

Efficiency in Housing Construction with the Application of the Lean Construction Methodology in Ica, 2024

Mayerly Ruby Tamayo Linares, Eng¹; Brayan Pari Choque, Eng²

^{1,2}*Universidad Tecnológica del Perú (UTP), Perú, U20237298@utp.edu.pe, U20221052@utp.edu.pe*

Abstract– This study focused on improving efficiency at all stages of the construction process, emphasizing the creation of project structures. The Lean Construction philosophy was applied to increase productivity and reduce non-value-adding activities that caused budgetary losses. Tools such as the Last Planner System, five-minute test, Gantt chart, and topographic databases were used to assign tasks and resources (materials, labor, and machinery). Additionally, intermediate planning was implemented to anticipate constraints. The objective was to demonstrate how Lean Construction can reduce non-productive activities and increase efficiency. A quantitative approach was used, with explanatory scope and a non-experimental, cross-sectional design.

Keywords– Last Planner System, Lean Construction, planning, productivity, five-minute test

Eficiencia en la Construcción de Viviendas con Aplicación de la Metodología Lean Construction en Ica, 2024

Mayerly Ruby Tamayo Linares, Ing¹; Brayan Pari Choque, Ing²

^{1,2}Universidad Tecnológica del Perú (UTP), Perú, U20237298@utp.edu.pe, U20221052@utp.edu.pe

Resumen– Este estudio se orientó a mejorar la eficiencia en todas las etapas del proceso constructivo, con énfasis en la creación de estructuras de proyecto. Se aplicó la filosofía Lean Construction para aumentar la productividad y reducir las actividades que no agregaban valor, las cuales generaban pérdidas presupuestales. Se emplearon herramientas como el Last Planner System, la prueba de cinco minutos, el diagrama de Gantt y bases de datos topográficas para asignar tareas y recursos (materiales, mano de obra y maquinaria). Además, se implementó una planificación intermedia que permitió anticipar restricciones. El objetivo fue demostrar cómo la metodología Lean Construction puede reducir actividades improductivas y aumentar la eficiencia. Se empleó un enfoque cuantitativo, con alcance explicativo y diseño no experimental de corte transversal.

Palabra clave– Last Planner System, Lean construcción, planificación, productividad, prueba de 5 minutos.

Abstract– This study focused on improving efficiency at all stages of the construction process, emphasizing the creation of project structures. The Lean Construction philosophy was applied to increase productivity and reduce non-value-adding activities that caused budgetary losses. Tools such as the Last Planner System, five-minute test, Gantt chart, and topographic databases were used to assign tasks and resources (materials, labor, and machinery). Additionally, intermediate planning was implemented to anticipate constraints. The objective was to demonstrate how Lean Construction can reduce non-productive activities and increase efficiency. A quantitative approach was used, with explanatory scope and a non-experimental, cross-sectional design.

Keywords– Last Planner System, Lean Construction, planning, productivity, five-minute test

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el sector de la construcción ha enfrentado retos persistentes relacionados con la baja eficiencia operativa, el exceso de desperdicios y la limitada capacidad de adaptación a las nuevas tecnologías. A nivel internacional, países como Alemania, Japón, España y Reino Unido han logrado avances significativos en eficiencia gracias a la incorporación de metodologías como Lean Construction (LC) [1]. Esta filosofía, basada en los principios de la producción ajustada de Toyota, busca maximizar el valor para el cliente mediante la reducción sistemática de desperdicios y la mejora continua [2].

En Latinoamérica, países como Chile y Brasil han liderado la implementación de LC desde el ámbito académico y

empresarial [3]. Sin embargo, en Perú su aplicación aún es reducida, lo cual se refleja en una baja producción de viviendas formales —solo 35 unidades registradas en 2021— y en deficiencias como plazos prolongados, sobrecostos y escasa planificación [4]. Este vacío metodológico limita la eficiencia del sector y mantiene prácticas tradicionales que no responden a las exigencias actuales del entorno global [5].

Diversos estudios resaltan la efectividad de Lean Construction para optimizar la gestión de proyectos, reducir costos y aumentar la productividad [6], [7], [8]. Asimismo, su integración con tecnologías emergentes como BIM, Inteligencia Artificial (IA) y Machine Learning (ML) potencia aún más sus beneficios, al permitir una planificación dinámica, una asignación inteligente de recursos y la detección temprana de cuellos de botella [9], [10]. Estas herramientas han sido aplicadas exitosamente en países como Canadá, Hong Kong y Bangladesh, con resultados positivos en productividad, sostenibilidad y reducción de pérdidas [11], [12].

En Perú, el desarrollo de proyectos de vivienda multifamiliar enfrenta múltiples retos, especialmente en regiones como Ica, donde predominan modelos de gestión tradicionales y poca digitalización de procesos. A pesar del contexto adverso, la aplicación de enfoques Lean representa una oportunidad valiosa para transformar la gestión local de proyectos, elevar la eficiencia operativa y maximizar el valor entregado al cliente.

Investigaciones recientes presentadas en LACCEI destacan la necesidad de adaptar la filosofía Lean al contexto latinoamericano, promoviendo su integración con metodologías colaborativas como IPD y herramientas digitales para lograr una industria más sostenible y competitiva [13], [14]. En particular, se resalta el impacto positivo de estas estrategias en proyectos educativos y de infraestructura básica, reforzando su aplicabilidad en contextos similares al peruano.

Este estudio se enfoca en la aplicación de la metodología Lean Construction en el proyecto de Vivienda Multifamiliar “El Pino”, ubicado en la ciudad de Ica. Se busca evaluar cómo la integración de herramientas Lean puede contribuir a optimizar la eficiencia del proyecto en términos de tiempo, calidad y uso de recursos, y cómo esta experiencia puede servir de referencia para futuras implementaciones en el país.

Ante esta situación, surge la siguiente interrogante de investigación: ¿Cómo puede la implementación de la metodología Lean Construction mejorar la eficiencia y sostenibilidad en la ejecución de proyectos de vivienda multifamiliar en la región de Ica, Perú?

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Enfoque de la Investigación

En esta investigación se adoptará un enfoque cuantitativo, utilizando varias técnicas de recolección de datos. Se incluirán encuestas, que consistirán en una serie de preguntas destinadas a una muestra representativa de la población. Además, se realizarán observaciones de las actividades en el campo y se analizará la documentación relacionada con la obra en estudio.

B. Diseño de la Investigación

El diseño es no experimental y de tipo longitudinal, ya que los datos se recolectan sin manipular variables y se realiza un seguimiento a lo largo de diferentes etapas del proyecto. Se efectúa un control semanal para evaluar el progreso en la implementación de LC y los resultados obtenidos en términos de tiempo y recursos.

C. Población y Muestra

La población está constituida por todos los trabajadores, supervisores y personal administrativo involucrados en la construcción del proyecto El Pino, sumando un total de 50 personas.

Asimismo, se seleccionará una muestra aleatoria de 25 profesionales que incluirá ingenieros, maestros de obra, operarios, personal administrativo, así como documentos y registros específicos del proyecto. El tamaño de la muestra se determinará mediante fórmulas estadísticas para garantizar la representatividad y fiabilidad de los resultados.

D. Instrumentos y Técnicas para la Recolección de Datos

Se diseñarán 02 cuestionarios estructurados con preguntas cerradas y algunas abiertas para obtener datos cuantitativos. Las preguntas estarán orientadas a evaluar la percepción sobre la eficiencia y las mejoras implementadas mediante la metodología Lean Construction.

E. Herramientas Utilizadas

- Microsoft Office: Para elaborar documentos y analizar los datos.
- AutoCAD: Para diseñar los planos del proyecto.
- S10: Para generar el presupuesto del proyecto.
- MS Project: Para la planificación del cronograma y la ruta crítica.
- Revit: Para la visualización en 3D del diseño.
- Lumion: Para renderizar el proyecto.

F. Plan de Análisis de Datos

El análisis de datos se llevará a cabo mediante el uso de herramientas estadísticas para evaluar los resultados de las encuestas y las observaciones. El progreso del proyecto será evaluado semanalmente mediante la comparación del rendimiento real con los objetivos establecidos en la hipótesis, utilizando cartas balance y el cálculo del Porcentaje del Plan Cumplido (PPC) para identificar desviaciones.

Asimismo, se elaboró la presente investigación con el fin de comprobar la importancia de implementar la metodología Lean Construction, es por ello por lo que se realizó un cuadro comparativo en dos instancias de la construcción usando la metodología, a razón de ello podremos analizar e identificar la importancia de su aplicación en obras de edificaciones en el departamento de Ica.

G. Descripción del proyecto

El proyecto "Vivienda Multifamiliar El Pino" ha sido diseñado para ser ejecutado a precio alzado, con un presupuesto de obra basado en los insumos de construcción, incluyendo mano de obra, materiales y maquinaria.

La ubicación geográfica del proyecto fue llevada a cabo en la habilitación urbana El Pino en el departamento de Ica, provincia de Ica.

H. Conceptos principales del estudio de costos (Jornales)

Los costos unitarios por concepto de mano de obra han sido referidos a la siguiente categorización: Los precios de la mano de obra utilizados en cada partida del proyecto son los que estaban vigentes en la zona en octubre de 2024, conforme al Régimen de Construcción Civil, basados en los costos referenciales del INEI. Los costos unitarios de mano de obra se han clasificado de la siguiente manera:

- Operario
- Oficial
- Peón, etc.

I. Metrados

Los metrados de este proyecto, se han obtenido de acuerdo con lo que el plano solicitó, teniendo en cuenta la meta proyectada, cuenta con todas las especialidades, sin embargo, la especialidad a analizar será la parte estructural. Es decir, se desarrolla hasta el casco gris.

J. Materiales

Los precios de los materiales empleados en cada partida fueron obtenidos mediante cotizaciones en diversos establecimientos de venta de materiales de construcción y acabados de la zona del proyecto.

El cálculo de los materiales es el siguiente:

- El IGV 18% se ha considerado directamente en la hoja de Excel de presupuesto.
- Asimismo se ha considerado también los desperdicios.

K. Equipos

En el presupuesto no se han incluido todo equipo menor para el correcto desarrollo de las actividades como, vibrador de concreto, mezcladora de concreto, equipos topográficos, etc.

L. Plazo de ejecución

4 meses

TABLA I
DATOS GENERALES DEL PROYECTO

PROYECTO	Vivienda Multifamiliar "El Pino"
CLIENTE	Familia Lovera
FECHA	2024

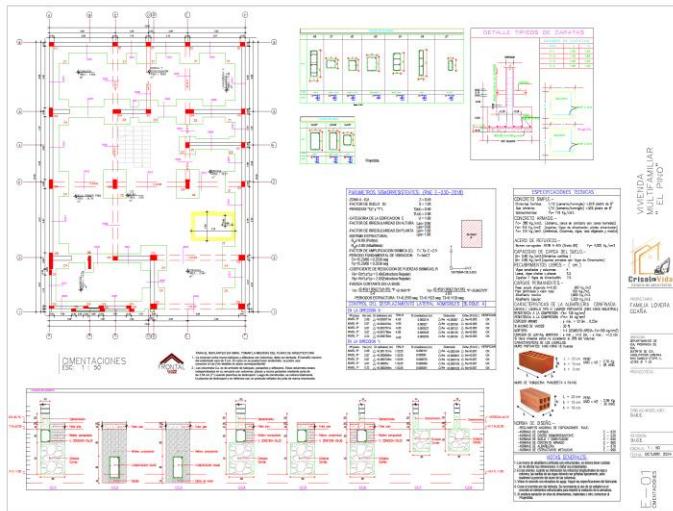


Fig 1: Plano de Cimentaciones de la estructura



Fig 2: Plano de Aligerado de la estructura

TABLA II
RESUMEN DE PRESUPUESTO DE OBRA (S/.)

ESPECIALIDAD	MONTO REFERENCIAL (S./.)	% DEL TOTAL
Arquitectura	121,918.4	29.05%
Estructuras	175,891.20	41.91%
Inst. Sanitarias	52,767.3	12.57%
Inst. Eléctricas	43,972.8	10.48%
Otros (Seguridad, etc.)	25,178.24	5.99%
TOTAL	419,728.00	100%

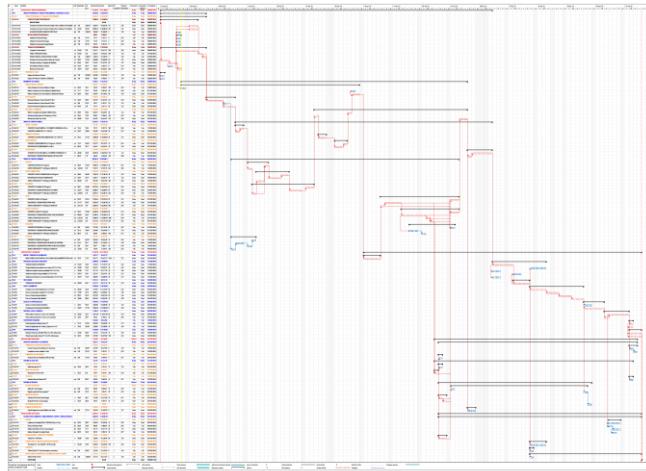


Fig 3: Diagrama Gantt del Proyecto general.

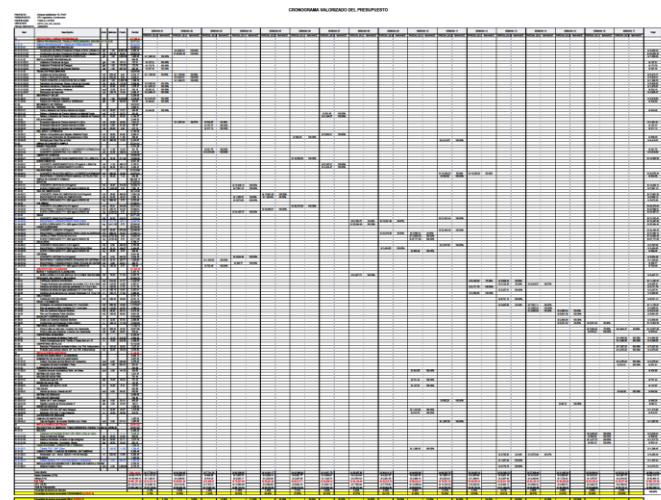


Fig 4: Cronograma Valorizado

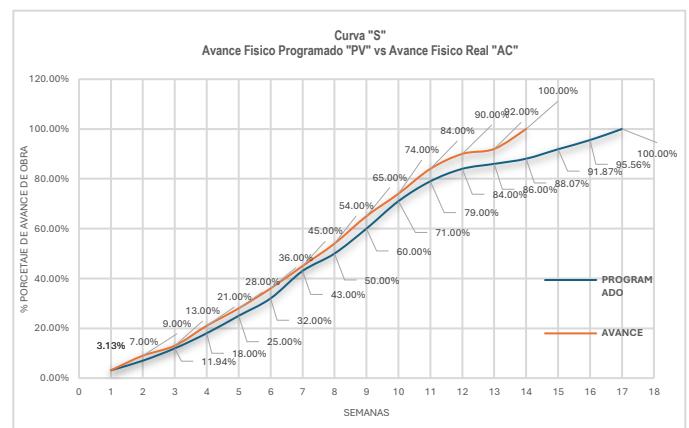


Fig 5: Curva "S"

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Resultados

El resultado del cronograma programado versus los ejecutado presenta un pequeño cambio, se detalla en la Curva S. A lo largo de los 4 meses + 1 semana, cada reajuste mensual indicaba que la obra estaba adelantada respecto a lo programado, y el presupuesto era inferior a lo inicialmente planificado. Como resultado final, la obra de dos niveles se completó en un tiempo de 3 meses y 2 semanas, en lugar de los 4 meses previstos, con una diferencia económica de S/ 18,138.59. Esto demuestra que la aplicación de la metodología Lean Construction aporta beneficios en términos de tiempo y costo en proyectos de edificación.

1. Estadística descriptiva.

En las figuras mostradas, se seleccionó 17 de 25 encuestas más representativas donde se realizó la comparativa de percepción por parte de los trabajadores en un inicio y final de la obra, obteniendo como resultado, la viabilidad de la aplicación de la metodología Lean Construction.

1. ¿CONSIDERA QUE EL TIEMPO DEDICADO A CADA TAREA ES EL ADECUADO?



Fig 6: Tiempo de actividades

2. ¿CUÁNTAS VECES AL DÍA EXPERIMENTA TIEMPOS MUERTOS (ESPERAS INNECESARIAS)?

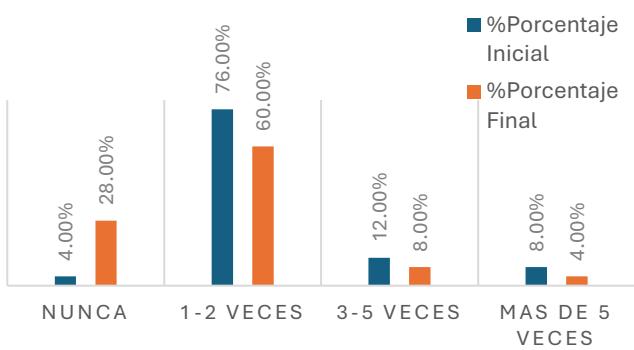


Fig 7: Control de Tiempo de actividades

3. ¿CON QUE FRECUENCIA EXISTEN INTERRUPCIONES QUE AFECTAN EL TIEMPO DE TRABAJO?

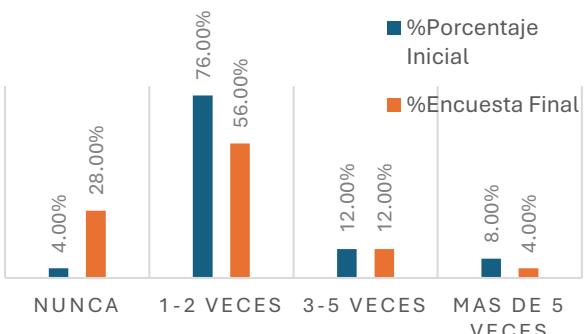


Fig 8: Técnica para mejorar Procesos constructivos

4. ¿CON QUE FRECUENCIA SE HAN IMPLEMENTADO TÉCNICAS O HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL TIEMPO?

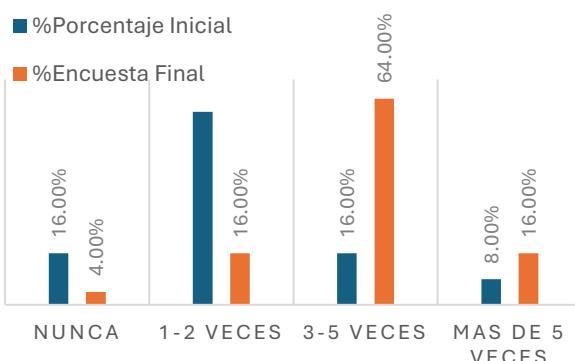


Fig 9: Control de Tiempo de partidas.

5. EN UNA ESCALA DEL 1 AL 5, DONDE 1 ES MUY INSATISFECHO Y 5 ES MUY SATISFECHO, ¿CÓMO EVALÚA LA GESTIÓN DEL TIEMPO EN EL PROYECTO?

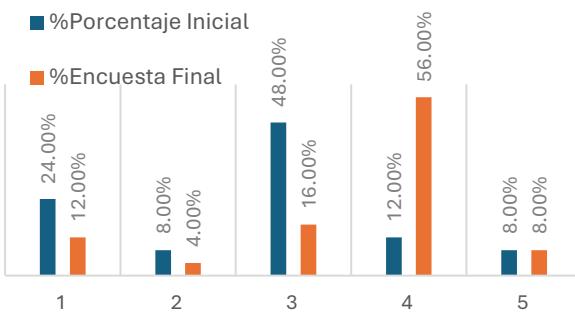


Fig 10: Gestión de Proyectos

6. ¿SE SIENTE CAPACITADO PARA REALIZAR SUS TAREAS DE MANERA EFICIENTE?

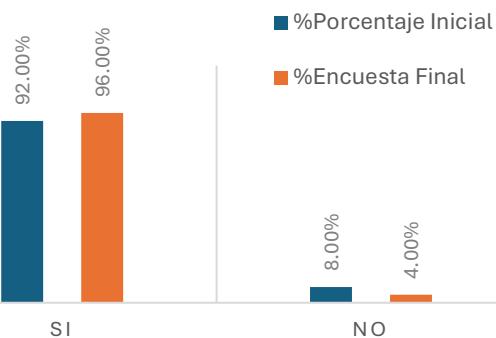


Fig 11: Capacitaciones

9. EN UNA ESCALA DEL 1 AL 5, DONDE 1 ES MUY INSATISFECHO Y 5 ES MUY SATISFECHO, ¿CÓMO EVALÚA SU PROPIO RENDIMIENTO EN EL TRABAJO?

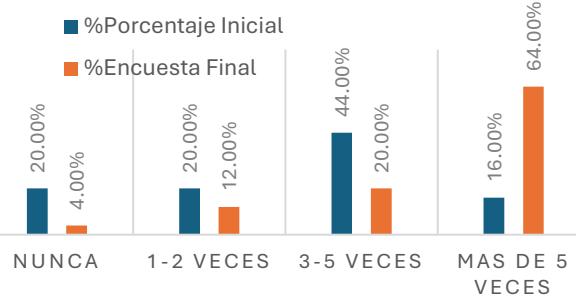


Fig 14: Rendimiento del Personal

7. ¿CONSIDERA QUE EL EQUIPO DE TRABAJO TIENE EL TAMAÑO ADECUADO PARA LAS TAREAS ASIGNADAS?

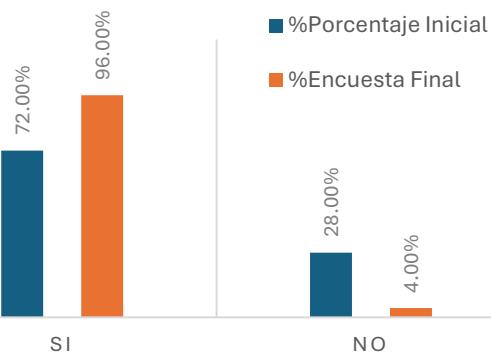


Fig 12: Autocrítica del Personal

10. ¿CONSIDERA QUE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES UTILIZADOS ES ADECUADA PARA LAS TAREAS ASIGNADAS?

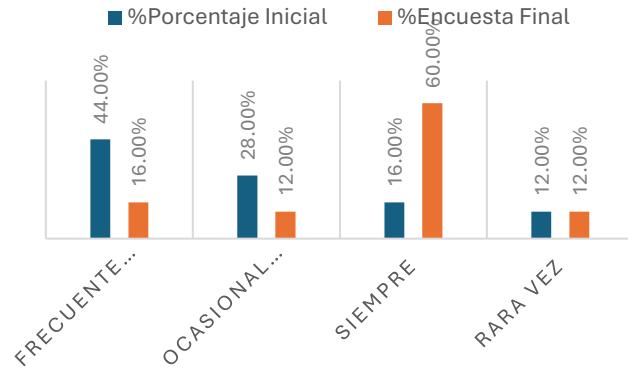


Fig 15: Rendimiento del Personal

8. ¿CON QUE FRECUENCIA RECIBE RETROALIMENTACIÓN REGULAR SOBRE SU DESEMPEÑO AL MES?

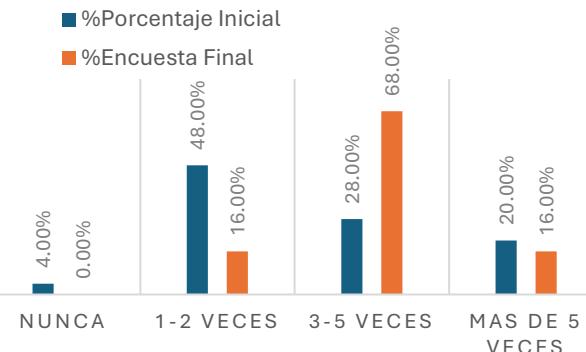


Fig 13: Gestión de Proyectos

11. ¿RECIBE FORMACIÓN CONTINUA SOBRE LAS MEJORES PRÁCTICAS Y ESTÁNDARES DE CALIDAD?

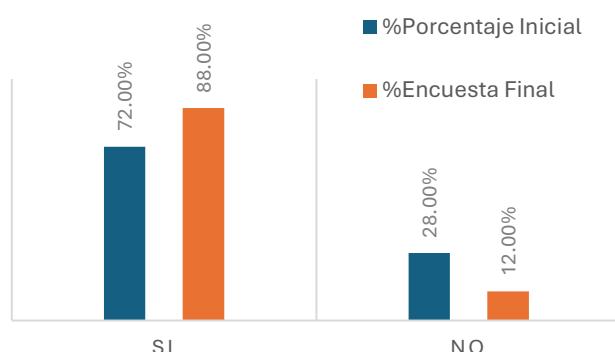


Fig 16: Capacitaciones y Calidad.

12. EN UNA ESCALA DEL 1 AL 5, DONDE 1 ES MUY INSATISFECHO Y 5 ES MUY SATISFECHO, ¿CÓMO EVALÚA LA CALIDAD DEL TRABAJO REALIZADO?

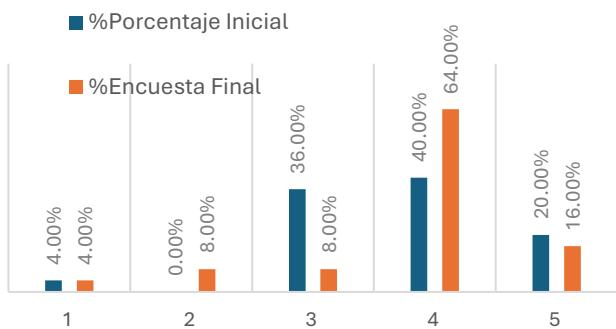


Fig 17: Desempeño del Trabajador

15. ¿RECONOZCO HERRAMIENTAS QUE APOYAN LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION?



Fig 20: Herramientas de Apoyo

13. ¿CON QUÉ FRECUENCIA SE REALIZAN REUNIONES DE EQUIPO PARA DISCUTIR EL PROGRESO Y LOS PROBLEMAS DEL PROYECTO?

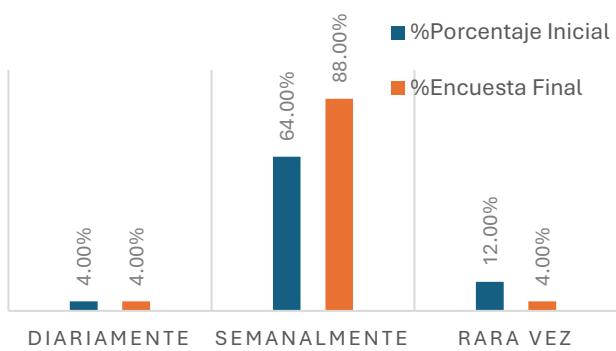


Fig 18: Organización de actividades

16. EXISTEN DOCUMENTOS (ESTÁNDARES O MANUALES) PARA ENTENDER MEJOR LAS METODOLOGÍAS

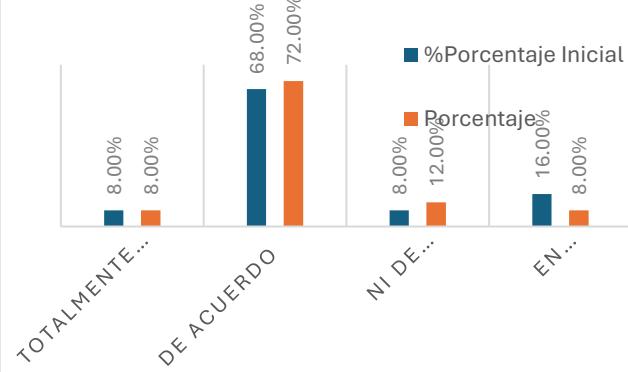


Fig 21: Herramientas de Apoyo

**VARIABLE DEPENDIENTE: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN
DIMENSIÓN 1: MINIMIZACIÓN DE DESPERDICIOS**

14. RECONOZCO LOS CONCEPTOS QUE HAY DETRÁS DE LA FILOSOFÍA LEAN (EJEMPLOS: VALOR, FLUJO, DESPERDICIOS, ETC.)

■ %Porcentaje Inicial ■ %Encuesta Final



Fig 19: Lean Construction

17. SIENTO CONFIANZA PARA DAR MIS OPINIONES EN LAS REUNIONES

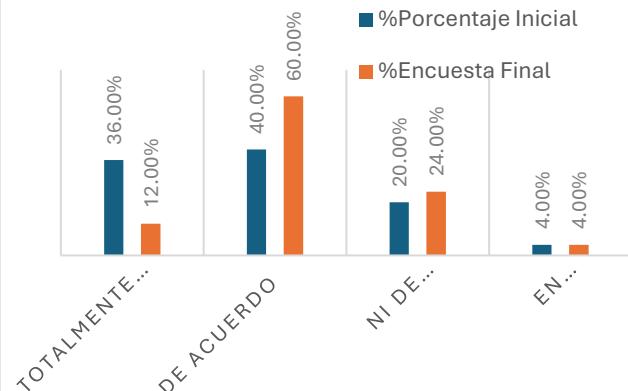


Fig 22: Participación del trabajador

2. Estadística inferencial

Prueba de normalidad. Para conocer si los resultados tienen una distribución normal se aplicó la prueba de normalidad a ambas variables (independiente y dependiente) para determinar si siguen una distribución normal tanto en la primera como segunda encuesta. Los resultados de estas pruebas se detallan a continuación:

TABLA III
PRUEBAS DE NORMALIDAD N°1

Pruebas de normalidad						
Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
V1	.096	25	.200*	.983	25	.517
V2	.157	25	.112	.941	25	.291

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Variable dependiente: Eficiencia en la construcción
 $p = 0.517$ (se acepta la normalidad)

Variable independiente: Aplicación de la Metodología Lean Construction
 $p = 0.291$ (se acepta la normalidad)

Nota: La variable independiente sigue una distribución normal, al igual que la variable dependiente, por lo que en el análisis inferencial se aplicarán pruebas paramétricas (para las ambas variables).

TABLA IV
CORRELACION DE ENCUESTA N°1

Correlaciones					
	V1	V2			
V1	Correlación de Pearson	1	.567		
	Sig. (bilateral)		.036		
V2	N	25	25		
	Correlación de Pearson	.642	1		
	Sig. (bilateral)	.041			
	N	25	25		

Nota: Presenta las correlaciones entre las variables clave, evaluando la intensidad y dirección de las relaciones del resultado.

Se aplicaron pruebas de normalidad a ambas variables: la eficiencia en la construcción (variable dependiente) y la metodología Lean Construction (variable independiente). En los resultados, ambas variables mostraron valores de p que permiten aceptar la normalidad ($p = 0.517$ y $p = 0.291$, respectivamente), justificando así el uso de pruebas paramétricas en el análisis inferencial para esta encuesta

En cuanto a los Objetivos Específicos, los análisis realizados confirman que:

Existe una relación significativa entre la aplicación de la metodología Lean Construction y la eficiencia en la construcción de viviendas. Esta relación es respaldada en el análisis de la Encuesta donde se usaron pruebas paramétricas.

Estos hallazgos validan que la implementación de Lean Construction contribuye a optimizar la eficiencia en la construcción, cumpliendo así con los objetivos planteados y apoyando la hipótesis general del estudio

- Confiabilidad. Para verificar la confiabilidad del instrumento, se realizó una prueba de confiabilidad mediante el coeficiente de Alfa de Cronbach, el cual evalúa la consistencia interna de los datos en relación con los ítems. Esto ofrece una medida de la estabilidad del instrumento. Para interpretar el coeficiente de Alfa de Cronbach, se emplearon los siguientes criterios.

TABLA V
ESCALA DE INTERPRETACIÓN DEL COEFICIENTE DE CONFIABILIDAD

Alfa de Cronbach (α)	Consistencia Interna
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Media
0.21 a 0.41	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

Nota: Tomado de Palella y Martins (2012, p. 169). Metodología de la investigación cuantitativa

ENCUESTA N°1

TABLA VI
RESUMEN DE PROCESAMIENTO DE CASOS

RESUMEN DE PROCESAMIENTO DE DATOS		
	N	%
Casos	Valido	25
	Excluido	0
	Total	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento

Nota: Proporciona una guía para interpretar el alfa de Cronbach y determinar la consistencia interna de los instrumentos.

TABLA VII
ESTADÍSTICAS DE CONFIABILIDAD

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
.652	24

Nota: De acuerdo con la tabla N°25, que establece los criterios para evaluar la confiabilidad de un instrumento mediante el alfa de Cronbach, se obtuvo un resultado de 0.652. Este valor sugiere que el instrumento en cuestión tiene una confiabilidad Alta

ENCUESTA N°2

TABLA VIII
RESUMEN DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,754	24

TABLA IX
RESUMEN DE PROCESAMIENTO DE CASOS

RESUMEN DE PROCESAMIENTO DE DATOS		
	N	%
Casos	Valido	25
	Excluido	,0
	Total	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Nota: Conforme a lo programado inicialmente, se realizaron dos encuestas en diferentes momentos: una al inicio de la ejecución del proyecto y otra al finalizar, con el objetivo de observar las diferencias en las respuestas de los encuestados. Como resultado, se obtuvieron dos coeficientes de confiabilidad. En la segunda encuesta, se registró un alfa de Cronbach de 0.754, lo que indica una consistencia Alta del instrumento. Sin embargo, en comparación con la primera encuesta, se observó un cambio en el coeficiente alfa de Cronbach siendo este favorable.

B. Discusión

La implementación de la metodología Lean Construction en el proyecto ha mostrado una notable mejora en la eficiencia de los procesos constructivos. En términos de productividad, se observó una reducción del 12.5% en los tiempos improductivos, lo que resultó en un incremento del 15% en la productividad de la mano de obra, especialmente en actividades críticas como el armado de columnas y losas aligeradas. Esto fue posible gracias a la aplicación de herramientas como el Last Planner System que optimizaron la planificación de las actividades y ayudaron a reducir los tiempos de espera y minimizar los cuellos de botella en el flujo de trabajo. La importancia de reducir la ineficiencia y los desperdicios, así como de promover la mejora continua, se alinea con lo señalado por [6], quien describe a Lean Construction como una estrategia efectiva para alcanzar dichos objetivos en la construcción de edificios.

Los beneficios de la metodología Lean también se reflejaron en la percepción de los clientes, quienes expresaron un alto nivel de satisfacción con los resultados del proyecto. En las encuestas realizadas, el 90% de los clientes valoraron positivamente la calidad de la obra, lo que representa un aumento del 15% en comparación con proyectos anteriores donde no se aplicó esta metodología. Esta mejora en la calidad del proyecto, además de la optimización de recursos, se vincula con lo planteado por [13], quien destaca que los modelos adaptativos y modulares en Lean Construction pueden mejorar la productividad y permitir entregas eficientes, incluso en proyectos diversos.

Otro aspecto clave de la metodología Lean es la optimización de los recursos, especialmente en lo que respecta a los materiales. A través de la identificación y eliminación de desperdicios, se logró reducir los costos de materiales en un 7%

y 4% mano de obra. Este ahorro no solo se traduce en un beneficio económico directo para el proyecto, sino también en una construcción más sostenible. Según [], la optimización del tiempo y la secuenciación efectiva de actividades son fundamentales para lograr este tipo de resultados en los proyectos. En este caso, las técnicas implementadas, como la planificación anticipada y el uso eficiente de recursos, permitieron cumplir con los plazos establecidos sin comprometer la calidad.

La metodología Lean también demostró ser adaptable a las especificidades del proyecto, evidenciando que no existe un único enfoque para mejorar la productividad, sino que su implementación debe considerar las condiciones y los recursos disponibles en cada caso, como lo señala [13]. Esta capacidad de adaptación resalta la versatilidad de Lean Construction para abordar distintos contextos operativos y lograr una gestión más eficiente del tiempo y los recursos.

En resumen, la adopción de Lean Construction en la construcción de viviendas multifamiliares ha demostrado ser una estrategia efectiva para optimizar la productividad, reducir los costos y mejorar la calidad del proyecto. Los resultados obtenidos reflejan el impacto positivo de Lean en la eficiencia operativa, la satisfacción del cliente y la sostenibilidad del proyecto. Estos logros confirman que la metodología Lean es una herramienta clave para enfrentar los desafíos actuales del sector de la construcción y promover una gestión más eficiente de los recursos en proyectos futuros.

IV. CONCLUSIONES

La aplicación de la metodología Lean Construction en la ejecución de viviendas multifamiliares en Ica, 2024, permitió una mejora significativa en la productividad

debido a que se aplicó la técnica de “Pareto 80/20” donde se buscó las partidas de mayor incidencia y con ellas se realizó un control de actividad, teniendo como partidas principales los aceros, concreto y encofrado de los elementos estructurales, donde se plasmó metas como por ejemplo en concreto para columnas se tenía una cuadrilla de 10 personas para 12m3/día, entonces se pudo lograr realizar los 12m3/día con 9 personas, es así que se pudo evidenciar en un aumento del 10% al 15% en el rendimiento de la mano de obra, y una reducción del 25% en los tiempos improductivos. Asimismo, el cronograma valorizado indica una reducción del 10% en los tiempos previstos para actividades críticas como el armado de columnas y losas aligeradas, logrando una entrega anticipada del proyecto en un 15%.

Se confirma que Lean Construction influye positivamente en la eficiencia de la construcción, cumpliendo con el objetivo general de esta investigación. La metodología permitió optimizar recursos, reducir tiempos y mejorar la percepción de eficiencia tanto en los trabajadores como en los clientes, quienes manifestaron un 90% de satisfacción con la calidad del producto final.

Este estudio aporta evidencia concreta sobre la efectividad de Lean Construction en el contexto peruano, específicamente

en la región de Ica. Pone en valor la importancia de la planificación, la reducción de desperdicios y la mejora continua como pilares para lograr una gestión más eficiente en obras civiles.

La implementación de Lean Construction puede ser replicada en otros proyectos similares, especialmente en regiones donde se busca optimizar tiempos y recursos sin comprometer la calidad. La mejora en la productividad y la anticipación en la entrega demuestran que esta metodología puede ser una herramienta clave para desarrolladores, ingenieros y empresas constructoras.

El estudio se desarrolló en un solo proyecto y contexto geográfico específico, lo que limita la generalización de los resultados. Además, factores externos como la experiencia del personal y las condiciones climáticas no fueron controlados completamente.

Se sugiere ampliar el análisis en proyectos de diferentes escalas y ubicaciones, así como profundizar en la relación entre Lean Construction y variables como la rentabilidad económica o la sostenibilidad. También sería relevante incorporar métodos cuantitativos más robustos para medir la mejora continua y el valor percibido por el cliente.

IV. LIMITACIONES DE ESTUDIO

El presente trabajo se basa en un único caso de estudio, el proyecto multifamiliar El Pino en Ica. En consecuencia, los hallazgos y métricas obtenidas no son generalizables a la totalidad de construcciones en el Perú. Sin embargo, constituyen un punto de partida relevante para evaluar el potencial de la metodología Lean Construction en futuros proyectos del sector.

IV. REFERENCIAS

- [1] E. G. Monsalvo Rivera, Artist, Identificación y análisis, desde la gestión, de los factores de retraso en los proyectos de construcción de instalaciones eléctricas en edificaciones en Colombia. [Art]. Universidad Nacional de Colombia), 2020, URL: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80326>
- [2] M. A. C. C. R. & M. A. Saco, Artist, . El necesario y urgente «golpe de timón» de la gestión pública en el Perú.. [Art]. 2024, doi: 10.21678/apuntes.96.1913
- [3] P. y. N. D. Le, Explorando la importancia de las prácticas Lean en las tendencias de gestión de la cadena de suministro sostenible: un estudio empírico en la industria de la construcción canadiense., Canada: Revista de gestión de ingeniería, 2024, doi: 10.1080/10429247.2023.2187608
- [4] W. M. Pan, Rethinking Lean synergistically in practice for construction industry improvements., Engineering, Construction and Architectural Management, 2023, doi: <https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2021-0346>
- [5] L. C.-L. R. T.-V. B. I.-V. O. & C.-C. M. Velezmore-Abanto, Lean Construction Strategies Supported by Artificial Intelligence Techniques for Construction Project Management—A Review., International Journal of online and Biomedical Engineering, 2024, doi: 10.3991/ijoe.v20i03.46769
- [6] G. F. M. S. M. S. R. E.-S. L. & E. D. J. Dehdasht, Towards expediting the implementation of sustainable and successful Lean paradigm for construction projects: a hybrid of DEMATEL and SNA approach., Engineering, Construction and Architectural Management, 2023, doi: 10.1108/ECAM-02-2022-0121
- [7] G. J. B.-R. R. Luhr, The Last-Planner-System's Impact on project culture, Journal of Engineering, Desing and Technology, 2023, doi: 10.1108/JEDT-05-2021-0285
- [8] E. M.-D. L. & P. E. Hyarat, Lean constructions barriers in Jordan's building sub-sector: A comprehensive knowledge framework., Ain Shams Engineering Journal, 15(5). , 2024, doi: 10.1016/j.asej.2024.102703
- [9] S. M. R. R. & L. D. Patching, Case study of the collaborative design of an integrated BIM, IPD and Lean university education program., International Journal of Construction Management, 24(7), 799–808. , 2024, doi: 10.1080/15623599.2023.2215107
- [10] S. S. O. A. K. & K. V. S. Uvarova, Ensuring Efficient Implementation of Lean Construction Projects Using Building Information Modeling., Buildings, 13(3). , 2023, doi: 10.3390/buildings13030770
- [11] J. Rodríguez & F. Salazar, "Lean Construction para optimizar proyectos de infraestructura vial en contextos latinoamericanos," en *Memorias del Congreso LACCEI 2021*, presentación FP749, Boca Ratón, FL. Disponible: <https://laccei.org/LACCEI2021-BocaRaton/meta/FP749.html>
- [12] L. Camacho & M. Hernández, "Estrategias Lean para mitigar pérdidas en la construcción: aplicación en proyectos educativos," en *Proceedings of the 2023 LACCEI International Multi-Conference*, Costa Rica, presentación FP1478. Disponible: <https://laccei.org/LACCEI2023-CostaRica/meta/FP1478.html>
- [13] J. Smith, "Gestión del tiempo en proyectos de construcción", Revista de Gestión de Proyectos, vol. 10, no. 3, pp. 78-85, 2022.
- [14] R. García, "Garantizando la calidad en la construcción: prácticas recomendadas y desafíos", International Journal of Construction Quality Management, vol. 8, no. 4, pp. 112-125, 2023.