Horizonte Académico
Revista Multidisciplinaria
Recibido:12/10/2024 Aprobado:20/11/2024

DOI: https://doi.org/10.70208/3007.8245.v4.n2.43

Análisis de Productividad en Construcción aplicando Lean Construction basado en rendimientos de Mano de Obra en Proyectos Hospitalarios Nivel I-Iv

Ronald Ramon Castillo Pinto
ing.rcastillo.cip@gmail.com
https://orcid.org/0009-0008-6723-8669
Universidad Nacional del Altiplano
Perú-Puno

Paola Parisaca Mancilla
ing.parisaca.sib@gmail.com
https://orcid.org/0009-0002-7686-4430
Universidad Mayor de San Andrés
Bolivia-La Paz

Raul Ovidio Castillo Pinto
rcastillop@unap.edu.pe
https://orcid.org/0000-0001-8310-7644
Universidad Nacional del Altiplano
Perú-Puno

Wilder Ramos Vilca
wramos@unap.edu.pe
https://orcid.org/0000-0002-4604-0003
Universidad Nacional del Altiplano
Perú-Puno

Willy Miguel Huanacuni Mamani
wing300rio@gmail.com
https://orcid.org/0009-0007-1207-9333
Universidad Nacional del Altiplano
Perú-Puno

RESUMEN

La presente investigación se centró en optimizar la productividad en la construcción de la región de Puno, mediante la evaluación del rendimiento de la mano de obra, utilizando la metodología Lean Construction para mejorar la ejecución de obras. El objetivo principal fue analizar la productividad en la construcción aplicando Lean Construction basada en el rendimiento de la mano de obra en Puno. Los objetivos específicos incluyen: identificar los tiempos productivos utilizando Lean Construction, emplear herramientas como Last Planner y Look Ahead para disminuir los tiempos no productivos, y aplicar el ciclo de Deming para mejorar los tiempos productivos. La metodología utilizada fue un diseño no experimental, tipo ex post facto. Los resultados revelaron una mejora considerable en los tiempos productivos en el proyecto "Mejoramiento de los Servicios de Salud del Centro de Salud Zepita, Micro Red Zepita, Red de Salud Chucuito, del distrito de Zepita – provincia de Chucuito – departamento de Puno", obteniéndose los siguientes resultados en partidas clave, relacionadas a las coberturas metálicas del proyecto en promedio 32.70% de Tiempo Productivo (TP), 30.53% de Tiempo Contributivo (TC), y 36.77% de Tiempo No Productivo (TNP), además, el ciclo de Deming mostró un efecto positivo en la productividad. En conclusión, la adopción de Lean Construction en proyectos de construcción en la región de Puno, resultó eficaz para mejorar la productividad de la mano de obra, destacando la importancia de integrar metodologías de planificación y mejora continua en la gestión de proyectos.

Palabras clave: construcción sin perdidas, obra, productividad, rendimiento, tiempo en construcción

Construction Productivity Analysis applying Lean Construction based on Labor Performance In Level I-Iv Hospital Projects

ABSTRACT

The present research focused on optimizing productivity in construction in the Puno region, by evaluating the performance of labor, using Lean Construction methodology to improve the execution of works. The main objective was to analyze productivity in construction by applying Lean Construction based on labor performance in Puno. The specific objectives include: to identify productive times using Lean Construction, to use tools such as Last Planner and Look Ahead to reduce non-productive times, and to apply the Deming cycle to improve productive times. The methodology used was a non-experimental, ex post facto design. The results revealed a considerable improvement in the productive times in the project "Improvement of the Health Services of the Zepita Health Center, Zepita Micro Network, Chucuito Health Network, in the district of Zepita - province of Chucuito - department of Puno", obtaining the following results in key items, related to the metal covers of the project in average 32. 70% of Productive Time (PT), 30.53% of Contributing Time (CT), and 36.77% of Non-Productive Time (NPT), in addition, the Deming cycle showed a positive effect on productivity. In conclusion, the adoption of Lean Construction in construction projects in the Puno region was effective in improving labor productivity, highlighting the importance of integrating planning and continuous improvement methodologies in project management.

Keywords: construction without losses, performance, productivity, time in construction, work

INTRODUCCIÓN

Lean Construction es una filosofía enfocada en gestionar la producción en construcción, con el objetivo de eliminar actividades que no agregan valor y optimizar aquellas que sí lo hacen para mejorar la eficiencia del proyecto (Garcés & Peña, 2023), Koskela propuso una adaptación de los conceptos de producción ajustada para mejorar eficiencia en la industria de la construcción (Abreu et al., 2023), por otro lado, el desarrollo de los principios Lean en el sector público comenzó en 2003, impulsado por los esfuerzos del Lean Construction Institute, centrados en la creación de contratos relacionales para mejorar la eficiencia en la gestión de proyectos públicos (Ballard, 2023).

En el año 2000, el profesor Glenn Ballard presentó su tesis doctoral en la Universidad de Birmingham, titulada "The Last Planner System of Production Control". En ella, consolidó la metodología del Last Planner System, alineándola con el Ciclo de Deming (PDCA: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), destacando su enfoque en el control de la producción (Álvarez Pérez et al., 2019), también, el Last Planner System (LPS), creado por Glenn Ballard y Greg Howell en los años noventa, es una herramienta de planificación y control basada en la filosofía Lean Construction. Su objetivo es maximizar el valor del proceso constructivo, reducir la incertidumbre y mejorar la confiabilidad del flujo de trabajo (Hoyos & Botero, 2018), asimismo, el enfoque Lean mediante el LPS reduce la incertidumbre en la planificación al analizar restricciones antes de ejecutar actividades. Esto asegura la viabilidad de las tareas y proporciona retroalimentación semanal para mejorar el proceso (Fernanda et al., 2021), también, Last Planner System (LPS) es una herramienta de planificación, control y seguimiento que se basa en principios de entrega eficiente "justo a tiempo" (JIT), mapeo del flujo de valor (VSM) y programación inversa o de fases para optimizar los procesos de construcción (Govindasamy1 et al., 2024).

En el Lookahead, es fundamental identificar y eliminar las restricciones para asegurar que las actividades puedan llevarse a cabo sin inconvenientes (Brioso, 2017), mientras que, la planificación no se concibe como un sistema estructurado, sino que depende de las habilidades y el talento del profesional encargado de crear el cronograma (Brioso et al., 2018).

La aplicación de los principios Lean en la construcción ha mejorado la eficiencia y la efectividad del equipo. Los principales beneficios incluyen la reducción de desperdicios, costos, y la satisfacción del cliente. Además, Lean Construction ayuda a identificar y eliminar residuos, mejorando la productividad, seguridad y calidad del proyecto (Maradzano et al., 2019), al mismo tiempo, la implementación de BIM, junto con los principios Lean de reducción de desperdicios, es una estrategia efectiva para disminuir la incertidumbre y los residuos en el proceso de construcción. Esta combinación es especialmente beneficiosa durante la etapa de planificación de proyectos constructivos (Sánchez-Rivera et al., 2017), las bases teóricas del Lean Construction, ven la producción en construcción como un proceso de transformación, flujo y generación de valor. El objetivo principal es crear sistemas productivos eficientes, optimizando y eliminando flujos innecesarios para mejorar los tiempos de entrega (Garcés & Peña, 2023), aumentar la competitividad del sector, orientándolo hacia la industrialización, haciéndolo más eficiente y con un mejor desempeño en términos de sostenibilidad ambiental (Meire et al., 2023).

Las investigaciones recientes en la gestión de la construcción destacan problemas como la deficiente integración entre cronograma y costos, dificultades en los procesos de medición, falta de formación en equipos y una estructura organizativa inadecuada. También se señala la carencia de sistemas de tecnología de la información apropiados, lo que afecta la eficiencia del sector (Netto et al., 2020), asimismo, el sector construcción y su mercado laboral están adoptando tecnologías más modernas y una fuerza laboral más cualificada. Por ello, es crucial aumentar la productividad, ya que esto mejora significativamente el resultado final del proyecto (Álvarez et al., 2017), de hecho, el factor humano es crucial en la construcción, ya que sin los trabajadores no se podrían ejecutar las actividades.

Los proyectos Lean requieren una supervisión constante para mantener y mejorar el rendimiento. La disciplina del equipo y la firmeza contra el desperdicio son clave para asegurar el éxito en la implementación de prácticas Lean (Rojas López et al., 2017), por otro lado, la edificación sustentable se refiere a proyectos de construcción que, en sus fases de diseño, construcción y operación, buscan minimizar o eliminar impactos ambientales negativos y económicos (Watkins & Sunjka, 2020), no obstante, la filosofía y las herramientas Lean han generado ahorros significativos en costos en proyectos

y servicios, mejorando las estimaciones, el cumplimiento de plazos, la calidad, y fomentando una mayor integración y colaboración en los proyectos de construcción (Merikallio, 2023), combinando estrategias que contrarrestan sesgos basados en la aversión a las pérdidas y la teoría del empujón, esto se logra a través del establecimiento de un equipo de proyecto integrado que maximiza el rendimiento (Perks, 2023), la reducción de los tiempos de ejecución en las actividades de construcción, el control del desperdicio de materiales y la prevención de accidentes laborales son objetivos que, al ser alcanzados, agregarán valor (Porras Díaz et al., 2014), en consecuencia, Lean Construction (LC) se presenta como una alternativa innovadora que ha producido excelentes resultados en numerosos países. Actualmente, hay un creciente número de estudios sobre su implementación, herramientas, barreras y factores de éxito (Vergara Hinojosa et al., 2022).

Asimismo, se planteó como objetivos de estudio: 1) determinar los tiempos productivos en la construcción aplicando Lean Construction; 2) aplicar herramientas como Last Planner y Look Ahead para reducir los tiempos no productivos en la construcción; y 3) aplicar ciclo de Deming para mejorar los tiempos productivos en la construcción. Además, se planteó como hipótesis: 1) la gestión de los tiempos productivos aplicando Lean Construction aumenta la productividad en los proyectos de construcción; 2) la utilización de herramientas como Last Planner y Look Ahead reduce sustancialmente los tiempos no productivos en la construcción, contribuyendo a una mayor productividad en el proyecto; y 3) la aplicación del ciclo de Deming en la construcción mejora los tiempos productivos, optimizando el rendimiento de la mano de obra. La metodología empleada fue, un diseño no experimental, modalidad de investigación ex post facto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ámbito de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó, en el proyecto de construcción ubicado en el distrito de Zepita, provincia de Chucuito, departamento de Puno: "Mejoramiento de los Servicios de Salud del Centro de Salud Zepita, Micro Red Zepita, Red de Salud Chucuito, del distrito de Zepita – provincia de Chucuito – departamento de Puno".

Descripción de métodos

Periodo de estudio

La muestra objeto de estudio es, 1 proyecto de construcción de edificación por contrato, por la magnitud y complejidad de la misma, la cual se viene ejecutando en el periodo 2023 a 2024, en donde se realizó un estudio de caso, tomando en consideración la obra de construcción. Asimismo, se trabajó con las 3 partidas más incidentes de la obra en relación a las coberturas metálicas, llegando a tomar 400 mediciones (Recomendación establecida por Lean construction para análisis y estudio de caso en obras de construcción y mejora de productividad) de tiempos (TP: Tiempo productivo, TC: Tiempo contributorio, TNP: Tiempo no productivo), en cada partida incidente, lo cual hace un total de 1200 mediciones en la obra.

Materiales, insumos e instrumentos

Como técnica aplicada se realizó, análisis documental, en donde se revisó y analizo el expediente técnico de ejecución de obra, observación en campo, fichas técnicas, juicio de expertos, en la cual se realizó consultas para ver puntos de vista de profesionales ingenieros con gran dominio sobre ejecución de obras y cartas balance, para la toma de decisión frente a las mejoras continuas ejecutadas en campo, buscando la optimización del recurso humano; al mismo tiempo, como instrumentos tenemos, cartas balance, estas cartas balance en la ejecución de obra permitió controlar el progreso y flujo de trabajo, facilitando la identificación de desviaciones en la planificación original y optimizando la asignación de recursos, los cuales permitió obtener los resultados esperados, revisión de normas (RNE) y Capeco, bibliografía referente a lean Construction.

Variables analizadas

Las variables analizadas en la presente investigación son: Variable independiente (x1): TP-Tiempo productivo; Variable independiente (x2): TC-Tiempo contributivo; Variable independiente (x3): TNP-Tiempo no productivo.

Tabla 1. Dimensión e indicadores para determinar los tiempos productivos en la construcción

Dimensión	Indicadores
Lean Construction	Fabricación de estructuras
	Recubrimiento de estructuras
	Montaje e instalación

Prueba estadística aplicada

Prueba de Kolmogorov - Smirnov con un nivel de significancia al 5%, para una muestra que comparo la función acumulada observada de las variables.

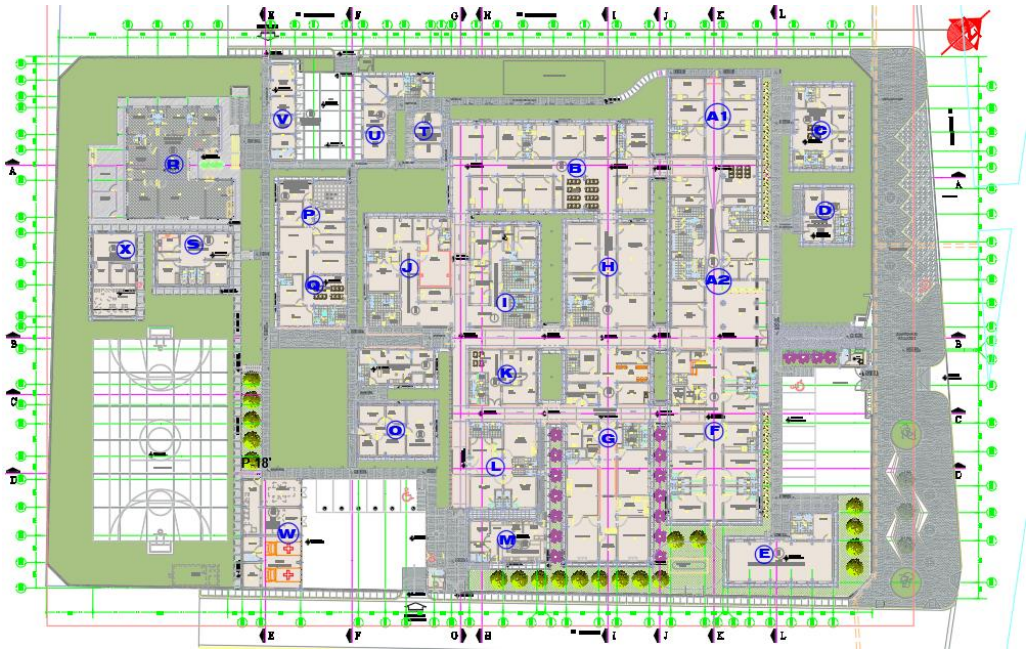
La aplicación de la prueba de Kolmogórov-Smirnov en este contexto nos permite determinar si los datos de los tiempos productivos en la construcción siguen una distribución particular (por ejemplo, una distribución normal) o si difieren significativamente de esa distribución. Esto puede ser útil para comprender la variabilidad en los tiempos productivos y para tomar decisiones basadas en datos sólidos en proyectos de construcción.

Asimismo, la prueba de Kolmogorov-Smirnov nos permite aplicar sobre una muestra para comprobar si una variable (TP: Tiempo productivo, TC: Tiempo Contributorio y TNP: Tiempo No Productivo) se distribuyen normalmente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

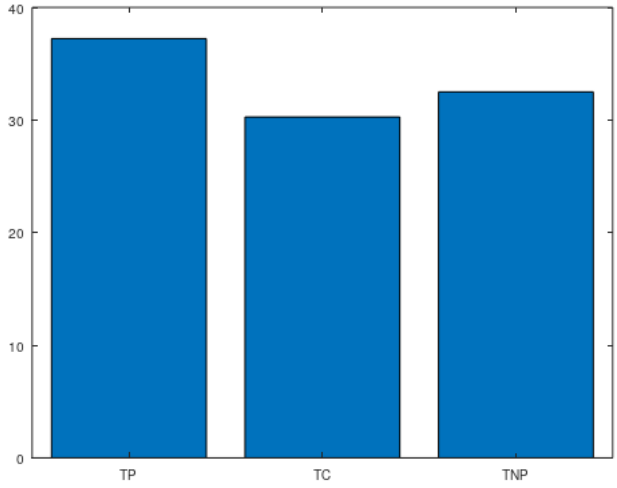
Los resultados de la presente investigación sobre los tiempos productivos en la construcción aplicando lean Construction para el proyecto: "Mejoramiento de los Servicios de Salud del Centro de Salud Zepita, Micro Red Zepita, Red de Salud Chucuito, del distrito de Zepita – provincia de Chucuito – departamento de Puno" se detallan en la figura 2, figura 3, figura 4, figura 5, figura 6, figura 7, figura 8, figura 9 y figura 10, donde se determinaron dichos resultados en base a la obra de construcción objeto de estudio, ubicados en la provincia de Chucuito, departamento de Puno.

Figura 1. Proyecto objeto de estudio “Mejoramiento de los Servicios de Salud del Centro de Salud Zepita, Micro Red Zepita, Red de Salud Chucuito, del distrito de Zepita – provincia de Chucuito – departamento de Puno”



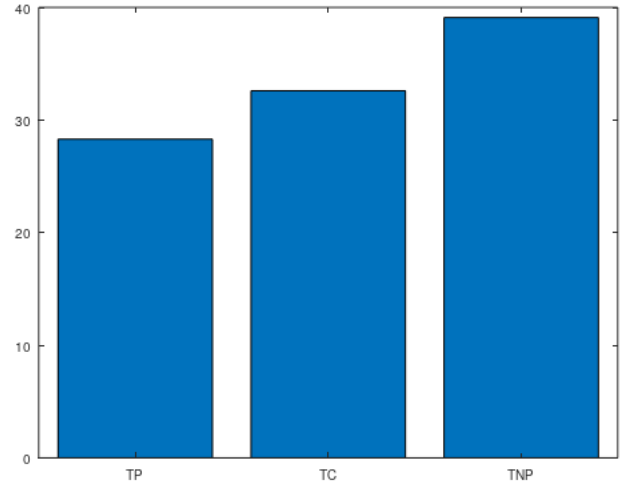
El criterio de selección adoptado fue, primero, por componente, siendo las partidas relacionadas a estructuras metálicas con mayor simetría y baja irregularidad constructiva entre los diferentes bloques que compone el proyecto; segundo, por incidencia presupuestal, siendo estas partidas con alto porcentaje de participación presupuestal. Asimismo, este criterio de selección está basado en las recomendaciones dadas por Lean Construction, de la misma forma, el ciclo de Deming en este contexto se enfoca en buscar la mejora continua durante los procesos de ejecución de las partidas en los proyectos de construcción.

Figura 2. Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNP) – Bloque B- Fabricación de estructuras



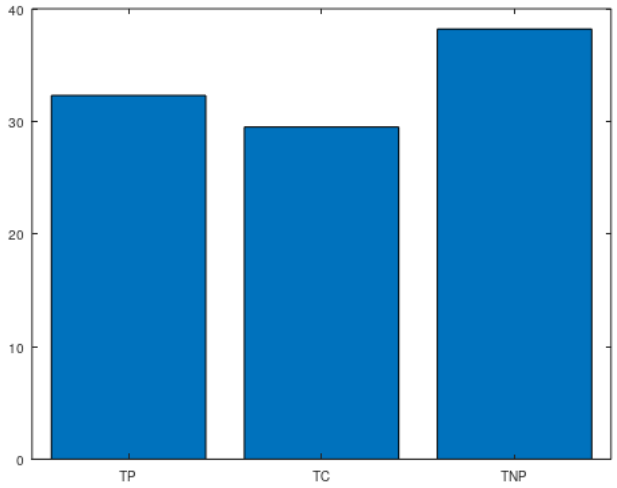
Se analizó la partida: Fabricación de estructuras, en la figura 2, destacando su relevancia presupuestal y estructural. De 500 mediciones realizadas, se obtuvo un 37.23% de Tiempo Productivo (TP), 30.27% de Tiempo Contributivo (TC) y 32.5% de Tiempo No Productivo (TNP) al aplicar Lean Construction.

Figura 3. Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNP) – Bloque B- Recubrimiento de estructuras



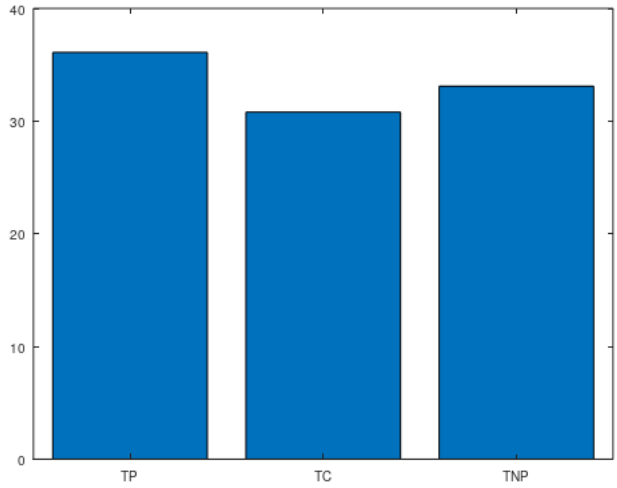
Analizando la partida: Recubrimiento de estructuras, en la figura 3, que tiene una significativa relevancia presupuestal y estructural. De un total de 500 mediciones realizadas, se registraron un 28.3% de Tiempo Productivo (TP), 32.6% de Tiempo Contributivo (TC) y 39.1% de Tiempo No Productivo (TNP) al aplicar Lean Construction.

Figura 4. Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNP) – Bloque B-Montaje e instalación



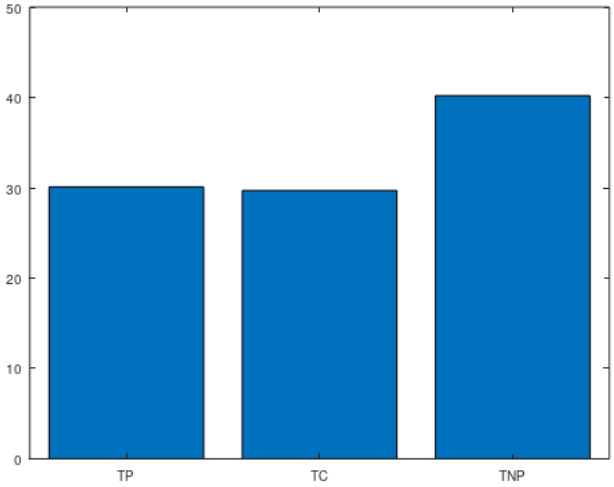
Se analizó la partida: Montaje e instalación, en la figura 4, que es clave en términos presupuestales y estructurales. De 500 mediciones realizadas, se registraron un 32.3% de Tiempo Productivo (TP), 29.5% de Tiempo Contributivo (TC) y 38.2% de Tiempo No Productivo (TNP) al aplicar Lean Construction.

Figura 5. Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNP) – Bloque H-Fabricación de estructuras



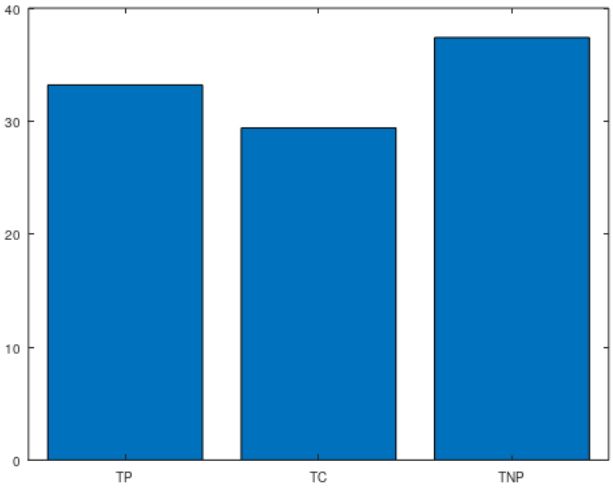
Se analizó la partida: Fabricación de estructuras, en la figura 5, destacando su relevancia presupuestal y estructural. De 500 mediciones realizadas, se obtuvo un 36.1% de Tiempo Productivo (TP), 30.8% de Tiempo Contributivo (TC) y 33.1% de Tiempo No Productivo (TNP) al aplicar Lean Construction.

Figura 6. Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNP) – Bloque H- Recubrimiento de estructuras



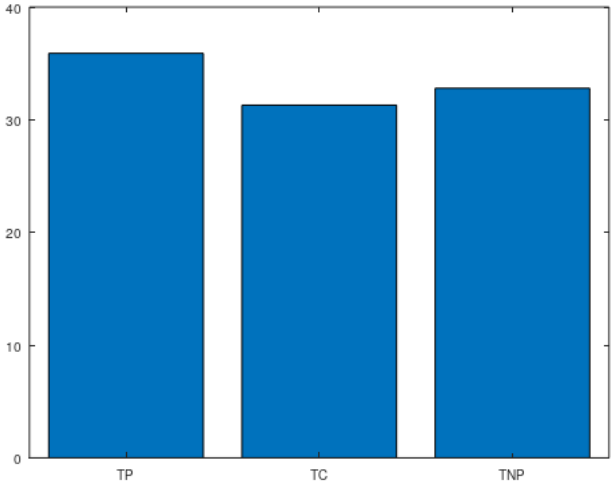
Analizando la partida: Recubrimiento de estructuras, en la figura 6, que tiene una significativa relevancia presupuestal y estructural. De un total de 500 mediciones realizadas, se registraron un 30.1% de Tiempo Productivo (TP), 29.7% de Tiempo Contributivo (TC) y 40.2% de Tiempo No Productivo (TNP) al aplicar Lean Construction.

Figura 7. Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNP) – Bloque H- Montaje e instalación



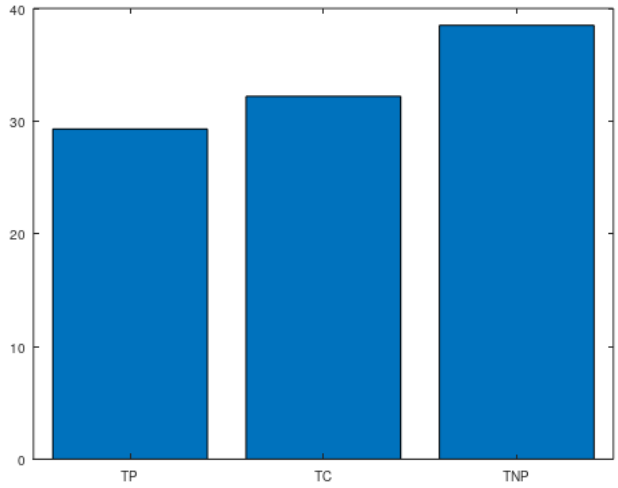
Se analizó la partida: Montaje e instalación, en la figura 7, que es clave en términos presupuestales y estructurales. De 500 mediciones realizadas, se registraron un 33.2% de Tiempo Productivo (TP), 29.4% de Tiempo Contributivo (TC) y 37.4% de Tiempo No Productivo (TNP) al aplicar Lean Construction.

Figura 8. Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNP) – Bloque A- Fabricación de estructuras



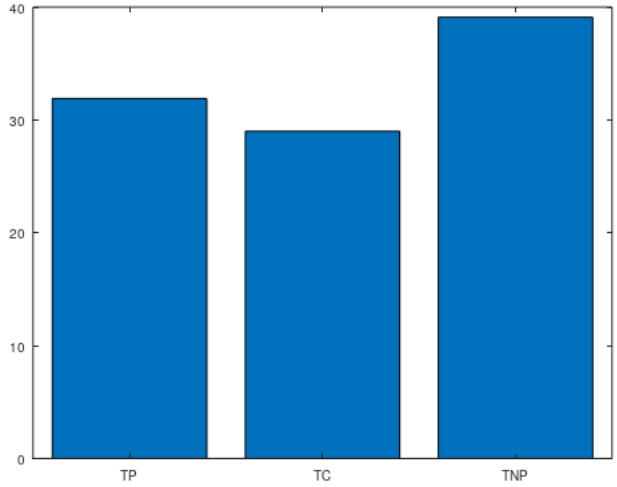
Se analizó la partida: Fabricación de estructuras, en la figura 8, destacando su relevancia presupuestal y estructural. De 500 mediciones realizadas, se obtuvo un 35.9% de Tiempo Productivo (TP), 31.3% de Tiempo Contributivo (TC) y 32.8% de Tiempo No Productivo (TNP) al aplicar Lean Construction.

Figura 9. Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNP) – Bloque A- Recubrimiento de estructuras



Analizando la partida: Recubrimiento de estructuras, en la figura 9, que tiene una significativa relevancia presupuestal y estructural. De un total de 500 mediciones realizadas, se registraron un 29.3% de Tiempo Productivo (TP), 32.2% de Tiempo Contributivo (TC) y 38.5% de Tiempo No Productivo (TNP) al aplicar Lean Construction.

Figura 10. Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNP) – Bloque A - Montaje e instalación



Se analizó la partida: Montaje e instalación, en la figura 10, que es clave en términos presupuestales y estructurales. De 500 mediciones realizadas, se registraron un 31.9% de Tiempo Productivo (TP), 29.0% de Tiempo Contributivo (TC) y 39.10% de Tiempo No Productivo (TNP) al aplicar Lean Construction.

Figura 11. Proyecto objeto de estudio "Mejoramiento de los Servicios de Salud del Centro de Salud Zepita, Micro Red Zepita, Red de Salud Chucuito, del distrito de Zepita – provincia de Chucuito – departamento de Puno", evaluación de avance físico.



Figura 12. Proyecto objeto de estudio “Mejoramiento de los Servicios de Salud del Centro de Salud Zepita, Micro Red Zepita, Red de Salud Chucuito, del distrito de Zepita – provincia de Chucuito – departamento de Puno”, evaluación de avance físico.



Figura 13. Proyecto objeto de estudio “Mejoramiento de los Servicios de Salud del Centro de Salud Zepita, Micro Red Zepita, Red de Salud Chucuito, del distrito de Zepita – provincia de Chucuito – departamento de Puno”, evaluación de avance físico.



Los resultados de los tiempos productivos en la construcción, aplicando Lean Construction obtenidos al realizar la evaluación y análisis de las 3 partidas más incidentes en relación a las coberturas metálicas del proyecto: “Mejoramiento de los Servicios de Salud del Centro de Salud Zepita, Micro Red Zepita,

Red de Salud Chucuito, del distrito de Zepita – provincia de Chucuito – departamento de Puno", dieron los siguientes resultados a nivel de promedio general de la misma un 32.70% de Tiempo Productivo (TP), 30.53% de Tiempo Contributivo (TC) y 36.77% de Tiempo No Productivo (TNP) al aplicar Lean Construction.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov arrojó un valor de $P < 0.05$, lo que implica el rechazo de la hipótesis nula y señala la ausencia de homogeneidad. El valor Sig. de 0.020 refuerza la aceptación de la hipótesis que indica que la aplicación de Lean Construction mejora la productividad en la construcción en Puno durante el periodo 2023-2024, en el mencionado proyecto, subrayando el impacto positivo de Lean Construction en la mejora de la productividad durante el mismo periodo.

DISCUSIÓN

Los tiempos productivos en la construcción aplicando Lean Construction, en la obra " Mejoramiento de los Servicios de Salud del Centro de Salud Zepita, Micro Red Zepita, Red de Salud Chucuito, del distrito de Zepita – provincia de Chucuito – departamento de Puno", fueron los siguientes 32.70% de Tiempo Productivo (TP), 30.53% de Tiempo Contributivo (TC) y 36.77% de Tiempo No Productivo (TNP) al aplicar Lean Construction. De modo similar (Botero & Álvarez, 2003), manifiesta según sus estudios de pérdidas en Chile, Tiempo productivo (TP)=47%, Tiempo contributivo (TC)=28% y Tiempo no productivo (TNP)=25%; estudio de pérdidas en Medellín - Colombia, Tiempo productivo (TP)=37%, Tiempo contributivo (TC)=36% y Tiempo no productivo (TNP)=27%; mientras que (Mengoa et al., 2018), manifiesta en su estudio de Obras civiles de gran minería. Caso de Estudio: HV Contratistas - Truck Shop Smcv - Perú, Tiempo productivo (TP)=19%, Tiempo contributivo (TC)=66% y Tiempo no productivo (TNP)=15%; de igual forma (De La Vega et al., 2018), manifiesta en su estudio de Obras por administración directa de infraestructuras educativas públicas Caso de estudio: I.E. Wiñayhuayna Mariano Santos del distrito de Urcos, Provincia de Quispicanchis, Cusco - Perú, Tiempo productivo (TP)=35%, Tiempo contributivo (TC)=41% y Tiempo no productivo (TNP)=24%.

CONCLUSIONES

La aplicación de Lean Construction en la obra "Mejoramiento de los Servicios de Salud del Centro de Salud Zepita, Micro Red Zepita, Red de Salud Chucuito, del distrito de Zepita – provincia de Chucuito – departamento de Puno" reveló los siguientes resultados en partidas clave, relacionadas a las coberturas metálicas del proyecto, se obtuvo un promedio de 32.70% de Tiempo Productivo (TP), 30.53% de Tiempo Contributivo (TC), y 36.77% de Tiempo No Productivo (TNP), estos datos reflejan una mejora en los tiempos productivos y una disminución de los tiempos no productivos, validando así la efectividad de Lean Construction en el incremento de la eficiencia operativa de las obras.

Las herramientas como Last Planner y Look Ahead permitieron mejorar la productividad en la obra de construcción; específicamente en los Tiempos No Productivos (TNC), los cuales no aportan valor durante la construcción, tales como: Esperas (E), Trabajo rehecho (R) y Tiempo ocioso (O). Asimismo, se realizó un análisis de restricciones para mejorar el cumplimiento de lo programado con Look Ahead.

Con la aplicación del ciclo de Deming se logró mejorar los tiempos productivos en la construcción, mejorando los Índices de productividad (IP).

Las herramientas clave de Lean Construction, como Last Planner System y Look Ahead, para optimizar los tiempos productivos en la construcción, permitieron identificar actividades críticas, planificar de manera más eficiente, y reducir significativamente los tiempos no productivos. Entre los resultados más relevantes, se evidenció una mejora del 13.7% en los tiempos productivos de las actividades analizadas, además de una disminución notable de las interrupciones y retrabajos. Esto demuestra que la implementación de dichas herramientas tiene un impacto directo y positivo en la productividad del sector construcción.

Se rescató como recomendación práctica, para la implementación de Lean Construction y herramientas como Last Planner y Look Ahead, debido a que nos permitió disminuir los tiempos no productivos; de la misma forma, la aplicación del ciclo de Deming para mejorar los tiempos productivos. Por ende, estas herramientas y filosofía constructiva permitirían lograr construir de forma rítmica y fluida edificaciones

como colegios, escuelas, hospitales, hoteles, viviendas, centros comerciales y entre otros, debido a su versatilidad y practicidad al momento de su implementación durante la ejecución de los proyectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, J. P. M. de, Cardoso, G. de C., Marchiori, F. F., Brandstetter, M. C. G. de O., & Heineck, L. F. M. (2023). Multiskilled labor force: a discussion of this missing link of lean construction in Brazilian companies. Ambiente Construído, 23(4), 7–23. https://doi.org/10.1590/s1678-86212023000400688

Álvarez, M. Á., Bucero, A., & Pampliega, C. J. (2017). Integrated project delivery, an alternative to the usual form of construction work in Spain = Métodos colaborativos, un cambio para la construcción en España. Building & Management, 1(3), 30. https://doi.org/10.20868/bma.2017.3.3656

Álvarez Pérez, M. Á., Soler Severino, M., & Pellicer Armiñana, E. (2019). An improvement in construction planning: Last Planner System ® = Una mejora en la planificación de la construcción: el sistema del último planificador. Building & Management, 3(2), 60. https://doi.org/10.20868/bma.2019.2.3924

Ballard, G. (2023). A brief history of lean in the public sector. Revista Ingenieria de Construccion, 38, 1–3. https://doi.org/10.7764/RIC.00086.21

Botero Botero Luis Fernando, & Álvarez Villa Martha Eugenia. (2003). Identificación de Pérdidas en el Proceso Productivo de la Construcción. REVISTA Universidad EAFIT No. 130, 130, 65–78. https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/911

Brioso, X. (2017). Synergies between Last Planner System and OHSAS 18001 - A general overview = Sinergias entre el Last Planner System y la OHSAS 18001 - Una visión general. Building & Management, 1(2), 24. https://doi.org/10.20868/bma.2017.2.3551

Brioso, X., Humero, A., & Calderón-Hernández, C. (2018). Teaching how to integrate Last Planner System and the Safety and Health Management System = Enseñando a integrar el Last Planner System

y el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud. Advances in Building Education, 2(1), 12. https://doi.org/10.20868/abe.2018.1.3691

De La Vega, H., Palomino, J., Gutiérrez, H., & Salcedo, E. (2018). MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD IMPLEMENTANDO EL SISTEMA LEAN CONSTRUCTION EN LA EJECUCIÓN DE OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA DE INFRAESTRUCTURAS EDUCATIVAS PÚBLICAS CASO DE ESTUDIO: I.E. WIÑAYHUAYNA MARIANO SANTOS DEL DISTRITO DE URCOS, PROVINCIA DE QUISPICANCHIS, CUSCO. http://hdl.handle.net/10757/624257

Fernanda, M., Restrepo, H., Fernando, L., & Botero, B. (2021). Implementación del sistema del último planificador en el sector constructor colombiano: Caso de estudio Implementation of the last planner system in colombian construction sector: A case study. In Revista chilena de ingeniería (Vol. 29, Issue 4).

Garcés, G., & Peña, C. (2023). A Review on Lean Construction for Construction Project Management. Revista Ingenieria de Construccion, 38(1), 43–60. https://doi.org/10.7764/RIC.00051.21

Govindasamy1, T., Bekker1, M. C., Bekker, G., Govindasamy, T., & And Bekker, M. C. (2024). Lean contruction: Implementing the Last Planner System on mining projects. Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 124(1), 15–24. https://doi.org/10.17159/2411

Hoyos, M. F., & Botero, L. F. (2018). Evolution and global impact of the Last Planner System: a literature review. Ingeniería y Desarrollo, 36(1), 187–214. https://doi.org/10.14482/inde.36.1.10946

Maradzano, I., Dondofema, R. A., & Matope, S. (2019). Application of lean principles in the south african construction industry. South African Journal of Industrial Engineering, 30(3), 210–223. https://doi.org/10.7166/30-3-2240

Meire, C., Linhares, P., & Hermo, V. (2023). Method for construction management of passive modular houses. Informes de La Construccion, 75(572). https://doi.org/10.3989/IC.6452

Mengoa, O., Naiza, H. P., & Rivera, C. (2018). Análisis de la productividad de los procesos constructivos aplicando filosofía Lean Construction para obras civiles de gran minería. Caso de Estudio: HV Contratistas-Truck Shop Smcv Item Type info:eu-repo/semantics/masterThesis. http://hdl.handle.net/10757/625002

Merikallio, L. (2023). The lean journey of the finnish real estate. Revista Ingenieria de Construccion, 38, 58–65. https://doi.org/10.7764/RIC.00092.21

Netto, J. T., Neves dos Santos, J. A., Filho, W. P., & Fernandes de Oliveira, N. L. (2020). Proposta de melhorias na gestão de empresas de construção civil: um estudo de caso internacional. Interações (Campo Grande), 499–512. https://doi.org/10.20435/inter.v21i3.2042

Perks, M. (2023). Developing a new procurement model, using behavioural economics, to enable continuous improvement of productivity and better value in large UK infrastructure projects. Revista Ingenieria de Construccion, 38, 30–50. https://doi.org/10.7764/RIC.00089.21

Porras Díaz, H., Giovanny, O., Rivera, S., Alberto, J., & Guerra, G. (2014). Lean Construction philosophy for the management of construction projects: a current review. AVANCES Investigación En Ingeniería, 11(1).

Rojas López, M. D., Henao Grajales, M., & Valencia Corrales, M. E. (2017). Lean construction – LC bajo pensamiento Lean. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 16(30), 115–128. https://doi.org/10.22395/rium.v16n30a6

Sánchez-Rivera, O. G., Galvis-Guerra, J. A., Porras-Díaz, H., Ardila-Chacón, Y. D., & Martínez-Martínez, C. A. (2017). BrIM 5D models and Lean Construction for planning work activities in reinforced concrete bridges. Revista Facultad de Ingeniería, 26(46), 39–50. https://doi.org/10.19053/01211129.v26.n46.2017.7314

Vergara Hinojosa, R., Cayo Chileno, N. G., Herrera Rosas, M., Araoz Campos, A., & Aquino Rocha, J. H. (2022). Implementación de conceptos y herramientas de la filosofía Lean Construction en las

empresas constructoras de la Ciudad de Cochabamba – Bolivia. Avances Investigación En Ingeniería, 19(2). https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.8631

Watkins, J., & Sunjka, B. P. (2020). Combining green building and lean construction to achieve more sustainable development in south africa. South African Journal of Industrial Engineering, 31(3), 133–143. https://doi.org/10.7166/31-3-2426