vidal Saenz. CIP: 243982
Plazo de ejecución	1 año con 1 mes
Fecha de inicio	<b>7/08/2023</b>
Fecha de termino	15/09/2024

*Nota.* Elaboración propia



d) Organigrama

En la Figura 19 vemos el organigrama de la empresa donde vemos que los trabajadores de dicha empresa están designados en diferentes áreas como la de RRHH, finanzas, construcción, desarrollo y ventas.

**Figura 19**

*Organigrama de la Empresa Negociaciones Visa S.A.C.*



*Nota:* Organigrama de la empresa Negociaciones Visa S.A.C.

**5.7.2. Estadística descriptiva del proyecto**

El Proyecto “Saycusca 247” es una edificación de la empresa Negociaciones Visa S.A.C., se encuentra en proceso de construcción, está ubicada en San Miguel. El proyecto se ha desarrollado teniendo las disposiciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, y de acuerdo a la jerarquía jurídica se acojan a la ORDENANZA N°2361-2021 MML, ordenanza que regula el D.S. 010-2018 VIVIENDA y sus modificatorias D.S. 012-2019 VIVIENDA y D.S.002-2020 - MIVIVIENDA, abarca 250 m<sup>2</sup> de espacio funcional. El inmueble es un edificio multifamiliar, que está compuesto por 2 sótanos, 8 pisos y azotea, destinados a 16 departamentos más las áreas comunes, necesarios para el correcto funcionamiento de los mismos. Además 1 sótano destinado a depósitos y estacionamiento para bicicletas, y otro sótano destinado a cuarto de bombas y cisternas.

En la Figura 20 mostramos una vista de la fachada de dicha edificación.

## **Figura 20**

### *Fachada en 2D de la Edificación Saycusca*



*Nota:* Vista de fachada en 2D del proyecto Saycusca, Constructora Negociaciones Visa S.A.C.

En la Tabla 30 vemos las áreas que tiene cada nivel de la edificación Saycusca.

**Tabla 30***Cuadro de áreas de la Edificación de Saycusca 247*

Nivel	Nueva (m2)	Sub - Total (m2)
Sótano 3	17.7	17.7
Sótano 2	249.5	249.5
Sótano 1	249.5	249.5
1er piso	175	175
2do piso	175	175
3er piso	175	175
4to piso	175	175
5to piso	175	175
6to piso	175	175
7mo piso	175	175
8vo piso	175	175
9no piso	55.54	55.54
Azotea	119.46	

área del terreno

área libre (30%)

Cercos perimétricos: 10.00 ml.

---

*Nota.* Elaboración propia

### 5.7.3. Estado situacional del proyecto antes de aplicar el plan de mejora

Negociaciones Visa S.A.C., una empresa líder en el campo de la construcción y responsable del proyecto Saycusca 247, en este proyecto se ha vuelto evidente que la coordinación de las diversas especialidades y la mano de obra en el sitio de construcción ha sido un aspecto problemático y un obstáculo significativo para la consecución exitosa de la edificación.

La empresa Negociaciones Visa S.A.C, nos proporcionó el Pareto de Optimización que se muestra en la Figura 21 donde nos muestran los porcentajes de producción, equipos y herramientas, programación y oficina técnica.

**Figura 21**

*Pareto de Optimización de Productividad en los Sistemas Prefabricados*



*Nota.* Elaboración propia

En este momento, el proyecto se encuentra en una fase crítica que requiere una evaluación exhaustiva y un enfoque proactivo para abordar las problemáticas identificadas. El análisis del "Pareto de optimización de productividad en sistemas prefabricados" revela que existen desafíos significativos en cuanto a la producción, equipos y herramientas, programación y la eficiencia de la oficina técnica.

**Producción:** El porcentaje de cumplimiento de los planes de producción es actualmente bajo, lo que indica una necesidad apremiante de mejorar la eficiencia en el sitio de construcción. Esto se traduce en retrasos y una utilización subóptima de los recursos disponibles.

**Equipos y Herramientas:** La gestión de equipos y herramientas también presenta deficiencias, lo que puede resultar en pérdida de tiempo y recursos. Es esencial mejorar la organización y disponibilidad de equipos para optimizar la productividad.

**Programación:** La programación de proyectos no está siendo ejecutada de manera efectiva. Se requiere una revisión exhaustiva de los cronogramas para garantizar que se cumplan los plazos y que los recursos se utilicen de manera eficiente.

**Oficina Técnica:** La compatibilidad de los planos y la coordinación entre los equipos de la oficina técnica deben mejorarse para evitar errores costosos y retrabajo en el sitio de construcción.

Otro aspecto crítico que se ha identificado en el estado actual del proyecto es la consideración de los costos de construcción. Se ha realizado un análisis preliminar que muestra que, en el enfoque tradicional de construcción, los costos proyectados son sustancialmente elevados. Estos costos elevados pueden impactar negativamente en la rentabilidad del proyecto y pueden limitar la viabilidad económica a largo plazo.

En la Tabla 31 encontramos las cotizaciones de viguetas prefabricadas proporcionadas por una empresa externa

**Tabla 31**

*Resumen de Cotización de Viguetas con Construcción Tradicional*

Descripción	U.M	Cantidad	Precio	Sub Total
Vigueta 101	MTS	S/536.35	S/3,486.28	S/3,486.28
Vigueta 102	MTS	S/662.70	S/4,307.55	S/4,307.55
Bovedilla 15CM @ 50CM	UND	S/7,077.20	S/46,001.80	S/46,001.80
Media Bovedilla 15CMS @ 50CM	UND	S/1.00		S/1.00
Bandeja @ 50CM	UND	S/1.00		S/1.00
Vigueta 100	MTS	S/664.65	S/4,320.23	S/4,320.23
		Sub total		S/58,117.85
		IGV		S/10,461.21
		Total inc. IGV		S/68,579.06

*Nota.* Elaboración propia

Al contar con una cotización elevada de S/68,579.06 se busca en Tablar una opción más rentable, una de estas alternativas es la utilización de elementos prefabricados de concreto. La reducción de costos potencial que se puede lograr mediante la adopción de elementos prefabricados de concreto presenta una oportunidad estratégica para mejorar la rentabilidad

del proyecto y garantizar su sostenibilidad financiera a largo plazo. Esta alternativa se considera como una de las principales áreas de enfoque para el plan de mejora

#### **5.7.4. Herramientas y técnicas de control de calidad**

##### **5.7.4.1. Look Ahead Planning**

En este caso haremos uso del calendario “Look Ahead”

Este calendario nos permitirá visualizar y comunicar de manera efectiva las actividades y recursos planificados para un intervalo de tiempo específico en el proyecto de edificación multifamiliar Saycusca 247.

En las siguientes Tablas proporcionaremos diversos calendarios que hemos realizado de diferentes actividades durante la construcción del proyecto, gracias a esto podremos obtener una mejor coordinación de los plazos que les están tomando al hacer dichos trabajos.

Nota: los "recursos necesarios" son los elementos esenciales que se deben tener en cuenta y planificar cuidadosamente para asegurarse de que una actividad se realice con éxito y eficiencia. La identificación y asignación adecuada de estos recursos son parte integral de la planificación de proyectos y contribuyen al logro de los objetivos del proyecto.

En la Tabla 32 vemos el modelo de calendario Look Ahead que hemos utilizado en el proyecto para la actividad de Instalación de Prelosas

**Tabla 32**

*Calendario Look Ahead de la Partida de “Instalación de Pre Losas por Cada Piso”*

Semana	Actividad	Duración	Recursos Necesarios	Estado
1	Preparación y planificación	1 semana	Ingenieros supervisores	Planificado
	Montaje de torre grúa		Operarios calificados de la torre grúa	Planificado
2	Recepción de las Prelosas “Beton Decken”	1 semana	Supervisor recepcionista, equipo preparado para la recepción	Planificado

Instalación de las prelosas	Mano de obra calificada, personal de apoyo, operarios de torre grúa	Planificado
-----------------------------	---	-------------

Ajuste y finalización	Mano de obra calificada	Planificado
-----------------------	-------------------------	-------------

*Nota.* Elaboración propia

**Preparación y Planificación:** Se dedica una semana para la preparación y planificación, durante la cual se elaboran los planes detallados para la instalación de las prelosas y se coordina con el equipo necesario.

**Montaje de Torre Grúa:** En la primera semana, se lleva a cabo el montaje de la torre grúa, que es una maquinaria pesada necesaria para la instalación de las prelosas.

**Recepción de las Prelosas:** Durante la segunda semana, también se espera la entrega de las prelosas y el equipo necesario para el montaje.

**Instalación de las prelosas:** Se requiere el equipo de montaje y la torre grúa, además de personal de apoyo.

**Ajustes y Finalización:** Al finalizar la instalación de las prelosas, se realizan ajustes finales y se verifica que todo esté en orden antes de proceder a las siguientes fases.

En la Tabla 33 vemos el modelo de calendario Look Ahead que hemos utilizado en el proyecto para la actividad de Instalación de Viguetas Prefabricadas

**Tabla 33**

*Calendario Look Ahead de la partida de “Instalación de las Viguetas Prefabricadas”*

Semana	Actividad	Duración	Recursos Necesarios	Estado
1	Preparación y planificación	1 semana	Ingenieros supervisores	Planificado
	Montaje de torre grúa y equipo		Operarios calificados de la torre grúa	Planificado

2	Recepción de las Viguetas prefabricadas	1 semana	Supervisor recepcionista, equipo preparado para la recepción	Planificado
	Instalación de las viguetas		Mano de obra calificada, personal de apoyo, operarios de torre grúa	Planificado
	Ajuste y finalización		Mano de obra calificada	Planificado

---

*Nota.* Elaboración propia

**Preparación y Planificación:** Se dedica una semana para la preparación y planificación, donde se definen los planes detallados para la instalación de las viguetas prefabricadas y se coordina con el equipo necesario.

**Montaje de la torre grúa y equipo:** Se realiza el montaje de las grúas y el equipo necesario para la instalación. Esto incluye la preparación de las grúas móviles y el equipo auxiliar requerido.

**Recepción de Viguetas Prefabricadas:** En la segunda semana, se espera la entrega de las viguetas prefabricadas y los equipos necesarios para el proceso de instalación.

**Instalación de Viguetas prefabricadas:** Se realiza la instalación de las viguetas prefabricadas. Se requiere un equipo de instalación, grúas móviles y personal de apoyo.

**Ajustes y Revisión:** Después de la instalación, se realizan ajustes y una revisión general para asegurarse de que las viguetas estén correctamente ubicadas y listas para las siguientes fases.

#### **5.7.4.2. Just in time**

Al aplicar la herramienta JIT en nuestro caso de estudio, se tuvo que requerir de una planificación detallada y un enfoque gradual.

Educación y Concienciación



Comienza por educar a todo el equipo sobre los principios y beneficios de Just in Time en la construcción.

#### Análisis del Proceso Actual

Realiza un análisis detallado de tu proceso constructivo actual.

Identifica los cuellos de botella, retrasos y áreas donde se generan desperdicios.

#### Establecimiento de Objetivos

Define objetivos claros para la implementación de Just in Time

#### Planificación Detallada

Desarrolla un plan detallado para cada etapa del proyecto, incluyendo las tareas, los materiales necesarios y los plazos.

#### Establecimiento de Flujos de Trabajo

Diseña flujos de trabajo eficientes que eviten retrabajos y reduzcan los movimientos innecesarios.

#### Gestión de Inventarios

Establece un sistema de gestión de inventarios que permita controlar los materiales de manera eficiente.

#### Capacitación y Entrenamiento

Brinda capacitación específica sobre cómo aplicar los principios Just in Time a cada tarea.

#### Medición y Mejora Continua

Realiza revisiones periódicas para identificar áreas de mejora y ajustar el proceso según sea necesario.

En la Tabla 34 se muestra el cuadro específico que hemos usado para verificar estos puntos en la actividad de Viguetas prefabricadas

### **Tabla 34**

*Aplicación del Just in time en la Actividad de Instalación y Colocación de Viguetas*

<b>Actividad: Instalación de Viguetas Prefabricadas</b>	<b>Acciones Específicas</b>
Análisis y Planificación	Desglosar tareas: Preparación del área - colocación de viguetas – nivelación - fijación. Identificar áreas de mejora en tiempo y movimientos.

Flujos de Trabajo	Diseñar un flujo: Preparación -> colocación -> nivelación -> fijación.
Gestión de Inventarios	Determinar cantidad óptima de viguetas diariamente Coordinar entregas con proveedores.
Programación Precisa	Planificar tareas basadas en flujo Sincronizar trabajadores y materiales.
Colaboración y Comunicación	Mantener comunicación constante con el equipo. Informar cambios en programación y materiales.
Entrenamiento y Capacitación	Capacitar al equipo en el nuevo flujo optimizado. Explicar el impacto de la secuencia correcta.
Medición y Mejora Continua	Realizar revisiones regulares y ajustes.

*Nota.* Elaboración propia

### 5.7.4.3. Value Stream Mapping

La aplicación de VSM en la construcción permite identificar los desperdicios, mejorar la planificación, coordinación y ejecución, y finalmente lograr una mayor eficiencia y calidad en los proyectos edilicios. Se mostrarán los procesos constructivos y las Tablas de desperdicios de diversas actividades, aplicando la metodología Value Stream Mapping. En la Figura 22 será de la actividad de Instalación de Prelosas

**Figura 22**

*Proceso Constructivo de las Prelosas Beton Decken - Mapeo de Flujo de Valor*



*Nota.* Elaboración propia

Después de analizar el proceso constructivo, pasaremos a analizar en la Tabla 35 los posibles desperdicios que ocurrirán en este proceso

**Tabla 35**

*Tabla de Desperdicios del Proceso Constructivo de Prelosas “Beton Decken”*

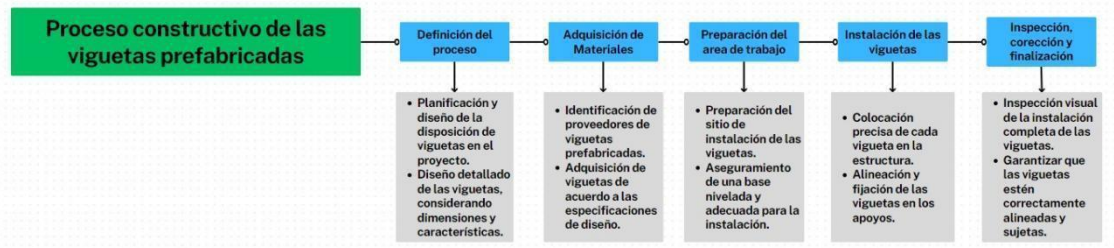
Etapas del proyecto	Tipo de desperdicio	Causas
Planificación y Diseño	Sobreproducción	Diseño con especificaciones mayores a las necesarias
	Esperas	Retrasos en la entrega de planos o información de la empresa externa.
Adquisición de equipos y materiales	Inventarios excesivos	Comprar mas materiales de los requeridos
Preparación del área de trabajo	Movimientos innecesarios	Mover equipos y materiales repetidamente
Instalación de las prelosas	Sobreproducción	Errores en la excavación que se requieran una corrección.
	Defectos	Errores en la instalación que van a requerir una corrección
Inspección y corrección	Esperas	Espera para la aprobación

*Nota.* Elaboración propia

En la Figura 23 de igual manera veremos el proceso constructivo, pero esta vez de las viguetas prefabricadas.

**Figura 23**

*Proceso Constructivo de Viguetas Prefabricadas – Mapeo del Flujo de Valor Actual*



*Nota.* Elaboración propia

Después de analizar el proceso constructivo, pasaremos a analizar en la Tabla 36 los posibles desperdicios que ocurrirán en este proceso

**Tabla 36**

*Tabla de Desperdicios del Proceso Constructivo de Viguetas Prefabricadas*

Etapas del proyecto	Tipo de desperdicio	Causas
Planificación y Diseño	Sobreproducción	Diseño con especificaciones mayores a las necesarias
	Esperas	Retrasos en la entrega de planos o información de la empresa externa.
	Inventarios excesivos	Comprar más viguetas de las requeridas
Adquisición de equipos y materiales	Defectos en materiales	Recibir viguetas defectuosas o que no cumplen con la norma de diseño
	Movimientos innecesarios	Mover equipos y materiales repetidamente
Instalación de las Viguetas prefabricadas	Sobreproducción	Errores en la excavación que se requieran una corrección.

	Defectos	Errores en la instalación que van a requerir una corrección
Inspección y corrección	Esperas	Espera para la inspección y corrección

---

*Nota.* Elaboración propia

El cuadro presenta los desperdicios específicos relacionados con el proceso constructivo de viguetas prefabricadas y las causas subyacentes. Nos permitirá identificar áreas de mejora y diseñar estrategias para reducir o eliminar los desperdicios en tu proyecto de construcción.

A través del mapeo visual y la evaluación exhaustiva del flujo de valor en la construcción, VSM ofrece una visión completa de las etapas del proceso y de las interacciones entre los elementos. Esto posibilita la identificación de áreas donde se presentan esperas, sobreproducción, movimientos innecesarios, entre otros desperdicios. Con esta comprensión, los equipos de construcción pueden diseñar soluciones que reduzcan tiempos de espera, optimicen flujos de trabajo y minimicen la generación de desperdicios.

#### ***5.7.5. Sistemas, aplicaciones, controles, soluciones de cálculo y metodología***

En la búsqueda de soluciones efectivas para abordar las problemáticas identificadas en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana, se han implementado varios enfoques estratégicos. Estos enfoques se han diseñado para optimizar la producción, gestionar eficazmente los equipos y herramientas, mejorar la programación de proyectos y garantizar la compatibilidad de los planos utilizados en el proceso constructivo.

#### **Optimización de la Producción: Cuadro de Porcentaje de Plan Cumplido**

Uno de los principales desafíos en la construcción de edificios multifamiliares es la eficiencia en la producción. Para abordar este problema, se ha desarrollado un sistema de seguimiento que utiliza un cuadro de porcentaje de plan cumplido. Este enfoque permite monitorear el progreso de las tareas planificadas en tiempo real, identificando áreas de mejora y oportunidades para acelerar la producción.

En la Tabla 37 mostramos el cuadro de porcentaje de plan cumplido únicamente de las primeras 5 semanas en la que se inicio este método de analizar la productividad mediante este cuadro.

**Tabla 37***Porcentaje de Plan Cumplido*

Semanas	Actividades programadas	Actividades ejecutadas	PPC %	PPC promedio %	PPC Acumulado %
Semana 1	7	5	71.43	71.43	71.43
Semana 2	7	5	71.43	71.43	71.43
Semana 3	8	6	75	72.62	72.73
Semana 4	7	6	85.71	75.89	75.86
Semana 5	9	8	88.89	78.49	78.95

*Nota.* Elaboración propia

**Gestión de Equipos y Herramientas: Implementación del Kardex**

El manejo eficiente de equipos y herramientas es esencial para evitar retrasos y pérdidas de recursos. Para resolver este problema, se ha implementado un sistema de Kardex que registra el inventario de equipos y herramientas en el sitio de construcción. Esto garantiza un control riguroso de los recursos disponibles, evitando interrupciones innecesarias en el trabajo. En la Figura 24 vemos la captura del Excel que la empresa Negociaciones Visa S.A.C. nos proporcionó para el control interno de herramientas y equipos

**Figura 24**

*Formato de Control Interno de Herramientas y Equipos (Kardex) de Negociaciones Visa S.A.C.*

Dia	Comprobante de Pago, Documento Interno o Similar				Tipo de la Operación (Tabla 12)	Destino	Empresa	Entradas			Saldo Final			
	Fecha	Tipo	Serie	Número				Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Cantidad	Costo Unitario	Monto total por tributo	Costo Total
Miércoles	15/06/2022				Compra	Almacen	N. Visa				180	761.00	137.05	898.05
Jueves	16/06/2022				Compra	Almacen	N. Visa				150	1,138.50	204.92	1,343.42
<b>TOTAL</b>														2,241.47

*Nota.* Elaboración propia

**Mejora de la Programación: Uso de Cronogramas**

La programación efectiva de proyectos es esencial para cumplir con los plazos y mantener la eficiencia. Se ha introducido el uso de cronogramas detallados que incluyen todas las

actividades y tareas relacionadas con la construcción. Estos cronogramas permiten una mejor coordinación de recursos y una distribución más efectiva del trabajo a lo largo del tiempo. Nos enfocamos en los plazos establecidos de las actividades que involucran el uso de estructuras prefabricadas, con esto analizamos el plazo establecido que se tenían para toda la actividad hasta concluirla.

En la Figura 25 vemos el cronograma general de la obra que se brindó a la municipalidad para la aprobación del proyecto.





## Garantía de Compatibilidad de Planos: Uso de RFIs

La compatibilidad de planos es crucial para evitar conflictos y retrasos en la obra. Para abordar este problema, se ha adoptado el uso de RFIs (Request for Information) como una herramienta efectiva. Estos documentos se utilizan para recopilar información precisa de proveedores y garantizar que los planos se ajusten a las especificaciones necesarias. En la Figura 26 vemos la captura del Excel que la empresa Negociaciones Visa S.A.C. nos proporcionó para el control de documentos

**Figura 26**

*RFI de la Empresa Negociaciones Visa S.A.C. Aplicada al Proyecto Saycusca*

ESPECIALIDAD		TÍTULO	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	NIVEL	FECHA ENTREGA	STATUS	RESPUESTA	FECHA DE RESPUESTA
31	ESTRUCTURAS	CORTE 13-13 TECHO SOTANO 3	1- El corte 13-13 del techo del sótano 3, se observa en campo que su proyección es interferida por el punto de anclaje del muro 2.03 del eje 8 (tal como se aprecia en la imagen) y la foto de color amarillo líneas abajo). 2- Cabe precisar que la prelosa del sótano 3 del sector 1 ya se encuentra fabricada. Por tal motivo presentamos la propuesta en la que dicho corte 13-13 se desplace 15cm hacia la izquierda de su posición (tal como indica en la imagen de color fucsia líneas abajo) y la cual será ejecutada de manera in situ en campo sin afectar el punto de anclaje.	EJE A-8/8	TECHO DE SOTANO 3	27/03/2021	RESPONDIDO		JUNIO
34	ESTRUCTURAS	VIGAS PERALTADAS SOTANOS	1- En el plano de sistema de contra incendio en los sótanos indica pasas en las vigas peraltadas, pero el detalle de estructuras indica las pasas deben estar a L13 y esta condición no esta cumpliendo en la distribución de tuberías de ACI		TECHO DE SOTANO	24/03/2021	RESPONDIDO		JUNIO
33	ARQUITECTURA	INCOMPATIBILIDAD PUERTAS	INCOMPATIBILIDAD EN PUERTAS VARIAS	PUERTAS	GENERAL	30/03/2021	RESPONDIDO		JUNIO
32	INSTALACIONES ELECTRICAS	CAJA DE PASE PARA TABLERO DE TC-BCI	1- De acuerdo a los Planos brindados de tomacorrientes, se observa el canalizado de la tubería (2) que va de forma directa al tablero TC-BCI, la cual es un tablero adosado con tubería EMT y en cierto tramo va empotrado en piso con tubería PVC. De nuestra consideración sugerimos colocar una caja de pase adosada de 450x450x150mm dentro del cuano de bombas (como indica en las imágenes de detalle de propuesta)	CUARTO DE BOMBAS	SOTANO 4	16/04/2021	RESPONDIDO		Julio
32	INSTALACIONES ELECTRICAS	CAJA DE PASE PARA TABLERO DE TC-CB	1- DE ACUERDO A LOS PLANOS DE CONSTRUCCION EN LA ESPECIALIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS NO EXISTE UN DETALLE RESPECTO A LA FORMA DE CAMBIO DE TUBERIA PVC A EMT O VICEVERSA. 2- SE RECOMIENDA REALIZAR UN ACOPLE (SE ADJUNTA DETALLE) YA QUE LA TUBERIA METALICA NO PUEDE ESTAR DENTRO DE LA TIERRA NI LA TUBERIA PVC PUEDE ESTAR EXPUESTO AL LLEGAR A UNA CAJA METALICA ADOSADA. 3- CABE PRECISAR QUE ESTA OBSERVACION SE APRECIA EN VARIOS PUNTOS DE LOS DIFERENTES NIVELES DE SOTANOS EN LAS QUE LAS TUBERIAS EMPOTRADAS LLEGAN A LAS CAJAS DE PASE ADOSADAS.	CUARTO DE BOMBAS	SOTANO 4	16/04/2021	RESPONDIDO		Julio
32	INSTALACIONES ELECTRICAS	ACOPLE EMT A PVC	1- DE ACUERDO A LOS PLANOS DE CONSTRUCCION EN LA ESPECIALIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS NO EXISTE UN DETALLE RESPECTO A LA FORMA DE CAMBIO DE TUBERIA PVC A EMT O VICEVERSA. 2- SE RECOMIENDA REALIZAR UN ACOPLE (SE ADJUNTA DETALLE) YA QUE LA TUBERIA METALICA NO PUEDE ESTAR DENTRO DE LA TIERRA NI LA TUBERIA PVC PUEDE ESTAR EXPUESTO AL LLEGAR A UNA CAJA METALICA ADOSADA. 3- CABE PRECISAR QUE ESTA OBSERVACION SE APRECIA EN VARIOS PUNTOS DE LOS DIFERENTES NIVELES DE SOTANOS EN LAS QUE LAS TUBERIAS EMPOTRADAS LLEGAN A LAS CAJAS DE PASE ADOSADAS.	GENERAL	SOTANOS	16/04/2021	RESPONDIDO		Julio
32	ESTRUCTURAS	LOSA DE TECHO DE SOTANO 3 - VIGA CHATA	1- La losa del sótano 3 entre los ejes D-5 se tenía pre losa (14-21), pero no contamos en la obra dicha pre losa como es una zona de ducto propones rellanzar con una viga chata se adjunta el detalle propuesto	TECHO - SECTOR 2	SOTANO 3	17/04/2021	RESPONDIDO		Julio
32	INSTALACIONES ELECTRICAS	ESQUEMA DE ALIMENTACION PARA TABLERO TCM EN SOTANOS	1- DE ACUERDO A LOS PLANOS DE CONSTRUCCION EN LA ESPECIALIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS Y AL DETALLE APROBADO SOBRE LA UBICACION DEL TABLERO TCM EN CADA SOTANO SE PRESENTA PROPOSTA DE ESQUEMA PARA LA ALIMENTACION A CADA UNO DE ELLOS. 2- EN ESTA PROPOSTA SE ESTA ADICIONANDO UNA CAJA DE PASE DE 300x300x150mm ADOSADA EN TECHO PARA MEJOR CABLEADO E INSPECCION DE ELLOS	GENERAL	SOTANOS	17/04/2021	RESPONDIDO		Julio

*Nota.* Elaboración propia

Estos enfoques estratégicos se han implementado como parte integral de la solución a las problemáticas identificadas en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana. Su aplicación conjunta ha demostrado ser efectiva en la optimización de la productividad y la eficiencia en el proceso constructivo.

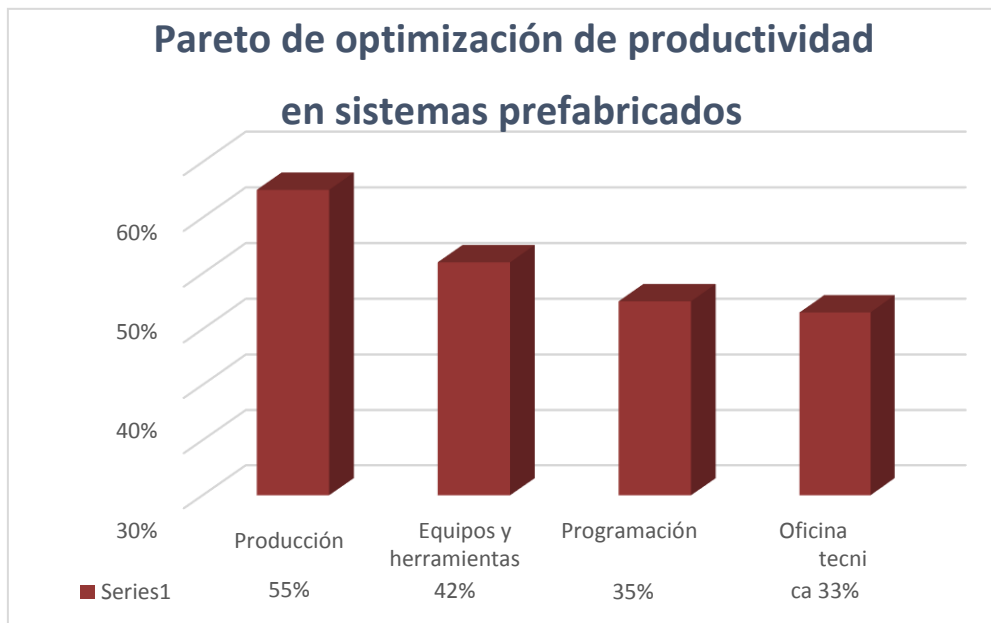
### 5.7.6. Estado situacional del proyecto después de aplicar el plan de mejora

Tras la meticulosa implementación del plan de mejora diseñado para abordar las problemáticas identificadas en la construcción de edificios multifamiliares, se han alcanzado resultados significativamente positivos. El estado situacional del proyecto ha experimentado notables mejoras en los aspectos críticos de producción, equipos y herramientas, programación y la eficiencia de la oficina técnica.

En la Figura 27 notamos en el grafico que nos brindó la empresa Negociaciones Visa S.A.C como se ha mejorado los porcentajes de los puntos que hemos analizado.

**Figura 27**

*Pareto de Optimización de Productividad en Sistemas Prefabricados Después del Plan de Mejora*



*Nota.* Elaboración propia

**Producción:** La implementación del cuadro de porcentaje del plan cumplido ha sido fundamental para el aumento significativo en la eficiencia de la producción. Este cuadro permite un seguimiento en tiempo real del progreso de las tareas planificadas, lo que ha facilitado la identificación de áreas de mejora y la toma de medidas proactivas para acelerar la producción y reducir retrasos.

**Equipos y Herramientas:** La eficiencia en la gestión de equipos y herramientas se ha mejorado notablemente con la implementación de Kardex. Estos registros detallados han permitido un control riguroso del inventario, asegurando la disponibilidad oportuna de equipos esenciales en el sitio de construcción y minimizando las pérdidas de tiempo.

**Programación:** El correcto uso de cronogramas ha sido esencial para mejorar la programación de proyectos. Los cronogramas detallados, que incluyen todas las actividades y tareas relacionadas con la construcción, han proporcionado una visión clara de los plazos y la distribución de recursos. Esto ha mejorado la coordinación entre equipos y ha reducido los conflictos.

**Oficina Técnica:** La eficiencia de la oficina técnica se ha optimizado con el uso de RFIs (Request for Information). Estos documentos han facilitado la comunicación con

proveedores y garantizado que los planos sean precisos y estén alineados con las especificaciones necesarias. Esto ha reducido significativamente los errores costosos y el retrabajo en el sitio de construcción.

Estos resultados positivos subrayan la efectividad de las estrategias implementadas como parte del plan de mejora. La combinación de enfoques en estos cuatro aspectos críticos ha transformado fundamentalmente la dinámica del proyecto y ha establecido una base sólida para una construcción eficiente y rentable.

En la Tabla 38 vemos la comparación del porcentaje que había antes de aplicar el plan de mejora vs el porcentaje que hay ahora después del plan de mejora

**Tabla 38**

*Tabla Comparativa*

Antes del Plan de Mejora	Después del plan de mejora
40%	55%
30%	42%
26%	35%
21%	33%

*Nota.* Elaboración propia

Además de estos logros, es importante destacar que, en el proceso de mejora, hemos realizado una comparación de costos entre el presupuesto de elementos prefabricados de concreto y los costos proyectados en el enfoque tradicional de construcción. Los resultados de esta comparación son reveladores.

En la Figura 28 vemos la cotización que nos brindó la empresa Concremax de sus viguetas prefabricadas de concreto.

## Figura 28

### Cotización de Viguetas Prefabricadas Para Todo el Proyecto

COTIZACIÓN PRE - NEGOCIACIONES VISA S.A.C. - MULTIFAMILIAR SAYCUSCA - 2 / 2023 / 00400359		<b>CONCREMAX</b>
FECHA: 19/09/2023		RUC / DNI: 20538179982
CLIENTE: NEGOCIACIONES VISA S.A.C.		
OBRA: MULTIFAMILIAR SAYCUSCA		DISTRITO: SAN MIGUEL
DIRECCIÓN: SAYCUSCA 210		PROVINCIA: LIMA
TELÉFONO:		DEPARTAMENTO: LIMA
ATENCIÓN:		

Estimado

Agradecemos la confianza depositada en nosotros para trabajar juntos este proyecto. Nos es grato presentarle a continuación los precios para el suministro de viguetas prefabricadas para la obra en referencia. Esta cotización contempla las series de viguetas y el tipo de complemento de acuerdo a lo determinado según los planos estructurales recibidos por parte del Cliente.

DESCRIPCIÓN	U.M.	CANTIDAD	PRECIO S/ (INC. FLETE SIN IGV)	TOTAL S/ (INC. FLETE SIN IGV)
BANDEJA DE CONCRETO @ 50 CM	und	8.846.5	1.47	13.004.36
BLOQUE RECTO POLIESTIRE 0.11X0.38X1M/D10	und	1.769.3	6.19	10.951.97
MEDIA BANDEJA DE CONCRETO @ 50CM	pza	1.00	1.53	1.53
MEDIA BOVEDILLA DE CONCRETO 15 @ 50CM	pza	1.00	2.02	2.02
VIGUETA 100	mts	664.65	10.90	7.244.68
VIGUETA 101	mts	536.35	11.32	6.071.48
VIGUETA 102	mts	662.7	12.40	8.217.48
<b>SUB TOTAL S/</b>				45,493.52
<b>IGV</b>				8,188.83
<b>TOTAL INC. IGV S/</b>				53,682.35

CONDICIÓN DE PAGO

*Nota.* Elaboración propia

Y en la Tabla 39 hacemos la comparación contra la construcción sin prefabricados

### Tabla 39

#### Comparación de Costos de Enfoque Tradicional vs con Elementos Prefabricados

Uso de la construcción Tradicional de Viguetas	Uso de viguetas prefabricadas
S/68,579.06	S/53,682.35

Se logra disminuir en un 28 % el costo tradicional

*Nota.* Elaboración propia

Esta comparación demuestra de manera concluyente la ventaja en un 28% que ofrece la utilización de elementos prefabricados de concreto. El presupuesto de elementos prefabricados resulta ser significativamente menor que los costos proyectados en el enfoque tradicional. Este hallazgo refuerza aún más la viabilidad económica de nuestra estrategia y destaca los beneficios tangibles de eficiencia y reducción de costos que hemos logrado al incorporar elementos prefabricados de concreto en nuestro proyecto.

## DISCUSIÓN

Basados en los resultados de la presente investigación se da por aceptada la hipótesis general la cual plantea que al determinar los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se aumenta la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana

Según Suico Castañeda (2020) Los sistemas de prelosas presentan ventajas económicas, aunque su aplicabilidad se ve limitada en algunos proyectos debido a que solo cuentan con una opción de transporte vertical, que es la grúa torre. Esto podría resultar inviable en ciertos contextos, en el caso de mi proyecto al ser una edificación de 8 pisos + azotea y 3 sótanos, hemos visto viable el uso de dichos sistemas e implementar la filosofía Lean que se extiende en el sector de la construcción

Por otra parte, Según Bendezú Olivarez (2018) Nos indican el valor en soles del costo total en mano de obra en izaje, colocación de las prelosas y partidas involucradas, con estos valores hacen una comparación a los costos relacionados a un sistema constructivo de losas convencionales, y nos indican que el análisis con prefabricados nos ahorró un total de 55.950,51 soles, lo que nos quiere indicar que hubo un ahorro comparado al sistema constructivo con losas convencionales. En nuestro caso hicimos un cuadro comparativo de costos reveló una reducción del 28% en los costos, el uso de las viguetas tradicionales nos daba un valor presupuestado de S/68,579.06, en cambio al cotizar con una empresa de prefabricados, nos dio un valor de S/53,682.35, ya con eso ha demostrado ser altamente efectivo para aumentar la productividad en la construcción de edificios multifamiliares.

## CONCLUSIONES

1. El uso de sistemas constructivos basados en elementos prefabricados de concreto ha demostrado ser altamente efectivo para aumentar la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana. Un cuadro comparativo de costos reveló una reducción del 28% en los costos al optar por prefabricados, validando el éxito de este enfoque.

La aplicación de la metodología Lean Construction también ha sido un factor clave en el logro de este objetivo, optimizando aún más la eficiencia del proceso constructivo. Estos resultados respaldan la importancia de adoptar sistemas prefabricados y prácticas lean en futuros proyectos, contribuyendo a una construcción más eficiente y rentable en la región.

2. Hemos logrado mejorar significativamente la coordinación de especialidades en la construcción de elementos prefabricados de concreto, enfocándonos en la producción del proyecto. La implementación de la Tabla de porcentaje de plan cumplido ha resultado en un aumento del 15% en la producción en comparación con el estado anterior como se puede visualizar en la comparativa de la Tabla 38. Esta mejora ha reducido las pérdidas y los retrasos durante la etapa de construcción, respaldando la eficacia de una coordinación más efectiva entre las especialidades involucradas.
3. Hemos logrado estandarizar los metrados de las partidas en sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto mediante la compatibilización de planos, utilizando RFIs para garantizar la precisión de los planos. Esto ha mejorado la eficiencia de la oficina técnica encargada de la compatibilización de planos en un 11% como se puede visualizar en la comparativa de la Tabla 38. Esta estandarización ha reducido los plazos de ejecución del proyecto al eliminar ambigüedades y garantizar la coherencia en las mediciones de las partidas.
4. Hemos logrado la planificación del control en la ejecución de sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto a través de una programación efectiva en el cronograma del proyecto. El uso adecuado de esta herramienta ha aumentado la productividad de la programación en un 11% como se puede visualizar en la comparativa de la Tabla 38. Esto ha permitido un control y seguimiento más efectivos del proyecto, garantizando una asignación eficiente de recursos y plazos, y reduciendo retrasos. La planificación sólida ha demostrado ser esencial en la ejecución exitosa de proyectos con elementos prefabricados de concreto.

5. Hemos logrado capacitar al personal y la mano de obra en los procesos de sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto mediante la implementación de un programa Kardex que registra el inventario de equipos y herramientas en el sitio de construcción. Esto ha mejorado la administración de equipos y herramientas de la mano de obra en un 12% como se puede visualizar en la comparativa de la Tabla 38, asegurando un control riguroso de los recursos y evitando interrupciones innecesarias en el trabajo. Esta capacitación ha sido esencial para mejorar los rendimientos de la mano de obra y la eficiencia del proyecto.

## RECOMENDACIONES

1. Se sugiere el sistema de losas prefabricadas ligeras y solidas en proyectos de construcción similares a la investigación en cuestión, como edificios multifamiliares con un sótano parcial, 8 pisos estándar y una azotea, debido a su comprobado impacto positivo en los aspectos económicos y en la reducción de los plazos de ejecución de la obra.
2. Se recomienda la implementación de herramientas de gestión con el objetivo de potenciar la eficiencia y el flujo constante de actividades en el proceso constructivo que involucra las losas prefabricadas.
3. Para futuros proyectos de edificios multifamiliares, se recomienda considerar la aprobación del sistema constructivo por parte del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, así como el cumplimiento de las normativas, al seleccionar un proveedor de losas prefabricadas.
4. Se recomienda evaluar la distancia entre la fábrica del proveedor y el lugar de la obra, ya que esto puede influir en el costo del transporte. Además, se debe tomar en cuenta la configuración y altura de la edificación para garantizar la elección adecuada de la grúa que facilite el izado de las losas prefabricadas durante su montaje posterior.



## REFERENCIAS

- Andece, G. (2019). *Estructuras prefabricadas de hormigón*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=305765>
- Bendezú Olivarez, L. E. (2018). *Mejora de la Productividad en la construcción de edificios Multifamiliares empleando el Sistema de Losas prefabricadas*. Lince. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25514>
- Bohorque Santillán, N., & Tocto Jacho, E. (2017). *Estudio de viviendas prefabricadas para el cantón Guayaquil, aplicando el Marketing Social*. Tesis de grado Universidad de Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/16416>
- Chang Breña, M. A. (2014). *Propuesta y evaluación de la aplicación del sistema de construcción industrializada modular*. Tesis de grado Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5970>
- Cantú Lopez M. y Peirone Pablo (2018). *Análisis de los factores que afectan la productividad de obras civiles*. [https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/10948/cantut09.pdf](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/10948/cantut09.pdf)
- Heredia, H. (2017). *Análisis de la eficiencia del proceso constructivo tradicional e industrializado en la partida de estructuras del centro comercial “Open Plaza Huancayo”*. Tesis de grado Universidad Continental, Huancayo, Perú. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/3548>
- Huapalla, H., & Fonseca, W. (2020). *Propuesta de utilización de estructuras prefabricadas en concreto armado para la construcción de edificios multifamiliares*. Tesis de grado Universidad UPC, Peru. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/648666>
- Loaisa N. y Bautista J. (2017) *Características de la construcción sostenibles y la construcción tradicional*. Revista de Arquitectura Sostenible. <https://geox.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/12848/13266>
- Lopez Vidal, A. (2015). *Una historia por escribir*. 42-48. [https://www.andece.org/images/BIBLIOTECA/historia\\_prefabricados\\_noticreto.pdf](https://www.andece.org/images/BIBLIOTECA/historia_prefabricados_noticreto.pdf).

- Luis, H. N. (2017). *Análisis de la eficiencia del proceso constructivo tradicional e industrializado en la partida de estructuras del centro comercial Open Plaza Huancayo*. Tesis de grado Universidad de Guayaquil, Ecuador.  
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/16416>
- Nicolas, V. R. (2018). *Evaluación de sistemas constructivos para edificios de mediana altura con elementos de hormigón prefabricado*". Tesis de grado Universidad de Chile.  
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/169982>
- Penades Marti, J. (2002). *Construcción industrializada de edificios*. 0-17.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=305765>
- Puente Nieto, J. L. (2021). *Análisis del uso de losas prefabricadas de concreto en la construcción de un edificio multifamiliar*. Tesis de grado Universidad Ricardo Palma, Perú.  
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/5115>
- Quintero Angarita, G. A. (2020). *Comportamiento y Diseño de Elementos Estructurales prefabricados en concreto*. Tesis de grado Universidad Francisco de Paula Santander, Colombia.  
<http://repositorio.ufpso.edu.co/handle/123456789/2714>
- Riaño, B. S. (2017). *Análisis comparativo entre procesos de diseño y construcción de los sistemas tradicional y prefabricado de losas de entrepiso para edificaciones de hasta 4 niveles*. Tesis de grado Universidad Católica de Colombia, Colombia.  
<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15493>
- Suico Castañeda, J. C., & Sanez Escobar, J. O. (2020). *Propuesta de mejora en el proceso constructivo de losas de entrepisos para el edificio multifamiliar breña 951 utilizando sistemas prefabricados para el aumento de la rentabilidad*.  
<http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3520>
- Torres Romero, C. K. (2022). *"factores que influyen en la adopción de elementos prefabricados de concreto*. Tesis de grado Pontificia Universidad Católica del Perú.  
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/21864>

## ANEXOS

### Anexo A – Matriz de consistencia – Sistemas constructivos de elementos prefabricados para optimizar la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana

Sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para optimizar la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
¿De que manera los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto optimizan la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana?	Determinar los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para aumentar la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana?	Al determinar los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se aumenta la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana?	<b>V. I.:</b> Sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto <b>V.D:</b> Productividad en la construcción	Losas Prefabricadas	Cantidad de concreto	Tipo: Descriptivo, explicativo y correlacional.
				Viguetas prefabricadas	Cantidad de Acero	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
¿De que manera la coordinación de las especialidades de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto reduce las pérdidas durante la etapa de construcción?	Mejorar la coordinación de las especialidades de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para reducir las pérdidas durante la etapa de construcción	Al Mejorar la coordinación de las especialidades de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se reducen las pérdidas durante la etapa de construcción	<b>V.I: Coordinación de las especialidades</b> <b>V.D:</b> Pérdidas durante la etapa de construcción	Perdidas durante la etapa de construcción	Estimación de recursos	nivel: Descriptivo, relacional y aplicativo
¿De que manera los metrados de las partidas de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto reduce los plazos de ejecución del proyecto?	Estandarizar los metrados de las partidas de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para reducir los plazos en la ejecución del proyecto	Al Estandarizar los metrados de las partidas de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se redujeron los plazos de ejecución del proyecto	<b>V.I: Estandarización de los metrados</b> <b>V.D:</b> Plazos de ejecución del proyecto	Plazos de ejecución del proyecto	Tren de actividades	Población: Los proyectos de construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana
¿De que manera la planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto establece el control y seguimiento del proyecto?	Determinar la planificación del control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para establecer el control y seguimiento del proyecto	Al determinar la planificación del control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se establece el control y seguimiento del proyecto	<b>V.I: Planificación del control en la ejecución</b> <b>V.D:</b> Control y seguimiento del proyecto	Control y seguimiento del proyecto	Cronograma de obra	Muestra: Edificaciones multifamiliares que cuenten con prefabricados y nos encontremos con la capacidad de la obtención de datos
¿Cómo la capacitación del personal para los procesos de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto mejoran los rendimientos de la mano de obra?	Capacitar al personal para los procesos de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para mejorar los rendimientos de la mano de obra	Al optimizar la capacitación del personal en los procesos de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto se mejora los rendimientos de la mano de obra	<b>V.I: Capacitación del personal</b> <b>V.D:</b> Rendimientos de la mano de obra	Rendimientos de la mano de obra	Metrados y Analisis de Precios Unitarios	Instrumento: Mediante la observación, documentos, expedientes técnicos, fotografías de la ejecución de obra.

## Anexo B – Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

### Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

#### Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: **Vidal Saenz, Oscar**

Cargo o Institución donde labora: **Ing. Residente en obra Saycusca – San Miguel** Título de la investigación: **Sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para optimizar la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana**

Autor(es) del Instrumento: **Bach. Vidal Saenz, Fabrizio Reynaldo**

Bach. Seminario Chavez, Cesar Augusto

#### Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%	Total
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado					93%	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables					94%	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					92%	
4. Organización	Existe una organización lógica					94%	

5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					94%	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					92%	
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					94%	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					98%	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					95%	
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación					94%	
<b>Total</b>							
<b>Promedio de Validación</b>						<b>94%</b>	

Promedio de valoración 94% y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado ( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

**Lugar y Fecha: 18/07/2023**



Firma del Experto Informante  
DNI N°: 76373282

**Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación**

**Datos generales**

Apellidos y Nombres del Informante: **Alex Fernando Ticona Choque**

Cargo o Institución donde labora: **Especialista en Infraestructura de la UGEL Candarave**

Título de la investigación **Sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para optimizar la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana**

Autor(es) del Instrumento **Bach. Vidal Saenz, Fabrizio Reynaldo**

**Bach. Seminario Chavez, Cesar Augusto**

**Aspectos de la validación**

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%	Total
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado					92%	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables					96%	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					93%	

4. Organización	Existe una organización lógica					91%	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					91%	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					91%	
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					91%	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					89%	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					90%	
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación					96%	
<b>Total</b>							
<b>Promedio de Validación</b>						<b>92%</b>	

### **Promedio de valoración 92% y opinión de aplicabilidad**

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

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

Fecha: 19/07/2023



UNIDAD DE GESTIÓN EDUCATIVA LOCAL  
CANDARAVE  
Ing. Alvaro Fernando Flores Choque  
ESPECIALISTA EN INFRAESTRUCTURA

Firma del Experto Informante

DNI N°: 74307836

Teléfono: 974732612



## Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

### Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: QUISPE PARRA JAVIER HECTOR

**Cargo o Institución donde labora:** JEFE DE LA OFICINA DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO RURAL DE LA MUNICIPALIDAD

**Título de la investigación** Sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para optimizar la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana

Autor(es) del Instrumento **Bach. Vidal Saenz, Fabrizio Reynaldo**

**Bach. Seminario Chavez, Cesar Augusto**

### Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%	Total
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado					93	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables					93	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					93	
4. Organización	Existe una organización lógica					93	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					94	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					95	

7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					92	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					91	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					93	
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación					92	
<b>Total</b>							<b>93%</b>
<b>Promedio de Validación</b>							<b>93%</b>

### **Promedio de valoración 93. % y opinión de aplicabilidad**

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

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

Fecha: 21/07/2023



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE  
PEDRO VILCA APAZA  
Ing. Javier H. Guispe Parra  
JEFE DE OFICINA DE INFRAESTRUCTURA  
C/P 177152

Firma del Experto Informante

DNI N°:43818962

Teléfono: 964493808

**Anexo C – Cuestionario para recolectar la información sobre los sistemas constructivos con prefabricados de concreto y su productividad en la construcción de edificios**

**CUESTIONARIO**

**Título: Sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para optimizar la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana**

El siguiente cuestionario tiene como objetivo Determinar los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para aumentar la productividad en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana

**Datos generales**

Cargo en la empresa:

.

Año de experiencia en puesto:

.

Edad:

.

Sexo:

.

Marca con aspa (X) la respuesta que crea conveniente:

**Objetivo 1: Mejorar la coordinación de las especialidades de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para reducir las pérdidas durante la etapa de construcción**

1.- ¿Ayudan los elementos prefabricados de concreto a disminuir pérdidas en la etapa de construcción?

- a) Nunca
- b) Casi nunca
- c) A veces
- d) Casi siempre
- e) Siempre

2.- ¿Está usted de acuerdo con la siguiente afirmación? : “La implementación de un sistema de control de calidad durante la fabricación y montaje de elementos prefabricados reduce significativamente las pérdidas en la construcción”

- a) en desacuerdo
- b) Neutro/no estoy seguro
- c) de acuerdo
- d) Totalmente de acuerdo

3.- ¿Una adecuada coordinación entre las diferentes especialidades involucradas (estructural, eléctrica, etc.) durante la etapa de construcción es fundamental para minimizar los errores y retrasos en la construcción?

- a) Nunca
- b) Casi nunca
- c) A veces
- d) Casi siempre
- e) Siempre

4.- ¿Al mejorar la coordinación de especialidad en estos sistemas contribuyen a reducir las pérdidas durante la etapa de construcción?

- a) Nunca
- b) Casi nunca
- c) A veces

d) Casi siempre

e) Siempre

5.- ¿Cómo percibe el nivel de coordinación de las diferentes especialidades durante la etapa de construcción?

a) Nunca

b) Casi nunca

c) A veces

d) Casi siempre

e) Siempre

6.- ¿Cómo percibe el impacto de una buena coordinación entre las diferentes especialidades en la reducción de errores y retrabajos durante la etapa de construcción?

a) No tiene impacto

b) Tiene poco impacto

c) Tiene algún impacto

d) Tiene un impacto significativo

e) Tiene un impacto muy significativo

**Objetivo 2 : Estandarizar los metrados de las partidas de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para reducir los plazos en la ejecución del proyecto**

1.- ¿Con qué frecuencia considera usted que contribuyen los elementos prefabricados de concreto a reducir los plazos de ejecución del proyecto?

a) Nunca

b) Casi nunca

c) A veces

d) Casi siempre

e) Siempre

2.- ¿Con qué frecuencia cree que la estandarización de los metrados en los elementos prefabricados de concreto contribuye a una mayor precisión en la planificación y estimación de los tiempos de construcción?

a) Nunca

b) Casi nunca

c) A veces

d) Casi siempre

e) Siempre

3.- ¿En qué medida la estandarización de los metrados en los elementos prefabricados de concreto permite una mejor coordinación entre las diferentes etapas de la construcción, como el diseño, la fabricación y el montaje?

a) Nunca

b) Casi nunca

c) A veces

d) Casi siempre

e) Siempre

4.- En qué medida la utilización de elementos prefabricados de concreto contribuye a una mayor eficiencia en la ejecución del proyecto y a la reducción de los plazos de la construcción?

a) Nunca

b) Casi nunca

c) A veces

d) Casi siempre

e) Siempre

5.- ¿Cómo percibe el impacto de la estandarización de los metrados de las partidas en la eficiencia y agilidad de la ejecución del proyecto?

- a) No tiene impacto
- b) Tiene poco impacto
- c) Tiene algún impacto
- d) Tiene un impacto significativo
- e) Tiene un impacto muy significativo

**Objetivo 3 : ¿De qué manera la planificación de control en la ejecución de los Sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto establece el control y seguimiento del proyecto?**

1.- "¿En qué medida la planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto establece el control y seguimiento del proyecto?"

- a) Nunca
- b) Casi nunca
- c) A veces
- d) Casi siempre
- e) Siempre

2.- "¿Está de acuerdo con la siguiente afirmación?" Una planificación detallada de la obra, considerando la secuencia de fabricación, transporte y montaje de los elementos prefabricados de concreto, contribuye a reducir los retrasos y optimizar los tiempos de construcción'.

- a. En desacuerdo
- b. Neutro / no estoy seguro
- c. De acuerdo
- d. Totalmente de Acuerdo

3.- “¿Un sistema de monitoreo y seguimiento periódico de la ejecución de los elementos prefabricados contribuye a identificar y corregir posibles desviaciones, mejorando la calidad y eficiencia del proyecto?”

- a) Nunca
- b) Casi nunca
- c) A veces
- d) Casi siempre
- e) Siempre

4.- ¿Con qué frecuencia la planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados ha contribuido a evitar desviaciones en el cronograma y a garantizar la entrega oportuna del proyecto?

- a) Nunca
- b) Casi nunca
- c) A veces
- d) Casi siempre
- e) Siempre

5.- ¿Cómo contribuye una sólida planificación de control en la ejecución de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto a la reducción de desviaciones y retrasos en el proyecto?

- a) No contribuye en absoluto
- b) Contribuye en menor medida
- c) Contribuye de manera moderada
- d) Contribuye significativamente
- e) Contribuye de manera muy significativa



**Objetivo 4 : ¿Cómo la capacitación del personal para los procesos de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto mejoran los rendimientos de la mano de obra?**

1.- ¿Una adecuada capacitación del personal en los procesos de estos sistemas resulta fundamental para garantizar la calidad y eficiencia en la ejecución de los proyectos?

- a) Nunca
- b) Casi nunca
- c) A veces
- d) Casi siempre
- e) Siempre

2.- En su experiencia con los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto, ¿considera que los rendimientos de la mano de obra se ven favorecidos en comparación con los métodos de construcción tradicionales?

- a. En desacuerdo
- b. Neutro / no estoy seguro
- c. De acuerdo
- d. Totalmente de Acuerdo

3.- ¿Qué tan importante es la capacitación continua del personal en los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto para mantenerse actualizado sobre las mejores prácticas y nuevas tecnologías?

- a. No es importante
- b. Neutro / no estoy seguro
- c. Importante
- d. Muy importante

4.- ¿Capacitación personal en los procesos de los sistemas constructivos de elementos prefabricados de concreto siempre o a veces mejora los rendimientos de la mano de obra?

- a) Nunca
- b) Casi nunca
- c) A veces
- d) Casi siempre
- e) Siempre

5.- En su experiencia, ¿con que frecuencia el personal capacitado en los procesos de los sistemas constructivos de elementos prefabricados aplica de manera efectiva los conocimientos adquiridos en su trabajo diario?

- a) Nunca
- b) Casi nunca
- c) A veces
- d) Casi siempre
- e) Siempre