



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS Y REDUCCIÓN DE DESECHOS  
CONSTRUCTIVOS EN UN EDIFICIO PARA MAXIMIZAR SU  
RENTABILIDAD**

**AUTOR**

Carvajal Aumala Adrián Orlando

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN MODALIDAD DE  
INFORME DE INVESTIGACIÓN**

Previo a la obtención del grado académico en  
**MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE  
LA CONSTRUCCIÓN**

**TUTOR**

PhD. Argudo Rodríguez Jaime Fernando

**La Libertad, Ecuador**

**Año 2026**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**PhD. Roxana Álvarez Acosta  
COORDINADORA (E) DEL  
PROGRAMA**

---

**PhD. Argudo Rodriguez Jaime  
TUTOR**

---

**PhD. Guevara Robalino Jorge  
DOCENTE ESPECIALISTA**

---

**PhD. Cejas Martinez Magda  
DOCENTE ESPECIALISTA**

---

**Ab. María Rivera González, Mgtr.  
SECRETARIA GENERAL  
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por CARVAJAL AUMALA ADRIAN ORLANDO, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Ingeniería Civil con Mención en Gestión de la Construcción.

**TUTOR**

---

**PhD. Jaime Argudo Rodríguez**

**06 días del mes de abril del año 2026**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INSTITUTO DE POSTGRADO  
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, CARVAJAL AUMALA ADRIAN ORLANDO**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de Titulación, (OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS Y REDUCCIÓN DE DESECHOS CONSTRUCTIVOS EN UN EDIFICIO PARA MAXIMIZAR SU RENTABILIDAD) previo a la obtención del título en Magíster en Ingeniería Civil con Mención en Gestión de la Construcción, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 06 días del mes de abril del año 2026

**EL AUTOR**

---

**Adrián Carvajal Aumala**





UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO**

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado (Título del trabajo), presentado por el estudiante, CARVAJAL AUMALA ADRIAN ORLANDO fue enviado al Sistema Antiplagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 2%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

 <b>Informe de análisis</b> Compilatio Magister+   UPSE-ECU	
TESIS_ADRIAN_CARVAJAL_Terminado_CUARTA REVISION JFA final2026 ID : ace8de9cf710622e2f14369c8035dfc7e5d2741a	 <b>2%</b> Textos sospechosos
<b>Nombre del fichero :</b> TESIS_ADRIAN_CARVAJAL_Terminado_CUARTA REVISION JFA final2026.txt <b>Tamaño del archivo original :</b> 2,64 MB <b>Número de palabras :</b> 24.754 <b>Número de caracteres :</b> 171151	<b>Depositante :</b> JAIME FERNANDO ARGUDO RODRIGUEZ <b>Fecha de depósito :</b> 1 de abril de 2026 <b>Tipo de carga :</b> interface <b>fecha de fin de análisis :</b> 1 de abril de 2026

**TUTOR**

---

**PhD. Jaime Argudo Rodríguez**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, CARVAJAL AUMALA ADRIAN ORLANDO**

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales del informe de investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este informe de investigación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

La Libertad, a los 06 días del mes de abril del año 2026

**EL AUTOR**

---

**Adrian Carvajal Aumala**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por protegerme, por mantenerme con salud y vida.  
Por darme las fuerzas necesarias para llegar a mi objetivo.

A mis padres, Víctor y Elsa, por el apoyo incondicional en esta larga trayectoria estudiantil, a mi hermana Mónica que fue mi inspiración.

A mi tutor Ing. Jaime Argudo por guiarme en la realización de este trabajo de titulación.

A todos los profesores que formaron parte de esta maestría por sus enseñanzas.

*Adrián Orlando Carvajal Aumala*

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación se lo quiero dedicar, a mis padres Víctor y Elsa, ellos son mis pilares principales en mi formación académica, ellos siempre creyeron en mí, y no dejaron de apoyarme en todo lo necesario para terminar mi carrera como Ing. Civil.

A mis hermanos: Mónica, Víctor, Oswaldo y Byron. Motivación por lo cual no desmaye en esta dura batalla, para lograr una de mis metas.

*Adrián Orlando Carvajal Aumala*

# ÍNDICE GENERAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	II
CERTIFICACIÓN .....	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....	IV
DECLARO QUE: .....	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO .....	V
AUTORIZACIÓN .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
DEDICATORIA .....	VIII
ÍNDICE GENERAL .....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XV
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XVI
RESUMEN .....	XVIII
ABSTRACT .....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1. ....	7
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....	7
1.1 Revisión de literatura .....	7
1.2 Desarrollo teórico y conceptual .....	8
1.2.1 Optimización de recursos en la construcción.....	8
1.2.2 Importancia de la optimización de recursos.....	9
1.2.3 La optimización de recursos y la rentabilidad en la construcción .....	10
1.2.3.1 Gestión de materiales .....	10
1.2.3.2 Planificación de abastecimiento.....	11
1.2.3.3 Control de consumo y minimización de desperdicios .....	11

1.2.3.4	Uso racional de materiales estructurales .....	12
1.2.4	Planificación y control del proceso productivo.....	12
1.2.4.1	Programación de obra .....	13
1.2.4.2	Seguimiento y control del proceso .....	13
1.2.4.3	Prevención de reprocesos y tiempos improductivos .....	14
1.2.5	Uso de herramientas y técnicas de optimización .....	15
1.2.5.1	Aplicación de la Construcción limpia .....	15
1.2.5.2	Apoyo de herramientas digitales.....	16
1.2.6	Reducción de desechos constructivos .....	17
1.2.7	Tipos de desechos constructivos .....	17
1.2.8	Impacto ambiental de los desechos constructivos.....	18
1.2.9	Impacto económico de los desechos constructivos.....	19
1.2.9.1	Generación de desechos .....	19
1.2.9.2	Fuente de generación de residuos .....	20
1.2.9.3	Fallas operativas y desperdicios.....	21
1.2.10	Manejo y control de desechos .....	22
1.2.10.1	Clasificación y segregación de residuos .....	22
1.2.10.2	Almacenamiento temporal y transporte .....	23
1.2.10.3	Control y registro de desechos .....	24
1.2.11	Reaprovechamiento y disposición final .....	25
1.2.11.1	Reutilización y reciclaje: componentes del aprovechamiento ....	25
1.2.11.2	Economía circular como marco estratégico .....	26
1.2.11.3	Disposición final como última alternativa .....	26
1.2.11.4	Cumplimiento normativo como factor de viabilidad .....	27

<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>28</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>28</b>
2.1 Contexto de la investigación.....	28
2.2 Diseño y alcance de la investigación .....	28
2.2.1 Diseño no experimental. – corte transversal .....	28
2.3 Exploratorio – Descriptivo – Correlacional.....	29
2.4 Tipo y métodos de investigación .....	29
2.4.1 Tipo de investigación Mixto .....	29
2.4.2 Método Deductivo.....	30
2.5 Población y muestra.....	30
2.6 Encuesta y recolección de datos .....	31
2.7 Elaboración de la encuesta.....	31
2.8 Validez y confiabilidad de la encuesta .....	35
2.9 Entrevistas y recolección de datos .....	38
2.9.1 Participantes de la entrevista.....	38
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>41</b>
3.1 Resultados de la encuesta – Variable Optimización de recursos.....	41
3.1.1 Optimización de recursos.....	41
3.1.1.1 Gestión de materiales.....	41
3.1.1.2 Planificación de abastecimiento.....	42
3.1.1.3 Control de materiales.....	43
3.1.1.4 Uso de materiales.....	44
3.1.2 Dimensión 2: Planificación y control del proceso productivo.....	45
3.1.2.1 Programación de obra.....	45
3.1.2.2 Seguimiento de procesos.....	46
3.1.2.3 Control de procesos.....	47

3.1.2.4	Prevencción de reprocesos.....	48
3.1.3	Dimensión 3: Uso de herramientas y técnicas de optimización.....	49
3.1.3.1	Construcción limpia.....	49
3.1.3.2	Herramientas digitales.....	50
3.2	Resultados de la encuesta – Variable Reducción de desechos constructivos	51
3.2.1	Dimensión 4: Reducción de desechos constructivos .....	51
3.2.1.1	Prioridad de reducción.....	51
3.2.1.2	Tipos de residuos .....	52
3.2.2	Dimensión 5: Impacto económico de los desechos constructivos .....	53
3.2.2.1	Generación de desechos.....	53
3.2.2.2	Fuentes de residuos .....	54
3.2.2.3	Fallas operativas.....	55
3.2.3	Dimensión 6: Manejo y control de desechos .....	56
3.2.3.1	Clasificación de residuos.....	56
3.2.3.2	Almacenamiento y transporte .....	57
3.2.3.3	Control y registro.....	58
3.2.4	Dimensión 7: Reaprovechamiento y disposición final .....	59
3.2.4.1	Reutilización de materiales .....	59
3.2.4.2	Cumplimiento normativo .....	60
3.3	Comprobación de hipótesis.....	61
3.4	Resultados de la entrevista.....	62
3.5	Análisis general de los resultados .....	63
	<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>65</b>
	<b>PROPUESTA .....</b>	<b>65</b>

4.1	Título de la propuesta .....	65
4.2	Justificación .....	65
4.3	Objetivo general de la propuesta.....	66
4.4	Objetivo específico de la propuesta .....	66
4.5	Desarrollo de la propuesta .....	66
4.5.1	Estructurar la planificación del proceso constructivo mediante el uso del programa ProjectLibre para optimizar la programación de actividades y asignación de recursos reduciendo tiempos improductivos y reprocesos. ....	66
4.5.2	Fortalecer el seguimiento del proyecto mediante la simulación del cronograma en Projectlibre comparando el avance planificado con el realizado, identificando desviaciones de recursos, junto acciones preventivas que contribuyan a la reducción de desperdicios.....	70
4.5.2.1	Detección de desviación de recursos. ....	73
4.5.2.2	Comparación entre planificación y alteraciones. ....	74
4.5.3	Integrar la gestión de recursos materiales en la planificación del proyecto mediante Projectlibre apoyando a la toma de decisiones minimizando el consumo innecesario de materiales, generación de desechos y mejora de la rentabilidad de la edificación. 75	
4.5.3.1	Estrategia 1: Gestión planificada de recursos materiales.....	75
4.5.3.2	Estrategia 2: Control del tiempo como mecanismo de reducción de desechos. 76	
4.5.3.3	Estrategia 3: Enfoque preventivo para la reducción de desechos constructivos. 76	
4.5.3.4	Estrategia 4: Vinculación entre eficiencia operativa y rentabilidad. 76	
	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>79</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>80</b>

<b>Referencias .....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>87</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Fiabilidad de la variable optimización de recursos .....	35
Tabla 2	Análisis de constructo de la primera variable.....	36
Tabla 3	Reducción de desechos constructivos .....	37
Tabla 4	Análisis de constructo de la segunda variable.....	37
Tabla 5	Fiabilidad total del instrumento.....	38
Tabla 25	Correlación de Spearman .....	61
Tabla 32	Indicadores de la propuesta .....	77
Tabla 26	Planificación de recursos.....	87
Tabla 27	Causas de generación .....	87
Tabla 28	Prácticas efectivas .....	88
Tabla 29	Herramientas digitales o metodológicas.....	88
Tabla 30	Gestión y limitaciones de residuos .....	89
Tabla 31	Mejoras para reducir desechos .....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Gestión de materiales .....	41
Figura 2 Planificación de compra.....	42
Figura 3 Control de consumo .....	43
Figura 4 Uso de materiales .....	44
Figura 5 Programación de obra .....	45
Figura 6 Seguimiento continuo .....	46
Figura 7 Control de proceso .....	47
Figura 8 Prevención de reprocesos .....	48
Figura 9 Aplicación de principios .....	49
Figura 10 Herramientas digitales.....	50
Figura 11 Reducción de desechos .....	51
Figura 12 Identificación de residuos .....	52
Figura 13 Incremento de costos.....	53
Figura 14 Errores constructivos.....	54
Figura 15 Fallas operativas.....	55
Figura 16 Clasificación de residuos .....	56
Figura 17 Almacenamiento y transporte .....	57
Figura 18 Control y registro .....	58
Figura 19 Reaprovechamiento de materiales.....	59
Figura 20 Cumplimiento de normas .....	60
Figura 21 Programación de actividades del proceso constructivo .....	67
Figura 22 Diagrama de Gantt .....	67
Figura 23 Lista de recursos.....	68

Figura 24 Asignación de recursos .....	68
Figura 25 Tareas Críticas.....	69
Figura 26 Visualización de costos .....	69
Figura 27 Columnas para seguimiento .....	71
Figura 28 Simulación del avance del proyecto.....	71
Figura 29 Línea base del Proyecto .....	72
Figura 30 Detección de desviación de tiempo.....	72
Figura 31 Alteración de tiempo .....	73
Figura 32 Detección de desviación de recursos.....	73
Figura 33 Comparación entre planificación y alteraciones .....	74
Figura 34 Comparación de costos .....	74

## RESUMEN

La presente investigación aborda la optimización de recursos y la reducción de desechos constructivos en la construcción de un edificio, para maximizar su rentabilidad. El objetivo general se dirigió a analizar la optimización de recursos y reducción de desechos constructivos en un edificio para maximizar su rentabilidad. El estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto, con diseño no experimental de corte transversal, utilizando técnicas cuantitativas y cualitativas mediante encuesta y entrevista. Los resultados evidenciaron que las deficiencias en la planificación, el control del proceso productivo y el uso limitado de herramientas digitales incrementan la generación de desechos y los sobrecostos. Se concluyó que la aplicación de estrategias de planificación, control y optimización de recursos, apoyadas en herramientas de gestión como ProjectLibre, contribuye a reducir desperdicios y mejorar la rentabilidad de los proyectos de edificación.

**Palabras claves:** optimización, recursos, desechos.

## **ABSTRACT**

This research addresses resource optimization and the reduction of construction waste in building construction to maximize profitability. The overall objective was to analyze resource optimization and construction waste reduction in a building to maximize its profitability. The study was conducted using a mixed-methods approach, with a non-experimental, cross-sectional design, employing both quantitative and qualitative techniques through surveys and interviews. The results showed that deficiencies in planning, production process control, and the limited use of digital tools increase waste generation and cost overruns. It was concluded that the application of planning, control, and resource optimization strategies, supported by management tools such as ProjectLibre, contributes to reducing waste and improving the profitability of building projects.

**Keywords:** optimization, resources, waste.

# INTRODUCCIÓN

La actividad de la construcción de edificaciones constituye una actividad estratégica para el desarrollo urbano y socioeconómico, pero al mismo tiempo se puede observar que en este ámbito se puede encontrar el conjunto de dificultades que están vinculadas con la eficiencia en el consumo de materiales y de recursos, la productividad y la sostenibilidad (Vela & Luévanos, 2020). A lo largo de los últimos años, la necesidad de optimizar los recursos que están disponibles y controlar los niveles de desperdicio ha pasado a ser un objetivo prioritario de las empresas constructoras, debido al aumento en los costes de los insumos, a las exigencias competitivas y a las demandas de los proyectos que son rentables y respetan al medio ambiente (Coha & Termo, 2023).

Dichas limitaciones han contribuido al incremento del interés por metodologías que son útiles para que la planificación, la ejecución y el control de los procesos constructivos sean mejores, en particular en aquellas obras donde la estructura es la fase constructiva de mayor relevancia económica y operativa (Paknahad et al., 2025). En este contexto, el objetivo de esta investigación es el análisis de la optimización de recursos y la reducción de desechos constructivos en un edificio para maximizar su rentabilidad. El estudio se centra en cómo la gestión técnica, organizativa y operativa incide en un uso eficiente de los materiales y la generación de desperdicios, pero además también busca poder establecer lineamientos que proporcionen una mejor ejecución del proyecto (Gadway & Triguero, 2024).

Esta visión permite estudiar de forma global el comportamiento del proceso constructivo, así como adoptar propuestas que extiendan criterios económicos, técnicos y de sostenibilidad. El alcance del trabajo incluye el análisis del consumo de materiales, con la identificación de puntos críticos de pérdidas, el análisis de prácticas constructivas y formulación de la propuesta de mejora. Para ello, se emplearán técnicas de análisis cuantitativo y cualitativo para obtener información sobre métodos de optimización y herramientas propias de la gestión de la construcción. Esto no solo permitirá entender el qué, sino el por qué y cómo en su relación con la rentabilidad del proyecto (Kelechi et al, 2024).

La tesis defiende la idea que la optimización de recursos es uno de los ejes principales para llegar a un proceso de construcción más eficiente, dado que la reducción del desperdicio

de los materiales afecta de forma directa e indirecta a los costes, los tiempos de ejecución y la calidad del producto final. Esto sirve de orientación para demostrar que la racionalización del uso de materiales, la mejora de los procesos internos de trabajo y la incorporación de herramientas como la de análisis y de control redundan en la obtención de un aumento medible en la rentabilidad.

El estudio tiene una dimensión social, profesional y académica. Desde el punto de vista social, promueve otras prácticas constructivas en cuanto a la disminución de generación de residuos, así como el uso consciente de los recursos. Desde una perspectiva profesional, provee una herramienta de ayuda para ingenieros, para residentes de obra o para empresas constructoras que quieren incrementar su competitividad a través de procesos más eficientes y ordenados. Desde la perspectiva educativa, contribuye a la comprensión de la relación entre optimización de recursos, reducción de desperdicio y valor económico, áreas donde escasea la evidencia aplicada al campo del proyecto de edificación.

### **Planteamiento de la investigación**

La industria de la construcción es responsable del consumo del 40% de los recursos naturales y del 36% de la energía mundial. Varias investigaciones han demostrado que los desechos de construcción y demolición representan cerca del 40% de los residuos sólidos totales, generando un 36% de las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo del ciclo de vida de los edificios, esto constituye un problema ambiental y económico de gran escala (Moustafa et al., 2025). La literatura reciente hace énfasis que la ineficiencia en la gestión de materiales y la baja recuperación de residuos aumentan los costos de operación, reducen la competitividad del sector y no generan aportes hacia modelos productivos sostenibles que favorezcan a la economía circular (Paknahad et al., 2025).

Durante la construcción de un edificio las pérdidas materiales más comunes son los encofrados, hormigón, acero estructural, sistemas de losas y materiales de terminación. Dentro de este aspecto, investigaciones realizadas en elementos estructurales han demostrado que la optimización del corte de armaduras usando herramientas matemáticas como la función Solver de Excel o algoritmos lineales reduce hasta un 15% la merma de acero, reduciendo el costo en el suministro de materiales (Yuliana et al., 2022). Por otro lado, se ha comprobado que el uso alternativo de losas ligeras, prefabricada o con vacíos plásticos

en edificaciones multifamiliares, han tenido mayor eficiencia al reducir el consumo de hormigón y acero, de este modo se mejora el rendimiento estructura y reduce el impacto ambiental sin comprometer la seguridad y normativas vigente. De tal manera se demuestra que la optimización de materiales no solo es viable técnicamente, sino altamente rentable cuando se implementa de forma planificada (Benoit, 2020).

La mala gestión dentro de los proyectos tiene un impacto negativo dado que se prolongan los plazos de ejecución, aumentos de costos y baja productividad. Los retrasos y sobrecostos por mala planificación se generan por la falta de una programación detalla y un seguimiento efectivo de las actividades, esto se convierte en un problema crítico que genera demoras considerables y afecta la coordinación general del proyecto. La falta de planificación conlleva a gastos de recursos sin restricciones, generando problemas en las etapas finales (Ayebeng et al., 2023).

En cuanto a la baja productividad de la mano de obra, esto se relaciona con múltiples variables que incluyen factores técnicos, administrativos, de recurso humano y factores externos, esta dimensión de la gestión se ve afectada por las decisiones tomadas en etapas de planificación y diseño, la falta de modulación y estandarización de los diseños y el desconocimiento de las condiciones de sitio (Castillo, 2024). El uso de métodos de construcción tradicionales puede resultar en retrasos y sobrecostos debido a problemas de coordinación entre disciplinas, falta de supervisión y retrabajos frecuentes.

A nivel organizacional se ha identificado que la mayor parte de desperdicios en obra se deriva de fallas en la planificación, deficiencias en los procesos, reconstrucciones, errores de diseño y la falta de uso de tecnologías digitales, se estima que se desperdicia el 20% de los materiales usados en obra (Chuquen, 2022). Estudios realizados en la construcción de edificaciones han demostrado que el uso de estrategias basadas en Construcción limpia ha permitido reducir tiempos improductivos, mejorar la coordinación de cuadrillas y disminuir significativamente los residuos generados en obra, lo cual se traduce en un aumento directo de la rentabilidad del proyecto.

Sin embargo, las debilidades identificadas que dificultan las operaciones son la adopción parcial o nula de enfoques “Limpios” y de “economía” circular debido a la limitada capacitación del personal y la falta de protocolos sistematizados para minimizar residuos. La

baja cultura organizacional dentro de las empresas constructoras impide una gestión eficaz de los desperdicios durante la construcción aumentando costos asociados a materiales y mano de obra (Chen et al., 2024).

En el contexto ecuatoriano, investigaciones en el sector de la construcción han demostrado que el 97% de los residuos generados en obra son pétreos (desechos de excavaciones, hormigón, ladrillo, etc.) y solo el 3% son metálicos, se estima que semanalmente se desalojan entre 1 y 10 m<sup>3</sup> en una obra promedio (Cabrera et al., 2023). Por otro lado, el desecho de hormigón ha alcanzado el 14.80% y el desperdicio de acero de refuerzo ha tenido un promedio de 14.41% (Soledispa & Meza, 2024).

Otros de los factores que inciden en la mala gestión son los sobrecostos y retrasos afectando directamente a la rentabilidad. La baja productividad de la mano de obra se sitúa entre el 40% y el 60% de su eficiencia potencial (Leandro & Abarca, 2018). Los errores generados en la construcción tradicional pueden resultar en un costo promedio de 3% del valor total del proyecto, mientras que el retrabajo puede consumir hasta el 30% de la actividad de construcción (Chérrez & Diaz, 2023). El empleo de metodologías tradicionales puede generar un sobre costo de 2% del total de la obra, mientras que la falta de planificación puede aumentar el tiempo en un 16.6% (Soledispa & Meza, 2024).

Si bien existen trabajos de investigación en múltiples países sobre la administración de los recursos y la reducción de los desechos constructivos que han aportado para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad en el ambiente de trabajo de la construcción, los resultados de estos trabajos no han sido adoptados ni sistemáticamente aplicados a las edificaciones del Ecuador. En el contexto nacional permanecen problemáticas propias de la labor de la construcción, como los altos niveles de desperdicio de cada uno de los insumos y los sobrecostos, lo que demuestra la escasa incorporación de modelos de optimización, para la reducción de los desechos, aplicados a las especificidades técnicas, organizativas y productivas de la producción de la construcción ecuatoriana.

En este sentido se muestra la necesidad de realizar trabajos de investigación específicos e integrales sobre la reducción de los desechos y la optimización de los recursos a partir de una visión contextualizando, desde las especificidades del marco construido del

país y el impacto de los resultados de la construcción en la rentabilidad de los proyectos de edificación.

### **Formulación del problema de investigación**

¿Cómo es el uso de los recursos y el manejo de desechos constructivos en un edificio para maximizar su rentabilidad?

### **Justificación**

La investigación se justifica teóricamente al contribuir a la base de conocimiento existente relacionada con la optimización de los recursos y la minimización de residuos en la construcción, temáticas fundamentales en las corrientes actuales de Construcción Limpia, Gestión sostenible, Economía circular y Modelos de optimización en ingeniería (Moustafa et al., 2025).

La literatura ha señalado que los residuos en la construcción no son sólo un problema físico o logístico, sino que responden a ineficiencias sistémicas, errores de planificación, excesos de aprovisionamiento, errores de diseño o formas de operar que no han incorporado herramientas de mejora continua y análisis. No obstante, restan importantes vacíos en cuanto a la integración de estas corrientes en el caso concreto de las edificaciones y específicamente de las partidas críticas como son las de acero, hormigón, encofrados y los elementos estructurales.

Conforme a la corriente de la Construcción Limpia, se puede hacer una correcta optimización de los recursos de la forma indicada que para el efecto en una buena productividad traduciendo los residuos a mejoras directas, si bien la literatura no señala métodos cuantitativos o modelos aplicados a elementos estructurales en particular. De igual forma, los avances en economía circular y sostenibilidad que plantean reutilizar o recuperar materiales, tampoco han acercado explícitamente estas teorías a la optimización operativa dentro de una obra real.

La presente tesis contribuye a acotar esta brecha en el ámbito de la gestión de los procesos, modelos de optimización, análisis de costes, metodologías limpias y sostenibilidad. De esta forma, provee un marco teórico y metodológico que puede ser replicado en futuras investigaciones y ampliando el debate académico en temas de eficiencia

en la construcción, innovación tecnológica y estrategias de reducción de residuos como mecanismos para mejorar la rentabilidad del sector.

**Objetivo General:**

Analizar la optimización de recursos y reducción de desechos constructivos en un edificio para maximizar su rentabilidad.

**Objetivos Específicos:**

- Diagnosticar el consumo de materiales y la generación de desechos constructivos en la construcción de un edificio.
- Identificar factores organizacionales, técnicos y operativos que influyen en la generación de desperdicios.
- Diseñar una propuesta para la mejora de la gestión de recursos y reducción de desechos en una edificación para maximizar su rentabilidad.

**Planteamiento hipotético**

La optimización de recursos contribuye a la reducción de desechos constructivos en un edificio para maximizar su rentabilidad.

**Variables de investigación**

- Variable Independiente: Optimización de recursos
- Variable dependiente: Reducción de desechos

# CAPÍTULO 1.

## MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 1.1 Revisión de literatura

La optimización de recursos y reducción de desechos constructivos ha sido un tema de gran interés dentro de la gestión de la construcción llevando a realizar diferentes investigaciones a nivel global. Para una mejor comprensión de los modelos empleados es necesario revisar las siguientes terminologías. La metodología Building Information Modeling (BIM) traducido al español, Modelado de información de construcción se define como un enfoque de gestión colaborativa que integra información geométrica, técnica y económica de una edificación a lo largo de todo su ciclo de vida, permitiendo mejorar la planificación, el control de recursos y la toma de decisiones en los proyectos de construcción. Por su parte, Lean Construction es una filosofía de gestión basada en la eliminación de actividades que no generan valor, la reducción de desperdicios y la optimización continua de los procesos productivos, con el objetivo de maximizar la eficiencia y el valor para el cliente.

El estudio realizado por Hei et al. (2024) titulado; Implementación de métodos BIM (y construcción eficiente para mejorar el rendimiento de un proyecto de construcción en la etapa de desmontaje y reutilización empleó una metodología de estudio de caso en China para implementar principios de construcción limpias y modelado de información en la construcción en la etapa de desensamble y reutilización de un proyecto constructivo. Los resultados demostraron que el uso de los principios mejoró la colaboración, planificación y gestión de materiales para ser reaprovechados, se concluyó que el establecer un adecuado sistema de gestión no solo optimiza procesos, también permite la práctica circular de reutilización.

Esta investigación aporta evidencia de que el uso de métodos de construcción limpia y modelados de información tienen un impacto positivo en la reducción de desechos y el reciclaje de recursos lo cual favorece al aspecto económico de los proyectos.

La investigación realizada por Mitera & Zima (2025) titulada; Optimización de la eficiencia de la construcción: un enfoque integral basado en encuestas para la identificación de residuos y recomendaciones con BIM y Lean Construction, usó una metodología de

enfoque cuantitativo usando como herramienta la encuestas aplicadas a contratistas en Polonia para analizar desperdicios en distintos periodos, los resultados identificaron que a generación de desperdicios se debían a errores en el diseño, retrasos en la ejecución y defectos en la calidad y la limitada madurez de sistemas de gestión y construcción limpia, se concluyó que el uso de programas adecuados de gestión se presentan con una solución eficaz para reducir desperdicios, mejorar la coordinación y optimizar el desempeño técnico.

Esta investigación respalda la importancia del uso de metodologías de Modelado de información de construcción conocido por su nombre en inglés como Building Information Modeling (BIM) y construcción limpia para reducir los desperdicios y mejorar de manera eficientes varios procesos clave en la construcción de una edificación.

El trabajo realizado por Montes (2025) nombrado; Optimización del cálculo de materiales y gestión de residuos en la construcción en Honduras, se empleó un enfoque de investigación mixto aplicando encuestas y entrevistas a ingenieros civiles, los resultados evidenciaron deficiencias en los métodos tradicionales de construcción, falta de uso de tecnologías avanzadas y oportunidades para integrar prácticas de construcción limpia y economía circular para mejorar la eficiencia y reducir los residuos, se concluyó que el empleo de estrategias integradas que combinan métodos de optimización, economía circular y soporte digital generan mejoras en la eficiencia operativa, reduce desperdicios y gestiona de mejor manera los costos en los proyectos.

Esta investigación da soporte al tema de estudio dado que brinda información sobre estrategias de optimización de recursos y gestión de residuos, brindando un marco integrado para adaptar al contexto del estudio.

## **1.2 Desarrollo teórico y conceptual**

### **1.2.1 *Optimización de recursos en la construcción***

La optimización de recursos en la construcción se concibe como un proceso sistemático orientado a mejorar la eficiencia en el uso de materiales, mano de obra, equipos y tiempo, mediante la aplicación de estrategias de planificación, control y mejora continua. La gestión de recursos persigue una buena optimización de la eficiencia de su proyecto al reducir el desperdicio y las actividades no añadidas para el proceso constructivo (Coha & Termo, 2023). Desde el ámbito de gestión, la gestión de recursos optimizados da lugar a una

definición clara de objetivos, a la elección de métodos de trabajo y al desarrollo de decisiones justificadas en la gestión racional o eficiente de los recursos que seguirán en la óptima dirección a lo largo del ciclo de vida del proyecto (Soledispa & Meza, 2024).

En este sentido, la optimización de los recursos se apoya en principios modernos como la economía circular que, a su vez, fomenta la reutilización, el reciclaje y la duración ampliada del ciclo de vida de los materiales, ayudando a disminuir la dependencia de recursos no renovables, así como a generar valor añadido mediante prácticas constructivas más sostenibles/eficaces, por consiguiente, la optimización de la provisión no sólo tiene como objetivo la eficiencia, sino que añade criterios ambientales y económicos de forma que se une la gestión de la construcción con modelos productivos sostenibles.

### **1.2.2 *Importancia de la optimización de recursos***

La optimización de recursos adquiere una relevancia fundamental en el sector de la construcción debido a su impacto directo en el desempeño ambiental, operativo y económico de los proyectos. La industria constructiva ejerce una presión considerable sobre el entorno natural como resultado del alto consumo de recursos y la generación de residuos, por lo que la adopción de estrategias de optimización se convierte en una herramienta clave para mitigar dichos efectos. En esta misma línea, la optimización ayuda a mitigar el impacto medioambiental, fomenta la sostenibilidad del sector y favorece la defensa de los ecosistemas (Nowotarski et al., 2019).

Desde el punto de vista operativo, una buena optimización de los recursos permite alcanzar resultados más predecibles, aumentar la productividad e incrementar la calidad en los procesos constructivos. La ejecución obtenida de la aplicación de metodologías de gestión como Construcción limpia y el Modelado de Información de la Construcción, facilita la detección de desviaciones, errores y riesgos, permitiendo una toma de decisiones más rápida y una gestión proactiva del proyecto. Asimismo, la optimización se orienta a la gestión del desperdicio, entendido como cualquier uso ineficiente de recursos o actividad que no aporte valor al producto final, siendo su reducción un factor determinante para mejorar el desempeño global del proyecto.

### **1.2.3 *La optimización de recursos y la rentabilidad en la construcción***

La relación entre la optimización de recursos y la rentabilidad en los proyectos de construcción es directa y significativa, dado que una gestión eficiente incide positivamente en los costos operativos, los plazos de ejecución y la viabilidad financiera del proyecto. La optimización tiene como finalidad reducir los costos producto de los desperdicios de materiales, de reprocesos y de ineficiencias, lo que conlleva una mayor rentabilidad del presupuesto y una mejor rentabilidad del proyecto (Kelechi et al., 2024).

Las metodologías como la Construcción Limpia están enfocadas a maximizar el valor entregado para el cliente eliminando sistemáticamente aquellas actividades que no aportan valor, lo que ayuda a aumentar la rentabilidad. Y la optimización del tiempo de ejecución permite disminuir aquellos costos indirectos que están asociados a la duración de la obra, además de ayudar a la competitividad de las empresas del sector de la construcción (Alsabbagh & Abdulrahman, 2025).

La recuperación y aprovechamiento de residuos, a partir de las premisas de la economía circular, pueden aportar beneficios económicos adicionales por cuanto reduce los costos relativos a la disposición final de residuos de manera que a la vez se contribuye a la eficiente utilización de recursos, aunque esto requiera de un costo inicial en implementar prácticas de sostenibilidad que conllevan a la existencia de barreras operativas y financieras por parte de las empresas del sector de la construcción.

#### **1.2.3.1 Gestión de materiales**

La gestión de materiales en la construcción se define como un proceso estratégico que integra personas, organizaciones, tecnologías y procedimientos con el propósito de planificar, controlar y asegurar el uso eficiente de los materiales y equipos durante todas las etapas del proyecto. Su objetivo principal es maximizar la productividad y la eficiencia, minimizando los costos y contribuyendo a la mejora de la calidad de la obra. Una correcta gestión es capaz de garantizar la oportuna existencia de los materiales, reducir las incertidumbres del proceso de construcción y permitir la mejora de los resultados operativos (Rea, 2017).

. Asimismo, constituye un elemento clave para la optimización de recursos, al permitir un control efectivo del flujo de materiales y su correcta utilización en cada actividad

constructiva. De la misma forma, constituye un elemento esencial para maximizar recursos, dado que facilita un adecuado control del flujo de los materiales y de su correcto uso en cada una de las actividades de la construcción.

### **1.2.3.2 Planificación de abastecimiento**

La planificación de abastecimiento tiene que ver con la preparación de estrategias acerca de cómo adquirir, ingresar y utilizar materiales en obra con el propósito de asegurar que los materiales estén en las obras el tiempo adecuado y de evitar ineficiencias operativas. En esto también hay programación de pedidos, coordinación con proveedores, almacenamiento y distribución de los insumos necesarios para el trabajo a realizar (Ajayi et al., 2017).

Una planificación logística adecuada asimila por otro lado equivalentes a la entrega adecuada a la necesidad real del proceso productivo que permiten acotar el tiempo de almacenaje, disimular los daños o evitar la acumulación excesiva de materiales. En este ámbito, la gestión de la cadena de suministro adquiere una relevancia notoria en la medida que permite coordinarse con los proveedores de modo que contribuye a la provisión más ajustada y eficiente de los recursos en función de los objetivos del proyecto.

### **1.2.3.3 Control de consumo y minimización de desperdicios**

El control de consumo se orienta a la reducción sistemática del desperdicio de materiales durante la ejecución del proyecto, entendiendo el desperdicio como cualquier uso ineficiente de recursos o actividad que no aporte valor al proceso productivo. Este enfoque es esencial en la construcción, donde históricamente se han identificado altos niveles de ineficiencia asociados a errores constructivos, mala planificación y deficiencias en el control del inventario (Vega, 2024).

La implementación de mecanismos de control hace posible un cálculo correcto de los materiales que van a ser requeridos y, además, un correcto funcionamiento de los inventarios, evitando así exceso de pedidos o pedidos erróneos. También se tiene que trabajar, al igual que la minimización del sobrado, desde un principio del proyecto, el cual tiene que actuar directamente sobre las causas que han llevado a que se generen los residuos, así como desarrollar también una cultura de organización productiva, de eficiencia y de consumo responsable.

#### **1.2.3.4 Uso racional de materiales estructurales**

El uso racional de materiales estructurales se fundamenta en la optimización del diseño y la selección adecuada de métodos constructivos que permitan reducir el consumo de recursos sin comprometer la seguridad, funcionalidad ni el cumplimiento de la normativa técnica. Este enfoque busca equilibrar las exigencias estructurales con criterios de eficiencia material y sostenibilidad (Mengesha, 2025).

Se han identificado varios elementos constructivos como las losas de concreto y los sistemas de refuerzo los cuales presentan oportunidades de mejora, dado que muchos son diseñados con tamaños grandes o largos lo cual incrementa el consumo de materiales y generación de desechos. Por lo tanto, el realizar un ajuste estructural permite ajustar el diseño y los procesos constructivos para un mejor rendimiento de materializales, minimizando costos y residuos. Para materiales de alto impacto económico, como el acero de refuerzo, la aplicación de modelos matemáticos y técnicas de optimización constituye una herramienta eficaz para racionalizar su uso y mejorar la eficiencia global del proyecto.

#### **1.2.4 *Planificación y control del proceso productivo***

La planificación y control del proceso productivo en la construcción se conciben como un conjunto integrado de estrategias, metodologías y acciones orientadas a organizar, coordinar y supervisar las actividades del proyecto, con el propósito de maximizar la eficiencia, la productividad y el valor generado. Este proceso permite asegurar el cumplimiento de los objetivos relacionados con calidad, costo y tiempo, mediante una gestión sistemática que anticipa riesgos, reduce incertidumbres y mejora la toma de decisiones durante la ejecución de la obra (Paxi, 2015).

La gestión del proceso productivo se basa en la definición y detalle de los objetivos, en la elección de las metodologías adecuadas y en una planificación suficientemente dotada que minimice las contingencias. Además, permite dar cuenta y comunicar convenientemente la evolución del proyecto, así como los resultados, favoreciendo la coordinación que requieren las funciones de los diferentes actores intervinientes (Benoit, 2020). De este modo, incorporar metodologías de trabajo como el Modelado de Información de la Construcción y los principios de la Construcción limpia es clave para una integración de las distintas fases

de la gestión, mejorar la utilización de recursos, mejorar la coordinación interdisciplinar y elevar el rendimiento general del proyecto.

#### **1.2.4.1 Programación de obra**

La programación de obra constituye una herramienta esencial dentro del proceso de planificación, ya que permite organizar de manera lógica y secuencial las actividades del proyecto, estableciendo relaciones entre tareas, tiempos de ejecución, hitos y recursos asignados. El cronograma representa una visión integral del proceso constructivo, facilitando el control del avance y la identificación de actividades críticas cuya correcta ejecución resulta determinante para el cumplimiento de los plazos establecidos (Benoit, 2020).

Desde el punto de vista de la gestión, una programación correcta permite estructurar de forma coherente el proyecto desde su inicio hasta su finalización, reconociendo prioridades, restricciones y recursos críticos. Las representaciones gráficas del cronograma, incluidos los diagramas de hitos, los diagramas de barras y los diagramas de red, son herramientas que facilitan el análisis del control del flujo de actividades y del avance de la obra; permiten visualizar la secuencia lógica de los procesos y constituyen la base de la toma de decisiones (Talib, 2024).

La gestión del tiempo en la planificación se convierte en un proceso dinámico que incluye la planificación previa, el seguimiento del avance, la memoria final de la obra ejecutada, etc. Tal apoderamiento permite realizar comparaciones con el desempeño real, constatar las desviaciones y poder interpretar el impacto de los imprevistos. Dentro de este proceso, el análisis de la ruta crítica toma especial importancia, ya que permite confirmar que aquellas actividades cuya demora conlleva una consecuencia directa sobre los plazos de ejecución del proyecto, haciendo evidente la necesidad de garantizar un control exhaustivo de aquellas fases estructurales y de producción de la obra.

#### **1.2.4.2 Seguimiento y control del proceso**

El seguimiento y control del proceso productivo constituyen la fase mediante la cual se supervisa de manera continua la ejecución del proyecto, verificando el cumplimiento de lo planificado y asegurando que las actividades se desarrollen conforme a los objetivos establecidos. Este proceso permite detectar a tiempo desviaciones, medir sus efectos y llevar

a cabo acciones correctivas que eviten sobrecostos, demoras y una pérdida de la producción (Bellido & Renzo, 2025).

La vigilancia continua de las actividades supervisadas ayuda a conseguir un control eficaz del proyecto y aumenta la capacidad de respuesta ante eventualidades. Una deficiente planificación o seguimiento no sistemático de la misma, puede llevar a un uso deficiente de los recursos y a la generación de problemas que van acumulándose y afectando a la calidad del proyecto que se hace cada vez más evidente en la fase final de la obra. Por ello, el control del proceso productivo se apoya en la comparación permanente entre el avance real y la línea base del cronograma, que actúa como referencia oficial para evaluar el desempeño del proyecto (Guevara, 2025).

En este sentido, el correlato de herramientas digitales que acompañan el Modelado de Información de la Construcción ofrece un retorno significativo, ya que permite vislumbrar en cierta manera la anticipación del proyecto y, en cierta medida, nos ofrece la posibilidad de poder identificar conflictos entre los diferentes sistemas constructivos. Identificar con antelación estas interferencias permite reducir el número de errores, minimizar ajustes tardíos y mejorar la coordinación entre disciplinas, así como robustecer el control del proceso de producción y la eficiencia general de la obra.

#### **1.2.4.3 Prevención de reprocesos y tiempos improductivos**

La prevención de reprocesos y tiempos improductivos se orienta a la eliminación sistemática de ineficiencias dentro del proceso constructivo, las cuales se manifiestan principalmente en forma de desperdicio y retrabajo. Estas deficiencias favorecerán la disminución de la productividad, el aumento de costes y la reducción del valor generado por el proyecto, por ello la gestión de su control se convierte en un objetivo primario de la gestión de la construcción (Guevara, 2025).

El uso de la construcción limpia es una de las principales herramientas que evita ineficiencias, esto se logra a partir de la eliminación de todas aquellas actividades que no aporten valor, la mejora continua de los procesos y la optimización del uso de los recursos. El poner en práctica ejemplos como la provisión ajustada de materiales evita la pérdida de los mismos al ser almacenados por un largo tiempo o por realizar pedidos innecesarios, de esta manera se contribuirá a dar mayor fluidez a los procesos (Ayebeng et al., 2023).

Asimismo, la integración de la metodología de Modelado de información de construcción en las etapas de diseño y planificación permite anticipar conflictos y reducir la ocurrencia de errores en obra, disminuyendo la necesidad de retrabajos y fortaleciendo la eficiencia del sistema constructivo.

### **1.2.5 *Uso de herramientas y técnicas de optimización***

El uso de herramientas y técnicas de optimización en la construcción se concibe como la aplicación planificada, sistemática y coordinada de metodologías de gestión, modelos analíticos y tecnologías digitales orientadas a mejorar el desempeño del proyecto. Este enfoque se orienta a maximizar la eficiencia de los procesos constructivos y la productividad incrementando el valor creado y minimizando las pérdidas debidas a una gestión inadecuada de tiempos, costes y recursos disponibles (Lucero, 2025).

La optimización a través de la aplicación de herramientas específicas permite abordar la complejidad de los procesos de las obras de construcción, dando entrada a la toma de decisión fundamentada en la información proveniente de análisis e informes técnicos. Mediante la utilización de estas herramientas se pueden identificar mejoras del proceso, detectar conflictos, reducir la variabilidad de los procedimientos e insertar herramientas de gestión integrado que consigan contribuir al cumplimiento de los objetivos del proyecto.

#### **1.2.5.1 Aplicación de la Construcción limpia**

Esta metodología se define como un enfoque de gestión orientado a la eliminación sistemática de errores, ineficiencias y desperdicios durante la ejecución de los procesos constructivos. Su filosofía se centra en maximizar el valor para el cliente mediante la reducción de aquellas actividades que no aportan valor al producto final, promoviendo procesos más eficientes, ordenados y confiables (Chen et al., 2024).

Esta filosofía tiene como objetivos la reducción de costes, la aceleración de los plazos de entrega, el incremento de la productividad y la optimización de las condiciones de seguridad en obra. Este enfoque identifica diferentes tipos de desperdicio que vendrían asociados al transporte no indispensable, tiempos de espera, sobreproducción, defectos, inventarios excesivos, movimientos no necesarios y procesos redundantes (Paknahad, Tohidi, & Bahadori, 2025).

La ejecución de la Construcción limpia se apoya en herramientas para facilitar su desarrollo en obra, es decir, sistemas colaboradores de planificación, mapeo de los flujos de valor, la provisión de materiales bajo requerimiento y las estrategias de prefabricación. Las herramientas utilizadas permiten reducir la variabilidad del proceso de obra, mejorar la colaboración entre los intervinientes y evitar pérdidas en los flujos de trabajo. Asimismo, la Construcción limpia se vincula estrechamente con la sostenibilidad, ya que sus principios de reducción de desperdicios y uso eficiente de los recursos contribuyen a disminuir el impacto ambiental de la construcción y a equilibrar los desafíos económicos y operativos de los proyectos sostenibles.

#### **1.2.5.2 Apoyo de herramientas digitales**

Las herramientas digitales constituyen un soporte fundamental para la implementación efectiva de las estrategias de la Construcción limpia y los modelos de optimización, al proporcionar un entorno integrado para la gestión de la información, el análisis técnico y la coordinación del proyecto. Estas herramientas permiten el manejo de grandes volúmenes de información y la comunicación más ágil entre los diferentes actores que forman parte del proceso constructivo (Soledispa & Meza, 2024).

El Modelado de la Información de la Construcción se considera como una metodología central en este aspecto, porque asocia a un modelo digital la información geométrica, técnica y operacional del proyecto y, por lo tanto, promueve la colaboración multidisciplinaria, la mejora de la calidad de la información e, incluso, la disminución de la probabilidad de errores en el desarrollo de la obra. Por medio de la cuantificación precisa de los materiales y la integración de los costes, se pueden optimizar los presupuestos de compra y evitar las pérdidas relacionadas con previsiones irrealizables. De la misma manera, la adición del tiempo a los modelos digitales facilita la simulación del proceso constructivo, facilita la visualización de la secuencia de actividades y también permite la mejora de la duración de la ejecución (Arroyo, 2024).

La detección temprana de interferencias entre los diferentes sistemas del proyecto es, igualmente, uno de los aspectos más importantes de las herramientas digitales, dado que permiten prever y solucionar los problemas antes de la construcción de la obra actual, evitando retrabajos, retrasos y costes adicionales. En conjunto, el uso de herramientas

digitales fortalece la gestión del proyecto y contribuye de manera significativa a la optimización de recursos y a la reducción de desechos en la construcción.

### **1.2.6 Reducción de desechos constructivos**

La reducción de desechos de construcción, también conocida como minimización de residuos, se considera un proceso integral que implica el análisis, la toma de conciencia y el cambio de la planificación, del diseño y ejecución de la obra, para disminuir la producción de residuos en su origen. En este sentido, los desechos de construcción se entienden como cualquier forma de ineficiencia del uso de materiales, mano de obra o maquinaria en el transcurso de un proyecto, así como también los residuos sólidos generados por actividades de construcción, rehabilitación o reparación de edificios (Cabezas, 2018).

Uno de los principios clave en la reducción de desechos es la jerarquía de residuos, que establece un orden de preferencia para la gestión de los materiales descartados, y se hace con el objetivo de reducir la carga de los mismos al medio ambiente. La jerarquía de residuos pone en primer lugar la prevención, que significa eliminar las razones que causan el residuo en las primeras fases del proyecto (Palma & Ortiz, 2023).

En segundo lugar, pone el énfasis en la reutilización, la que significa alargar la vida de una materia utilizando directamente el material para el mismo fin u otro fin. Finalmente, considera el reciclaje como un proceso de transformación física que permite reincorporar los residuos como materia prima en nuevos ciclos productivos. Bajo este enfoque, la reducción de desechos enfatiza la intervención temprana sobre las fuentes de generación del desperdicio, antes de que este se convierta en un problema operativo, económico o ambiental.

### **1.2.7 Tipos de desechos constructivos**

Los desechos constructivos, también conocidos como residuos de construcción y demolición, comprenden el conjunto de materiales sólidos generados durante las actividades de edificación, rehabilitación, mantenimiento o demolición de obras civiles. Dichos residuos se pueden catalogar por su propiedad y su peligrosidad, lo que resulta básico para establecer una adecuada forma de gestionar, tratar y su eliminación final (Vela & Luévanos, 2020).

Desde la clasificación según su propiedad se distingue entre aquellos residuos inertes, que son los que no tienden a transformarse, no son susceptibles de constituir un riesgo para

la salud humana ni para el medioambiente, pues son materiales que habitualmente hacen que esa propiedad se mantenga inalterable y que no reaccionan químicamente con otros elementos. Otro grupo son los residuos no peligrosos, que pueden gestionarse como si fueran residuos domésticos con alto potencial para su recuperación a través de las operaciones de reciclaje. Luego están los residuos peligrosos o especiales que contienen sustancias perjudiciales para la salud y el medioambiente, dado que tienen propiedades específicas como la toxicidad, la reactividad, la inflamabilidad o la corrosividad, que requieren un manejo y un control específico (Bazalar, 2021).

De acuerdo a su composición, los residuos constructivos son de amplia variedad. En muchos casos los residuos de la construcción se generan de forma mezclada y se hace difícil gestionarlos. En los residuos de la construcción se puede encontrar material pétreo, provienen de los elementos constitutivos estructurales, de la obra gris, metales provenientes de los sistemas de refuerzo e instalaciones; los plásticos de las tuberías, del aislamiento y embalajes; otros materiales como madera, vidrio, yeso, productos de aislamiento. La diversidad y mezcla de estos residuos incrementan la complejidad de su manejo y refuerzan la necesidad de estrategias de reducción y segregación desde el origen.

### **1.2.8 *Impacto ambiental de los desechos constructivos***

La generación y gestión inadecuada de los desechos constructivos producen impactos ambientales significativos que afectan de manera directa al entorno natural. La industria de la construcción se caracteriza por un elevado consumo de recursos naturales y energía, así como por una importante contribución a la generación de residuos sólidos y emisiones contaminantes. Estas circunstancias favorecen el agotamiento de los recursos disponibles y provocan la intensificación de los efectos del cambio climático (Cabezas, 2018).

Uno de los riesgos más significativos está asociado a la emisión de gases de efecto invernadero vinculadas a la obtención de materiales de construcción y a la mala gestión de los residuos. Esto provoca la contaminación del suelo y de los cuerpos de agua, sobre todo si los residuos se vierten en vertederos prohibidos o sin control ambiental, puesto que ciertos materiales almacenados en estos entornos, al degradarse o al entrar en reacción, liberan gases que propagan la contaminación y alteran la calidad del aire, generando patologías en la salud pública (Coha & Termo, 2023).

En ese contexto, la disminución de los desechos de construcción se presenta como una de las principales estrategias para reducir el impacto ambiental que ahora tiene esta actividad, propiciando prácticas constructivas más responsables, reduciendo la presión sobre los recursos naturales y minimizando el impacto negativo que ejerce la eliminación de residuos sobre el medioambiente.

### **1.2.9 Impacto económico de los desechos constructivos**

Desde la perspectiva económica, la generación excesiva de desechos constructivos y su gestión ineficiente representan una fuente importante de costos adicionales para los proyectos de construcción. Los costes se manifiestan como coste de disposición de residuos, sanciones por incumplir normativas, pérdida de materiales aprovechables y aumento de los costes generales de operación (Cabrera & Vasquez, 2021).

La ineficacia en la construcción y la falta de control suponen reprocesos, es decir, gastos de todo tipo que aumentan el uso intensivo de los recursos disponibles y disminuyen la productividad. Asimismo, estas ineficacias comprometen la viabilidad del proyecto incrementando los costes a la vez que no aportan valor al producto final. A su vez, la implementación de prácticas sostenibles y el uso de modelos de economía circular puede implicar hacer inversiones iniciales en tecnología, formación y procesos, lo que añade un reto al reto que enfrentan las propias constructoras (Rosero, 2025).

La reducción del desecho constructivo aporta importantes beneficios económicos en el mediano y largo plazo. La reutilización y el reciclado de materiales permiten reducir el consumo de las materias primas, reducir los costes operativos e incluso generar, en determinadas ocasiones, ingresos. Con ello, la optimización de recursos y el correcto tratamiento del desecho constructivo se van estableciendo como una estrategia que, además de favorecer el desarrollo sostenible, contribuye a la rentabilidad y a la competitividad de los proyectos constructivos.

#### **1.2.9.1 Generación de desechos**

La generación de desechos constructivos se conceptualiza como una consecuencia directa de las ineficiencias presentes en los procesos productivos de la industria de la construcción, así como de aquellas actividades que no aportan valor al producto final. Este fenómeno se manifiesta a lo largo del ciclo de vida de toda edificación, desde los momentos

iniciales de extracción y fabricación de materiales, el diseño y ejecución de la obra, así como durante el uso, la rehabilitación y el final del ciclo de vida útil de la infraestructura (Cabrera & Vasquez, 2021).

Los residuos de construcción y demolición se definen en términos de residuos sólidos obtenidos durante las etapas de fabricación, construcción, rehabilitación, demolición o reparación de obras civiles y edificaciones. Estos suelen presentarse como una mezcla heterogénea de materiales excedentes generados durante los procesos constructivos, los cuales, en su mayoría, corresponden a materiales inertes, aunque en determinadas circunstancias pueden encontrarse combinados con residuos de carácter peligroso.

#### **1.2.9.2 Fuente de generación de residuos**

La generación de residuos en la construcción tiene su origen en diferentes fases del ciclo de vida del proyecto, siendo la parte inherente de decisiones técnicas, operativas y organizacionales adoptadas desde el inicio y durante las etapas finales de las actividades de intervención sobre la edificación. Las fuentes son identificables desde el ámbito estratégico hasta el operativo y conocerlas adecuadamente es el primer paso a seguir para poder desarrollar medidas de reducción (Gadvay & Triguero, 2024).

Desde la óptica de la cadena del ciclo de vida del proyecto, la generación de residuos puede producirse durante la fase de diseño, donde decisiones no adecuadas relacionadas con la selección de materiales, sistemas constructivos o soluciones técnicas aumentan la posibilidad de su desperdicio. En la fase de aprovisionamiento de materiales, los inadecuados problemas con la gestión de compras, como pedidos no correctos o falta de conexión con los proveedores, son fuentes de generación de excedentes. En la construcción y operación de la obra, la generación de residuos es una consecuencia de cortes, ajustes, errores de ejecución y daños sobre los materiales. Las actividades de demolición o de desmantelamiento son generadores de residuos a consecuencia de ser un proceso destructivo (Paxi, 2015).

Desde la parte operativa, la generación de residuos puede ser el resultado, por ejemplo, de la preparación del sitio como la fase de desmonte, excavación y nivelación del terreno, en la que quedan grandes volúmenes de materiales sobrantes. En el caso de la construcción de nuevas edificaciones, los residuos pueden ser consecuencia de recortes de

materiales, embalajes y excedentes no utilizados, mientras que en los proyectos de renovación o remodelación los residuos se generan a partir de la retirada de elementos que se van a sustituir, siendo la demolición de edificaciones una fase que produce un volumen elevado de residuos, tanto estructurales como no estructurales.

### **1.2.9.3 Fallas operativas y desperdicios**

La generación de desperdicios en los proyectos de construcción constituye un indicador directo de la existencia de fallas operativas y de ineficiencias en la gestión del proceso productivo. El desperdicio se define como cualquier actividad, uso de material o consumo de recursos que no aporta valor al producto final y que, por el contrario, incrementa los costos y reduce la productividad del proyecto (Alsabbagh & Abdulrahman, 2025).

La inadecuada planificación en el desarrollo de las obras, así como la escasa coordinación de las diferentes disciplinas que participan en el proceso de edificación, propician la aparición de errores que exigen la subsanación de trabajos realizados bajo formas convencionales. La enmienda de errores no solo quiere decir que aumenta el consumo de materiales y mano de obra, sino que además provoca retraso en los plazos de ejecución, a la vez que condena la rentabilidad del proyecto (Bazalar, 2021).

Un aspecto significativo en el ahorro del desperdicio está relacionado a la mala medición y obtención de materiales para la obra. Las estimaciones incorrectas, los pedidos demasiado amplios y el hecho de que las cantidades obtenidas no responden a las verdaderas necesidades de la obra provoca que sobren materiales que se acaban convirtiendo en desperdicios. De igual manera, la falta de planificación y una secuenciación incorrecta de las actividades de la obra dificultan el uso eficiente de los recursos, produciendo retrasos y pérdidas materiales (Coha & Termo, 2023).

La escasa gestión de la fuerza trabajadora y una ejecución ineficaz de las tareas de la obra contribuyen a un claro deterioro de la producción de desperdicio. La falta de dirección técnica o de controles adecuados durante el proceso de edificación conlleva errores de ejecución que afectan al consumo de materiales. Finalmente, la pérdida de materiales como consecuencia de una mala manipulación y almacenamiento de los mismos en la propia obra se convierten en otra fuente más de desperdicio por daños y molestias, enseres que pueden ser fácilmente reutilizados.

En conjunto, estas fallas operativas evidencian la estrecha relación existente entre la eficiencia en la gestión del proceso constructivo y el nivel de generación de desechos, reforzando la necesidad de adoptar enfoques integrados de planificación, control y optimización de recursos para reducir el desperdicio y mejorar el desempeño global de los proyectos de construcción

### **1.2.10 Manejo y control de desechos**

La gestión y control de desechos constructivos se concibe como un conjunto estructurado de estrategias, acciones y políticas orientadas a prevenir, reducir y mitigar los impactos ambientales negativos derivados de la generación de residuos en la actividad constructiva. El propósito de este proceso es optimizar el uso de las materias que se obtienen a lo largo de la realización de los proyectos y vigilar que esos residuos que no pueden ser reutilizados tengan un fin último que sea ambientalmente bueno (Oviedo & Vega, 2021).

Una buena gestión de los residuos de la construcción y demolición se articula sobre la base de la planificación previa, la organización de los flujos de las materias y la utilización de protocolos que den el control al ciclo de la materia desde la generación hasta la última utilización de la misma. En este contexto, el manejo y control de desechos se integra como un componente esencial de la sostenibilidad del proyecto, contribuyendo tanto a la reducción de impactos ambientales como a la mejora del desempeño económico y operativo de la obra.

#### **1.2.10.1 Clasificación y segregación de residuos**

La clasificación y segregación de los residuos de construcción y demolición constituye la etapa inicial y más determinante del proceso de gestión de desechos. Este procedimiento consiste en la determinación y separación de los residuos en función de su naturaleza, su composición y su aprovechamiento, que están en función del tipo de obra y del momento en que se están generando (Durán & Montenegro, 2018).

La separación en la fuente, que se realiza en la propia obra, es un elemento clave para que se conserve el valor de los materiales reciclables e incluso se facilite el reciclado o la reutilización posterior. El destino de un residuo depende, en gran medida, del tratamiento que reciba en el momento de su generación, de forma que una separación adecuada de los residuos contribuye a evitar la contaminación cruzada y a maximizar las posibilidades de aprovechamiento. Una parte importante en este tema es la buena gestión de los residuos

peligrosos, que hay que separar de los no peligrosos, ya que de lo contrario se originan riesgos para la salud humana o el medio ambiente; a la vez, la mezcla indiscriminada impide acabar con la clasificación y las posibilidades de tratamiento y encarece el coste de la gestión (Nowotarski et al., 2019).

La separación y clasificación de residuos llega a coincidir con el marco de la economía circular, que promueve la reducción de la generación de residuos y los materiales reutilizables antes de la opción de reciclado y de eliminación. De este modo, la gestión de residuos deja de enfocarse únicamente en su eliminación y se orienta hacia la conservación de recursos y la reducción del impacto ambiental del proyecto.

#### **1.2.10.2 Almacenamiento temporal y transporte**

Los residuos constructivos deben ser gestionados con mejora mediante un sistema que permita su almacenamiento temporal y transporte para una correcta manipulación que minimice los riesgos ambientales y potencialmente asegurar un aprovechamiento. Esta actividad tiene un carácter logístico muy importante en el marco de la gestión de los residuos global. El almacenamiento, o lo que es lo mismo el acopio, debe realizarse subordinando el medio y la salud de sus trabajadores. Para ello, es importante disponer de los cubos o contenedores que se van a usar para el almacenamiento de los residuos ya clasificados o bien de los ubicados en espacios específicos. Los espacios deben permitir una correcta identificación de forma que los trabajadores tengan posibilidad de identificar la clase de residuo que están almacenando, facilitando el manejo de los bien los residuos y el destino posterior que se les va a dar de esta forma (Montes, 2025).

En la fase de transporte es importante garantizar la trazabilidad de los residuos que van del punto de generación al punto de destino. Una correcta gestión logística implica, dentro del sistema de transporte de aguas residuales, el uso de los medios de transporte permitidos a fin de evitar, en la medida de lo posible, la dispersión de los materiales en la ruta que se tome y de este modo evitar la potencial contaminación de las zonas de negras. Una buena programación de los recorridos logra optimizar la rutina y la minimización de los efectos de los viajes (Chuquen, 2022).

La persona que genera los residuos es la que se encarga de la gestión de los residuos, del tráfico, es decir, se puede hacer el mismo que la persona que tiene que garantizar la

entrega del residuo generado a las instalaciones de gestión de residuos, la cual es la que está autorizada para hacer dicha gestión o bien la eliminación de residuos. La interdependencia que existe entre la obra y los centros de clasificación, reciclado o de eliminación final tiene una especial relevancia para permitir un adecuado y óptimo aprovechamiento de los residuos de la construcción.

### **1.2.10.3 Control y registro de desechos**

La monitorización y la documentación de los residuos constituyen figuras relevantes para comprobar que se cumplen lo dispuesto en la normativa aplicable, así como para evaluar la efectividad de las prácticas de gestión implementadas en la obra. Estos mecanismos permiten contrastar si los procedimientos adoptados se ajustan a los fines de sostenibilidad y de cumplimiento ambiental del propio proyecto.

El mecanismo clave para llevar a cabo esta actividad es el Plan de Manejo Ambiental o Plan de Gestión de Residuos, el cual define de manera ordenada los procedimientos, responsabilidades y acciones que se han de llevar a cabo para garantizar la actividad de gestión correcta de los residuos. Este documento establece el punto de recogida, el perfil de los actores intervinientes y la manera de lograr el cumplimiento de la normativa y las especificaciones medioambientales (Mena et al., 2018).

El registro de la información relativa a la generación de residuos, es decir, a su tipología y a su destino, permite llevar un control del proceso, a la vez que sirve de documento de respaldo ante la autoridad competente. La trazabilidad de los residuos se apoya en la documentación que acredita la entrega a gestores autorizados; a la vez que favorece el deber de responsabilidad del productor y la función de controlar.

La supervisión y vigilancia del manejo de residuos corresponde a la administración pública competente, que aplica mecanismos de control y eventualmente de sanción ante prácticas inadecuadas o disposiciones ilegales. La verdad es que un control práctico de los residuos se fundamenta en la vigilancia sistemática de cada una de las etapas que el proceso de gestión genera, desde la producción hasta la disposición final, asegurando que esta opción se contemple únicamente cuando no se puede aprovechar de modo alguno y con la garantía de que solo se pueda llevar a cabo en sitios debidamente legitimados.

### **1.2.11 Reaprovechamiento y disposición final**

El reaprovechamiento de recursos en la construcción se conceptualiza como la aplicación sistemática de estrategias orientadas a conservar, recuperar y maximizar el valor de los materiales generados durante los procesos constructivos, evitando su incorporación temprana al esquema lineal tradicional de producción y consumo. Este enfoque busca transformar la gestión de los residuos de construcción y demolición en un proceso integrado que prioriza la eficiencia en el uso de los recursos y la reducción de los impactos ambientales y económicos asociados a la generación de desechos (Vela & Luévanos, 2020).

En este sentido, el reciclaje se basa en un orden de acciones mediante el cual se busca una reducción del desecho desde su origen y por otro lado establecer la reintegración de las materias primas en el ciclo productivo, antes de plantear su eliminación. La puesta en práctica de este orden permite independizar el crecimiento del sector de la construcción respecto al aumento del consumo de recursos naturales, así como también construye un discurso favorable para modelos más sostenibles y económicamente viables.

#### **1.2.11.1 Reutilización y reciclaje: componentes del aprovechamiento**

El reaprovechamiento de los residuos de construcción y demolición comprende principalmente las prácticas de reutilización y reciclaje, las cuales constituyen mecanismos fundamentales para prolongar la vida útil de los materiales y reducir la necesidad de extraer nuevos recursos. La reutilización, también denominada reuso, se refiere a la práctica de emplear un residuo sin someterlo a procesos de transformación previos, ya sea manteniendo su función original o adaptándolo a un uso distinto (Kelechi, Chukwudi, Ayinde, & Iwuanyanwu, 2024).

Este enfoque permite aumentar la duración de los materiales con una mínima intervención, por lo que conlleva un menor consumo energético y una notable merma de las externalidades medioambientales en comparativa con el uso de materiales nuevos. La reutilización es considerada la estrategia de más prioridad en la jerarquía de prevención de residuos, por el bajo nivel de dificultad de operación y la cantidad de beneficios medioambientales que genera (Benoit, 2020).

El reciclaje implica una transformación física de los materiales residuos mediante los cuales estos pasan a ser materia prima para la producción de nuevos artículos. Mediante el

reciclaje se intenta reutilizar el valor de los materiales a través de su re-inserción en el sistema de producción bien para usos similares o para otros diferentes. Aunque este proceso requiere un mayor nivel de intervención que la reutilización, representa una opción eficaz para reducir el volumen de residuos destinados a disposición final.

#### **1.2.11.2 Economía circular como marco estratégico**

La economía circular constituye el marco conceptual y estratégico que sustenta el reaprovechamiento de materiales en la construcción. Este modelo económico se basa en reemplazar la antigua idea de “fin de vida” de los productos por un modelo de reducción, reutilización, reciclaje y recuperación de materiales para usarlos el mayor tiempo posible en el ciclo económico (Krajewska & Siewczynska, 2025).

Desde la economía circular, los materiales de edificios que han llegado al final de su vida no son considerados residuos, sino recursos que pueden ser reintegrados al sistema productivo, creando así un modelo de circuito cerrado que gestiona los flujos de materiales para evitar pérdidas de valor y para reducir la dependencia de recursos vírgenes (Mitera & Zima, 2025).

La economía circular no solo tiene beneficios medioambientales, sino que también engloba oportunidades económicas al convertir los residuos en insumos secundarios, ayudando así a reducir costes, incrementar la productividad y ayudar a mejorar la rentabilidad de los proyectos. En este sentido, la aplicación de principios de economía circular se consolida como un elemento clave para una gestión sostenible de los residuos de construcción y demolición.

#### **1.2.11.3 Disposición final como última alternativa**

La disposición final representa la última etapa dentro de la jerarquía de gestión de los residuos constructivos y solo debe considerarse cuando se ha determinado que la reutilización y el reciclaje no son técnica, económica o ambientalmente viables. Esta fase consiste en el encierro intencionado de los desechos no aprovechables o con características peligrosas; para este tipo de residuos se incorporan las restricciones que puedan corresponder en función de ser el caso (en su caso su previa aplicación de tratamientos específicos, si correspondiese) (Chérrez & Diaz, 2023).

La finalidad de la disposición última consiste en que no se generen impactos negativos sobre el medio ambiente o en la salud de las personas.; mediante la disposición en instalaciones que estén diseñadas e implementadas siguiendo criterios técnicos y normativos. No obstante ser esto así la realidad es que la disposición inadecuada de los residuos constructivos continúa siendo habitual, especialmente cuando estos son dispuestos en espacios no autorizados o en condiciones de no control, que acentúan los impactos medioambientales y sociales del problema. Esta última cuestión pone en evidencia la necesidad de reforzar los sistemas de gestión y control, así como de impulsar alternativas de reaprovechamiento que reduzcan la dependencia de la disposición última.

#### **1.2.11.4 Cumplimiento normativo como factor de viabilidad**

El cumplimiento del marco normativo constituye un factor determinante para la viabilidad del reaprovechamiento y la adecuada disposición final de los residuos constructivos. La existencia de regulaciones claras y coherentes permite transformar la gestión de los residuos de un problema inherente a la actividad constructiva en una práctica estandarizada, controlada y económicamente sostenible (Rea, 2017).

El marco normativo adecuado debe incluir mecanismos de control que contemplen sanciones para la mala gestión de los residuos además de los incentivos que favorezcan la valorización, el aprovechamiento de materiales y la mejora del comportamiento medioambiental, etc. Éstos son instrumentos que pueden ayudar a motivar a los actores del sector hacia prácticas que sigan con los principios de la sostenibilidad y la economía circular (Quispe, 2015).

Un marco legal favorable deberá incluir criterios que hagan posible el reaprovechamiento desde su inicio en la fase del diseño y la planificación del proyecto, permitiendo así poder implementar estrategias de reducción y de valoración de residuos. Sin embargo, la falta de normatización o una mala aplicación de la normativa existente es un reto institucional que no favorece ser adoptada de forma efectiva por los modelos circulares de gestión de residuos de construcción y demolición.

## **CAPÍTULO 2.**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1 Contexto de la investigación**

La presente investigación se desarrolla en el contexto del sector de la construcción, específicamente en el ámbito de proyectos de edificación, donde la gestión de recursos y la generación de desechos constructivos representan desafíos recurrentes que afectan la eficiencia operativa, la sostenibilidad ambiental y la rentabilidad económica de las obras. La industria de la construcción se caracteriza por un elevado consumo de materiales, una alta dependencia de la mano de obra y la presencia de procesos productivos complejos, en los cuales una planificación y control inadecuados pueden derivar en desperdicios, reprocesos y sobrecostos.

El estudio se enmarca en un escenario donde las prácticas tradicionales de gestión constructiva continúan predominando, limitando la adopción sistemática de herramientas digitales y metodologías orientadas a la optimización de recursos. Esta situación genera brechas entre la planificación y la ejecución real de las actividades, incidiendo en el aumento del consumo de materiales y en la generación de residuos de construcción y demolición.

La investigación se desarrolla en un contexto técnico y profesional donde resulta pertinente analizar la relación entre la optimización de recursos, la reducción de desechos constructivos y la rentabilidad de las edificaciones, con el propósito de proponer estrategias que contribuyan a mejorar el desempeño económico y ambiental del sector de la construcción.

#### **2.2 Diseño y alcance de la investigación**

##### **2.2.1 *Diseño no experimental. – corte transversal***

Se emplea una investigación de diseño no experimental dado que no se altera o interviene ninguna variable de estudio como la gestión de materiales de construcción o reducción de desechos. La investigación se basa en la observación y análisis de información que se obtiene en el contexto real del problema relacionados con actividades constructivas dentro de las edificaciones.

De este modo el investigador realiza el papel de un observador externo, recopilando información relacionada con las variables de estudio, sin realizar una modificación de los procesos de gestión o eliminación de materiales de construcción, de tal manera que la información se usa como base para identificar errores en la administración de materiales, el impacto en la rentabilidad para posteriormente aplicar una propuesta de mejora.

Dentro de la observación se obtiene información de diferentes fases de la construcción como el movimiento de tierras, estructuración, instalaciones y acabados, los cuales no son ejecutados de manera secuencial, sino que se realizan de manera simultánea o superpuesta en el tiempo. Por esta razón, el análisis se realiza considerando el estado real de los procesos en un período determinado, a partir de información levantada mediante encuestas y entrevistas aplicadas a profesionales del sector de la construcción ubicados al norte de la ciudad de Guayaquil, durante el período diciembre 2025 – enero 2026.

### **2.3 Exploratorio – Descriptivo – Correlacional**

La investigación tiene un alcance exploratorio, descriptivo y correlacional, ya que se basa en el análisis de información obtenida de proyectos de edificación ya ejecutados, sin intervención sobre los procesos constructivos. A partir de la observación de la planificación, programación, uso de materiales y manejo de desechos en los distintos rubros de la obra, se describen los procesos operativos y se analiza la relación existente entre el nivel de optimización de recursos y la cantidad de desechos generados. Estas relaciones se evalúan con fines diagnósticos y de mejora, permitiendo identificar cómo determinadas prácticas de gestión y ejecución influyen en los resultados económicos y operativos del proyecto, con el objetivo de formular recomendaciones aplicables a futuros proyectos, mas no de modificar el proyecto analizado.

### **2.4 Tipo y métodos de investigación**

#### **2.4.1 *Tipo de investigación Mixto***

La investigación es de tipo mixta porque utiliza una encuesta con escala de Likert, en la que las respuestas se registran mediante valores numéricos, lo que permite un análisis cuantitativo. Sin embargo, dichas calificaciones provienen del criterio técnico y la experiencia profesional de los encuestados, lo que introduce un componente subjetivo e

interpretativo propio del enfoque cualitativo. La combinación de ambos elementos define el carácter mixto del estudio.

#### **2.4.2 Método Deductivo**

La investigación utiliza un método deductivo, ya que parte de un marco teórico existente sobre optimización de recursos, construcción limpia y gestión de desechos, el cual se aplica al análisis de un proyecto de edificación específico. A partir de este marco se definen las variables, dimensiones e indicadores que permiten evaluar la gestión de recursos y formular propuestas de mejora para proyectos futuros.

#### **2.5 Población y muestra**

La población de referencia de esta investigación está constituida por edificaciones con estructuras de hormigón armado, destinadas a usos comerciales o similares, en las que se desarrollan procesos constructivos que involucran planificación de recursos, ejecución de rubros, control de materiales y gestión de desechos constructivos. Los resultados del estudio están orientados a beneficiar principalmente a propietarios, promotores y gestores de proyectos públicos y privados, interesados en mejorar la rentabilidad mediante una gestión más eficiente de los recursos y los residuos.

Dado que la investigación no tiene un enfoque estadístico poblacional, sino que se desarrolla bajo una modalidad de estudio de caso, la muestra no está constituida por personas, sino por uno o más proyectos de edificación representativos del tipo de construcción analizado. Estos casos permiten observar y evaluar la forma en que se gestionan los recursos y se generan desechos durante la ejecución de los distintos rubros constructivos.

La información levantada mediante encuestas se aplicó a 65 trabajadores operativos y las entrevistas se dirigió a 3 profesionales vinculados a la obra se utiliza como fuente técnica de datos, pero no define la muestra en sí misma. Su función es aportar criterios, experiencias y valoraciones sobre los procesos constructivos observados, permitiendo analizar el desempeño del edificio estudiado y formular recomendaciones aplicables a proyectos similares, tanto a nivel local como en otros contextos donde se empleen sistemas constructivos comparables.

## **2.6 Encuesta y recolección de datos**

La encuesta fue aplicada principalmente al personal operativo que trabaja directamente en obras residenciales y comerciales de clase media con sistemas constructivo de una y dos plantas, debido a que este grupo participa de manera cotidiana en la ejecución de los distintos rubros constructivos y tiene contacto directo con el uso de materiales, herramientas, equipos y procesos de trabajo como encofrado, armado de acero, hormigón, mampostería y acabados. De este modo basada en la experiencia se identifican las diferentes prácticas relacionadas con el manejo de recursos y la emisión de desechos constructivos dentro de la construcción de una edificación.

El personal operativo es el encargado de manejar diferentes aspectos relacionados con el consumo de materiales, generación de desechos en la actividad constructiva, organización del trabajo, planificación y control, por lo tanto, esta información es importante para analizar cómo se aplican los criterios de eficiencia y reducción de desperdicios planteados en el marco teórico.

Para el levantamiento de información de la encuesta se necesitó de la participación de 65 trabajadores vinculados a la obra, entre los cuales se incluyen:

- Obreros de obra civil, responsables de la ejecución directa de actividades constructivas como encofrado, armado de acero, hormigonado, mampostería y acabados.
- Maestros y oficiales de obra, quienes coordinan y supervisan las tareas del personal operativo durante la ejecución de los rubros.
- Ayudantes y personal de apoyo, que participan en la manipulación, transporte y preparación de materiales.

## **2.7 Elaboración de la encuesta**

La investigación utiliza como principal instrumento de levantamiento de información una encuesta estructurada, diseñada específicamente a partir del marco teórico de optimización de recursos, construcción limpia y gestión de desechos constructivos. La encuesta se construye con ítems técnicos asociados a la Optimización de recursos, Planificación y control del proceso productivo, Uso de herramientas y técnicas de optimización, Reducción de desechos, Impacto económico de los desechos, manejo y

control, y Reaprovechamiento y disposición final, los cuales han sido abordados a lo largo de las bases teóricas.

La encuesta fue elaborada a partir de investigaciones realizadas por Garboza (2020) Contreras & Meza (2024), y Neyra (2024) que analizaron la gestión de recursos en la construcción donde se consideraron dimensiones como la planificación, control de procesos constructivos, manejos de residuos, gestión ambiental, estrategias de prevención, reutilización y otros elementos relacionados con el tema de investigación. A partir de estos antecedentes metodológicos se diseñó el cuestionario de esta investigación, adaptando dimensiones y preguntas al contexto del estudio para analizar la relación entre la optimización de recursos y la reducción de desechos constructivos en proyectos de edificación.

Para la elaboración del cuestionario se emplearon preguntas con opciones de respuestas con base a la escala de Likert, de este modo la puntuación otorgada de 1 a 5 permite medir el nivel de aplicación de prácticas de gestión de recursos y reducción de desechos, con se puede obtener información de manera numérica y ordenada que facilita la identificación de tendencias, desviaciones y oportunidades mejora en las prácticas de construcción observadas.

La valoración de cada pregunta depende del criterio de cada profesional basada en su experiencia laboral y conocimiento en el proceso constructivo, de tal modo, aunque los resultados se muestran en cantidades numéricas, la información a obtener contiene un componente interpretativo y técnico que se deriva del análisis de gestión en la obra.

La encuesta evalúa la variable Optimización de recursos a través de las dimensiones:

- a) Optimización de recursos (1,2,3,4)
  - i. La gestión adecuada de materiales contribuye a mejorar la rentabilidad del proyecto (pregunta 1).
  - ii. La planificación del abastecimiento evita la compra excesiva de materiales en obra (pregunta 2).
  - iii. El control del consumo de materiales reduce el desperdicio durante la ejecución (pregunta 3).

- iv. El uso racional de materiales estructurales permite optimizar costos sin afectar la seguridad (pregunta 4).

Estas preguntas permiten evaluar la percepción del personal de obra respecto a la forma en que se gestionan y utilizan los materiales dentro del proceso constructivo. A través de ellas se identifica si existen prácticas relacionadas con la planificación, control y uso eficiente de los recursos materiales, lo cual influye directamente en la optimización de costos y en la reducción del desperdicio. La información obtenida permite determinar si la obra aplica criterios de eficiencia en la utilización de materiales y si estas prácticas contribuyen a mejorar la rentabilidad del proyecto.

b) Planificación y control del proceso productivo (5,6,7,8)

- i. La programación de obra facilita el uso eficiente de recursos (pregunta 5).
- ii. El seguimiento continuo del avance permite detectar desviaciones oportunamente (pregunta 6).
- iii. La falta de control del proceso productivo genera retrasos y desperdicios (pregunta 7).
- iv. La prevención de reprocesos reduce tiempos improductivos y consumo de materiales (pregunta 8).

Estas preguntas permiten analizar la importancia de la planificación y el control del proceso productivo dentro de la ejecución de la obra. A partir de ellas se obtiene información sobre cómo la programación de actividades, el seguimiento del avance y la prevención de reprocesos influyen en el uso eficiente de los recursos. De esta manera, se puede identificar si la falta de control o planificación genera retrasos, desperdicios o consumo innecesario de materiales, afectando la eficiencia del Proyecto.

c) Uso de herramientas y técnicas de optimización (9,10).

- i. La aplicación de principios de construcción limpia contribuye a reducir desperdicios (pregunta 9).
- ii. El uso de herramientas digitales mejora la planificación y control de recursos (pregunta 10).

Estas preguntas permiten identificar el grado de aplicación de herramientas, metodologías y tecnologías orientadas a la optimización de recursos dentro de la obra. La

información obtenida permite conocer si se implementan principios de construcción limpia o herramientas digitales que faciliten la planificación, el control de actividades y la reducción de desperdicios, lo cual contribuye a mejorar la eficiencia en el proceso constructivo.

Asimismo, analiza la variable Reducción de desechos constructivos mediante las dimensiones:

d) Reducción de desechos (11,12)

- i. La reducción de desechos constructivos es una prioridad en la ejecución del proyecto (pregunta 11).
- ii. La identificación de los tipos de residuos facilita su adecuada gestión (pregunta 12).

Estas preguntas permiten conocer el nivel de importancia que se otorga a la reducción de desechos dentro de la obra y si existe conciencia sobre la identificación y gestión de los residuos generados durante la construcción. La información obtenida permite determinar si el proyecto incorpora prácticas orientadas a minimizar la generación de residuos y mejorar su manejo dentro del proceso constructivo.

e) Impacto económico de los desechos (13,14,15)

- i. La generación de desechos incrementa los costos del proyecto (pregunta 13).
- ii. Los errores constructivos son una de las principales fuentes de residuos (pregunta 14).
- iii. Las fallas operativas generan desperdicio de materiales y retrabajos (pregunta 15).

Estas preguntas permiten evaluar la relación entre la generación de desechos constructivos y el impacto económico que estos producen en el proyecto. A través de ellas se busca identificar si los trabajadores reconocen que los errores constructivos, las fallas operativas y la generación de residuos pueden incrementar los costos de la obra debido al desperdicio de materiales y la necesidad de realizar retrabajos.

f) Manejo y control (16,17,18)

- i. La clasificación de residuos en obra facilita su reutilización o reciclaje (pregunta 16).
- ii. El almacenamiento y transporte adecuado de residuos reduce impactos ambientales (pregunta 17).
- iii. El control y registro de desechos permite evaluar la eficiencia del proyecto (pregunta 18).

Estas preguntas permiten analizar las prácticas de manejo y control de los desechos generados durante la ejecución de la obra. La información obtenida permite identificar si se realizan actividades como la clasificación, almacenamiento, transporte y registro de residuos, las cuales son fundamentales para mejorar su gestión, reducir impactos ambientales y evaluar la eficiencia del proyecto en el manejo de materiales.

- g) Reaprovechamiento y disposición final (19,20).
  - i. El reaprovechamiento de materiales reduce la cantidad de residuos enviados a disposición final (pregunta 19).
  - ii. El cumplimiento normativo es clave para una gestión sostenible de los desechos constructivos (pregunta 20).

Estas preguntas permiten analizar las prácticas relacionadas con el reaprovechamiento de materiales y el cumplimiento de la normativa ambiental en la gestión de desechos constructivos. A través de ellas se obtiene información sobre si en la obra se promueve la reutilización de materiales y si se aplican disposiciones legales y técnicas para la adecuada disposición final de los residuos generados.

## 2.8 Validez y confiabilidad de la encuesta

Para validar la encuesta se usó el programa estadístico SPSS v.26 donde se ingresó la encuesta realizada. Posteriormente se analizó la escala elaborada usando la prueba de análisis de factibilidad para la aplicación de la prueba de Alfa de Cronbach la cual busca que el resultado se acerque a 1 para indicar la existencia de un buen instrumento para analizar los aspectos del problema a utilizar. Los resultados para las preguntas de la variable optimización de recursos se muestran a continuación.

**Tabla 1**

*Fiabilidad de la variable optimización de recursos*

<b>Estadísticas de fiabilidad</b>	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,962	10

*Nota.* Se muestra el resultado de fiabilidad de la primera variable

La prueba Alfa de Croncach del análisis de las 10 primeras preguntas del cuestionario arrojó un valor de 0.962 el cual está cercano a 1, esto indica que el instrumento es el adecuado

para medir las dimensiones: Planificación de abastecimiento; Control de consumo; Uso racional de materiales estructurales.

El cuestionario para la variable optimización de recursos estuvo conformada por 10 preguntas distribuidas en las dimensiones: Optimización de recursos, Planificación y control del proceso productivo, Uso de herramientas y técnicas de optimización, las cuales fueron evaluadas en el programa estadístico SPSS, mediante la opción Escala y análisis de fiabilidad, para que las preguntas aporten a la investigación el resultado de la prueba del Alfa de Cronbach debe ser superior a 0.70, de este modo se valida el constructo del cuestionario para el levantamiento de información de la primera variable.

**Tabla 2**

*Análisis de constructo de la variable Optimización de recursos*

	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
1. La gestión adecuada de materiales contribuye a mejorar la rentabilidad del proyecto.	,958
2. La planificación del abastecimiento evita la compra excesiva de materiales en obra.	,955
3. El control del consumo de materiales reduce el desperdicio durante la ejecución.	,963
4. El uso racional de materiales estructurales permite optimizar costos sin afectar la seguridad.	,953
5. La programación de obra facilita el uso eficiente de recursos.	,961
6. El seguimiento continuo del avance permite detectar desviaciones oportunamente.	,964
7. La falta de control del proceso productivo genera retrasos y desperdicios.	,956
8. La prevención de reprocesos reduce tiempos improductivos y consumo de materiales.	,954
9. La aplicación de principios de construcción limpia contribuye a reducir desperdicios.	,955
10. El uso de herramientas digitales mejora la planificación y control de recursos.	,956

*Nota.* Se muestra el análisis del constructo de la primera variable.

La tabla muestra los resultados de la prueba de fiabilidad de las preguntas que conforman la primera variable, donde los 10 elementos tienen un valor mayor 0.70 en la prueba Alfa de Cronbach, lo cual indica que recolecta información relevante de la optimización de recursos para explicar el problema.

**Tabla 3***Reducción de desechos constructivos*

<b>Estadísticas de fiabilidad</b>	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,957	10

*Nota.* Se muestra el resultado de fiabilidad de la segunda variable

La prueba Alfa de Cronbach del análisis de las 10 preguntas restantes del cuestionario arrojó un valor de 0.957 el cual está cercano a 1, esto indica que el instrumento es el adecuado para obtener información de la variable reducción de desechos constructivos

**Tabla 4***Análisis de constructo de la variable Reducción de desechos constructivos*

	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
11. La reducción de desechos constructivos es una prioridad en la ejecución del proyecto.	,957
12. La identificación de los tipos de residuos facilita su adecuada gestión.	,947
13. La generación de desechos incrementa los costos del proyecto.	,956
14. Los errores constructivos son una de las principales fuentes de residuos.	,958
15. Las fallas operativas generan desperdicio de materiales y retrabajos.	,949
16. La clasificación de residuos en obra facilita su reutilización o reciclaje.	,949
17. El almacenamiento y transporte adecuado de residuos reduce impactos ambientales.	,951
18. El control y registro de desechos permite evaluar la eficiencia del proyecto.	,951
19. El reaprovechamiento de materiales reduce la cantidad de residuos enviados a disposición final.	,957
20. El cumplimiento normativo es clave para una gestión sostenible de los desechos constructivos.	,947

*Nota.* Se muestra el análisis del constructo de la primera variable.

La tabla muestra los resultados de la prueba de fiabilidad de las preguntas que conforman la variable reducción de desechos constructivos conformadas por las dimensiones Reducción de desechos, Impacto económico de los desechos, manejo y control, y Reaprovechamiento y disposición final, las cuales se distribuyen en las 10 preguntas restantes de la encuesta. Los resultados arrojaron un valor superior a 0.70 lo cual indica que son idóneas para ser aplicadas y levantar información.

**Tabla 5**

*Fiabilidad total del instrumento*

<b>Estadísticas de fiabilidad</b>	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,980	20

*Nota.* Se muestra el resultado de fiabilidad total del instrumento

La prueba Alfa de Cronbach indica que existe una fiabilidad del total de las 20 preguntas con un valor de 0.980, lo que indica que el instrumento permitirá levantar toda la información relacionada al tema de investigación permitiendo cumplir con los objetivos planteados.

## **2.9 Entrevistas y recolección de datos**

### **2.9.1 *Participantes de la entrevista***

Para la aplicación de las entrevistas se seleccionaron tres profesionales vinculados al sector de la construcción: un ingeniero civil, un arquitecto y un ingeniero en gestión de la construcción. La elección de estos perfiles profesionales se realizó de manera intencional debido a que cada uno aporta una perspectiva técnica diferente dentro del desarrollo y ejecución de proyectos constructivos. Se eligieron a profesionales que son ajenos a las obras, su participación se realiza como una fuente externa de evaluación por sus conocimientos y experiencias sobre el tema de investigación

El ingeniero civil fue considerado por su conocimiento técnico en el diseño estructural, ejecución de obras y manejo de materiales en los procesos constructivos, lo cual permite analizar de manera directa los aspectos relacionados con la optimización de recursos en obra.

Por su parte, la participación el arquitecto aporta información desde el diseño, planificación y coordinación de procesos constructivos, elementos que tienen participación directa en una buena gestión del proyecto y en la prevención de errores que generan desperdicios constructivos.

En cuanto al profesional en gestión de la construcción la información que aportará se realiza desde el punto de la planificación, administración y control de proyectos

constructivos, permitiendo la evaluación de estrategias de optimización de recursos, control de procesos productivos y gestión eficiente de los desechos generados en obra.

### **Elaboración de entrevistas**

Como complemento a la encuesta, se emplean entrevistas técnicas semiestructuradas dirigidas a profesionales con responsabilidad directa en la planificación, supervisión y ejecución de la obra. Estas entrevistas permiten profundizar en la explicación de los resultados obtenidos en la encuesta, identificando causas operativas, criterios de decisión y limitaciones técnicas que no siempre se reflejan de forma directa en los valores numéricos.

La entrevista a aplicar se elaboró a partir de metodología aplicadas en investigaciones similares relacionadas con la gestión de desechos constructivos, la rentabilidad y el uso de elementos tecnológicos para la gestión de la construcción como fue en el caso de los trabajos realizados por Garboza (2020), Guevara (2025), y Montes (2025). La información obtenida mediante entrevistas se utiliza para interpretar y contextualizar los datos levantados, reforzando el análisis técnico del caso de estudio y permitiendo formular recomendaciones orientadas a mejorar la planificación, la gestión de recursos y la reducción de desechos en proyectos similares.

- a) Para el análisis de la variable optimización de recursos se establecieron las siguientes preguntas:
  - i. ¿Cómo influye la planificación de recursos en la eficiencia y rentabilidad de un proyecto constructivo? (pregunta 1)
  - ii. ¿Qué prácticas considera más efectivas para reducir desperdicios durante la ejecución del proyecto? (pregunta 2)
  - iii. ¿Qué rol cumplen las herramientas digitales o metodologías como BIM o Lean Construcción en la optimización de recursos? (pregunta 3)

Las preguntas están orientadas a comprender cómo la planificación, el control del proceso productivo y el uso de herramientas técnicas influyen en la eficiencia del proyecto constructivo. En este sentido, las preguntas relacionadas con la planificación de recursos, las prácticas utilizadas para reducir desperdicios durante la ejecución y el uso de herramientas digitales o metodologías de construcción permiten identificar cómo se gestionan los materiales, el tiempo y los procesos de obra para mejorar el rendimiento del proyecto.

Las respuestas proporcionadas por los especialistas permiten conocer, desde su experiencia profesional, los factores que contribuyen a una mejor organización de los recursos, así como las estrategias técnicas que favorecen la eficiencia operativa, la reducción de reprocesos y el aprovechamiento adecuado de los materiales durante la ejecución de la obra.

- b) Para el análisis de la variable reducción de desechos constructivos se desarrollaron las siguientes preguntas:
- i. Desde su experiencia, ¿cuáles son las principales causas de la generación de desechos en obra? (pregunta 4)
  - ii. ¿Cómo se gestionan actualmente los residuos constructivos y qué limitaciones existen? (pregunta 5)
  - iii. ¿Qué mejoras propondría para reducir desechos y optimizar recursos en futuros proyectos? (pregunta 6)

Las preguntas asociadas a la variable Reducción de desechos constructivos se orientan a identificar las causas que generan residuos en obra, las prácticas actuales de manejo de desechos y las posibles estrategias de mejora para disminuir su generación en proyectos futuros.

Mediante la aplicación de estas preguntas se busca obtener información sobre los principales factores técnicos y operativos que genera residuos como los errores en la construcción, falta de planificación y baja coordinación entre diferentes profesionales. De este modo se analizará cómo se gestiona los residuos en obra y cuales con las limitaciones que existen para su manejo y disposición final.

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Resultados de la encuesta – Variable Optimización de recursos

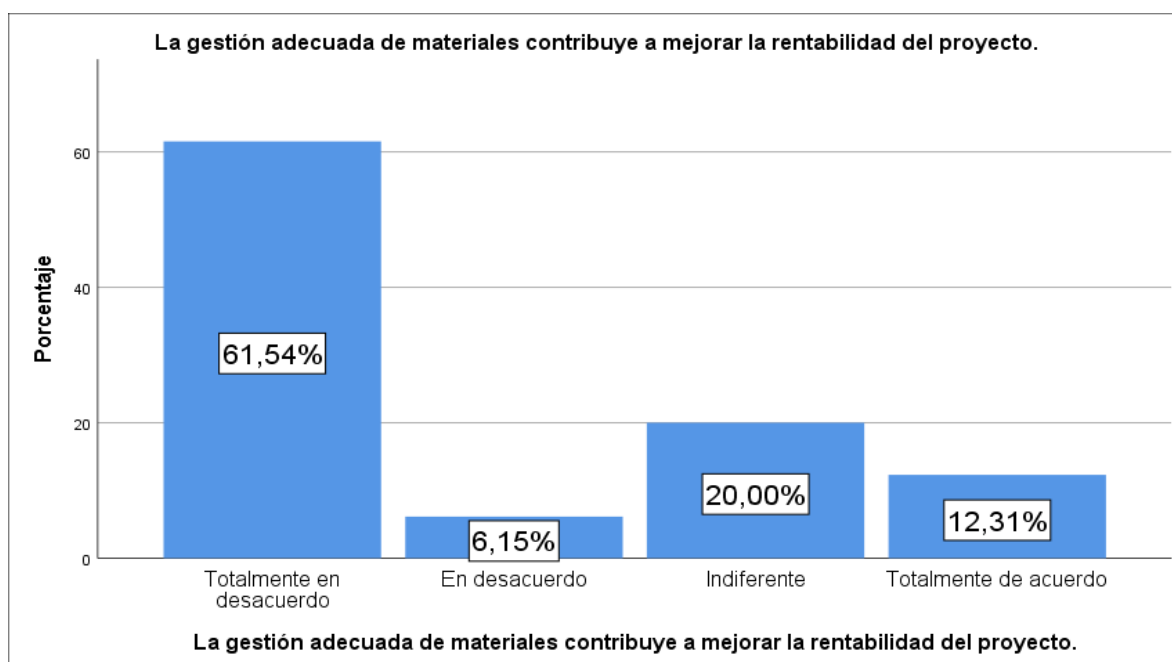
#### 3.1.1 Optimización de recursos

##### 3.1.1.1 Gestión de materiales.

**Pregunta N° 1.- La gestión adecuada de materiales contribuye a mejorar la rentabilidad del proyecto.**

**Figura 1**

*Gestión de materiales*



*Nota.* Se muestra la representación gráfica de la primera pregunta

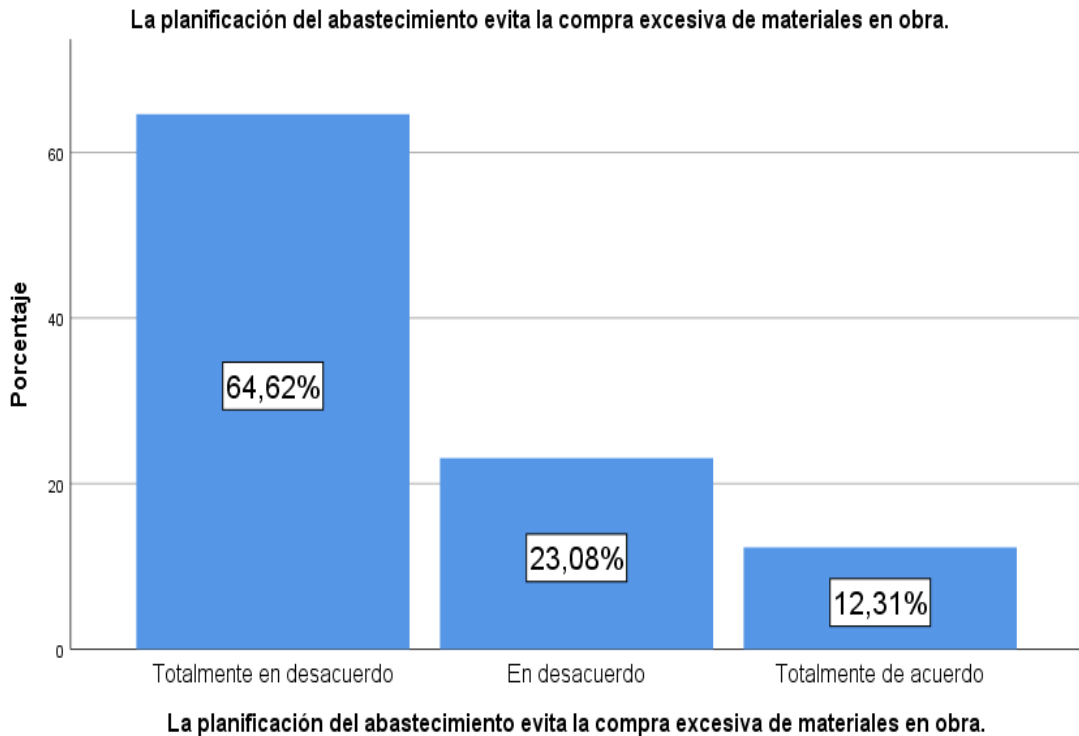
Esta tendencia puede estar asociada a la estabilidad de precios en un entorno dolarizado, donde se asume que los materiales mantienen valores similares entre proveedores y, por tanto, no se percibe ventaja en procesos de cotización o planificación de compras. Es evidente que predomina una cultura tradicional basada en la ejecución operativa dejando de lado el control técnico de mermas, sobreconsumo y persistencia de reprocesos. La falta de indicadores cuantificables de desperdicio no permite evidenciar cómo estas irregularidades afectan a la rentabilidad del proyecto, dejando en evidencia que no se emplean prácticas modernas de construcción.

### 3.1.1.2 Planificación de abastecimiento.

#### Pregunta N° 2.- ¿La planificación del abastecimiento evita la compra excesiva de materiales en obra?

Figura 2

Planificación de compra



Nota. Se muestra la representación gráfica de la segunda pregunta

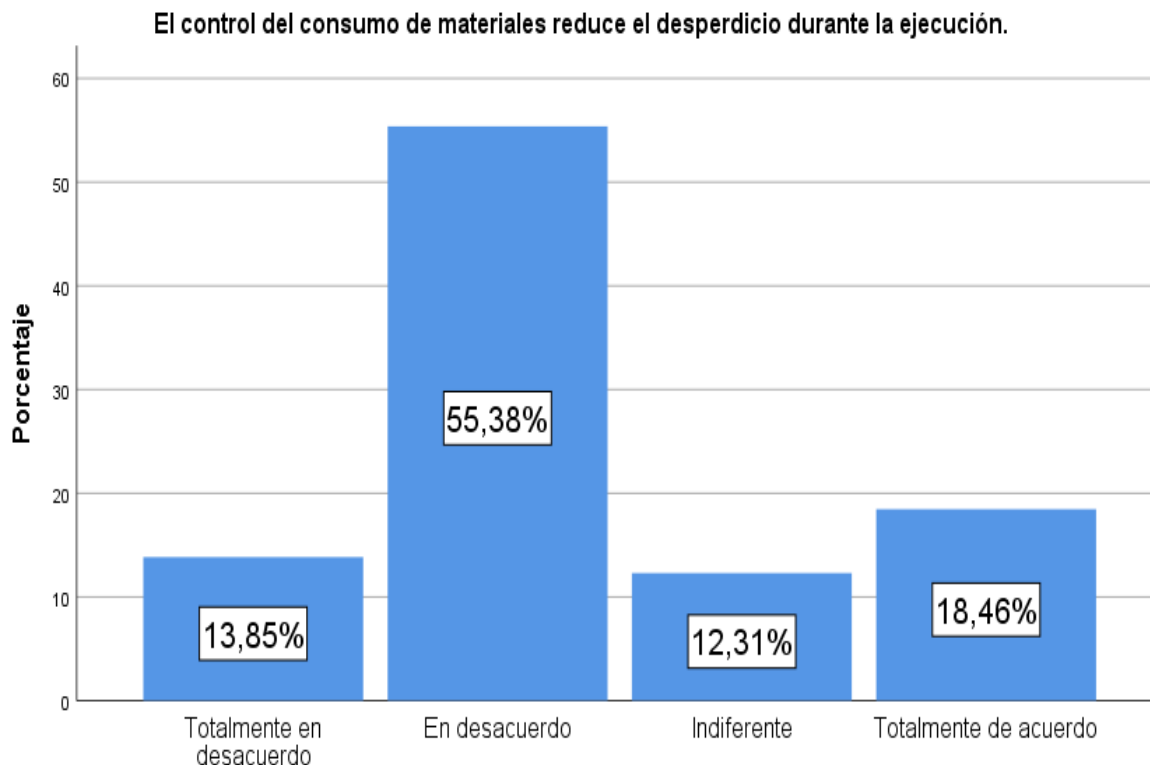
Esta tendencia puede explicarse porque, en muchos proyectos, el abastecimiento se gestiona de manera reactiva y no estratégica, priorizando la disponibilidad inmediata sobre el ajuste preciso a la programación real de actividades. Además, existe la creencia de que comprar en mayor volumen reduce riesgos de paralización, aunque ello implique sobreinventario, deterioro o pérdidas por almacenamiento prolongado. La ausencia de sistemas formales de control de inventarios, coordinación logística con el cronograma y análisis de rotación de materiales limita la comprensión del impacto económico que genera la sobrecompra. En consecuencia, el resultado refleja una cultura constructiva orientada a la prevención del desabastecimiento, pero no al equilibrio óptimo entre suministro, consumo y rentabilidad.

### 3.1.1.3 Control de materiales.

**Pregunta N° 3.- ¿El control del consumo de materiales reduce el desperdicio durante la ejecución?**

**Figura 3**

*Control de consumo*



**El control del consumo de materiales reduce el desperdicio durante la ejecución.**

*Nota.* Se muestra la representación gráfica de la tercera pregunta

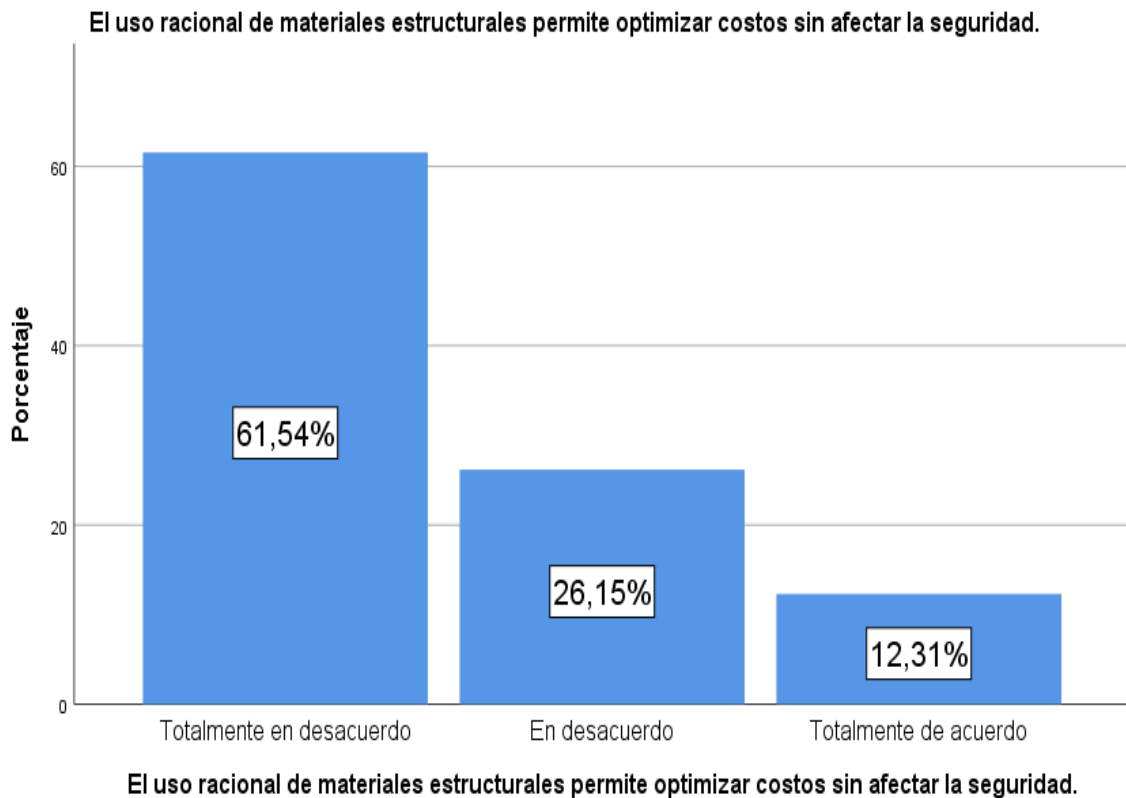
Esta percepción puede explicarse por la limitada aplicación de mecanismos técnicos de medición y seguimiento en campo, donde el consumo real rara vez se compara sistemáticamente con las cantidades presupuestadas. En muchos proyectos, las desviaciones se asumen como parte normal del proceso constructivo y no como indicadores de ineficiencia. Además, la falta de registros diarios, análisis de rendimiento por cuadrilla y control de mermas impide identificar puntos críticos de desperdicio. Como resultado, el control del consumo no es percibido como un instrumento de mejora de productividad y rentabilidad, sino como un procedimiento administrativo sin impacto directo en la reducción de residuos.

### 3.1.1.4 Uso de materiales.

**Pregunta N° 4.- ¿El uso racional de materiales estructurales permite optimizar costos sin afectar la seguridad?**

**Figura 4**

*Uso de materiales*



*Nota.* Se muestra la representación gráfica de la cuarta pregunta

Esta tendencia puede explicarse por la concepción tradicional de que reducir cantidades en componentes estructurales implica asumir riesgos técnicos, especialmente cuando no se distingue entre optimización y reducción indebida. En muchos casos, no se asocia el uso racional con procesos de diseño eficiente, análisis estructural avanzado, modelación BIM o ajustes basados en ingeniería de valor, sino con recortes presupuestarios que podrían afectar la calidad. La ausencia de cultura en optimización técnica fundamentada genera resistencia a considerar que es posible ajustar dimensiones, especificaciones o rendimientos sin comprometer la seguridad normativa. En consecuencia, el resultado evidencia una brecha entre los principios de eficiencia estructural moderna y la percepción conservadora predominante en la práctica constructiva.

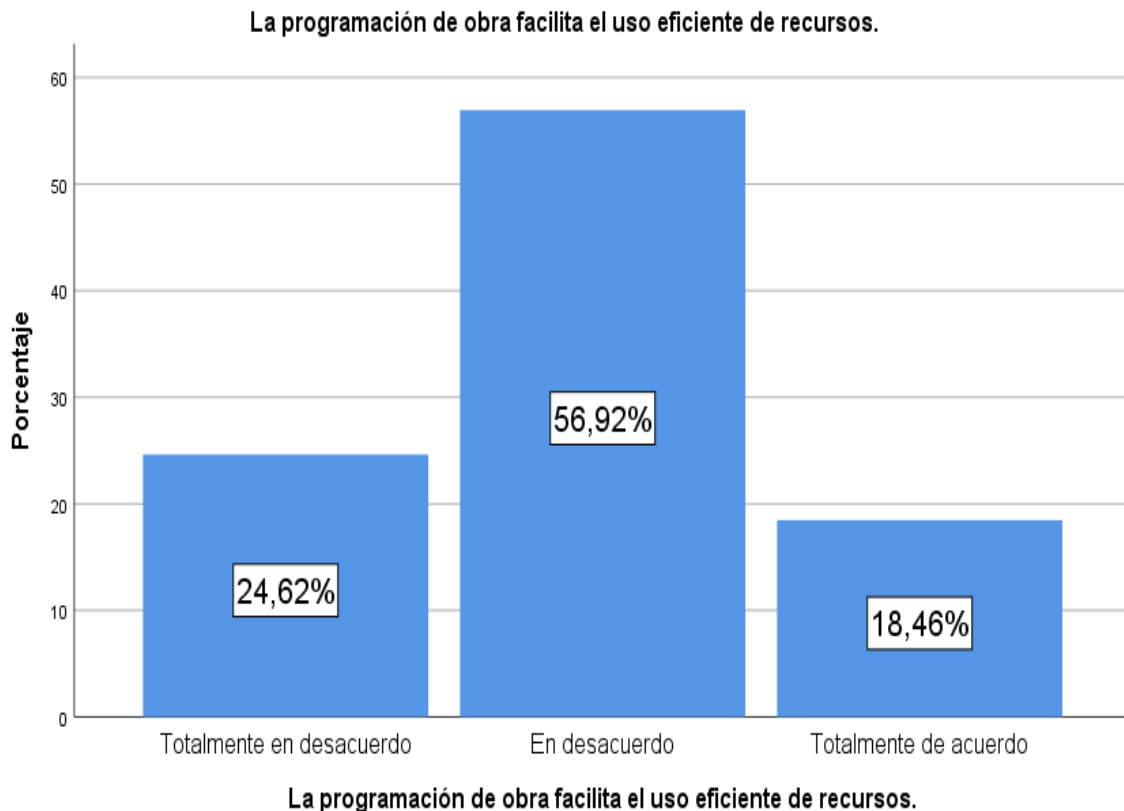
### 3.1.2 Dimensión 2: Planificación y control del proceso productivo

#### 3.1.2.1 Programación de obra.

Pregunta N° 5.- ¿La programación de obra facilita el uso eficiente de recursos?

Figura 5

Programación de obra



Nota. Se muestra la representación gráfica de la quinta pregunta

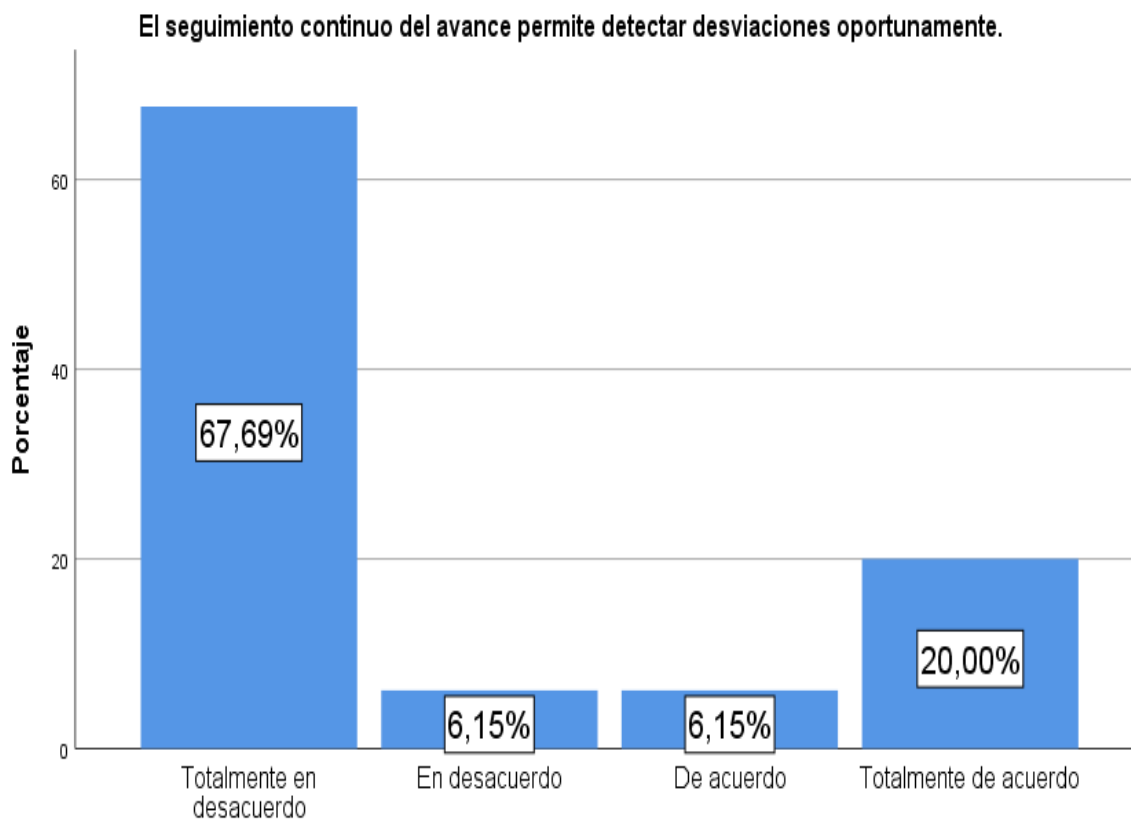
Esta percepción puede explicarse porque, en muchos proyectos, la programación se elabora como un requisito formal inicial y no como un instrumento dinámico de gestión y control. Cuando el cronograma no se actualiza ni se vincula con el suministro de materiales, la asignación de cuadrillas o la disponibilidad de equipos, pierde su función estratégica y se convierte en un documento referencial sin incidencia real en la eficiencia operativa. Además, la ejecución suele adaptarse a contingencias diarias más que a una planificación técnica rigurosa, lo que reduce la comprensión del impacto que tiene una programación bien estructurada en la reducción de tiempos muertos, sobrecostos y desperdicios. Esto evidencia una débil integración entre planificación y gestión efectiva de recursos en obra.

### 3.1.2.2 Seguimiento de procesos.

**Pregunta N° 6.- ¿El seguimiento continuo del avance permite detectar desviaciones oportunamente?**

**Figura 6**

*Seguimiento continuo*



**El seguimiento continuo del avance permite detectar desviaciones oportunamente.**

*Nota.* Se muestra la representación gráfica de la sexta pregunta

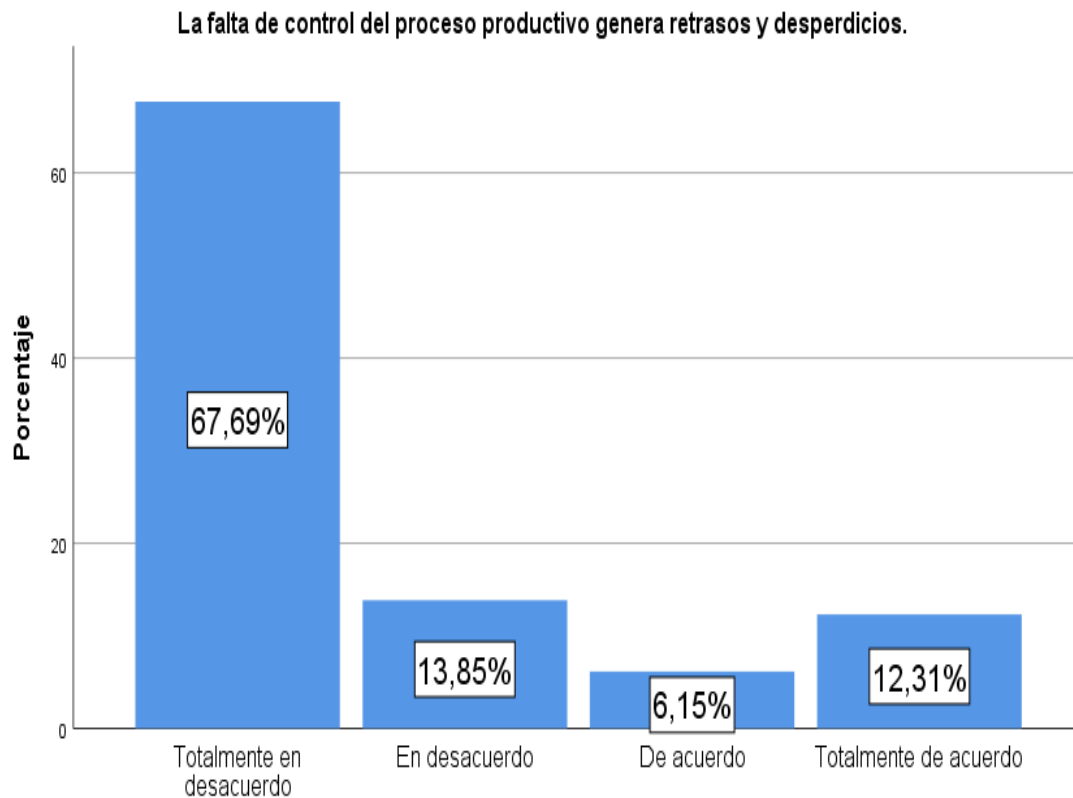
Esta tendencia puede explicarse porque, en muchos contextos constructivos, el seguimiento se realiza de manera informal o reactiva, enfocándose en resolver problemas una vez que ya se han materializado. Cuando no se aplican indicadores de desempeño, curvas de avance físico-financiero, análisis de valor ganado o reportes periódicos comparativos entre lo programado y lo ejecutado, el control pierde su capacidad de anticipación. La falta de cultura de monitoreo técnico continuo limita la detección temprana de desviaciones en costos, tiempos o consumo de materiales, generando la percepción de que el seguimiento no aporta un valor tangible a la eficiencia ni a la rentabilidad del proyecto.

### 3.1.2.3 Control de procesos

**Pregunta N° 7.- ¿La falta de control del proceso productivo genera retrasos y desperdicios?**

**Figura 7**

*Control de proceso*



**La falta de control del proceso productivo genera retrasos y desperdicios.**

*Nota.* Se muestra la representación gráfica de la séptima pregunta

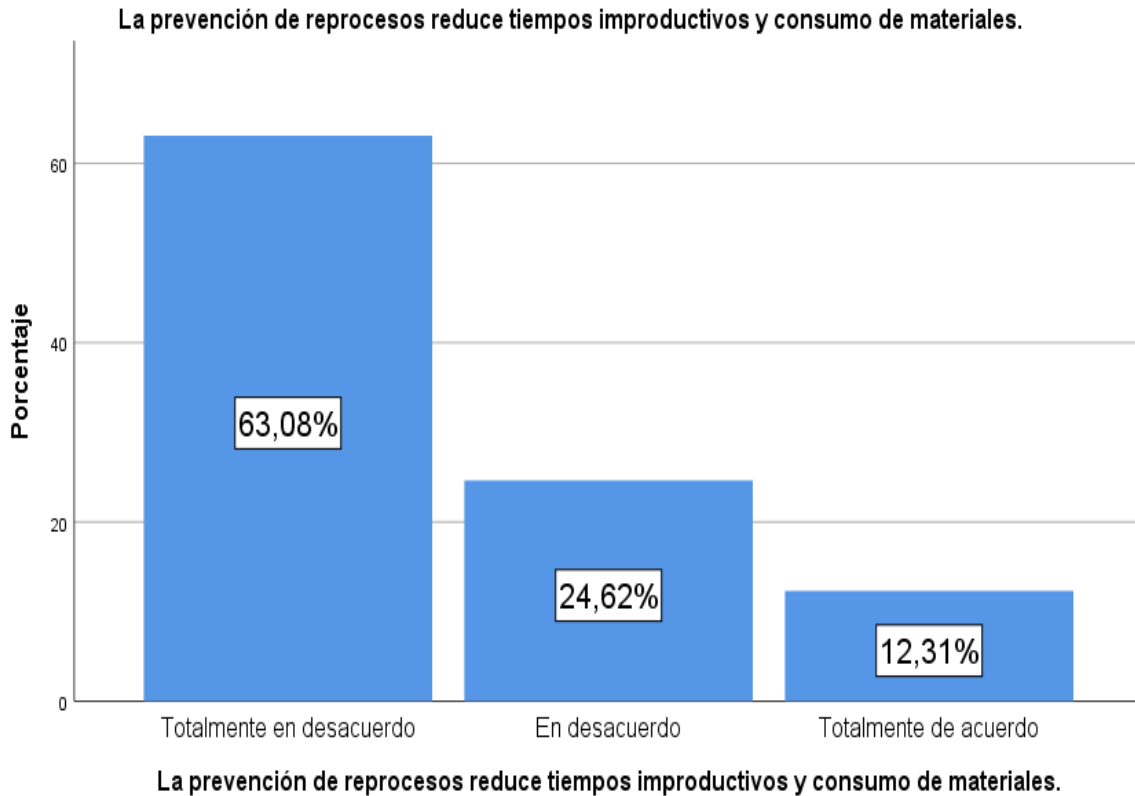
Esta percepción puede explicarse porque, en la práctica tradicional, los retrasos y desperdicios suelen atribuirse a factores externos como condiciones climáticas, disponibilidad de mano de obra o cambios del cliente, más que a fallas en la gestión interna del proceso productivo. Cuando no se aplican herramientas de control de calidad, estandarización de procedimientos, análisis de rendimiento por actividad o supervisión técnica sistemática, las pérdidas se normalizan como parte inherente de la ejecución. La falta de medición objetiva de reprocesos, tiempos improductivos y mermas impide visualizar que el descontrol operativo impacta directamente en costos y plazos, lo que evidencia una limitada cultura de gestión por procesos dentro del entorno constructivo analizado.

### 3.1.2.4 Prevención de reprocesos

**Pregunta N° 8.- ¿La prevención de reprocesos reduce tiempos improductivos y consumo de materiales?**

**Figura 8**

*Prevención de reprocesos*



*Nota.* Se muestra la representación gráfica de la octava pregunta

Esta tendencia puede explicarse porque, en muchos proyectos, los reprocesos se consideran ajustes normales dentro del desarrollo de la obra y no fallas del sistema productivo. La ausencia de controles de calidad preventivos, supervisión técnica rigurosa y estandarización de procedimientos provoca que errores de ejecución, correcciones estructurales o modificaciones tardías se asuman como parte habitual del proceso. Cuando no se cuantifican las horas hombre adicionales ni el material desperdiciado por retrabajos, no se dimensiona su efecto en la productividad y en la rentabilidad. Esto refleja una débil cultura de mejora continua y control preventivo dentro de la gestión constructiva.

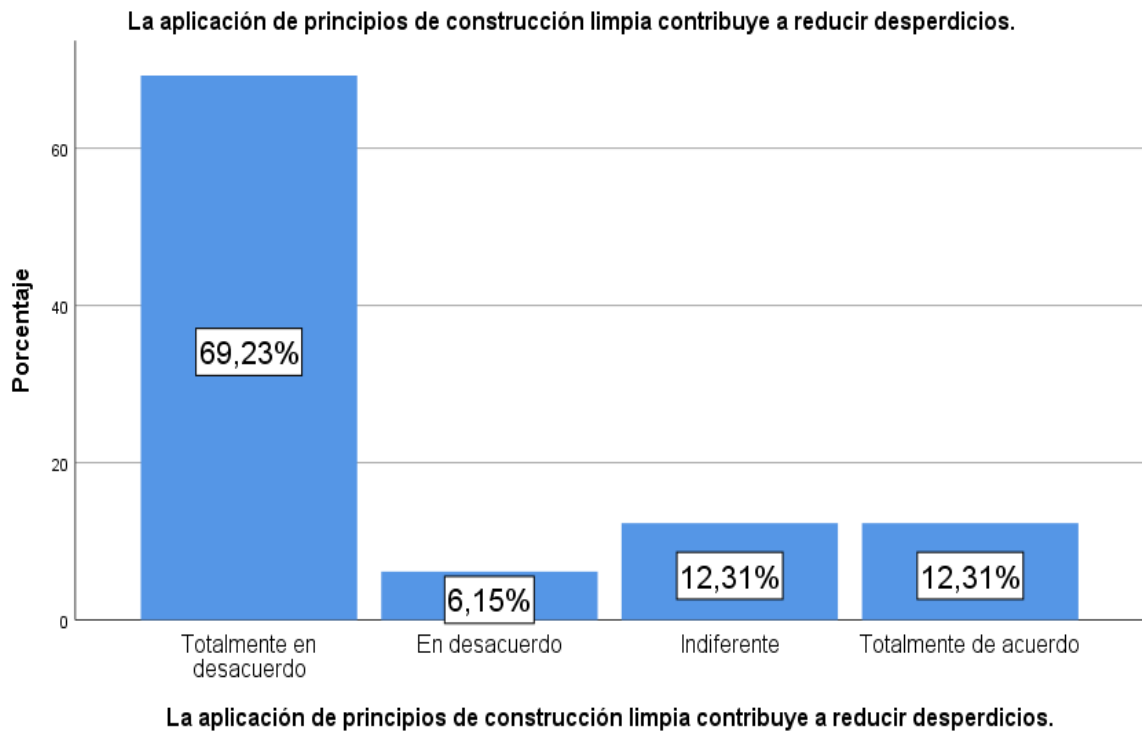
### 3.1.3 Dimensión 3: Uso de herramientas y técnicas de optimización

#### 3.1.3.1 Construcción limpia.

**Pregunta N° 9.- ¿La aplicación de principios de construcción limpia contribuye a reducir desperdicios?**

**Figura 9**

*Aplicación de principios*



*Nota.* Se muestra la representación gráfica de la novena pregunta

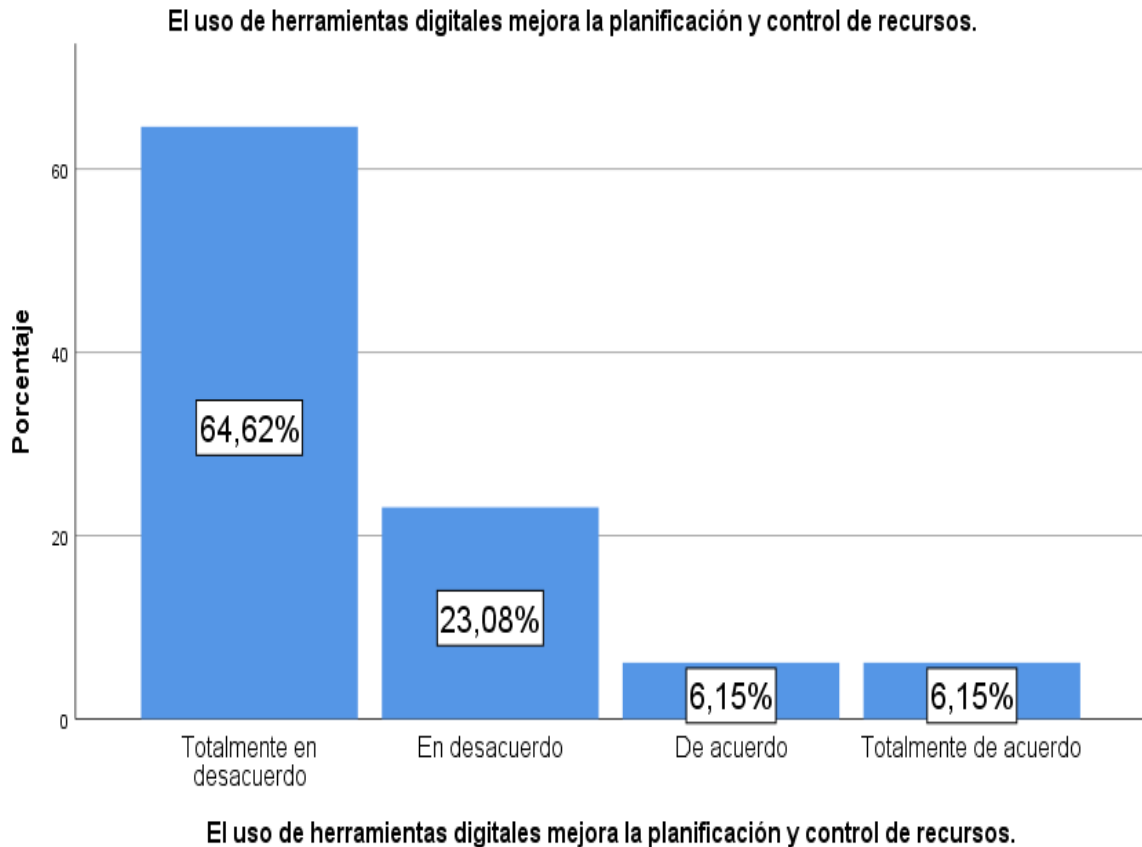
Esta percepción puede explicarse por el limitado conocimiento o aplicación práctica de metodologías como Lean Construction, planificación colaborativa o mejora continua en el contexto analizado. En muchos proyectos, los procesos constructivos siguen esquemas tradicionales donde no se prioriza la eliminación de actividades que no agregan valor ni la optimización de flujos de trabajo. Además, la falta de capacitación técnica en principios de construcción limpia impide comprender cómo la reducción de tiempos muertos, movimientos innecesarios y sobreproducción impacta directamente en la disminución de desperdicios y en la rentabilidad. El resultado evidencia una brecha significativa entre los enfoques modernos de gestión eficiente y la práctica convencional en obra.

### 3.1.3.2 Herramientas digitales.

**Pregunta N° 10.- ¿El uso de herramientas digitales mejora la planificación y control de recursos?**

**Figura 10**

*Herramientas digitales*



*Nota.* Se muestra la representación gráfica de la décima pregunta

Esta tendencia puede explicarse por el bajo nivel de implementación de herramientas como software de planificación, modelado BIM, sistemas de control de inventarios o plataformas de seguimiento de avance en tiempo real. Cuando las obras se gestionan principalmente mediante métodos tradicionales y registros manuales, los beneficios de la digitalización no se experimentan directamente, lo que genera escepticismo sobre su aporte real. Además, la resistencia al cambio tecnológico, la falta de capacitación y la percepción de costos adicionales asociados a la adopción de software pueden reforzar la idea de que las herramientas digitales no influyen significativamente en la eficiencia ni en la rentabilidad del proyecto.

## 3.2 Resultados de la encuesta – Variable Reducción de desechos constructivos

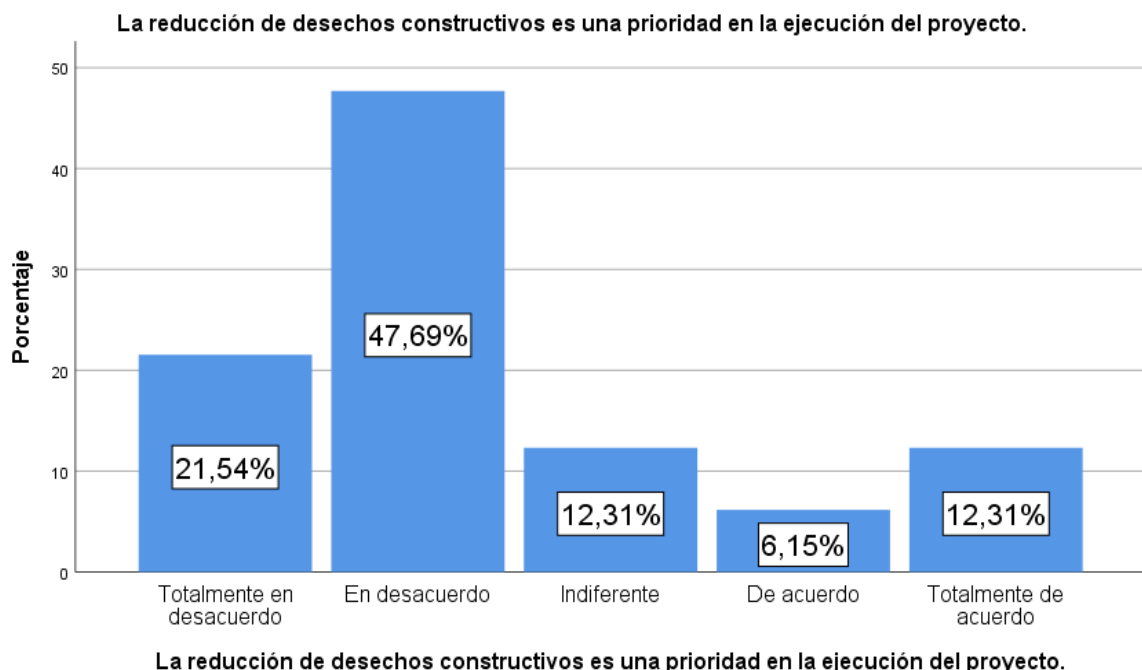
### 3.2.1 Dimensión 4: Reducción de desechos constructivos

#### 3.2.1.1 Prioridad de reducción.

**Pregunta N° 11.- ¿La reducción de desechos constructivos es una prioridad en la ejecución del proyecto?**

**Figura 11**

*Reducción de desechos*



*Nota.* Se muestra la representación gráfica de la onceava pregunta

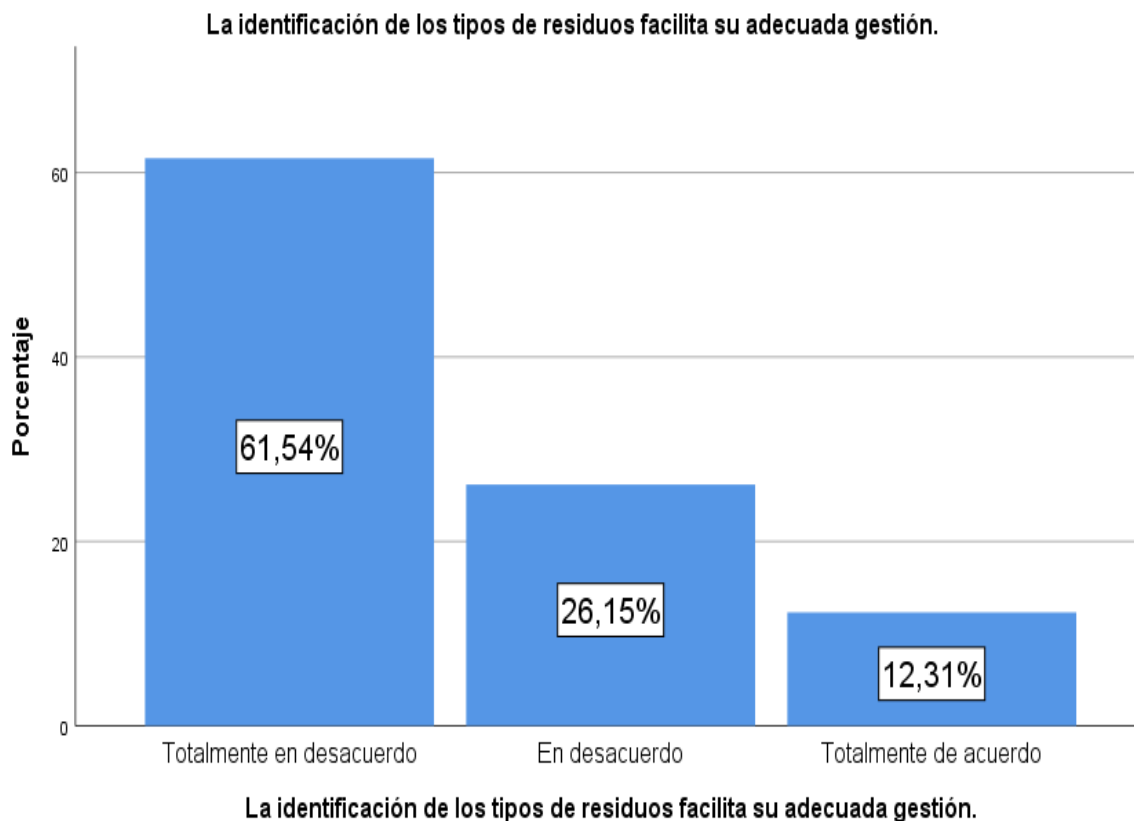
Esta tendencia puede explicarse porque en muchos proyectos la prioridad operativa se concentra en cumplir plazos y costos directos, dejando en segundo plano la gestión ambiental y la minimización de desperdicios. Cuando no existen políticas internas, indicadores de control o exigencias contractuales específicas relacionadas con la reducción de residuos, el tema pierde relevancia estratégica. Además, si los costos asociados a la disposición final de desechos no representan un impacto significativo dentro del presupuesto total, la reducción de desperdicios no se percibe como un factor crítico para la rentabilidad. Esto evidencia una cultura constructiva más orientada a la ejecución inmediata que a la optimización integral de recursos.

### 3.2.1.2 Tipos de residuos

**Pregunta N° 12.- ¿La identificación de los tipos de residuos facilita su adecuada gestión?**

**Figura 12**

*Identificación de residuos*



*Nota.* Se muestra la representación gráfica de la doceava pregunta

Esta percepción puede explicarse porque, en muchos proyectos, los residuos se gestionan de forma general sin separación en origen, priorizando únicamente su retiro del sitio de construcción. La ausencia de protocolos de segregación, señalización adecuada o capacitación del personal impide visualizar cómo la identificación diferenciada — escombros, madera, acero, plásticos, residuos peligrosos— permite reutilización, reciclaje o disposición técnica adecuada. Cuando no se implementan sistemas formales de gestión ambiental, la clasificación no se asocia con beneficios económicos ni operativos, lo que evidencia una limitada cultura de manejo integral de residuos dentro del proceso constructivo.

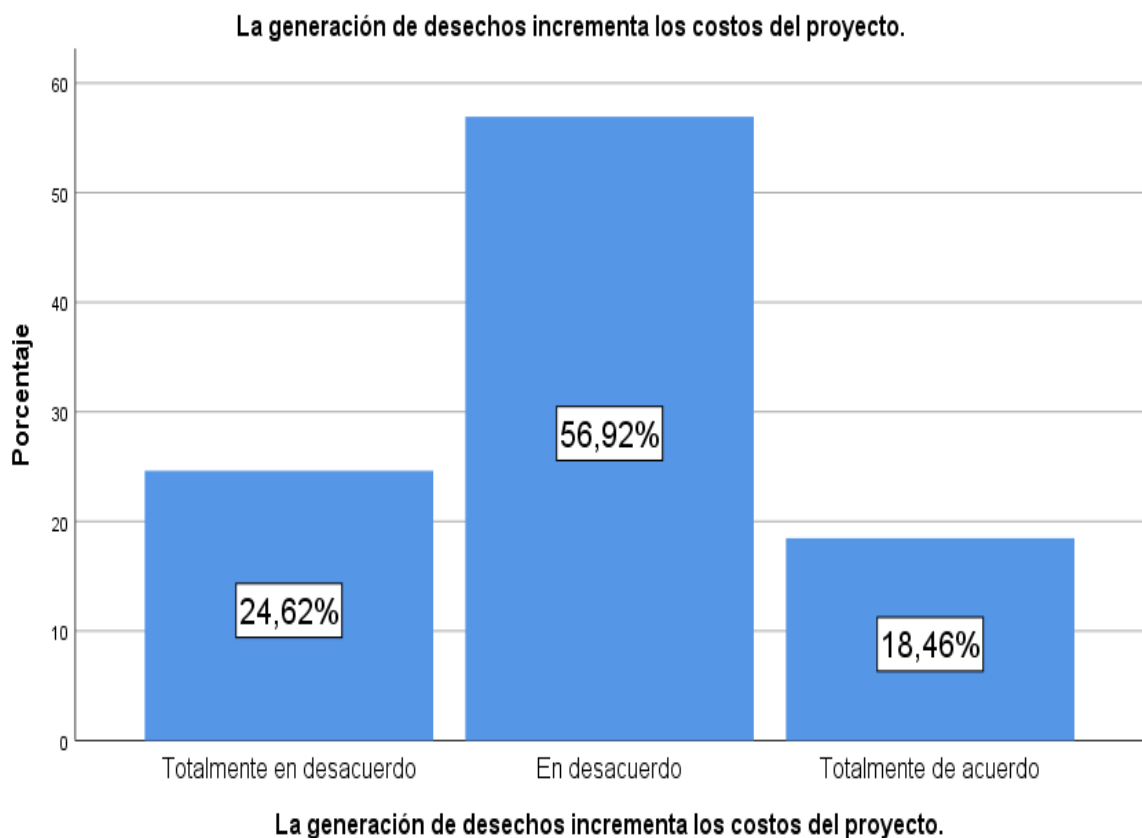
### 3.2.2 Dimensión 5: Impacto económico de los desechos constructivos

#### 3.2.2.1 Generación de desechos.

**Pregunta N° 13.- ¿La generación de desechos incrementa los costos del proyecto?**

**Figura 13**

*Incremento de costos*



*Nota.* Se muestra la representación gráfica de la décimo tercera pregunta

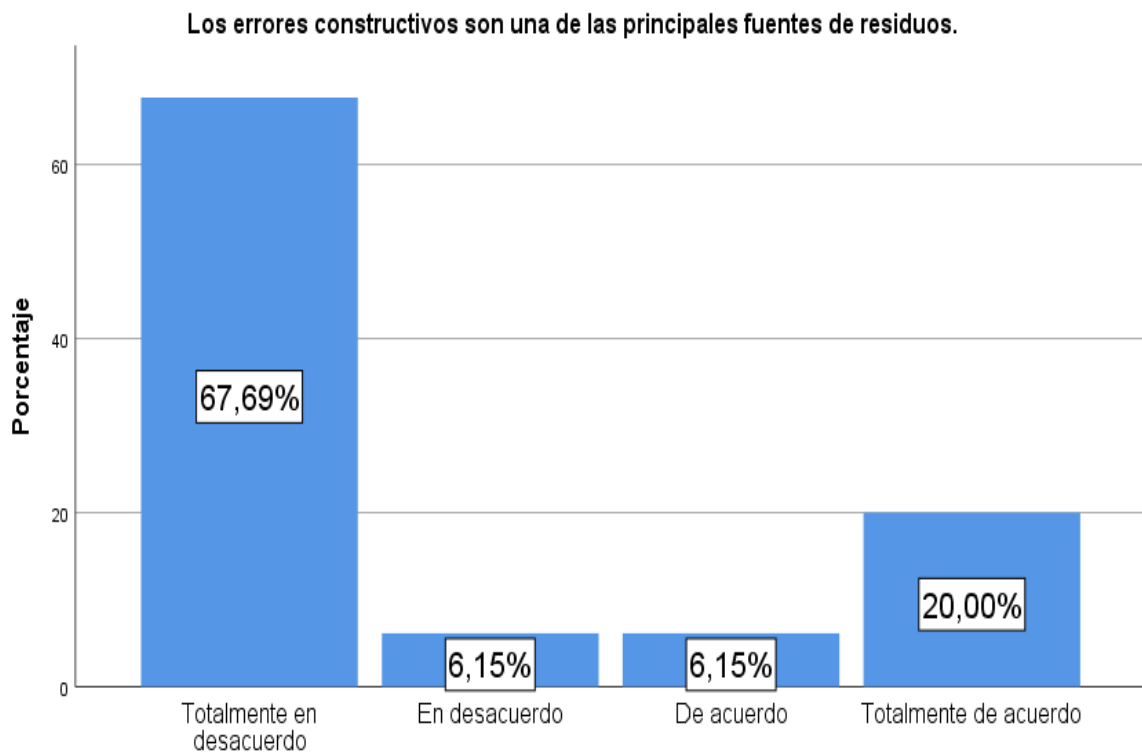
Esta percepción puede explicarse porque los costos derivados de los desechos — como transporte, disposición final, reposición de materiales desperdiciados y horas hombre adicionales no siempre se registran de manera desagregada dentro del presupuesto. En muchos casos, estos gastos se diluyen en partidas generales o se consideran pérdidas operativas normales. Al no cuantificarse técnicamente el costo real de la merma y el reproceso, no se dimensiona su incidencia en la utilidad final del proyecto. Esto refleja una limitada cultura de análisis de costos indirectos y una subestimación del impacto financiero que genera la ineficiencia en el manejo de residuos constructivos.

### 3.2.2.2 Fuentes de residuos

**Pregunta N° 14.- ¿Los errores constructivos son una de las principales fuentes de residuos?**

**Figura 14**

*Errores constructivos*



**Los errores constructivos son una de las principales fuentes de residuos.**

*Nota.* Se muestra la representación gráfica de la décimo cuarta pregunta

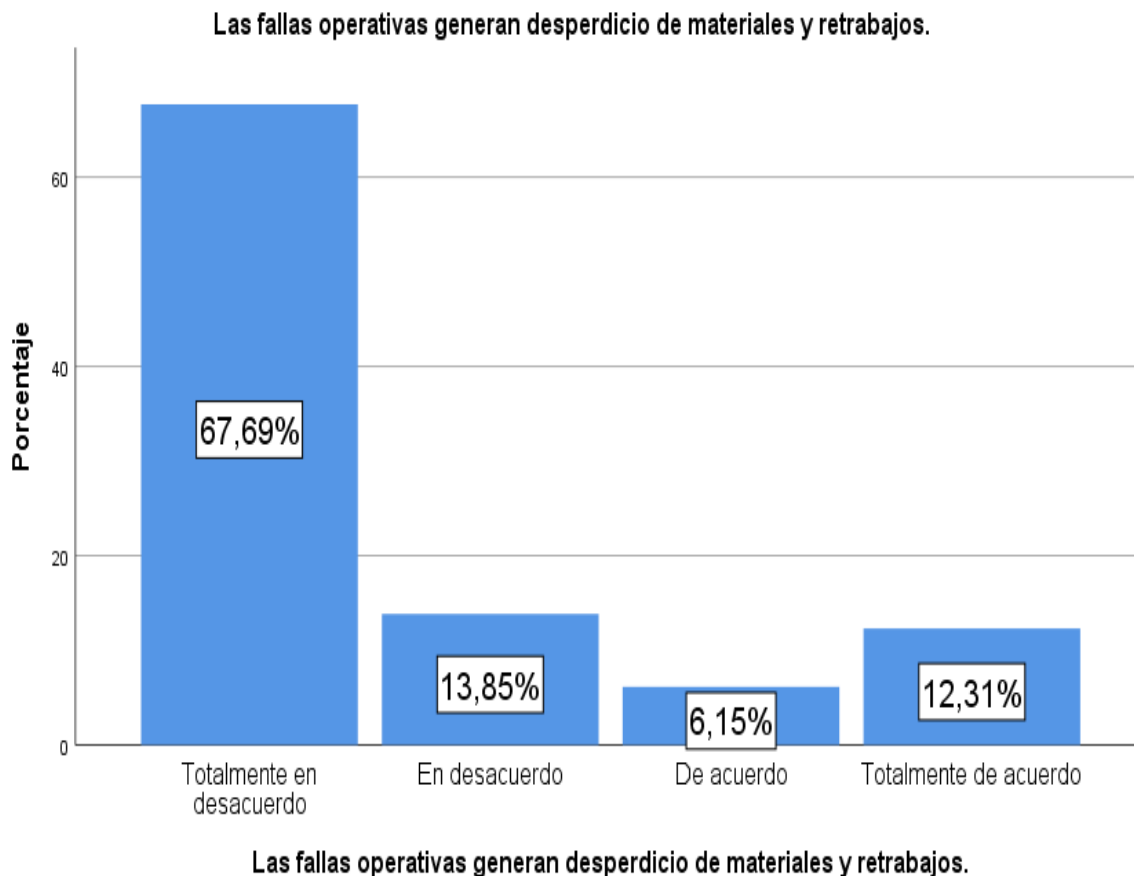
Esta tendencia puede explicarse porque, en la práctica constructiva tradicional, los residuos suelen atribuirse a excedentes de material o sobrantes inevitables, más que a fallas técnicas, mala interpretación de planos o deficiencias en supervisión. Cuando no se cuantifican los materiales descartados por demoliciones parciales, correcciones estructurales o acabados mal ejecutados, no se dimensiona el impacto real de los errores en la generación de desperdicios. La ausencia de sistemas de control de calidad preventivos y análisis de causas raíz limita la identificación de fallas como fuente principal de residuos, evidenciando una débil cultura de gestión orientada a la mejora continua y a la reducción sistemática de pérdidas.

### 3.2.2.3 Fallas operativas.

**Pregunta N° 15.- ¿Las fallas operativas generan desperdicio de materiales y retrabajos?**

**Figura 15**

*Fallas operativas*



*Nota.* Se muestra la representación gráfica de la décimo quinta pregunta

Esta percepción puede explicarse porque las fallas operativas como mala coordinación de cuadrillas, errores en medición, uso inadecuado de herramientas o supervisión insuficiente suelen normalizarse como parte habitual del proceso constructivo. Al no registrarse formalmente los costos asociados a retrabajos, tiempos improductivos y materiales descartados, no se dimensiona su impacto económico real. La ausencia de estandarización de procedimientos y de análisis sistemático de desempeño limita la identificación de ineficiencias operativas como fuente relevante de desperdicio, evidenciando una débil cultura de control de procesos dentro del entorno constructivo evaluado.

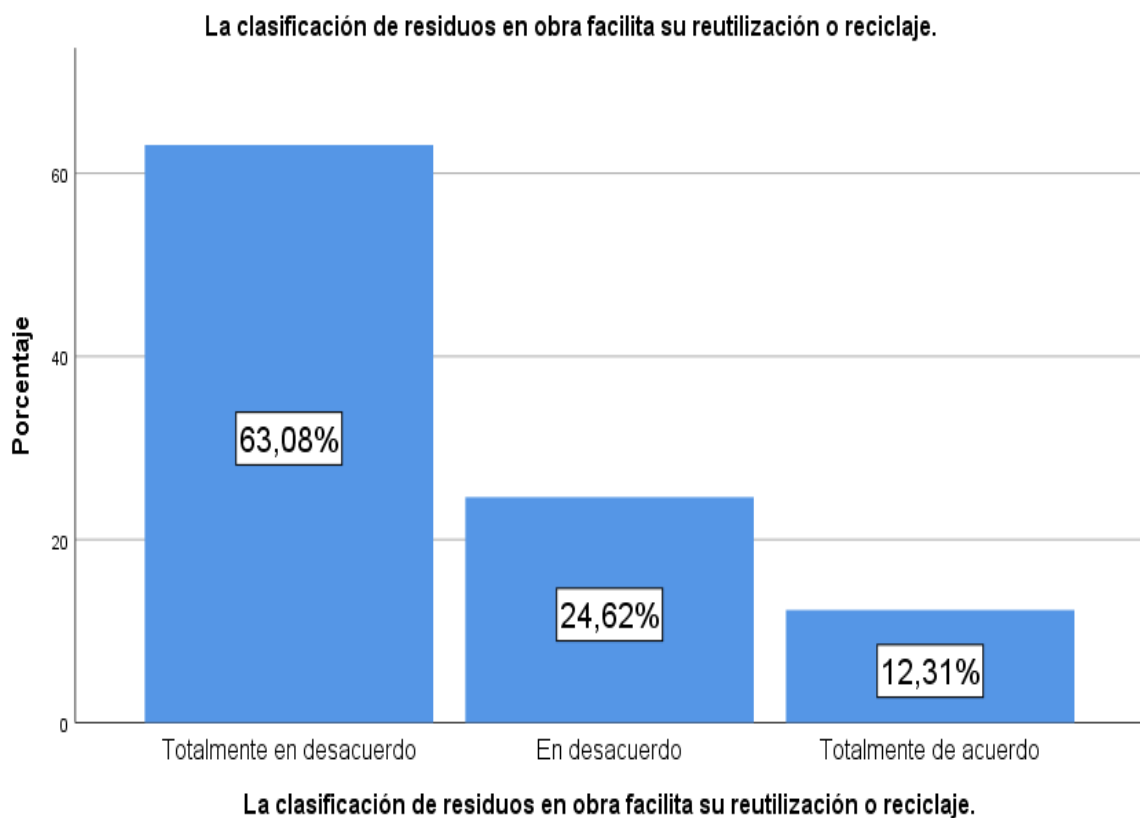
### 3.2.3 Dimensión 6: Manejo y control de desechos

#### 3.2.3.1 Clasificación de residuos.

**Pregunta N° 16.- ¿La clasificación de residuos en obra facilita su reutilización o reciclaje?**

**Figura 16**

*Clasificación de residuos*



*Nota.* Se muestra la representación gráfica de la décimo sexta pregunta

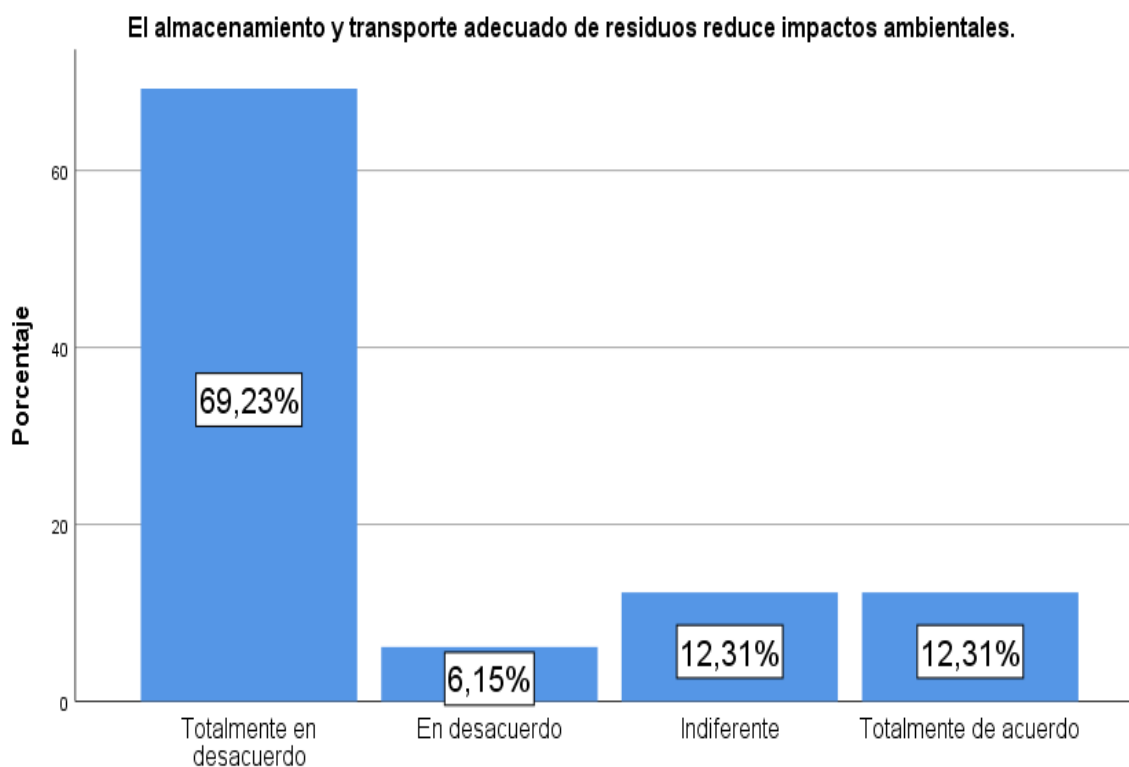
Esta tendencia puede explicarse porque, en muchos proyectos, no existen sistemas formales de separación en origen ni espacios físicos adecuados para almacenamiento diferenciado. Además, cuando no se cuenta con cadenas locales de reciclaje consolidadas o incentivos económicos claros para la reutilización, la clasificación pierde atractivo práctico. La falta de capacitación y de protocolos ambientales específicos impide comprender que la segregación adecuada permite recuperar materiales como acero, madera o agregados, reduciendo costos de disposición final y contribuyendo a la sostenibilidad del proyecto. Esto evidencia una limitada integración de prácticas de gestión ambiental dentro del proceso constructivo.

### 3.2.3.2 Almacenamiento y transporte

#### Pregunta N° 17,- ¿El almacenamiento y transporte adecuado de residuos reduce impactos ambientales?

Figura 17

*Almacenamiento y transporte*



El almacenamiento y transporte adecuado de residuos reduce impactos ambientales.

*Nota.* Se muestra la representación gráfica de la décimo séptima pregunta

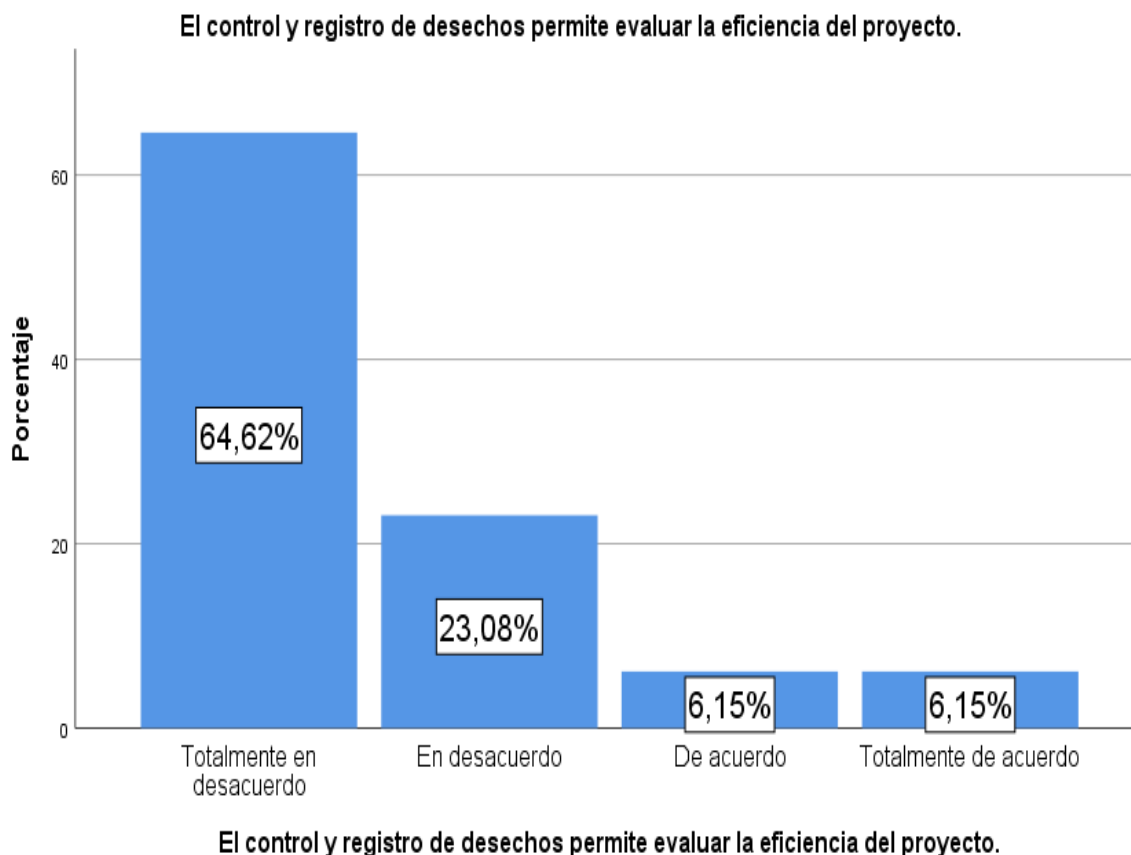
Esta percepción puede explicarse porque, en muchos contextos constructivos, el manejo de residuos se limita a su retiro del sitio de obra sin considerar protocolos técnicos de almacenamiento temporal, cobertura, señalización o transporte seguro. Cuando no se visualizan consecuencias inmediatas como contaminación del suelo, generación de polvo, dispersión de escombros o afectación a terceros, el impacto ambiental se subestima. Además, la ausencia de normativas estrictas o controles externos reduce la presión por implementar prácticas adecuadas. Esto evidencia una limitada conciencia ambiental integrada a la gestión operativa del proyecto y una débil articulación entre sostenibilidad y ejecución constructiva.

### 3.2.3.3 Control y registro.

**Pregunta N° 18.- ¿El control y registro de desechos permite evaluar la eficiencia del proyecto?**

**Figura 18**

*Control y registro*



*Nota.* Se muestra la representación gráfica de la décimo octava pregunta

Esta tendencia puede explicarse porque, en muchos proyectos, los desechos no se cuantifican ni se documentan de forma sistemática, por lo que no se integran como variable de análisis en la evaluación de productividad o rentabilidad. Cuando no existen registros detallados sobre volúmenes generados, costos de disposición o pérdidas por mermas, resulta difícil establecer indicadores de eficiencia relacionados con el uso de materiales. La ausencia de métricas específicas impide visualizar que una alta generación de residuos representa ineficiencia operativa. Esto evidencia una débil cultura de control basado en datos y una limitada incorporación de indicadores ambientales y productivos dentro del sistema de gestión del proyecto.

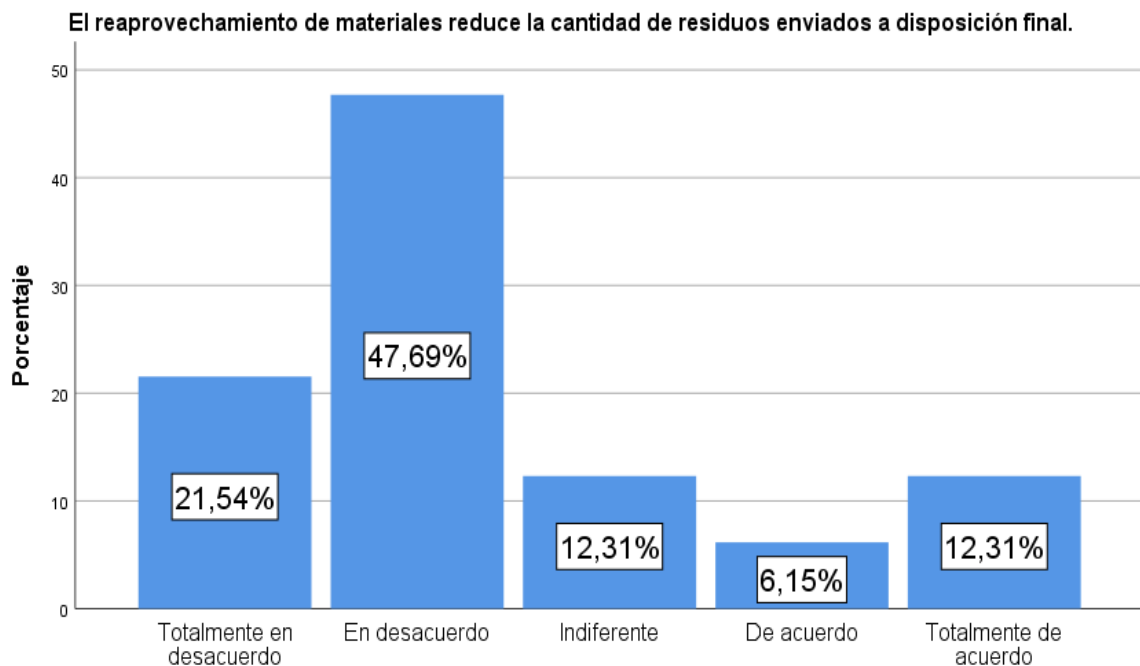
### 3.2.4 Dimensión 7: Reaprovechamiento y disposición final

#### 3.2.4.1 Reutilización de materiales

**Pregunta N° 19.- El reaprovechamiento de materiales reduce la cantidad de residuos enviados a disposición final.**

**Figura 19**

*Reaprovechamiento de materiales*



**El reaprovechamiento de materiales reduce la cantidad de residuos enviados a disposición final.**

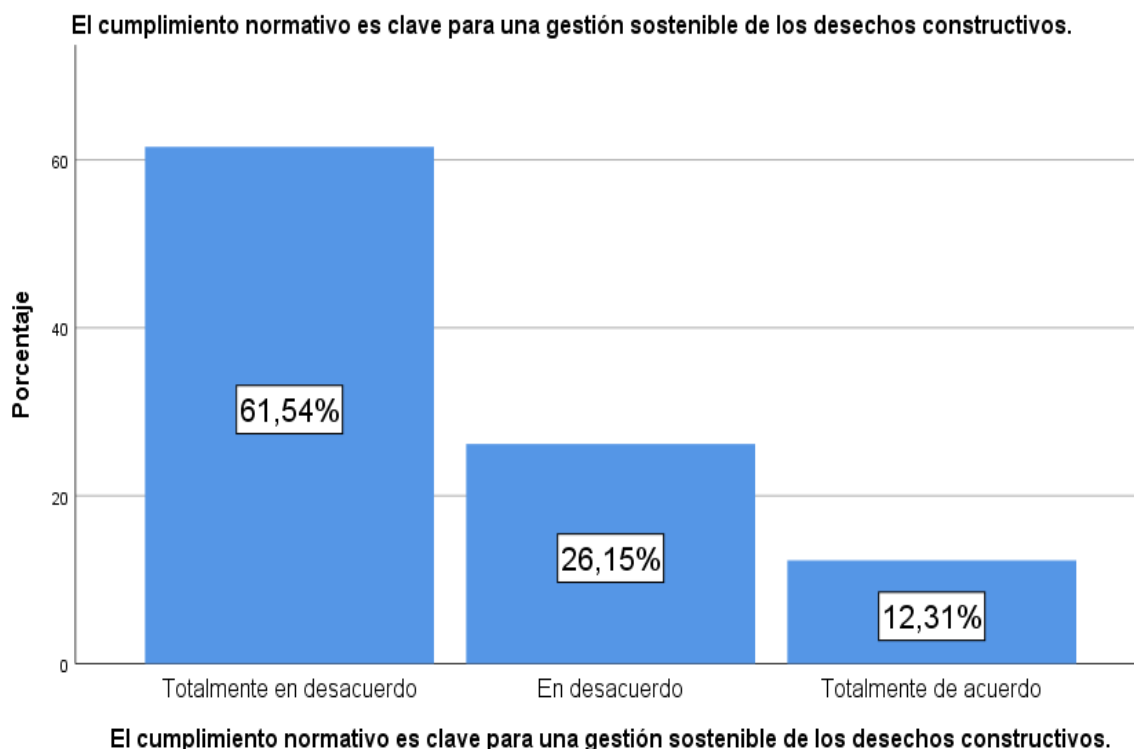
*Nota.* Se muestra la representación gráfica de la décimo novena pregunta

Los resultados muestran que durante la construcción de una edificación no existe procesos establecidos para la recuperación, acondicionamiento o reutilización de materiales que han sobrado dentro del mismo proyecto. Puede existir una percepción de que la reutilización se asocia con la falta de calidad o mayores tiempos operativos lo que impide su aplicación. La falta de planificación para identificar materiales reutilizables y la falta de espacios para su almacenamiento temporal no juega a favor de esta práctica, teniendo como consecuencia no se use el reaprovechamiento como parte de la gestión de residuos, sino como una práctica ocasional, impidiendo que se apliquen prácticas de disminución de desechos.

### 3.2.4.2 Cumplimiento normativo

**Pregunta N° 20.- ¿El cumplimiento normativo es clave para una gestión sostenible de los desechos constructivos?**

Figura 20



*Cumplimiento de normas*

*Nota.* Se muestra la representación gráfica de la vigésima pregunta

Esta tendencia puede explicarse porque, en la práctica constructiva, el cumplimiento normativo suele asumirse como un requisito formal para evitar sanciones y no como una herramienta estratégica para mejorar procesos y reducir impactos ambientales. Cuando la supervisión externa es limitada o las exigencias regulatorias no se aplican con rigurosidad, la normativa pierde relevancia operativa dentro del proyecto. Además, la falta de capacitación sobre disposiciones legales relacionadas con residuos constructivos impide comprender que el marco regulatorio establece lineamientos técnicos para almacenamiento, transporte y disposición final adecuados. En consecuencia, el cumplimiento normativo no se integra como parte del sistema de gestión sostenible, sino como una obligación administrativa desvinculada de la eficiencia y rentabilidad del proyecto.

### 3.3 Comprobación de hipótesis

Para realizar el análisis de la comprobación de la hipótesis se procede a plantear la hipótesis nula la cual indica que no existe relación y la hipótesis alternativa que indica que, si existe relación entre las variables de estudio, esto se plantea a continuación:

H<sub>0</sub>: No existe una relación significativa entre la optimización de recursos y la reducción de desechos constructivos en un edificio objeto para maximizar su rentabilidad,  $p > 0,05$ .

H<sub>1</sub>: Existe una relación significativa entre la optimización de recursos y la reducción de desechos constructivos en un edificio objeto para maximizar su rentabilidad,  $p < 0,05$ .

Posteriormente para comprobar y rechazar una hipótesis de investigación se procede a realizar la prueba en el programa estadístico SPSS. El criterio para aceptar la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) es si el valor de significancia es  $> 0,05$  determinando que no existe correlación entre las variables de estudio, caso contrario se acepta la hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>) si el valor de significancia es  $< 0,05$  lo que indica que existe relación entre las variables analizadas. EL resultado obtenido se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 6**  
*Correlación de Spearman*

Correlaciones					
				Optimización de recursos	Reducción de desechos
Rho	de Optimización	Coefficiente	de	1,000	,837**
Spearman	de recursos	correlación			
		Sig. (bilateral)		.	,000
		N		65	65
	Reducción de	Coefficiente	de	,837**	1,000
	desechos	correlación			
		Sig. (bilateral)		,000	.
		N		65	65

*Nota.* Se muestra los resultados de la correlación de las variables

El resultado obtenido en la prueba de correlación de Spearman muestra un valor de significancia de 0,000. De acuerdo al criterio establecido al tener un valor de significancia menor a 0,05 se acepta la hipótesis alternativa H<sub>1</sub> determinando que Existe una relación

significativa entre la optimización de recursos y la reducción de desechos constructivos en un edificio objeto para maximizar su rentabilidad.

El coeficiente de magnitud y dirección es de 0,837 lo que indica que hay una correlación fuerte entre las variables de estudio, indicando que a mayor optimización de recursos se reducirán los desechos constructivos ayudando a maximizar la rentabilidad de los proyectos de edificación. La matriz de correlación de Spearman presenta valores simétricos debido a que la relación entre las variables es bidireccional, indicando que la correlación entre la optimización de recursos y la reducción de desechos es equivalente en ambos sentidos.

### **3.4 Resultados de la entrevista**

Los resultados de las entrevistas evidencian un consenso técnico entre los profesionales consultados respecto a la influencia directa que tiene la planificación de recursos sobre la eficiencia operativa y la rentabilidad de los proyectos constructivos. Desde una perspectiva integral, los especialistas coinciden en que una planificación adecuada permite anticipar requerimientos, controlar el consumo de materiales y optimizar los tiempos de ejecución, reduciendo costos asociados a compras innecesarias, reprocesos y retrasos.

Continuando con la generación de desechos constructivos, se identificó que las principales causas se relacionan con la falta de planificación antes de ejecutar la obra, así como la falta de coordinación entre especialistas, el surgimiento de cambios durante la construcción y el bajo control en los diferentes procesos de edificación. Esto incide en reprocesos, desperdicios de materiales y pérdidas económicas, llevando a deducir que la generación de residuos no es casualidad, sino una consecuencia directa de la falta de gestión de un proyecto.

Abordando las prácticas para la reducción de desperdicios, se destaca la importancia de aplicar control del consumo de materiales, falta de supervisión técnica y la optimización del diseño en etapas iniciales del proyecto. Otro aspecto identificado es la falta de aplicación de metodologías de construcción limpia, lo cual dificulta la identificación de actividades que no aportan a optimizar los procesos y recursos en la construcción de una edificación.

En cuanto al uso de herramientas digitales y metodologías de optimización, se hace mención en que estos insumos y herramientas tienen un papel clave en la identificación de

errores, así como la mejora en los procesos de construcción especialmente en la coordinación interdisciplinaria para reducir los retrabajos en la obra, logrando así disminuir tiempo y uso excesivo de materiales, de este modo se logra una mejor planificación, control y uso eficiente de los recursos disponibles.

Sobre la gestión actual de los residuos constructivos, los entrevistados indican que esto realiza solo a la recolección y disposición final, sin realizar una planificación para evitar su generación y reutilización. Este problema persiste debido a la falta de capacitación del personal, la presión existente para entregar la obra en un determinado tiempo y la falta de recursos destinados especialmente para la gestión de residuos.

Al final los participantes indican que para realizar mejoras en el futuro se deben mejorar las prácticas de planificación desde el inicio del diseño de edificaciones, así como incorporar criterios de sostenibilidad y uso racional de materiales. Es importante que se empleen herramientas digitales y metodologías de optimización para promover la capacitación continua del personal de obra. Con todos estos elementos se reduce la generación de desechos, optimiza recursos y mejorar la rentabilidad del proyecto.

### **3.5 Análisis general de los resultados**

La encuesta aplicada a 65 personas reveló que no se aplican prácticas de optimización de recursos y de gestión de desechos constructivos en los proyectos en los que se hizo el estudio. La mayoría de las preguntas de la variable optimización de recursos presentan altos porcentajes de respuestas en las categorías totalmente en desacuerdo y desacuerdo, en relación a la debilidad en la planificación, control y uso eficiente de recursos durante la ejecución de las obras.

En la misma dirección, en cuanto a los resultados relacionados con la variable reducción de desechos constructivos, las prácticas como la identificación de residuos, clasificación y segregación, almacenamiento, control y registro de desechos, reaprovechamiento de materiales y cumplimiento normativo no son prácticas que se realicen de forma frecuente. Y esto lo demuestran los resultados negativos de la mayoría de las respuestas, que evidencian un escaso conocimiento, una nula sensibilización o bien la implementación inefectiva de las estrategias de reducción de residuos y su huella económica y ambiental.

Estos primeros resultados indican que no se aplican las teorías relacionadas con la optimización de recursos para reducir desechos, generando el aumento de tiempo y costos en la construcción de edificación lo que afecta su rentabilidad. De este modo se evidencia la necesidad de realizar capacitaciones en el aspecto administrativo de recursos para reducir desperdicios y pérdidas a lo largo de un proyecto constructivo.

También hay que destacar otro aspecto, donde una minoría que sí reflejan una buena percepción de la importancia de estas prácticas, lo cual se presenta como una base para luego realizar un fortalecimiento de procesos de formación, de planificación y de utilización de herramientas de gestión más eficientes. Esto pone en evidencia una laguna existente entre el conocimiento técnico que hay y lo que realmente se aplica en la obra.

Por su parte, los resultados de la entrevista, también constatan y complementan los resultados cuantitativos. Coinciden los entrevistados en que la ineficaz planificación, los errores constructivos, los reprocesos, la falta de un control técnico y la escasa coordinación entre las disciplinas son las fuentes de la producción de residuos en obra. También subrayan que la implementación de metodologías como, por ejemplo, cierto tipo de construcción limpia y Modelados de información de construcción (MIC), más una planificación correcta de los recursos y gestión del conjunto de materiales constituyen las líneas de actuación más relevantes para conseguir alcanzar una buena eficiencia, así como disminuir la generación de desperdicios y favorecer un incremento de la rentabilidad.

## **CAPÍTULO 4.**

### **PROPUESTA**

#### **4.1 Título de la propuesta**

Diseño una propuesta para la mejora de la gestión de recursos y reducción de desechos en una edificación para maximizar su rentabilidad.

#### **4.2 Justificación**

La propuesta se justifica por la necesidad de mejorar la gestión de los recursos y disminuir la generación de desechos de tipo constructivo en la edificación de proyectos considerándose que las deficiencias en planificación, control del consumo de los materiales y seguimiento del proceso constructivo condicionan negativamente la eficiencia y rentabilidad de los proyectos. Los datos del estudio pusieron en evidencia la existencia de desperdicios con origen en errores operativos, reprocesos y la propia gestión de los recursos.

Desde el enfoque técnico, la propuesta se apoya en la utilización de estrategias de optimización de recursos y de control del proceso, con la ayuda de herramientas digitales gratuitas como ProjectLibre, que permite programar, simular y controlar actividades, tiempos y recursos. Desde la perspectiva económica, la propuesta contribuye a la reducción de los costes directos e indirectos, de manera que aumenta la rentabilidad del proyecto. También adquiere una dimensión medioambiental porque fomenta prácticas medioambientales que ayudan a reducir la cantidad de residuos y lograr un uso eficiente de los recursos, lo que le proporciona un carácter de guía teórica que permite la gestión sostenible de construcciones

De este modo se obtendrá una serie de pasos estratégicos que permitirán realizar una mejor gestión de la construcción de edificaciones permitiendo cumplir con un cronograma inicial, mostrando eficiencia al usar recursos, mantener los costos y cumplir con los tiempos de entregas, los cuales son elementos necesarios para la satisfacción de quienes contratan este tipo de servicios. La propuesta es de carácter prospectivo para aplicaciones futuras, no refleja la realidad de la mayoría de los proyectos que se ejecutan en la actualidad dado que el manejo de recursos se realiza de diferentes maneras de acuerdo a los conocimientos y experiencias de los profesionales de construcción.

### **4.3 Objetivo general de la propuesta**

Diseñar una propuesta de gestión de recursos y reducción de desechos constructivos mediante el uso del programa ProjectLibre para optimizar el uso de materiales, reducir la generación de residuos y maximizar la rentabilidad de una edificación.

### **4.4 Objetivo específico de la propuesta**

- Estructurar la planificación del proceso constructivo mediante el uso del programa ProjectLibre para optimizar la programación de actividades y asignación de recursos reduciendo tiempos improductivos y reprocesos.
- Fortalecer el seguimiento del proyecto mediante la simulación del cronograma en ProjectLibre comparando el avance planificado con el realizado, identificando desviaciones de recursos, junto acciones preventivas que contribuyan a la reducción de desperdicios.
- Integrar la gestión de recursos materiales en la planificación del proyecto mediante ProjectLibre apoyando a la toma de decisiones minimizando el consumo innecesario de materiales, generación de desechos y mejora de la rentabilidad de la edificación.

### **4.5 Desarrollo de la propuesta**

#### ***4.5.1 Estructurar la planificación del proceso constructivo mediante el uso del programa ProjectLibre para optimizar la programación de actividades y asignación de recursos reduciendo tiempos improductivos y reprocesos.***

Para el cumplimiento de este primer objetivo se toma como ejemplo la construcción de una edificación destinadas a locales comerciales. Por lo tanto, la planificación del proceso constructivo adquiere especial relevancia debido a la coexistencia de múltiples actividades estructurales, arquitectónicas y de instalaciones que deben ejecutarse de manera coordinada para cumplir con los plazos de entrega y los estándares de calidad requeridos.

La ejecución de la obra se hace en fases como tierra, cimentación, estructura de hormigón armado, cerramientos, instalaciones eléctricas e hidrosanitarias, acabados y entrega final. A través de ProjectLibre, estas etapas se estructuran en un cronograma que establece la duración estimada de cada actividad, su relación de precedencia, la atribución

de los recursos, como mano de obra, materiales estructurales y equipo. Para esto se realiza lo siguiente:

- Ingresar al programa y crear un archivo con el nombre del proyecto y responsable
- Establecer las principales tareas, su duración y las actividades predecesoras como se muestra en la siguiente figura:

**Figura 21**

*Programación de actividades del proceso constructivo*

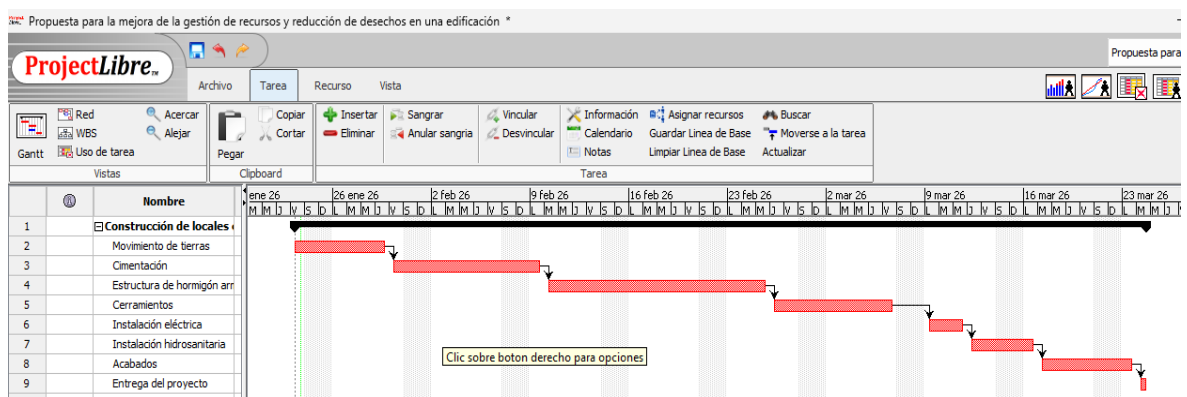
	Nombre	Duración	Inicio	Terminado	Predecesores
1	Construcción de locales	43 days	23/1/26, 08:00	24/3/26, 17:00	
2	Movimiento de tierras	5 days	23/1/26, 08:00	29/1/26, 17:00	
3	Cimentación	7 days	30/1/26, 08:00	9/2/26, 17:00	2
4	Estructura de hormigón arr	12 days	10/2/26, 08:00	25/2/26, 17:00	3
5	Cerramientos	7 days	26/2/26, 08:00	6/3/26, 17:00	4
6	Instalación eléctrica	3 days	9/3/26, 08:00	11/3/26, 17:00	5
7	Instalación hidrosanitaria	3 days	12/3/26, 08:00	16/3/26, 17:00	6
8	Acabados	5 days	17/3/26, 08:00	23/3/26, 17:00	7
9	Entrega del proyecto	1 day	24/3/26, 08:00	24/3/26, 17:00	8

*Nota.* Se muestra el ingreso de las actividades en el programa ProjectLibre.

- Al mismo tiempo de ingresar los datos el programa muestra el Diagrama de Gantt con las actividades y su duración como se muestra a continuación.

**Figura 22**

*Diagrama de Gantt*



*Nota.* Se muestra el diagrama de Gantt del proyecto

La programación de obra permite desagregar el proyecto en actividades secuenciales, facilitando la organización del proceso productivo y reduciendo la probabilidad de retrasos y reprocesos derivados de una planificación deficiente. Posteriormente se realiza la asignación de recursos:

- Ingresar a la pestaña recursos, posteriormente se debe ingresar los detalles del recurso humano y material a usar en las diferentes etapas de la obra.
- Se debe de realizar la clasificación de cada elemento ya sea como trabajo para referirse al capital humano o material para equipos y herramientas.
- Del mismo modo se debe de ingresar el costo por uso de cada elemento ingresado.

**Figura 23**

*Lista de recursos*

ID	Nombre	Tipo	Unidad	Costo Por Uso	Devengado en
1	Operador de maquinaria pesada	Trabajo	O	\$400,00	Prorrateado
2	Ayudante de obra	Trabajo	A	\$150,00	Prorrateado
3	Topógrafo	Trabajo	T	\$400,00	Prorrateado
4	Material de relleno	Material	M	\$120,00	Prorrateado
5	Estacas de replanteo	Material	E	\$60,00	Prorrateado
6	Señalización temporal	Material	S	\$20,00	Prorrateado
7	Excavadora	Material	E	\$80,00	Prorrateado

*Nota:* Se muestra la lista de materiales a usar en la obra.

- Luego de haber ingresado la lista de capital humano, herramientas y maquinaria se procede asignar los recursos a cada actividad como se muestra en la siguiente imagen:

**Figura 24**

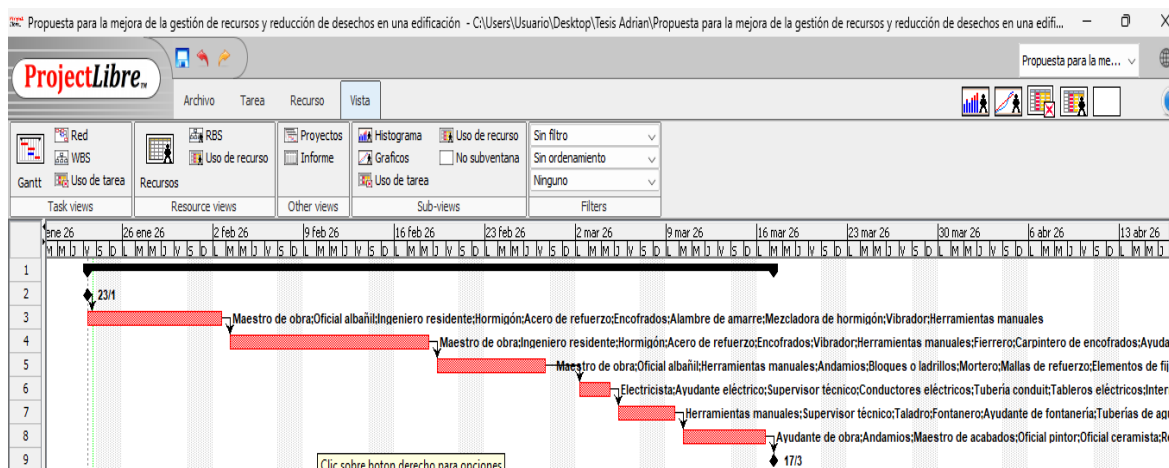
*Asignación de recursos*

Tarea	Nombre	Unidad	Asignado
1	Operador de maquinaria pesada	100 %	✓
2	Ayudante de obra	100 %	✗
3	Topógrafo	100 %	✗
4	Material de relleno	1	✗
5	Estacas de replanteo	1	✗
6	Señalización temporal	1	✗
7	Excavadora	1	✗
8	Retroexcavadora	1	✗
9	Volquete	1	✗

*Nota.* Se muestra la asignación de recursos

La asignación de recursos permite visualizar el consumo estimado de materiales y mano de obra por actividad, contribuyendo a una gestión más eficiente de los recursos y a la reducción de desperdicios constructivos. De este modo se obtendrá la siguiente imagen que muestra las tareas críticas con todos sus elementos:

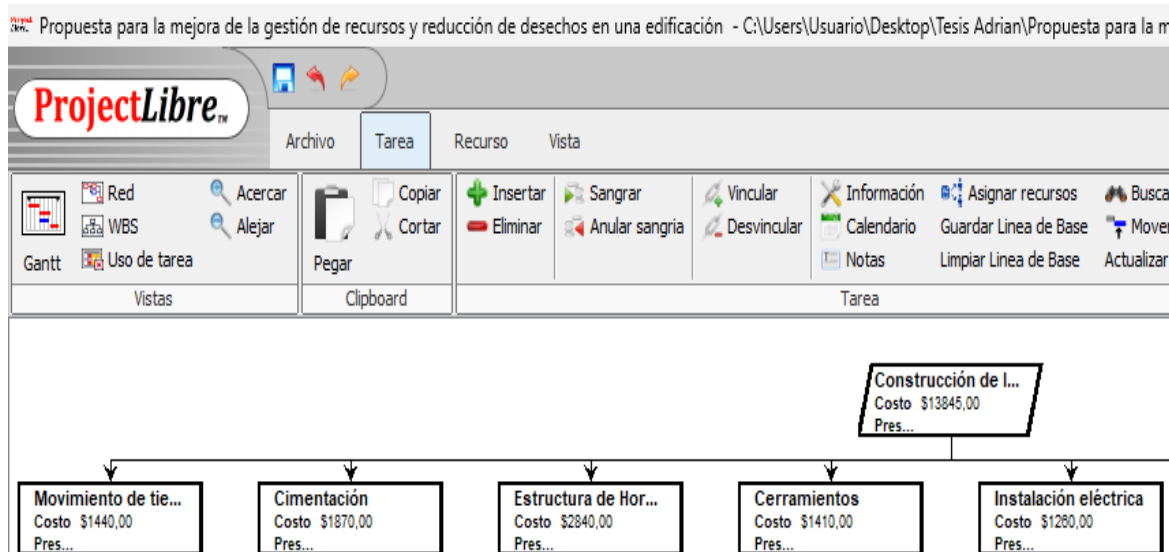
**Figura 25**  
*Tareas Críticas*



*Nota.* Se muestran las tareas críticas del proyecto

Una vez asignados los recursos el programa permite observar el valor por cada tarea y el valor total del proyecto como se ve a continuación.

**Figura 26**  
*Visualización de costos*



*Nota.* Se muestra la visualización del costo del proyecto

En síntesis, la estructuración del proceso constructivo mediante el uso de ProjectLibre permite organizar de manera integral las actividades, los recursos y los tiempos del proyecto, facilitando la identificación de tareas críticas y la asignación eficiente de materiales y mano de obra. Esta planificación anticipada contribuye a reducir tiempos improductivos, reprocesos y desperdicios constructivos, sentando las bases para una gestión eficiente de los recursos y una mejora en la rentabilidad de la edificación destinada a locales comerciales.

***4.5.2 Fortalecer el seguimiento del proyecto mediante la simulación del cronograma en Projectlibre comparando el avance planificado con el realizado, identificando desviaciones de recursos, junto acciones preventivas que contribuyan a la reducción de desperdicios.***

El seguimiento y control del proceso constructivo constituye una fase fundamental para garantizar que la ejecución del proyecto se desarrolle conforme a la planificación establecida. En la ausencia de un adecuado control de los programas establecidos, suelen generar desviaciones del cronograma, sobreuso de recursos o reprocesos que incrementan la producción de residuos constructivos y que impactan negativamente en la rentabilidad del proyecto.

El uso del programa ProjectLibre se propone como una herramienta de apoyo para poder llevar el control de la evolución del proyecto, permitiendo la comparación del cronograma base planificado en virtud de un avance estimado de ejecución. Esta comparación facilita la identificación temprana de desviaciones en tiempo y recursos, lo que contribuye a la toma de decisiones preventivas orientadas a la optimización del proceso productivo. Para el ejemplo que se está tomando se realiza lo siguiente:

- Inserta 3 columnas del lado de los recursos, la primera es Porcentaje completo, la segunda es Inicio real y la tercera el Fin real.
- Posteriormente se debe de ingresar los porcentajes de avance de la obra, esto permitirá controlar si se está cumpliendo con los tiempos y el uso adecuado de recursos.

**Figura 27**

*Columnas para seguimiento*

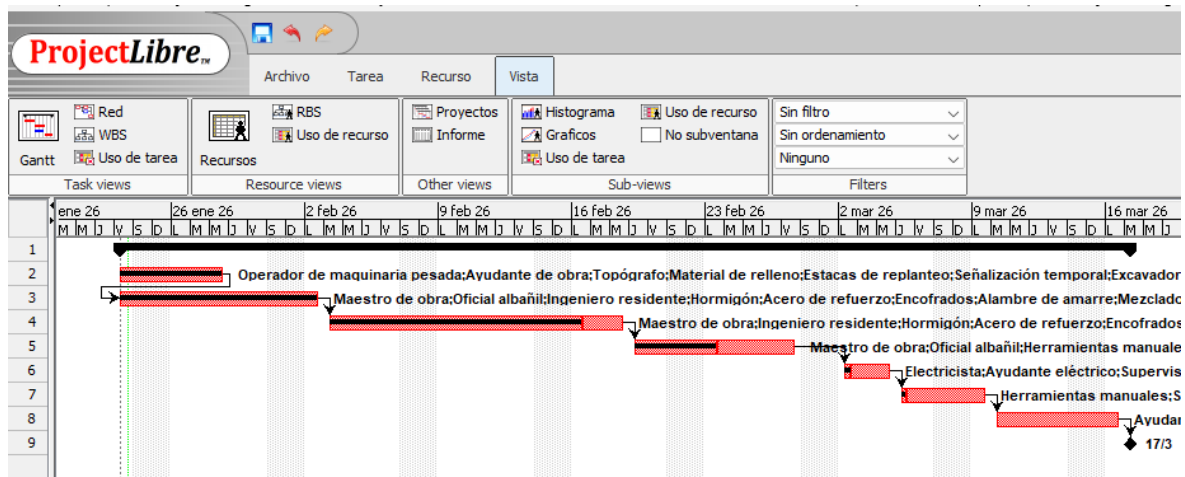
	Nombre	Inicio	Duracion	Terminado	Predecesores	Nombres del Recurso	Porcentaje ...	Inicio real	Fin real
1	Construcción de locales	23/1/26, 08:00	43 days	24/3/26, 17:00			63 %	10/2/26, 08:00	
2	Movimiento de tierras	23/1/26, 08:00	5 days	29/1/26, 17:00		Operador de maquinaria pe...	100 %	23/1/26, 08:00	29/1/26, 17:00
3	Cimentación	30/1/26, 08:00	7 days	9/2/26, 17:00	2	Maestro de obra;Oficial alba...	100 %	30/1/26, 08:00	9/2/26, 17:00
4	Estructura de Hormigón	10/2/26, 08:00	12 days	25/2/26, 17:00	3	Maestro de obra;Oficial alba...	80 %	10/2/26, 08:00	
5	Cerramientos	26/2/26, 08:00	7 days	6/3/26, 17:00	4	Maestro de obra;Oficial alba...	40 %	26/2/26, 08:00	
6	Instalación eléctrica	9/3/26, 08:00	3 days	11/3/26, 17:00	5	Electricista;Ayudante eléctri...	30 %	9/3/26, 08:00	
7	Instalación hidrosanitaria	12/3/26, 08:00	3 days	16/3/26, 17:00	6	Herramientas manuales;Sup...	20 %	12/3/26, 08:00	
8	Acabados	17/3/26, 08:00	5 days	23/3/26, 17:00	7	Ayudante de obra;Andamio...	0 %		
9	Entrega del proyecto	24/3/26, 08:00	1 day	24/3/26, 17:00	8	Ingeniero residente;Supervi...	0 %		

*Nota.* Se muestra la simulación del avance del proyecto

Luego de ingresar los porcentajes de avance las barras del diagrama de Gantt se rellenan totalmente o parcialmente de manera automática, las actividades siguientes pueden desplazarse en el tiempo y se pueden visualizar ciertos retrasos.

**Figura 28**

*Simulación del avance del proyecto*



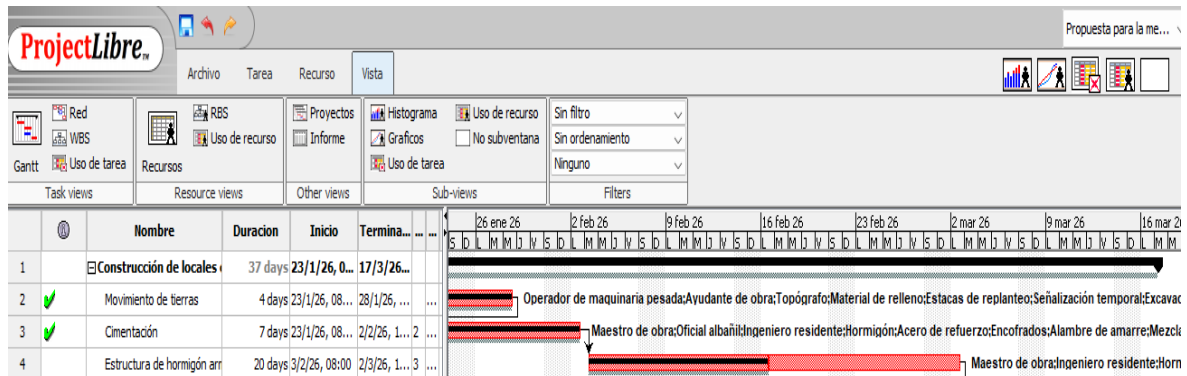
*Nota.* Se muestra la simulación del avance del proyecto mediante la actualización del porcentaje

### **Detección de desviaciones de tiempo**

Para detectar desviaciones de tiempo en el programa ProjectLibre en primer lugar se debe de establecer la línea de tiempo, esto permite comparar el comportamiento de lo planificado frente a escenarios simulados de desviación.

**Figura 29**

**Línea base del Proyecto**

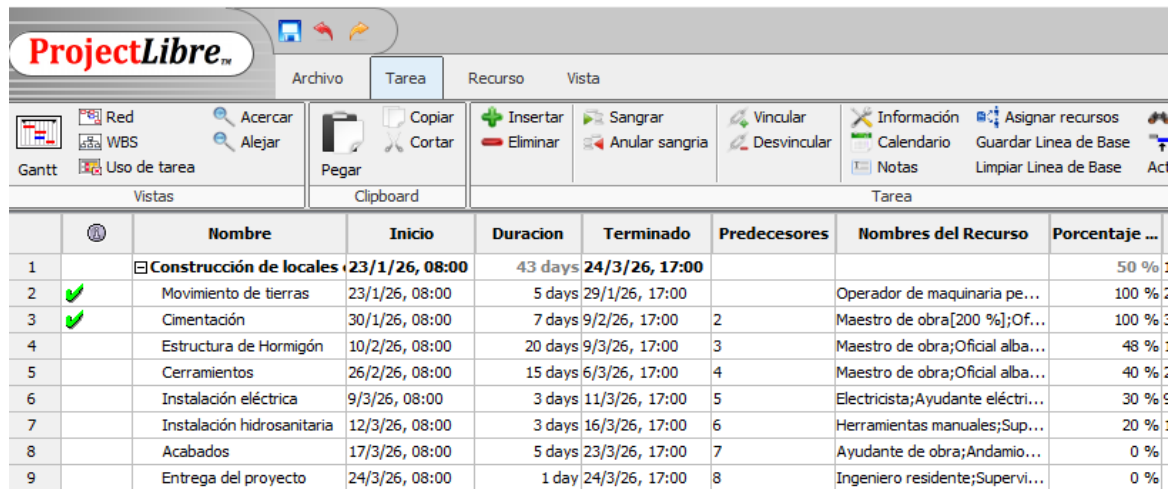


*Nota.* Se muestra la línea base del tiempo

En el escenario de que una actividad aumente su duración esto afectará a la siguiente, por ejemplo, si la actividad denominada Estructura de hormigón armado pasa de 12 días a 20 días esto genera un cambio en la planificación inicial como se muestra a continuación:

**Figura 30**

*Detección de desviación de tiempo*

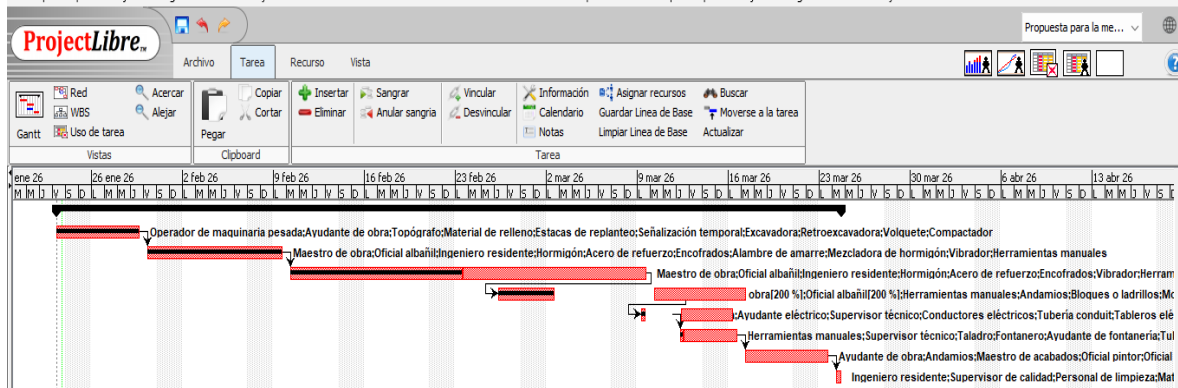


*Nota.* Se muestra la detección desviación de tiempo

El aumento de 12 a 20 días en la estructura de hormigón influye en su avance de porcentaje, donde pasa de 80% de cumplimiento a 48%. Esto también influye en los cerramientos donde inicialmente se había establecido un total de 7 días aumenta a 15 días a nivel general el proyecto que antes tenía un avance de 63% se reduce a 50%, demostrando que la mala gestión y ejecución influye en el aumento de tiempo y reduce la eficiencia operativa.

**Figura 31**

*Alteración de tiempo*



*Nota.* Se muestra la alteración de tiempo en el diagrama de Gantt

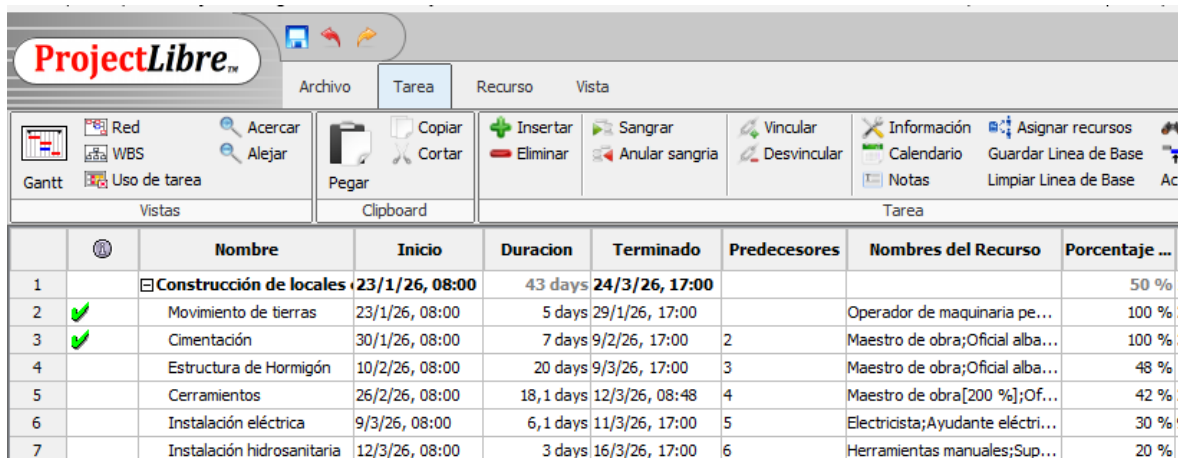
El aumento de tiempo en una tarea que no está programada genera modificaciones en las barras del diagrama de Gantt, evidenciando la alteración simulada contra la planificación inicial. La tarea de estructura de hormigón se muestra de manera larga demostrando un aumento de tiempo y la siguiente tarea muestra fragmentaciones.

**4.5.2.1 Detección de desviación de recursos.**

Para detectar una sobrecarga o mala asignación de recursos en el programa se detecta cuando a una tarea se le aumenta la cantidad de recursos, esto genera que los recursos se sobrecarguen, aumente el costo y se genere ineficiencia del proceso productivo como se muestra a continuación

**Figura 32**

*Detección de desviación de recursos*



*Nota.* Se muestra la desviación de recursos

La alteración de recursos tiene un impacto directo en el cumplimiento de tareas al duplicar los valores en mano de obra de la tarea de cerramientos esta aumenta de los 7 días iniciales a 18.1 días y la tarea de instalación eléctrica pasa de 3 días iniciales a 6.1 días aumentando el tiempo y riesgo de no entregar a tiempo el proyecto.

#### 4.5.2.2 Comparación entre planificación y alteraciones.

Las alteraciones de tiempo y recursos en la construcción de locales comerciales generan las siguientes alteraciones:

**Figura 33**

*Comparación entre planificación y alteraciones*

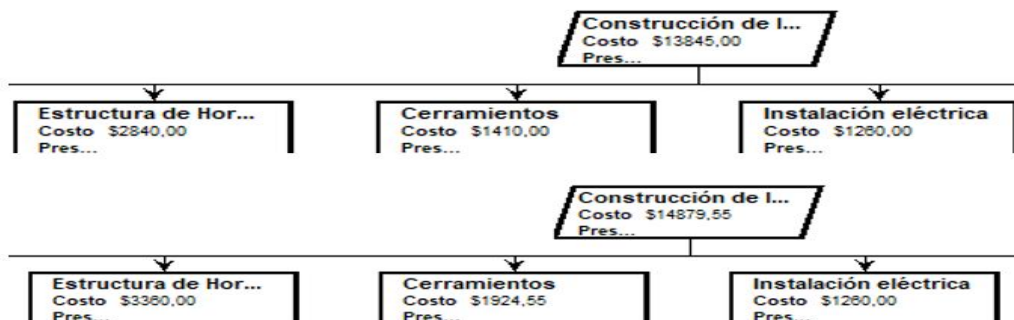
	⊖	Nombre	Inicio	Porcentaje inicial	Alteraciones
1		Construcción de locales	23/1/26, 08:00	63 %	51 %
2	✓	Movimiento de tierras	23/1/26, 08:00	100 %	100 %
3	✓	Cimentación	30/1/26, 08:00	100 %	100 %
4		Estructura de Hormigón	10/2/26, 08:00	80 %	50 %
5		Cerramientos	26/2/26, 08:00	40 %	42 %
6		Instalación eléctrica	9/3/26, 08:00	30 %	30 %

*Nota.* Se muestra la comparación entre la planificación y las alteraciones

La planificación inicial del proyecto contempla que en la planificación y avance de la construcción de la edificación tenga un avance general del 63%, sin embargo, al suceder contratiempos y aumento en los costos, el avance se reduce a 51%, reduciendo 12% de efectividad y eficiencia, esto es debido a que las tareas al presentar alteraciones muestran retrasos que generan dichas consecuencias.

**Figura 34**

*Comparación de costos*



*Nota.* Se muestra la comparación de costos

La alteración de costos muestra que inicialmente el proyecto tenía un costo de \$13845.00 pasó a tener un valor de \$14879.55, aumentando por una cantidad de \$1034.00 generando un aumento porcentual de 6.95%. Esta situación puede generar inconformidades con los clientes y demostrar poca eficiencia en la gestión de este tipo de trabajos.

La simulación realizada en ProjectLibre permitió identificar desviaciones en tiempo y recursos mediante la modificación de duraciones y asignaciones. Estas desviaciones evidencian cómo una planificación deficiente incide negativamente en la eficiencia operativa, el uso racional de recursos y la generación de desechos constructivos.

#### ***4.5.3 Integrar la gestión de recursos materiales en la planificación del proyecto mediante Projectlibre apoyando a la toma de decisiones minimizando el consumo innecesario de materiales, generación de desechos y mejora de la rentabilidad de la edificación.***

El tercer objetivo específico se sustentada en los resultados obtenidos de la encuesta, la entrevista y la simulación del proyecto en ProjectLibre, con el propósito de fortalecer la gestión de recursos y reducir la generación de desechos constructivos en una edificación destinada a locales comerciales.

Los resultados evidencian que las principales causas que incrementan los desperdicios y los costes adicionales están ligados a una deficiente planificación de abastecimiento, control de consumo de materias, falta de control del cronograma y baja integración de herramientas digitales en la gestión del proyecto. En ese sentido, se plantean propuestas técnicas y operativas, enfocadas en la prevención del desperdicio desde las primeras fases del proceso constructivo.

##### **4.5.3.1 Estrategia 1: Gestión planificada de recursos materiales.**

Se propone el uso de ProjectLibre como herramienta de apoyo para programar las actividades constructivas con una asignación precisa de materiales y mano de obra por tarea. Esta planificación anticipada permite:

- Evitar la sobrecompra de materiales.
- Reducir pérdidas por almacenamiento prolongado.
- Minimizar desperdicios derivados de errores de cuantificación.

El control de recursos por actividad facilita la identificación de desviaciones en el consumo real frente al planificado, contribuyendo a una toma de decisiones oportuna y a la optimización de costos.

#### **4.5.3.2 Estrategia 2: Control del tiempo como mecanismo de reducción de desechos.**

La simulación del cronograma mediante ProjectLibre permite analizar escenarios de retraso y adelanto, identificando su impacto en el uso de recursos. La adecuada gestión del tiempo evita:

- Reprocesos por interferencias entre actividades.
- Acumulación innecesaria de materiales en obra.
- Incremento de costos indirectos asociados a retrasos.

El seguimiento del porcentaje de avance y la comparación entre fechas planificadas y reales constituyen una herramienta clave para mejorar la eficiencia del proceso constructivo.

#### **4.5.3.3 Estrategia 3: Enfoque preventivo para la reducción de desechos constructivos.**

La propuesta incorpora principios de construcción limpia y economía circular, promoviendo:

- El uso racional de materiales estructurales.
- La prevención de errores constructivos mediante una planificación detallada.
- La reducción de desperdicios generados por fallas operativas y reprocesos.

Estas estrategias no solo disminuyen el volumen de residuos, sino que contribuyen a mejorar la rentabilidad del proyecto al reducir costos asociados a la gestión y disposición de desechos.

#### **4.5.3.4 Estrategia 4: Vinculación entre eficiencia operativa y rentabilidad.**

La mejora en la gestión de recursos y la reducción de desechos impactan directamente en la rentabilidad del proyecto, al:

- Disminuir costos de materiales desperdiciados.
- Optimizar el uso de mano de obra y equipos.
- Reducir costos indirectos por retrasos y reprocesos.

De esta manera, la propuesta demuestra que la aplicación de herramientas de gestión de construcción, incluso de libre acceso como ProjectLibre, constituye una alternativa viable para mejorar el desempeño económico y ambiental de los proyectos constructivos.

En síntesis, el desarrollo del tercer objetivo específico se permite concluir el desarrollo de una propuesta orientada al fortalecimiento de la gestión de recursos y al desperdicio constructivo a partir de la planificación, el control y el uso de herramientas digitales, lo que evidencia que la correcta gestión del proceso constructivo ayuda a la sostenibilidad ambiental, además de ser una forma eficaz para maximizar la rentabilidad de las edificaciones.

**Tabla 7**

*Indicadores de la propuesta*

<b>Estrategia</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descripción del indicador</b>	<b>del Fuente de verificación</b>	<b>de Finalidad del indicador</b>	<b>del</b>
<b>Gestión planificada de recursos materiales</b>	Nivel de planificación de recursos actividad	de Grado en que los materiales por mano de obra asignados de manera anticipada y coherente a cada actividad del cronograma	Cronograma y la hoja de ProjectLibre de	y Evaluar eficiencia en la asignación de recursos prevenir sobreconsumo y desperdicio	la de y
	Desviación entre recursos planificados ejecutados	Diferencia entre los recursos inicialmente ajustados durante el seguimiento del proyecto	Comparación línea base actualización y los cronograma	de Identificar y posibles del sobrecostos oportunidades de optimización	y
<b>Control tiempo como mecanismo de reducción de desechos</b>	Cumplimiento del cronograma de obra	Nivel de cumplimiento las fechas planificadas a las fechas de ejecución	de Diagrama de Gantt y reportes de avance frente a las fechas reales	de Reducir reprocesos, acumulación innecesaria de materiales y costos indirectos	de y
	Variación de duración actividades críticas	de Diferencia de duración planificada y duración real de las	de la Análisis crítica y la ProjectLibre de las	ruta Evaluar el impacto en el tiempo en el uso de recursos y la	del

<b>Estrategia</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descripción del indicador</b>	<b>Fuente de verificación</b>	<b>Finalidad del indicador</b>	<b>del</b>
<b>Enfoque preventivo para la reducción de desechos constructivos</b>	Nivel de control del consumo de materiales	Grado de control sobre el uso racional de materiales durante la ejecución de actividades	Registros de consumo teóricos y simulación del proyecto de las actividades	de Prevenir generación de desechos desde la fase de planificación	la de
	Identificación de reprocesos simulados	Cantidad de actividades que presentan ajustes por errores de planificación o ejecución	de Actualizaciones del cronograma y simulación de desviaciones o	Reducir desperdicios de asociados a errores operativos	
<b>Vinculación entre eficiencia operativa y rentabilidad</b>	Impacto de la optimización en los costos del proyecto	de la Evaluación de la optimización de recursos y tiempos sobre el costo total del proyecto	del Comparación de la escenarios de ProjectLibre	de Demostrar en relación entre eficiencia y rentabilidad	la directa
	Nivel de mejora en rentabilidad estimada	Grado de mejora en la teórica utilidad del proyecto a partir de la reducción de desperdicios	Análisis comparativo de costos directos e indirectos	Sustentar de viabilidad e económica de la propuesta	la de

*Nota.* Se muestran los indicadores de la propuesta

## CONCLUSIONES

- El diagnóstico llevado a cabo, hizo evidente que el consumo de materiales y la generación de residuos constructivos se encuentran directamente relacionados con el nivel de planificación y control ejercido en el proceso constructivo. La falta de una gestión ordenada de los recursos, provoca desviaciones en el consumo de materiales. También se observó que el descuido del cronograma y la no utilización de herramientas para la planificación generan reprocesos y pérdidas materiales, lo que afecta tanto la eficiencia productiva del proyecto como sus rendimientos económicos.
- La identificación de los factores que conducen a la generación de desperdicios permitió llegar a la conclusión de que las principales causas pueden encontrarse en factores organizativos, técnicos y operativos, de manera inter-relacionada. En el ámbito organizativo, el descuido de la planificación estratégica y de políticas internas enfocadas en la gestión de residuos afectan la eficiencia del proceso constructivo. En el ámbito técnico, las faltas que generan incremento de los errores y reprocesos se basan en la falta o deficiencia de una elaboración de programación concreta, la falta de un cálculo, contabilización o cuantificación precisa de materiales y en el bajo uso de herramientas digitales.
- El diseño de la propuesta pone de manifiesto que la gestión de recursos y la disminución de residuos constructivos son factibles de conseguir a partir de la utilización de estrategias basadas en la capacidad de planificación, de control y de herramientas digitales de la gestión a la práctica de la construcción. La propuesta tal como se construyó y a partir de la utilización de ProjectLibre pone de manifiesto que una buena asignación de los recursos, el buen control del tiempo y la disminución de los retrabajos considerablemente ayudan a la disminución de desperdicios y a reducir costes. También quedó determinado que la incorporación de principios de construcción limpia y de economía circular apoya la sostenibilidad de los proyectos de construcción sin que con ello se vean afectadas sus posibilidades de rentabilidad.

## RECOMENDACIONES

- Se considera conveniente que en los proyectos de edificación se elabore un diagnóstico del consumo de materiales y de los desechos que generarían, desde el inicio del proceso de planificación. Para ello, este diagnóstico debe sujeta a herramientas de programación y gestión que permitan la detección anticipada de las desviaciones, la disminución de los desechos y la mejora del uso eficiente de los recursos materiales en la fase de ejecución de la obra.
- Se propone reforzar la gestión organizativa, técnica y operativa de los proyectos de edificación a través de la capacitación del personal, la estandarización de las fases del proceso y de la programación mediante el uso de herramientas digitales. Todo ello permitiría disminuir los errores, los reprocesos, las pérdidas de materiales y la generación de desechos y mejorar la eficiencia del proceso productivo.
- Se sugiere promover la adopción de propuestas de gestión de los recursos desde la planificación, el control del tiempo y el rescate del despilfarro, utilizando herramientas de acceso gratuito como ProjectLibre. La implementación de estas propuestas incluso de manera teórica o simulada podría servir como guía para la mejora de la rentabilidad de la edificación, respetando el compromiso con el desarrollo sostenible del sector de la construcción.

## Referencias

- Ajayi, S., Oyedele, L., Akinade, O., Bilal, M., Alaka, H., & Owolabi, H. (2017). Optimising material procurement for construction waste minimization: An exploration of success factors. *Sustainable Materials and Technologies*, 11, 38-46. doi:<https://doi.org/10.1016/j.susmat.2017.01.001>
- Alsabbagh, A., & Abdulrahman, M. (2025). *Design Optimization of Reinforced Concrete Slabs for Sustainable Construction*. Obtenido de Lunds universitet: <https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=9196484&fileId=9196498>
- Arroyo, J. (2024). *Evaluación de la aplicación de la metodología Lean construction en la planificación de un proyecto de infraestructura*. Obtenido de Universidad Laica Vicente Rocafuerte: [https://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/7720?utm\\_source=chatgpt.com](https://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/7720?utm_source=chatgpt.com)
- Ayebeng, E., Senyah, S., Agyekum, K., Salgin, B., Pittri, H., Maame, V., & Morkporpor, A. (2023). Competencies Driving Waste Minimization during the Construction Phase of Buildings. *Buildings*, 13(4), 971. doi:<https://doi.org/10.3390/buildings13040971>
- Bazalar, J. (2021). *Causas del desperdicio de materiales de construcción civil en el distrito de Santa María, Provincia de Huaura, Región Lima*. Obtenido de Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión: <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/5232/BAZALAR%20MONTROYA%2C%20JAQUELINE%20ELIZABETH.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bellido, R., & Renzo, J. (2025). *Optimización de la construcción con elementos prefabricados a través de la metodología BIM*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Perú: [https://tesis.pucp.edu.pe/items/6df98a59-ba24-4808-ba8a-bdced4fe53d2?utm\\_source=chatgpt.com](https://tesis.pucp.edu.pe/items/6df98a59-ba24-4808-ba8a-bdced4fe53d2?utm_source=chatgpt.com)
- Benoit, R. (2020). *Optimización en la gestión de los desechos en la construcción*. Obtenido de Universidad Autónoma Metropolitana. :

<https://zaloamati.azc.uam.mx/server/api/core/bitstreams/26c85f8e-72a6-4f77-b383-f4588d8d3e91/content>

- Cabezas, I. (2018). *¿Residuos o Recursos? Impacto de la demolición en zona consolidada, caso Quito*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Ecuador: <https://repositorio.puce.edu.ec/items/499f7744-b9d9-43d1-ae7b-70409afc7508>
- Cabrera, J., & Vasquez, P. (2021). *Análisis de los desperdicios de materiales en obras de construcción civil en Iquitos metropolitano – Loreto: métodos de control y medición*. Obtenido de Universidad Científica del Perú: <https://repositorio.ucp.edu.pe/items/6e000e8a-e78d-4644-b5cb-d9b9f5044256>
- Cabrera, M., Solano, J., & Rivela, B. (2023). Optimización del flujo de residuos de la construcción y demolición en el cantón Biblián. *Polo del Conocimiento*, 8(1), 1690-1722. doi:10.23857/pc.v8i1
- Castillo, R. (2024). *Análisis de la productividad en la construcción aplicando lean construction basado en rendimientos de mano de obra - Puno - 2022 - 2023*. Obtenido de Universidad Nacional del Altiplano: <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/22902>
- Chen, Y., Qiu, D., & Chen, X. (2024). Integrating Lean Construction with Sustainable Construction: Drivers, Dilemmas and Countermeasures. *Sustainability*, 16(21), 9387. doi:<https://doi.org/10.3390/su16219387>
- Chérrez, A., & Diaz, J. (2023). *Optimización de recursos de obras civiles aplicando herramientas de planificación estratégica en construcciones habitacionales de la urbanización Dubái en la Isla Mocolí durante el periodo 2023-2024*. Obtenido de Universidad de Especialidades Espiritu Santo: <https://repositorio.uees.edu.ec/items/f3061f79-f535-488d-a088-976ccad664df/full>
- Chuquen, D. (2022). *Ecodiseño y optimización de recursos en la construcción Ecodiseno optimizacion construccion sostenible colombiana*. Obtenido de Universidad de la Salle: <https://ciencia.lasalle.edu.co/items/653d9988-b0ea-4960-b7ae-2fde7ddb0741/full>

- Coha, C., & Termo, R. (2023). *Guía de Buenas Prácticas para Optimización de Procesos de Gestión de RCD en Obras de Infraestructura Energética. Caso Aplicado Termo Caribe*. Obtenido de Universidad de la Costa: <https://repositorio.cuc.edu.co/server/api/core/bitstreams/14f72676-9e2a-43d2-8ab4-5088f6eebc2a/content>
- Durán, C., & Montenegro, M. (2018). *Gestión de residuos de la construcción de Riobamba*. Obtenido de Universidad Nacional de Chimborazo: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5263>
- Gadvay, J., & Triguero, J. (2024). *Estudio comparativo de costos y rendimiento: metodología tradicional vs steel framing en una vivienda unifamiliar del sector Mucho Lote*. Obtenido de Universidad Laica Vicente Rocafuerte: <https://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/7533/1/T-ULVR-5651.pdf>
- Guevara, L. (2025). *La Implementación de un instructivo de buenas prácticas constructivas para reducir el desperdicio de bloque prensado, cemento y arena en construcciones de hormigón armado*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Ecuador: <https://repositorio.puce.edu.ec/items/fb4d0097-95be-4447-afb5-3ecb8453e4f1>
- Hei, S., Zhang, H., Luo, S., Zhang, R., Zhou, C., Cong, M., & Ye, H. (2024). Implementing BIM and Lean Construction Methods for the Improved Performance of a Construction Project at the Disassembly and Reuse Stage: A Case Study in Dezhou, China. *Sustainability*, 16(2), 656. doi:<https://doi.org/10.3390/su16020656>
- Kelechi, B., Chukwudi, A., Ayinde, S., & Iwuanyanwu, O. (2024). Effective waste management in construction: Techniques and implementation. *International journal of applied research in social sciences*, 6(8), 1642-1652. doi:10.51594/ijarss.v6i8.1390
- Krajewska, A., & Siewczynska, M. (2025). Circular Economy in the Construction Sector in Materials, Processes, and Case Studies: Research Review. *Sustainability*, 17, 70-29. doi:<https://doi.org/10.3390/su17157029>
- Leandro, A., & Abarca, L. (2018). Optimización de recursos de la construcción a través de la gestión de los materiales e incremento de la productividad de la mano de obra en Costa Rica. In *Smart Communities: 9º Congreso Europeo sobre Eficiencia*

*Energética y Sostenibilidad en Arquitectura y Urbanismo–2º Congreso Internacional de Construcción Avanzada: Bilbao 10-12 Septiembre 2018*, 115-126.

- Lucero, M. (2025). *Optimización del uso de la plataforma Zoho Projects para gestión eficiente de proyectos de construcción*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Ecuador: <https://repositorio.puce.edu.ec/items/39cf7acf-09a4-4b4f-8ce6-234181a4f750>
- Mena, J., Almendáriz, C., Naranjo, F., & Mena, N. (2018). Medición y control del porcentaje de desperdicios de los materiales de construcción de la estructura de un galpón o nave industrial, ubicado en la vía Duran-Tambo. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento.*, 2(2), 183-193. doi:10.26820/recimundo/2.(2).2018.183-193
- Mengasha, G. (2025). Material Efficiency Through Mechanics: A Systematic Review of Advanced Structural Modeling for Load-optimized Building Design. *American Journal of Construction and Building Materials*, 9(2), 22-38. doi:<https://doi.org/10.11648/j.ajcbm.20250902.11>
- Mitera, E., & Zima, K. (2025). Optimising Construction Efficiency: A Comprehensive Survey-Based Approach to Waste Identification and Recommendations with BIM and Lean Construction. *Sustainability*, 17(9), 4027. doi:<https://doi.org/10.3390/su17094027>
- Montes, M. (2025). *Optimización del cálculo de materiales y gestión de residuos en la construcción en Honduras*. Obtenido de Universidad Tecnológica Centroamericana : <https://repositorio.unitec.edu/server/api/core/bitstreams/66643c39-a392-43a3-afe7-946969752684/content>
- Moustafa, Z., Asif, M., & Wuni, I. Y. (2025). Circular economy in the building sector: a systematic review of environmental, economic, and social dimensions. *Sustainable Futures*, 9, 100690. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sfr.2025.100690>
- Nowotarski, P., Paslawski, J., & Skwarek, J. (2019). Waste Reduction by Lean Construction - Office Building Case Study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 603(4), 042061. doi:10.1088/1757-899X/603/4/042061

- Oviedo, A., & Vega, J. (2021). Manejo de residuos de construcción y demolición y economía circular: revisión narrativa. *Lámpsakos*(26), 41-51. doi:10.21501/21454086.4232
- Paknahad, C., Tohidi, M., & Bahadori, A. (2025). Improving the Sustainability of Reinforced Concrete Structures Through the Adoption of Eco-Friendly Flooring Systems. *Sustainability*, 17, 2915. doi:<https://doi.org/10.3390/su17072915>
- Palma, D., & Ortiz, V. (2023). *Aplicación de la Metodología Lean Construction en el Diagnostico de Desperdicios de Materiales de Construcción para las Viviendas de Interés Social en El Canton Babahoyo*. Obtenido de Universidad de Guayaquil: [https://repositorio.ug.edu.ec/items/2227bbf7-cfb3-4a66-877a-f789a289f3d9?utm\\_source=chatgpt.com](https://repositorio.ug.edu.ec/items/2227bbf7-cfb3-4a66-877a-f789a289f3d9?utm_source=chatgpt.com)
- Paxi, A. (2015). *Propuesta metodológica para la mejora de la planificación, programación y control de obras de construcción aplicando la interacción de las herramientas de Lean Construction y Building Information Modeling (BIM)*. Obtenido de Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann: [https://repositorio.unjbg.edu.pe/items/8080e8ca-cd95-4250-a7a7-e93106ff23a4?utm\\_source=chatgpt.com](https://repositorio.unjbg.edu.pe/items/8080e8ca-cd95-4250-a7a7-e93106ff23a4?utm_source=chatgpt.com)
- Quispe, A. (2015). *Gestión de Desperdicios de Materiales de Construcción Civil: Métodos de Control y Medición*. Obtenido de Universidad Alas Peruanas: [https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/1118/Tesis\\_gesti%C3%B3n%20de%20desperdicios\\_materiales\\_obras%20de%20construcci%C3%B3n%20civil\\_m%C3%A9todos%20de%20control%20y%20medici%C3%B3n.pdf?isAllowed=y&sequence=1&utm\\_source=chatgpt.com](https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/1118/Tesis_gesti%C3%B3n%20de%20desperdicios_materiales_obras%20de%20construcci%C3%B3n%20civil_m%C3%A9todos%20de%20control%20y%20medici%C3%B3n.pdf?isAllowed=y&sequence=1&utm_source=chatgpt.com)
- Rea, A. (2017). *Gestión de residuos en la construcción: plan de gestión de residuos generados en construcciones de vivienda multifamiliar en el Ecuador*. Obtenido de Universidad de Cuenca: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/484595d2-fc6d-41a8-80fa-e7e02d00b5db>
- Rosero, D. (2025). *Plan de gestión de residuos de construcción en la zona urbana del cantón Cevallos*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Ecuador: <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f6c387c4-5f2e-4f2c-bace-4ad15575b600/content>

- Soledispa, E., & Meza, F. (2024). *Optimización de las gestiones de tiempo y costo en la construcción a través del uso de la metodología BIM en comparación con la metodología tradicional: estudio de caso en el Edificio El Faro Bahía de Caráquez, Manabí*. Obtenido de Universidad Central del Ecuador: <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5113e994-da13-48c4-8d7c-20a95993fca2/content>
- Talib, Z. A. (2024). *Development of construction waste minimisation plan in construction site*. Obtenido de Universiti Teknologi MARA: [https://ir.uitm.edu.my/id/eprint/108663/?utm\\_source=chatgpt.com](https://ir.uitm.edu.my/id/eprint/108663/?utm_source=chatgpt.com)
- Vega, K. (2024). *Prácticas Lean para la optimización de recursos en la fase constructiva de proyectos de construcción: caso proyecto Babylon*. Obtenido de Tecnológico de Costa Rica: [https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/16386?utm\\_source=chatgpt.com](https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/16386?utm_source=chatgpt.com)
- Vela, V., & Luévanos, A. (2020). Optimización de recursos en los proyectos de construcción de la Comarca Lagunera de México mediante la programación lineal. *13° Simposio de Investigación en Sistemas Constructivos Computacionales y Arquitectónicos SISCCA 2020*, 1-12. doi:<http://fica.ujed.mx/simposio2020>
- Yuliana, C., Hidayat, G., & Safitri, J. (2022). Analysis of waste material on reinforced concrete work in wetlands by linear programming method. *SSRG International Journal of Civil Engineering*, 9(9), 33-38. doi:<https://doi.org/10.14445/23488352/IJCE-V9I9P106>

## ANEXOS

### Anexo 1: Respuestas de entrevistas

#### **¿Cómo influye la planificación de recursos en la eficiencia y rentabilidad de un proyecto constructivo?**

**Tabla 8**  
*Planificación de recursos*

<b>¿Cómo influye la planificación de recursos en la eficiencia y rentabilidad de un proyecto constructivo?</b>			
<b>Ingeniero Civil</b>	<b>Arquitecto</b>	<b>Ing. en Gestión de la Construcción</b>	<b>Análisis de las respuestas</b>
Desde la ingeniería civil, la planificación de recursos es fundamental porque permite anticipar las necesidades, evitar compras innecesarias y controlar el uso de materiales, lo que traduce en reducción de costos y mayor rentabilidad del proyecto.	La planificación de recursos influye directamente en la eficiencia, ya que los recursos están bien planificados y se evitan cambios de reprocesos durante la ejecución que afectan el presupuesto y generan desperdicios.	La adecuada planificación de recursos se traduce en un uso más eficiente de forma directa sobre los tiempos, en menos reprocesos y un mejor control de los tiempos, lo cual impacta de manera negativa en los costos, tiempos y rentabilidad general.	Los expertos coinciden en que la planificación de recursos incide de forma directa sobre la eficiencia operativa, y por ende en la rentabilidad al permitir un control anticipado de los costos, tiempos y consumos de los materiales.

*Nota.* Se muestra el análisis de la primera pregunta de la entrevista.

#### **Desde su experiencia, ¿cuáles son las principales causas de la generación de desechos en obra?**

**Tabla 9**  
*Causas de generación*

<b>Desde su experiencia, ¿cuáles son las principales causas de la generación de desechos en obra?</b>			
<b>Ingeniero Civil</b>	<b>Arquitecto</b>	<b>Ing. en Gestión de la Construcción</b>	<b>Análisis de las respuestas</b>
En la mayoría de los proyectos, los desechos se generan por errores en la ejecución, mala planificación inicial y así como falta de control técnico durante las actividades constructivas.	Entiendo que una de las razones más destacadas es que el diseño cambia con mayor frecuencia en ejecución, una mala gestión de los reprocesos y técnicas débiles implicadas en el proyecto.	La producción de desechos es mayormente debida a una gestión ineficiente que proviene de fallos de materiales, planificación, errores de coordinación entre las actividades y técnicas de producción.	Los resultados demuestran que la generación de desechos de fallos de materiales, planificación, errores de coordinación entre las disciplinas.

*Nota.* Se muestra el análisis de la segunda pregunta de la entrevista.

**¿Qué prácticas considera más efectivas para reducir desperdicios durante la ejecución del proyecto?**

**Tabla 10**

*Prácticas efectivas*

<b>¿Qué prácticas considera más efectivas para reducir desperdicios durante la ejecución del proyecto?</b>			
<b>Ingeniero Civil</b>	<b>Arquitecto</b>	<b>Ing. en Gestión de la Construcción</b>	<b>Análisis de las respuestas</b>
El control del consumo de materiales, acompañado de una supervisión técnica constante, es clave para reducir desperdicios durante la ejecución de la obra.	Un diseño optimizado de un uso racional de materiales desde la fase de proyecto pueden confrontar positivamente la generación de residuos en la obra.	El uso de ciertas metodologías de construcción limpia y la gestión de procesos de forma sistemática puede evidenciar actividades que no se genera valor.	Los residuos se pueden afrontar mediante prácticas integrales como el control de los materiales, un diseño eficiente y el uso de metodologías del proceso constructivo para su optimización

*Nota.* Se muestra el análisis de la tercera pregunta de la entrevista.

**¿Qué rol cumplen las herramientas digitales o metodologías de construcción limpia en la optimización de recursos?**

**Tabla 11**

*Herramientas digitales o metodológicas*

<b>¿Qué rol cumplen las herramientas digitales o metodologías de construcción limpia en la optimización de recursos?</b>			
<b>Ingeniero Civil</b>	<b>Arquitecto</b>	<b>Ing. en Gestión de la Construcción</b>	<b>Análisis de las respuestas</b>
Estas herramientas son determinantes para la identificación de errores y conflictos antes de la ejecución, los que se traducen en reprocesos y en desperdicios de materiales en obra.	Por lo que respecta a la visión arquitectónica, la metodología mejoran la coordinación entre las especialidades y disminuye la aparición de modificaciones tardías que generan residuos.	Permiten la planificación, control y optimización de recursos que conllevan una mejora de productividad y reducción de desperdicios.	la las herramientas digitales y las nuevas metodologías cumplen de un papel primordial en la optimización de los recursos y en la reducción de errores en la construcción.

*Nota.* Se muestra el análisis de la primera cuarta de la entrevista.

**¿Cómo se gestionan actualmente los residuos constructivos y qué limitaciones existen?**

**Tabla 12**

*Gestión y limitaciones de residuos*

<b>¿Cómo se gestionan actualmente los residuos constructivos y qué limitaciones existen?</b>			
<b>Ingeniero Civil</b>	<b>Arquitecto</b>	<b>Ing. en Gestión de la Construcción</b>	<b>Análisis de las respuestas</b>
En muchos proyectos la gestión de residuos es básica, se limita a la recolección y disposición final, sin un control o clasificación adecuada.	La clasificación de residuos no siempre se cumple debido a la falta de personal y a la presión por cumplir sus plazos.	Existen limitaciones relacionadas con la planificación específica para la gestión de residuos operativas, y recursos económicos para su correcta implementación.	Las respuestas reflejan que la gestión de residuos presenta debilidades principalmente en planificación, capacitación y control sistemático.

*Nota.* Se muestra el análisis de la quinta pregunta de la entrevista.

**Tabla 13**

*Mejoras para reducir desechos*

**¿Qué mejoras propondría para reducir desechos y optimizar recursos en futuros proyectos?**

<b>¿Qué mejoras propondría para reducir desechos y optimizar recursos en futuros proyectos?</b>			
<b>Ingeniero Civil</b>	<b>Arquitecto</b>	<b>Ing. en Gestión de la Construcción</b>	<b>Análisis de las respuestas</b>
Propongo fortalecer la planificación inicial, mejorar el control técnico y capacitar al personal en el uso eficiente de materiales.	Se torna obligado incorporar en la etapa de diseño del proyecto criterios de sostenibilidad y de uso racional de los materiales a utilizar.	Recomiendo llevar a la práctica herramientas digitales, metodologías de que impliquen optimización y un programa de formación continua del personal de obra.	Las propuestas convergen en la necesidad de optimizar la planificación incorporando la sostenibilidad y el uso de herramientas tecnológicas para optimizar los recursos y la reducción de desechos.

*Nota.* Se muestra el análisis de la sexta pregunta de la entrevista.

Anexo 2: Evidencia fotográfica de aplicación de encuesta



