

NOMBRE DEL TRABAJO

GONZALES MARTINEZ_TURNITIN.docx

RECUENTO DE PALABRAS

12326 Words

RECUENTO DE PÁGINAS

76 Pages

FECHA DE ENTREGA

Jun 2, 2023 4:37 PM GMT-5

RECUENTO DE CARACTERES

64692 Characters

TAMAÑO DEL ARCHIVO

956.0KB

FECHA DEL INFORME

Jun 2, 2023 4:38 PM GMT-5**● 16% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

6. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

Un grupo de trabajo de construcción en el Reino Unido, presentaron una profunda preocupación en el año 1998 y que tenía que ver con el bajo rendimiento en la industria de la construcción causadas por la carencia de dos factores, enfoque al cliente y los procesos y equipos integrados; creyendo que, este problema del Reino Unido coincidía con la industria de construcción del resto del mundo, pero diez años después, se analizaron rigurosamente tanto a la industria como a su problema y denotaron que la inversión realizada en tecnología de la información y comunicación no ha tenido sentido, pues solo cubría aspectos alejados a la perspectiva de la construcción y sus procesos [1]

La crisis mundial de 2008, las condiciones del mercado aumentaron la presión sobre las empresas constructoras a buscar un nuevo enfoque para mejorar el sistema de producción actual; además de ello, otro factor es la alta variabilidad, un bajo rendimiento y un ambiente de trabajo inseguro; los cuales, mediante estudios realizados en Estados Unidos por parte del CII (Construction Industry Institute), estimaron que entre el 25% y el 50% del coste de la construcción corresponde a residuos debido a la ineficiencia del sistema de gestión tradicional. [2]. Un claro ejemplo de ellos es que en Finlandia se han realizado esfuerzos denodados a fin de tener una mejor innovación, un mejor crecimiento en la productividad y un mejor rendimiento en la construcción, que es una de las industrias más grandes del mundo; tal es así que, cada año invierten aproximadamente 10 millones de dólares en bienes y servicios, pero el resultado ha sido deficiente y dicha industria ha enfrentado grandes problemas, como la fragmentación y la estandarización de las prácticas de gestión de proyectos; para ello, han propuesto un proceso de diseño guiado por los involucrados, la integración del diseño de productos y procesos, una mejor colaboración y procedimientos e información más normalizados para abordar los problemas de la industria. [3]

Es necesario mencionar que luego de la agricultura, el segundo mayor generador de puestos de trabajo en la India es el sector construcción, pero a pesar de esto y de la importancia económica del sector, este se ha visto perjudicado con un sin número de problemas entre los que destaca la baja productividad, el excesos de costo, la generación de desechos, la falta de eficiencia energética para su funcionamiento, la necesidad de agua potable, los retrasos en la finalización de los proyectos y la falta de prácticas profesionales en la industria [4]

Por otro lado, en Estados Unidos la producción en la construcción ha ido decreciendo desde 1968, esto a pesar de la constante evolución de la tecnología y que otras industrias hayan logrado mejoras notables en su eficiencia, por tal motivo tiene grandes desafíos que superar para obtener mayor crecimiento y eficiencia; por lo que, si se compara las mejoras de la productividad con otras industrias, la construcción se queda relegado, pues desde 1947 la industria agrícola mejoró su producción en un 1,510%, la industria manufacturera en un 760%, mientras que la industria de la construcción solo a mejorado en un 6%, dando como resultado del problema antes mencionado, que la mayoría de proyectos de construcción no cumplen con su calendario programado y el presupuesto inicial. [5], Es así que en 1992 Glenn Ballard y Greg Howell identificaron que la principal causa del bajo rendimiento en la construcción se debe a la baja fiabilidad crónica del flujo de trabajo con la consiguiente variabilidad del flujo de trabajo en los proyectos de construcción. [6]

La industria de la construcción se enfrenta a desafíos asociados con la inclusión de actividades y procesos que no agregan valor en su cadena de suministro, lo que resulta en ineficiencia y baja productividad y reflejo de esto es que en Nigeria la ineficiencia en la industria de la construcción genera costos excesivos que resultan por retrasos en los tiempos de entrega programados y desperdicio de material, teniendo un sobrecosto de hasta el 14% de la suma del contrato del proyecto, mientras que alrededor del 70% de todos los proyectos terminan desbordados, y aproximadamente el 10% del material total del proyecto termina

como desperdicio de material. [7]. Únicamente se conoce el gran desperdicio en la etapa anteproyecto, ejecución y administración de las construcciones de principio a fin, pues las pruebas empíricas señalan que los desechos representan el 50% del tiempo de la construcción, donde los residuos se definen como todo aquello que carezca de valor para el cliente o usuario final, tratándose principalmente de residuos de proceso con algunos residuos físicos. [8]

Ahora, a nivel nacional el Instituto Nacional de Estadística e Informática muestra de acuerdo con datos estadísticos que entre los años 2017 y 2019, la construcción peruana ha registrado una reducción de producción del -0,23%, esto como muestra del poco progreso real en obras públicas de -4,98%; caso contrario al mayor uso de cemento en 0,61%, pero dicha reducción del progreso real de obras del estado tiene como causa la menor inversión ⁶ de los gobiernos locales y regionales; sin embargo, el Gobierno Nacional realizó mayor inversión [9].

El Perú enfrenta uno de sus mayores retos: aumentar su productividad para obtener un crecimiento dinámico y lograr un óptimo desarrollo; por tal motivo se busca un alto ²⁹ nivel de productividad en las empresas de construcción peruanas con la finalidad de ser competitivos en el mercado, dar beneficio a la sociedad y ratificar empleos; por otro lado, ¹⁰ en el Perú la construcción se caracteriza por ser tradicional, resistente al cambio y tarda para acoger últimos avances tecnológicos; por lo que este sistema histórico de construcción presenta baja productividad a diferencia de otros sectores; presenta también otras dificultades como: falta de conocimientos de actuales sistemas de planificación y gestión de obra; insuficiente monitoreo de la calidad en obra; ³⁸ bajo cumplimiento de las normas de seguridad; diseños de proyectos con errores; falta de capacitación al personal obrero; ausencia de coordinación entre los involucrados y como consecuencia son entregados en tiempos no correspondientes; baja calidad; sobrecostos; incidentes en el trabajo, variación de las estipulaciones del contrato. [10]

Asimismo, el sector construcción es de gran importancia en la económica del Perú, signo de ello es que su índice de crecimiento está fuertemente ligado con el crecimiento económico del país, al cual aporta un gran porcentaje al PBI, superando en el primer trimestre del 2019 a todos los sectores económicos que existen en el Perú con un 6,7%; pues, este sector económico genera muchos empleos, sin embargo, es un sector bastante complejo que se desarrolla en un entorno con alta variabilidad y un alto nivel de competencia, los mismos que afectan los objetivos de todo tipo de proyectos como es el plazo, el costo y la calidad en edificaciones de viviendas [11]

En el departamento de Tacna, los niveles de producción que se manejan en el sector producción presentan inexactitudes; siendo los de mayor incidencia la volatilidad del trabajo contributivo, no contributivo y productivo, los cuales se evidencian en los tiempos de ejecución y el costo final de las construcciones de edificaciones [12]

Ahora a nivel local se tiene que el sector construcción está en auge en el departamento de Lambayeque y en especial en la provincia de Chiclayo; sin embargo, se evidencian niveles bajos de productividad. [13]. En Chiclayo el poder adquisitivo y la demanda interna actual ha originado un crecimiento sostenible y dinámico de la industria de la construcción, en consecuencia, los proyectos de edificación se encuentran en crecimiento, entre ellos predominan obras de centros comerciales, transportes y edificación de viviendas multifamiliares; aunque, el común denominador de los problemas de la mayoría de constructoras y que condicionan su productividad radica principalmente en que no tienen una orientación de sistemas de gestión en obra, ineficiencias en la planificación y procesos; defectos en el proyecto técnico, programación de obra, asignación de personal a las tareas, etc. [14]

En el distrito de Pimentel se viene desarrollando un proyecto de construcción de viviendas unifamiliares de densidad media y que la ejecuta una empresa privada a la que

llamaremos INMOBILIARIA SOL SA. Dicho proyecto lleva 5 años desarrollándose y se encuentra en un 70% de avance, tiempo en el que vienen realizando cambios en sus procesos de gestión, teniendo como fin mejorar la capacidad de producción en sus obras pero que aún son tradicionales, tal es así que presentan dificultades como por ejemplo, incumplimiento de algunos proveedores de materiales, rendimiento del personal obrero del sindicato y demora en transporte de materiales de almacén hacia obra; por tal motivo, dichos escenarios serán parte de la evaluación aplicando la filosofía Lean que tiene por objetivo final mejorar la productividad y rentabilidad del proyecto.

Es necesario mencionar los antecedentes considerados en la presente investigación, para empezar se mencionan los internacionales:

La investigación titulada ⁴⁵ "A systematic review of lean construction in Mainland China" tuvo por objetivo lograr una revisión a detalle de lo que significa la filosofía Lean Construction se desarrolló en este estudio un método de investigación sistemático de cinco pasos, esto ⁴² llevo a la conclusión de que en China continental la filosofía de Lean Construction está en un desarrollo acelerado, pero también se identificaron algunas lagunas tales como el desequilibrio en base a la geografía, el tamaño de la compañía y la propiedad de la compañía. [15]

Los resultados de la investigación titulada ¹³ "An Assessment of Lean Construction Practices in the Construction Industry", la cual tuvo por objetivo revisar el uso de las prácticas del pensamiento Lean Construction para aumentar efectivamente ⁵ la productividad y el rendimiento de la industria de la construcción, concluyen que el desperdicio es el mayor impedimento para la productividad en la construcción y que el mismo ocurren a lo largo del proyecto, pero que poner en práctica Lean Construction, mejora el rendimiento del sector al

facilitar la entrega oportuna del proyecto y la provisión de recursos correctos de cantidad y calidad deseada, y dentro de la asignación presupuestaria para tal proyecto. [16]

Por otro lado, en la investigación “Lean Construction practice: culture, standardization and informatization - a case from china” el objetivo es presentar una empresa constructora china, demostrando algunos de los resultados más exitosos de la Lean Construction en China, y sus resultados indican que el éxito de la ejecución de Lean Construction se basa en la colaboración de tres aspectos importantes, tales como, la exploración de las relaciones entre la cultura, la normalización y la informatización [17]

Así mismo, en la investigación “Lean Construction – LC bajo pensamiento Lean”, se concluye que en Brasil en su sistema tradicional se ejecutaron y diseñaron proyectos de construcción civil, son totalmente de la filosofía Lean, lo que refleja que son pocas las empresas que implementan esta filosofía de trabajo. [18]. Además, se tiene la investigación “Implementation of lean methodology in Indian construction” que presenta como resultados que el manejo manual o gestiones tradicionales son los mayores productores de residuos en la vida de un proyecto, por lo que se recomienda aplicar el método Lean y así minimizar el desperdicio, el costo, el tiempo y maximizar el rendimiento de los proyectos de construcción. [19]

Por otra parte, los resultados de la investigación “Area of linkage between lean Construction and sustainability in indian construction industry” muestran que las esferas más importantes de la vinculación entre la sostenibilidad y Lean Construction son: la reducción de desechos, la gestión de recursos, la minimización de la energía, la eliminación de actividades sin valor añadido y la mejora de seguridad y salud. [4]

La investigación que lleva por nombre “Effectiveness of 5s Implementation in Lean Construction (Commercial Building Construction Project)” tiene por objetivo evaluar el nivel

de conocimientos sobre las herramientas 5s entre los profesionales de la construcción en el sector de construcción de la India y su conclusión es que la estrategia planteada es nueva en la industria civil y es más efectivo que los métodos existentes que se utilizan en la parte de desarrollo [20]

[21] en su investigación "Identifying waste in virtual design and construction practice from a Lean Thinking perspective: A meta-analysis of the literatura" uso la metodología Lean construction con la herramienta VDC con la finalidad de integrar al grupo de trabajo para mejorar la productividad en obra y optimizar los desperdicios que se presenta. Entre las partidas donde se evidenciaron desperdicios fueron en movimientos de productos y en la realización de partidas relacionados al concreto. Por ello, la implementación de ambas herramientas permitió mejorar un 80% la productividad.

En la investigación, "Assessing the impacts of lean construction implementation" tuvo como objetivo analizar los principales problemas que se observaron en los diferentes proyectos en estudio. Entre estos problemas se tuvo, el mejoramiento de la productividad ya que primero se necesitó saber aquellas partidas que retraso en obra y con ello realizar los cambios correspondientes. Además de las estrategias de implementación ya que muchos obreros no recibieron capacitación para los trabajos que se iban a realizar. Por ello, en este artículo se presentó la implementación de medidas para nuevas construcciones [22]

Por otro lado se tiene, "BIM+Lean for integrating production and quality control at the construction site" tuvo como objetivo dar solución a los problemas que se generan en obra cuando se realizan prácticas manuales in situ como oportunidad de mejora y con la utilización de la metodología BIM. Con la ayuda de software, permitió tener flexibilidad y un rápido reconocimiento en las partidas que generaban incongruencia ya que las herramientas BIM se actualizan al introducir datos nuevos sin alterar la información y con ello, el seguimiento continuo para un control de calidad en obra. [23]

[24] en su investigación ³⁰ *Guidelines for managing complex department store construction projects based on Lean Production and Agile Project Management* tuvo como objetivo central la productividad de obra utilizando la filosofía Lean Production y el enfoque Agile Project Management ya que existen problemas de gran complejidad y el cual son necesarios la utilizacion de varias herramientas. Por ello, en esta revista científica, hizo un estudio a una empresa minorista en el sector construcción en Brasil utilizando métodos y estrategias que permitieron avanzar de manera productiva en diferentes proyectos en ejecución.

[25] en su investigación ¹ *Combining green building and lean construction to achieve more sustainable development in South Africa*” tuvo como finalidad proponer practicas y principios en la construcción con la finalidad de no dañar el medio ambiente despues de realizar un proyecto. Por ello, hace uso de la filosofía Lean construction implementando de manera paralela fases que se desarrollen de manera paralela para una construcción eficiente y sostenible. Por ello, esta revista científica, busca un desarrollo sostenible ⁵⁰ con el uso de la Filosofía Lean construction en sudafrica.

[26] en su investigación ¹⁰ *Application of Lean Principles in the South African Construction Industry*” el cual tuvo como objetivo el uso de la metodología Lean Construction como implementación sostenible en proyectos en Sudáfrica. Para ello, se identificaron conceptos de construcción Lean que se habían desarrollado en el sector construcción y con ello, identificar el marco filosófico

Ahora a nivel nacional se mencionan los siguientes antecedentes:

[27] ¹⁹ en su investigación *“Factors influencing the use of last planner system methods: an empirical study in Perú”* tiene por objetivo identificar los factores más determinantes que se desprenden al aplicar los métodos LPS, producto de ello los resultados muestran que los

factores con mayor puntuación son: "Personal capacitado", "Buena toma de decisiones" y "Compromiso"; pero los factores más importantes como "Integración y Comunicación" y "Conocimiento de LPS" sirven para lograr la implementación exitosa de los métodos de LPS, mientras que "Resistencia al cambio" y el "tamaño de la empresa" limitan la implementación.

[28] en su investigación "Comparing Point-to-point Precedence Relations and Location-Based Management System in Last Planner System: A housing project of highly repetitive processes case study" tiene por objetivo analizar el uso de LBMS y PTPPR en la metodología del Last Planner System en proyectos de viviendas de procesos altamente repetitivos en Perú, teniendo como principal resultado del documento es que ofrece las ventajas y desventajas de las herramientas.

[29] en su investigación "Applying Lean Techniques to Improve Performance in the Finishing Phase of a Residential Building" tuvo como principal objetivo lograr una mejor estructuración del trabajo para mejorar el flujo de operaciones durante la fase de acabado y su conclusión es la de asignar las tareas con suficiente detalle y modelar las unidades de producción de acuerdo con la complejidad del proyecto puede mejorar el flujo de la fase de acabado.

[30] en su investigación "Mejora de la rentabilidad en proyectos de vivienda social en la zona rural de la sierra sur del Perú, aplicando las metodologías bim-lean construction para medianas empresas" tuvo como objetivo usar la herramienta BIM-Lean para aumentar la rentabilidad de medianas empresas dedicadas a la construcción de proyectos de viviendas sociales, en la sierra peruana, en el que se concluye con la mejora de la rentabilidad en 5.04 puntos porcentuales, reduciendo el costo y tiempo para los proyectos de vivienda social en la sierra del país, usando herramientas BIM- Lean Construction en empresas medianas.

Por último, a nivel local se mencionan los siguientes:

[13]¹⁸ en su investigación “Mejora de la productividad por medio de la herramienta cartas balance en un edificio multifamiliar en la ciudad y provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque” tuvo por objetivo¹⁰ aplicar el pensamiento Lean en la construcción mediante la herramienta Carta Balance de una edificación multifamiliar¹ con el propósito de mejorar la productividad en cada proceso de construcción, donde los resultados muestran que después de realizar dichas mejoras en las partidas estudiadas, se alcanzó ejecutar el cronograma de obra.

[14] en su investigación¹ “Propuesta de una metodología de mejoramiento de la productividad para empresas constructoras en la ciudad de Chiclayo” tiene como objetivo mejorar la productividad de constructoras Chiclayanas teniendo una buena gestión de recursos, teniendo como conclusión que carecen de una gestión de desarrollo en la mejora de su productividad, además se muestra que algunos si lo tienen, pero de orientado en forma errónea.

[31] en la investigación⁵ “Aplicación de metodología Lean Construction para mejorar la productividad de obra en saneamiento Av. prolongación Cieza de León – Chiclayo” tuvo por objetivo usar la filosofía Lean para aumentar la productividad reduciendo tiempos y presupuesto de trabajadores²⁴ en el proyecto de saneamiento Av. Prolongación Cieza de León – Chiclayo, teniendo como método de estudio se hicieron uso de herramientas de la filosofía Lean y cuyos resultados muestran el bajo rendimiento en las partidas de excavaciones, refine y nivelación de zanjas.

Con la investigación en el proyecto de estudio, se pretende tener como modelo⁶⁰ para las empresas de construcción de la región Lambayeque, un esquema de mejora de productividad a través de la aplicación de herramientas de la filosofía Lean Construction. De esta manera convertir a la construcción en un sector más confiable, de calidad y de buena

rentabilidad. Aplicando las herramientas Lean antes mencionadas en el proyecto de estudio, se mejorarán los procesos de construcción mejorando la productividad en obra que muchas veces tiende a ser muy conformista y poco efectivo. Problema que se ha suscitado a lo largo del tiempo en el sector construcción. Además de la productividad, también se mejorará los resultados de costos, calidad y el tiempo de ejecución. La presente investigación tuvo por finalidad reducir gastos a partir de eliminar tiempos muertos o no contributivos, mejorando los rendimientos de mano de obra y por ende generar mayor producción.

1.2. Formulación del Problema

¿Al aplicar la filosofía y herramientas de Lean Construction mejorará la productividad en obra del proyecto Sol de Pimentel?

1.3. Hipótesis

Aplicando la filosofía Lean Construction y sus herramientas se mejora la productividad en la obra del proyecto Sol de Pimentel.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Aplicar la filosofía y herramientas de Lean Construction para mejorar la productividad en obra del proyecto Sol de Pimentel.

Objetivos específicos

- Identificar la situación actual de productividad en la obra Sol de Pimentel.
- Localizar los procesos de labores con problemas en productividad en la obra Sol de Pimentel.
- Determinar los tiempos productivos, contributivos y no contributivos.

- Aplicar las herramientas de la filosofía Lean Construction (NGA, CB) en las partidas con baja productividad de la obra Sol de Pimentel.
- Medir los indicadores del desempeño de la construcción después de la implementación.

1.5. Teorías relacionadas al tema

Variable independiente: Aplicación de la Filosofía Lean Construction.

Historia de la filosofía Lean

El pensamiento Lean en sus inicios no fue creado para la industria de la construcción. La filosofía surgió a raíz de optimizar los mecanismos de las industrias de producción en cadena, y es así que su primer nombre fue Lean Production. El ingeniero Taiichi Ohno (1912-1990) fue el líder de Toyota quien puso en marcha esta filosofía durante la década de 1950 [32, p. 9].

El principal objetivo es reducir tareas que no aportan aumento en la producción. La filosofía Lean logró una expansión en los años 1990 en las empresas, pasando desde un nivel operativo hasta un nivel estratégico [18].

Aunque la crisis económica que afectó a Japón en el año 1974 a tal punto de tener crecimiento nulo, en Toyota, mantuvieron sus ingresos en los años 1975, 1976 y 1977 y que fueron mayores al de otras compañías. La gran diferencia entre Toyota y las otras compañías, generó incertidumbre en las personas e hizo que la mayoría se cuestione qué es lo que pasaba en esa empresa. El MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) implementó en 1985 el PIVM (Programa Internacional de Vehículos a Motor), tiene como finalidad entender la transformación industrial y las decisiones políticas respecto al cambio [33, p. 16].

En Japón las empresas han diseñado una metodología de producción, que tiene beneficios en calidad, mejoras de productividad, y rentabilidad que sus competidores en el mundo [10].

Lean Construction

Lauri Koskela, en 1992, planteó las bases teóricas de los sistemas de producción de Toyota y Lean, a la industria de la construcción denominado Lean Construction [33]

La filosofía Lean planteada por Koskela presenta a la construcción como una unidad de producción en la que se conceptualizaba de tres maneras complementarias: transformación, flujo y valor [34].

Los investigadores Glend Ballard y Lauri Koskela después de trabajar juntos formaron el GilC (Grupo Internacional de Lean Construction). [35, p. 35].

El significado de Lean Construction traducido al español se define como “construcción sin pérdidas”, que se destaca por aplicar nuevas maneras de gestionar la producción en el desarrollo de un proyecto desde la etapa de diseño hasta su entrega final. Las Instituciones, International Group for Lean Construction (IGLC) y Lean Construction Institute (LCI) han expandido el conocimiento Lean con la finalidad de perfeccionar la productividad en la industria de la construcción [10].

Se define a Lean Construction como una técnica efectiva capaz de eliminar en la construcción los desechos. La clave de la teoría Lean Construction radica en permitir el flujo de procesos suprimiendo trabajos que no agregan valor, tiempos no productivos, y empleo de recursos innecesarios. La filosofía toma énfasis en mejorar los procedimientos mediante la reducción del tiempo de cada actividad [36, p. 14].

Lean es una filosofía que orienta a la búsqueda de la excelencia de las empresas en cada etapa del proyecto como diseño, construcción, mantenimiento, y otros, a través de la implementación de sus principios y herramientas. [33, p. 26].

2 Lean Construction es una filosofía que está abocada a la gestión de la productividad en el sector construcción de acuerdo con Lean Construction Institute (ILC) y su objetivo principal es elaborar herramientas puntuales para ejecutarlas y sistematizarlas en el proyecto reduciendo las actividades que no generan valor [35, p. 35].

La cultura Lean, se define como el conjunto de hábitos, costumbres o ideas de alguna organización o empresa el cual tiene como principio la filosofía Lean acompañado de la cultura y la tecnología, el cual les permite motivar a sus trabajadores a tener visión a largo plazo y generar productos de calidad en todos los proyectos.

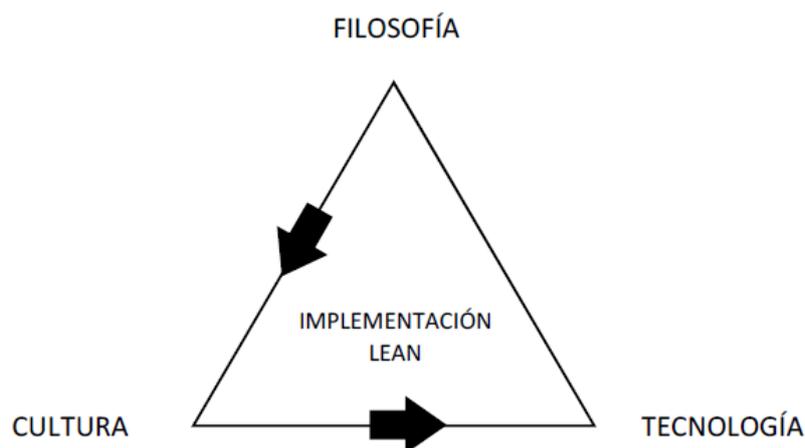


Fig. 1. Esquema de implementación Lean. [10]

2 Lean Construction es una filosofía que está abocada a la gestión de la productividad en el sector construcción de acuerdo con Lean Construction Institute (ILC) y su objetivo principal es elaborar herramientas puntuales para ejecutarlas y sistematizarlas en el proyecto reduciendo las actividades que no generan valor permitiendo a las empresas, plantear o establecer medidas de control o herramientas que le permite tener productividad tanto en las tareas realizadas de cada cuadrillas, de los materiales empleados y hasta de los equipos utilizados en la determinación de su eficiencia en las tareas asignadas. [35, p. 35].

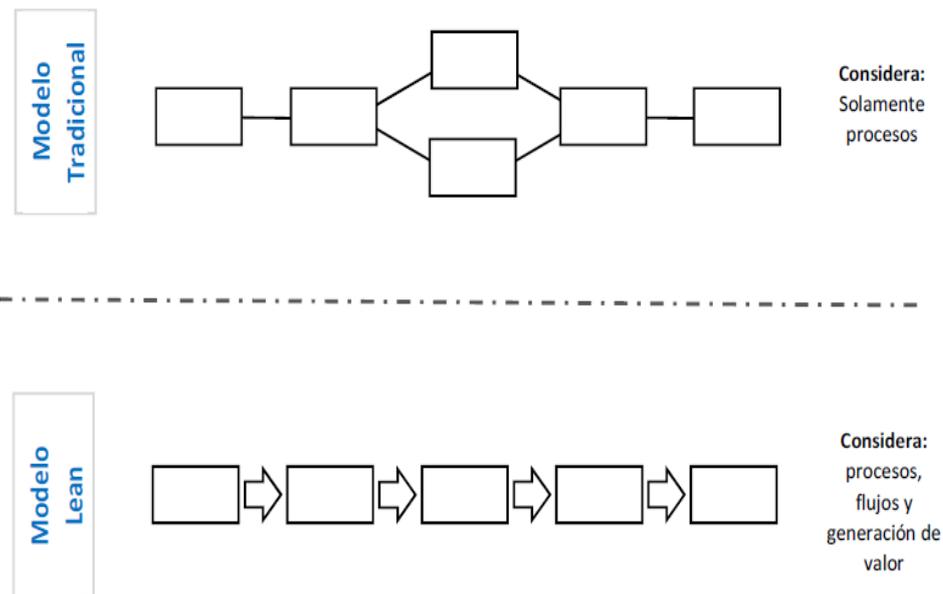


Fig. 2. Modelo de producción tradicional vs Modelo Lean. [10]

Principios de Lean Construction.

Lauri Koskela (1992) planteó los principios de Lean Construction, fueron once y se detallan a continuación:

A. Actividades que no añaden valor. Mediante este principio se busca identificar de manera continua, aquellas actividades que no suman valor y en lo posible suprimirlas, caso contrario tratar de reducirlas en lo más mínimo. En la identificación de los residuos se tienen técnicas y herramientas que ayudan con el trabajo y que van a depender del entorno y condición donde se desarrolla [10].

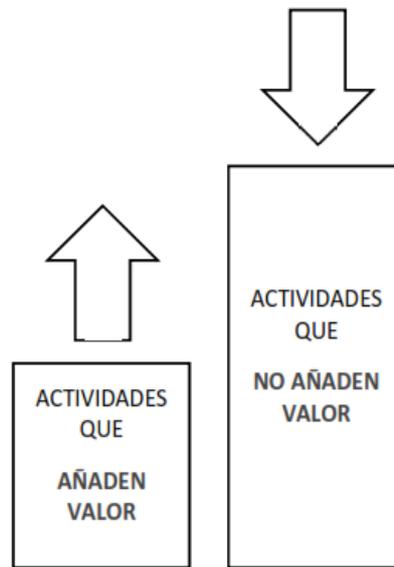


Fig. 3. Diferencia entre las actividades que añaden valor y las que no. [10]

B. ¹² Incrementar el valor de salida a través de la consideración sistemática de los requerimientos de los clientes. Este fundamento trata de dar importancia al cliente una vez identificado, sobre todo al interno. Para lograr esto, se debe consultar al cliente interno sobre las actividades que él considera más importantes. Y si fuera necesario, colocarse en sus zapatos y a manera de hipótesis identificar lo mismo. Esto permite identificar ciertos criterios o requerimientos que el cliente desea como producto final en el proyecto a realizar. Ante ello, es necesario realizar reuniones con el cliente para la determinación de ciertos parámetros [10].

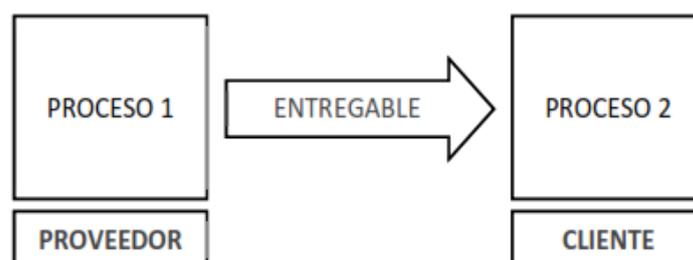


Fig. 4. Relación cliente proveedor. [10]

C. Reducción de la variabilidad. Como es sabido, el sector construcción es variable. Esto debido a las condiciones de sitio como, por ejemplo, la orografía o el clima que puede ser un factor en contra durante la ejecución de un proyecto. Es por ello por lo que, tácitamente el objetivo del equipo del proyecto es reducir dicha variabilidad. El principio indica que esto se logra sectorizando, planificación y estandarizando los procesos con un dialogo continuo y abasteciendo buffers (amortiguador que protege una planificación) debido a los riesgos que pueden suceder en obra y que puede causar retesaos. [10].

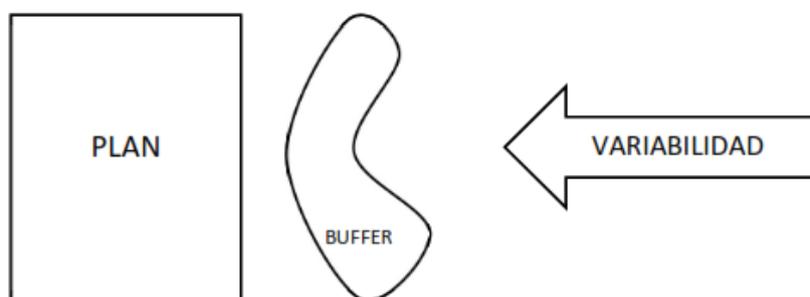


Fig. 5. Esquema del plan, buffer y variabilidad. [10]

El buffer, permite tener en cuenta en ciertos periodos de control el avance del proyecto respecto a lo planificado inicialmente.

D. Reducción de los Tiempos de Ciclo. Este principio señala que los procesos deben tener un tiempo mínimo de su ciclo debido a que si se prolonga más de lo establecido puede afectar en la realización de otras partidas que lo suceden y a la vez puede generar una variación en el cronograma o buffer de cada partida. Este tiempo puede disminuirse ya que se presume que gran parte del tiempo de un proceso se va en residuos. Esto se puede lograr al establecer ciertos parámetros que permitan la reducción de estos tiempos en desperdicios durante la ejecución del proyecto permitiendo erradicar estos tiempos al final del proyecto y cumplir con los objetivos planteados inicialmente. [10].

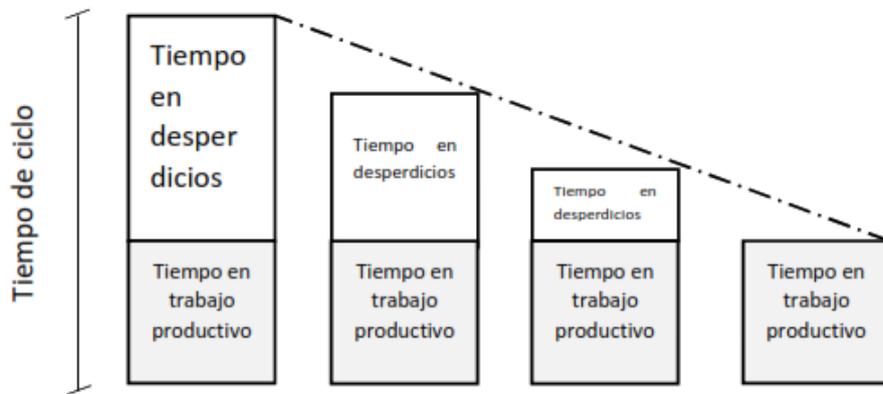


Fig. 6. Esquema de la reducción sistemática del tiempo de ciclo. [10]

E. ¹² **Simplificación por la Minimización del Número de Pasos, Partes y Uniones.** Lean a través de este principio recomienda que la cantidad de pasos de un proceso sea reducida y lo más sencillo posible, puesto que en cuanto más pasos tenga un proceso y donde intervienen más personas, aumenta la variabilidad. Esto, debido a que, al establecer más pasos para cada partida, genera la prolongación del tiempo y con ello aumento del presupuesto. Por ello, en la realización del buffer se sugiera la reducción de ciertos pasos para que en la ejecución del proyecto se simplifiquen tareas que no suman valor a la obra [10].

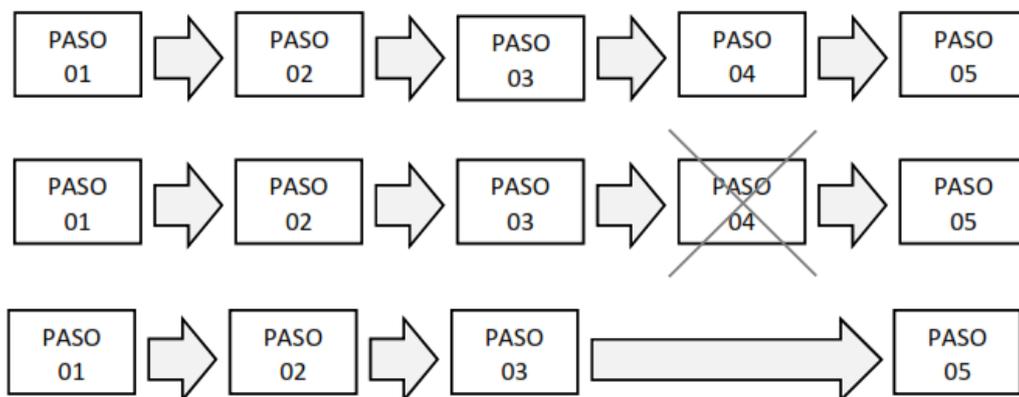


Fig. 7. Esquema de la simplificación de procesos. [10]

F. Incrementar la Flexibilidad de la Salida. El principio propone que un mismo equipo de trabajo deba ejecutar más de una actividad. Por ejemplo, está “las cuadrillas multidisciplinarias y la personalización del producto al final del proceso general” permitiendo la optimización de cuadrillas en diferentes partidas. A esto se suma la optimización o la ⁶²reducción de mano de obra y por ende del costo. Por ello, es necesario establecer cuadrillas multidisciplinarias, en diferentes sectores de la obra para incrementar la productividad en el proyecto en ejecución. [10].

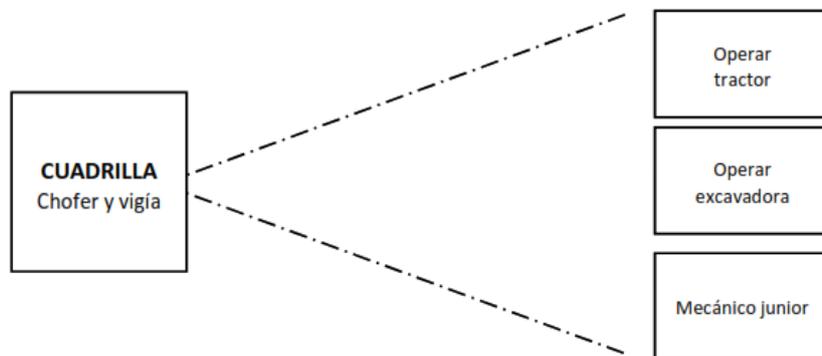


Fig. 8. Cuadrilla multidisciplinaria. [10]

G. Incrementar la Transparencia del Proceso. Este principio indica que debe existir la transparencia en todos los procesos, para poder identificar errores y darles solución. Ello debido a que si no se reconocen o determinan los errores que generan problemas en obra, va a ser en vano establecer medidas que permitan aumentar la productividad n obra. Ante ello, es necesario ayudarse con diversos medios de control visual, tales como “proyector, pósitos, pizarras, papelógrafos, señalización, layout, panel de control, entre otros” [10].

H. Focalizar el Control de Todo el Proceso. En primer lugar, se mide el rendimiento del proceso completo: desde que inicia hasta su finalización llevando un control ³³de los rendimientos de la mano de obra, de los equipos empleados y de los materiales

empleados. Además, esto debe realizarse siempre a todas las áreas involucradas para poder mejorar el tiempo de los procesos para tener un correcto análisis de los resultados obtenidos. Una vez obtenida la medición, se debe analizar la causa y dar solución a los problemas que pueda tener un área estableciendo medidas correctivas, nuevos parámetros o requerimientos y que influya en los resultados del proceso y mejorar la productividad durante el proyecto. [10].

I. **12 Crear el Mejoramiento Continuo Dentro del Proceso.** La filosofía Lean busca de manera permanente perfeccionar los procesos de la construcción. Esto debido a que cada proyecto tiene diferentes requerimientos tanto en su forma como en su proceso y con los principios de Lean está generándose información, mejorándose, en diferentes investigaciones los procesos y herramientas necesarias para un proyecto. Para ello se necesita que el staff tenga claro la misma dirección y sentido para mejorar continuamente y poder reconocer errores. Identificados los errores, se resuelven de inmediato y no dejar que vuelvan a ocurrir en las partidas siguientes con características similares o de otros sectores que se tiene en un mismo proyecto [10].

J. **9 Balancear la Mejora del Flujo con la Mejora de la Conversión.** Este principio busca eliminar los residuos en los flujos y optimizarlos para mejorar el proceso general. Esto debido a que en ciertas partidas existen pasos que se pueden obviar durante su ejecución sin alterar el resultado al que se quiere llegar. “Eliminar los desperdicios en los flujos requiere una menor inversión y más tiempo en notar los beneficios”. El equilibrio entre **1 los procesos de conversión** y la mejora **de los flujos debe** ser constante, evaluando de qué manera esto ayuda al proceso total [10].

K. Benchmarking. Al igual que los puntos BM en topografía, el benchmark son puntos de referencia. Esto permite realizar un esquema a lo que se quiere realizar con el uso de una cuadrilla modelo para que las demás cuadrillas se asemejen y pueden avanzar a un ritmo adecuado. Es por ello por lo que este principio nos pide tomar un punto de referencia, el cual debe ser igualado y posteriormente superado. Las mejores referencias pueden ser “la empresa líder del sector, el frente líder, la mejor cuadrilla, los expertos en determinada especialidad, etc.” El objetivo es imitar a un líder, tratar de igualarlo y a medida posible superarlo [10].

Herramientas Lean.

La filosofía Lean tiene herramientas que ayudan a simplificar el control del trabajo, perfeccionar los flujos o mejorar los procesos de transformación. Dichas herramientas acatan a más de un principio antes mencionados, son muchas y todas tienen buenos resultados. Estos principios se han ido planteado a lo largo del tiempo y de los avances tecnológicos en la construcción. Esto ha permitido, a muchas empresas, establecer en sus jornales de trabajo, estándares de calidad tanto en gabinete como en campo que les permita tener productividad en sus proyectos.

A. Nivel General de Actividades. Esta es una herramienta Lean de muestreo estadístico y que se ejecuta de forma aleatoria en donde se hace un conteo del TP (Trabajo contributivo), TC (Trabajo contributivo) y TNC (Trabajo no contributivo). La forma de medir está vinculada con contar el tiempo usado por el personal obrero en el proyecto en partidas donde se hayan determinado que existen errores en su ejecución, en la calidad de mano de obra o del tiempo que se toma para dicha partida para su posterior intervención. Esto con la ayuda de fichas de recolección de datos y con la observación se pueden evidenciar los tiempos TP, TC y TNC para su posterior análisis, interpretación y toma de decisiones. Así se puede hacer una evaluación de cuál es el porcentaje de tiempo efectivo usado en labores productivas, en labores contributivas y en labores no contributivas [10].

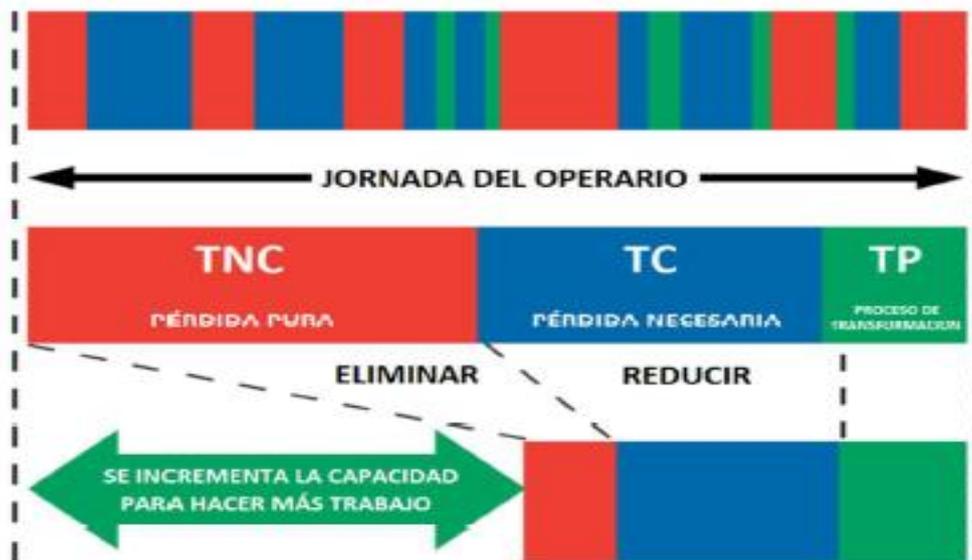


Fig. 9. Esquema de proporción de los tipos de trabajo en la jornada. [10]

Para esta herramienta es necesario realizar muchas observaciones con la ayuda de fichas de recolección de datos. Estas observaciones tienen que ser de corta duración para evidenciar el trabajo realizado por los obreros. Para ello, es necesario realizar 384 como mínimo, esto para que estadísticamente los resultados sean considerados como válidos con un margen de error del 5% y una confiabilidad del 95%. Posteriormente a ello, se realiza el análisis correspondiente y con la ayuda de los fundamentos de la filosofía de Lean establecer medidas que permitan reducir los errores de los trabajos que afectan al proyecto y por ende aumentar la productividad cumpliendo los objetivos establecidos [10].

B. Carta Balance. Es llamada la carta de equilibrio de cuadrilla (Serpell, 2000) la cual monitorea las actividades en función al tiempo utilizadas en las cuadrillas. Estas tareas se analizan debido a que se encontraron errores en su ejecución, en el producto terminado o por algún problema de sitio como la presencia de sulfatos. Esta herramienta, permite visualizar en tiempos determinados a diferentes obreros y con ello determinar las causas de las deficiencias en ciertas partidas [13].

La carta balance permite conocer la cantidad optima de obreros en la cuadrilla, conociendo sus rendimientos. Esto, debido a que, al realizar la observación de diferentes frentes de trabajos para una partida específica, permite reconocer el tiempo en que demora realizar una tarea y si la cantidad de mano de obra utilizada es la adecuada: si es suficiente o falta para un mejor rendimiento y avance de la obra. [13]. Mayormente, los problemas en obra suceden ya que la mayoría de las empresas desconocen el rendimiento de sus cuadrillas de trabajo, y determinar un cronograma con rendimientos inadecuados, generándose problemas respecto al tiempo y costo.

Se evalúa las cuadrillas en intervalo de tiempo de uno a dos minutos y se registran las actividades productivas, contributarias y no contributarias que realiza en ese tiempo. Esto se debe realizar, desde el inicio de la tarea realizada por la cuadrilla en estudio, para determinar el ritmo de trabajo a lo largo de las 8 horas jornales del día. posteriormente, estos datos, se digitalizan para guardar la información y ser analizados estadísticamente y tomar las medidas correctivas según lo evaluado.

[13] menciona que la carta balance tiene por objetivo evaluar la eficiencia empleada en el proceso constructivo, deseando que el obrero trabaje de una forma más inteligente y no más duro. Esto dependerá de la eficiencia y la eficacia de la mano de obra. Además de la experiencia que tengan el frente de trabajo o de la capacitación que ellos reciban (por parte de la empresa constructora) en partidas que formen parte de la ruta crítica y no generan retraso en otras que las sucedan. Por ello, la Carta Balance permitirá reconocer esas deficiencias para dar posibles soluciones para cada partida analizada.

Variable dependiente: Mejorar la Productividad

A. ⁶ **Productividad.** Se entiende por productividad a la relación de lo que se emplea (gasto) para realizar cierta actividad entre la producción alcanzada en dicha actividad. [37]

B. **Productividad de Obra.** El nivel general de productividad en el contexto de la construcción sigue siendo insatisfactorio ([38]; [39]. En este contexto, la construcción ha seguido siendo un sector intensivo en mano de obra [40] en el que la fuerza laboral es la principal contribuyente [41] y el principal determinante de la productividad ([42].

[43], enfatizan que la motivación es ²¹ una de las construcciones que afectan la productividad bajo la categoría de mano de obra. Esto, debido a que al utilizar (durante la ejecución de un proyecto) alguna herramienta ¹ con la finalidad de mejorar la productiva y la calidad en obra permite establecer, de manera interna estándares propios de calidad y ser utilizados en diferentes proyectos.

Además, se opinó por [40] y más tarde reconocido por Jarkas et al. que "varios factores impactan la eficiencia de los operarios de la construcción, pero la motivación es entre los más importantes". Es se genera debido a que, si a los trabajadores no reciben capacitación o charlas de motivación, podría generar ambientes de trabajos tenso y ocasionar conflictos entre ellos.

La medida más simple de productividad es la productividad laboral (producto por trabajador) que normalmente se mide como: valor agregado por empleado o; cantidad producida por empleado. La "productividad multifactorial" es una medida más compleja que agrupa a ambos ³⁹ la productividad laboral y de capital y la "productividad total de factores" es aún más compleja ya que incluye otras variables como prácticas de gestión y entornos de trabajo [44].

17 La productividad en la construcción se puede medir mediante la eficiencia que presenta los recursos (mano de obra, equipos y materiales) empleados durante el tiempo en la que se ejecutó un proyecto para su culminación, 25 teniendo en cuenta los estándares de 61 calidad establecidos antes del inicio de la construcción del proyecto.

II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de Investigación

En el presente estudio el tipo de investigación aplicada ya que se establecen medidas correctivas en las partidas con problemas de productividad en. Además, cuantitativo, ya que la aplicación de las herramientas Lean Construction permitirá cuantificar los porcentajes de producción en obra. Y descriptiva ya que se describirán los procesos de las actividades que presentan productividad baja en obra.

El diseño de investigación a utilizarse en la presente investigación es No experimental, ya que no se manipulará deliberadamente los indicadores por lo que se observó las partidas tal como se realizan.

2.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente

Aplicación de la Filosofía Lean Construction

Variable Dependiente

Mejorar la Productividad

Tabla I

11 Operacionalización de variables

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Valores finales	Tipo de variables
Variable independiente: aplicación de la filosofía lean construction	Se define a lean construction como una técnica efectiva capaz de eliminar en la construcción los desechos	Observación registro de datos revisión documentaria	Nivel general de actividad	Trabajo productivo (Tp)	Ficha de recolección de datos carta balance	%	Categorica
				Trabajo contributorio (Tc)		%	
				Trabajo no contributorio (Tnc)		%	
				Tiempos productivos		Min.	
Variable dependiente: mejoramiento de la productividad	Se define como la comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos.	Observación registro de datos revisión documentaria	Carta balance (CB)	Tiempo contributorio	Ficha de recolección de datos	Min.	Categorica
				Tiempo no contributorio		Min.	
				Trabajo productivo		%	
				Trabajo no productivo		%	
			Situación actual	Asentado de muros	%		
				Estructuras	%		
				Acabados	%		
				Tiempos productivos	Min.		
Tiempos	Tiempos no contributorios	Min.					
	Tiempos contributorios	Min.					
	Valor ganado	S/					
	Valor presupuestado	S/					

24

36

2.3. Población y Muestra

Población

Todos los procesos de mayor presupuesto del proyecto de habilitación urbana Sol de Pimentel, las cuales son:

Tabla II

Presupuesto total de obra

Ppto. S/ x casa	%
2,438.68	6%
6,582.80	17%
3,723.67	10%
3,263.57	8%
5,057.00	13%
4,619.99	12%
2,136.10	5%
1,929.74	5%
1,477.13	4%
888.30	2%
1,110.92	3%
2,407.16	6%
624.53	2%
931.96	2%
410.72	1%
1,133.55	3%
265.43	1%
39,001.27	100 %

Los procesos de mayor incidencia económica son las que se resaltan. Por lo tanto, la población elegida son las siguientes:

Tabla III

Procesos de mayor presupuesto

Actividad	Ppto. S/. x casa	%
Platea	6,582.80	17%
Asentado Muros	3,723.67	10%
Columnas	3,263.57	8%
Losas	5,057.00	13%
Tarrajeo	4,619.99	12%

Muestra

Representado por las partidas de mayor presupuesto.

Tabla IV

Presupuesto por subpartidas

Etiquetas de fila	Suma de sub total (S/)
Asentado muros	3,723.67
Asentado de cornisa	137.54
Asentado de ladrillo para murete eléctrico	113.04
Asentado de ladrillos día 1	1,599.68
Asentado de ladrillos día 2	1,599.68
Asentado parapeto-perímetro-ducto	270.04
Trazo de muros	3.68
Columnas	3,263.57
Encofrado y desencofrado columnas	993.99
Encofrado y vaciado de columnetas	211.48
Enfierrado de columnas	1,262.99
Vaciado de columnas	795.11
Losas	5,339.40
Encofrado y desencofrado de frisos	320.52

Encofrado y desencofrado losa aligerada	882.25
Enfierrado de losa aligerada	1,438.01
Enladrillado de losa aligerada	692.26
Vaciado de losa aligerada	2,006.36
Platea	6,582.80
Encofrado y desencofrado viga de cimentación	186.39
Enfierrado de vigas de cimentación	1,946.06
Excavación de vigas de cimentación	294.30
Fabricación de dados para recubrimiento	111.82
Trazo de vigas de cimentación	3.34
Vaciado de platea de cimentación	4,040.89
Tarrajeo	4,619.99
Cajas nicho	86.01
Fabricación y colocación de gárgolas	35.09
Picado de rebabes	29.43
Remates	71.71
Solaqueo de columnetas	100.27
Tarrajeo de cielo raso	788.21
Tarrajeo de murete eléctrico y colocación de caja	80.19
Tarrajeo de muros exteriores	1,516.19
Tarrajeo de muros interiores	1,912.90
Total	23,529.44

De los procesos elegido, para efecto de esta tesis se ha elegido las partidas que tienen mayor incidencia económica

Tabla V

Partidas de mayor presupuesto

Etiquetas de Fila	Suma de sub Total
Platea	
Encofrado y desencofrado ²⁶ viga de cimentación	186.39
Enfierrado de vigas de cimentación	1,946.06
Vaciado de platea de cimentación	4,040.89
Asentado muros	
Asentado de ladrillos día 1	1,599.68
Asentado de ladrillos día 2	1,599.68
Columnas	
Encofrado y desencofrado columnas	993.99
Enfierrado de columnas	1,262.99
Vaciado de columnas	795.11
Losas	
Encofrado y desencofrado de frisos	320.52
Encofrado y desencofrado losa aligerada	882.25
Enfierrado ¹ de losa aligerada	1,438.01
Enladrillado de losa aligerada	692.26
Vaciado de losa aligerada	2,006.36
Tarrajeo	4,619.99
Tarrajeo de muros exteriores	1,516.19
Tarrajeo de muros interiores	1,912.90

Muestreo:

Muestreo es no probabilístico por conveniencia debido que en la obra en ejecución se analiza las partidas que presentan según cuaderno de obra que mayores componentes (metrados, características, especificaciones, personal especializado, etc.).

6

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Los instrumentos son observación, registro de datos a través de formatos y revisión documentaria.

La recolección de datos tiene validez ya que contiene evidencia de contenido ya que miden el tiempo de forma exacta, de criterio ya que existe otro método que calcula la misma información llamado resultado operativo y de constructo por impactar el desempeño del proyecto.

2.6. Criterios éticos

En la investigación no se falsificó datos o resultados, ya que esta investigación se realizó basado en los códigos éticos del ingeniero. Sabiendo que dicha información se utilizara como base para posteriores estudios.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Situación actual de productividad en obra Sol de Pimentel.

A. Resultados de nivel general de actividad en estructura - cimentación.

Se tiene para el proceso “Cimentaciones” las siguientes partidas: encofrado de viga de cimentación, enfierrado de viga cimentación, vaciado de viga de cimentación.

Tabla VI

Nivel general de actividad – cimentación

Cod.	Actividad	Cantidad	Promedio
	TP	694	58%
P	Trabajo productivo	694	58%
	TC	408	34%
M	Mediciones	88	7%
T	Transporte	96	8%
L	Limpieza	13	1%
I	Recibir/dar instrucciones	63	5%
X1	Armado de andamios	0	0%
X2	Acarreo	3	0%
X3	Acarre de material	51	4%
X4	Preparar mezcla	71	6%
X5	Recojo de mezcla	23	2%
X6	Seguridad	0	0%
	TNC	98	8%
E	Espera	10	1%
O	Tiempo ocioso	1	0%
D	Descanso	32	3%
N	Necesidades	11	1%
V	Viaje	14	1%
R	Trabajo rehecho	0	0%
Y	Otros	30	3%
Total de muestras		1200	100%

B. Resultados de nivel general de actividad en estructura – asentado de muros.

Se tiene para el proceso “Asentado de muros” las siguientes partidas: asentado de muro de piso 1, asentado de muro piso 2.

Tabla VII

Nivel general de actividad – asentado de muros

Cod.	Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio cuadrilla
	TP	400	50%
P	Trabajo productivo	400	50%
	TC	291	36%
M	Mediciones	54	7%
T	Transporte	84	11%
L	Limpieza	41	5%
I	Recibir/dar instrucciones	46	6%
X1	Armado de andamios	0	0%
X2	Acarreo	0	0%
X3	Acarre de material	31	4%
X4	Preparar mezcla	35	4%
X5	Recojo de mezcla	0	0%
X6	Seguridad	0	0%
	TNC	109	14%
E	Espera	17	2%
O	Tiempo ocioso	18	2%
D	Descanso	31	4%
N	Necesidades	8	1%
V	Viaje	15	2%
R	Trabajo rehecho	0	0%
Y	Otros	20	3%
Total de muestras		800	100%

C. Resultados de nivel general de actividad en estructura – columnas.

Se tiene para el proceso “Estructura columnas” las siguientes partidas: encofrado y desencofrado de columnas, vaciado de columnas.

Tabla VIII

15 Nivel general de actividad - columnas

Cod	Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio cuadrilla
	TP	392	49%
P	Trabajo productivo	392	49%
	TC	318	40%
M	Mediciones	74	9%
T	Transporte	94	12%
L	Limpieza	35	4%
I	Recibir/dar instrucciones	38	5%
X1	Armado de andamios	0	0%
X2	Acarreo	1	0%
X3	Acarre de material	17	2%
X4	Preparar mezcla	36	5%
X5	Recojo de mezcla	13	2%
X6	Seguridad	10	1%
	TNC	90	11%
E	Espera	8	1%
7	Tiempo ocioso	19	2%
D	Descanso	30	4%
N	Necesidades	18	2%
V	Viaje	5	1%
R	Trabajo rehecho	0	0%
Y	Otros	10	1%
Total de muestras		800	100%

D. Resultados de nivel general de actividad en losa aligerada.

Se tiene para el proceso “Estructura de losa aligerada” las siguientes partidas: encofrado y desencofrado ¹ de losa aligerada, enfierrado de losa aligerada, encofrado y desencofrado de frisos, enladrillado de losa aligerada, vaciado de losa aligerada.

Tabla IX

¹⁵ Nivel general de actividad – losa aligerada

Cod	Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio cuadrilla
	TP	143	36%
P	Trabajo productivo	143	36%
	TC	209	52%
M	Mediciones	40	10%
T	Transporte	61	15%
L	Limpieza	16	4%
I	Recibir/dar instrucciones	18	5%
X1	Armado de andamios	0	0%
X2	Acarreo	0	0%
X3	Acarre de material	16	4%
X4	Preparar mezcla	37	9%
X5	Recojo de mezcla	12	3%
X6	Seguridad	9	2%
	TNC	48	12%
E	Espera	9	2%
⁷ O	Tiempo ocioso	0	0%
D	Descanso	20	5%
N	Necesidades	9	2%
V	Viaje	0	0%
R	Trabajo rehecho	0	0%
Y	Otros	10	3%
Total de muestras		400	100%

E. Resultados de nivel general de actividad en tarrajeo

Se tiene para el proceso “Acabados” las siguientes partidas: tarrajeo de cielo raso,

1 tarrajeo de muros exteriores y tarrajeo de muros interiores.

Tabla X

15 Nivel general de actividad – tarrajeo

Cod	Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio cuadrilla
	TP	154	38%
P	Trabajo productivo	154	38%
	TC		45%
M	Mediciones	20	5%
T	Transporte	39	10%
L	Limpieza	7	2%
I	Recibir/dar instrucciones	14	3%
X1	Armado de andamios	25	6%
X2	Acarreo	0	0%
X3	Acarre de material	23	6%
X4	Preparar mezcla	34	8%
X5	Recojo de mezcla	8	2%
X6	Seguridad	10	2%
	TNC	67	17%
E	Espera	16	4%
7 O	Tiempo ocioso	10	2%
D	Descanso	18	4%
N	Necesidades	3	1%
V	Viaje	9	2%
R	Trabajo rehecho	0	0%
Y	Otros	10	2%
Total de muestras		400	100%

Localizar los procesos de labores con problemas en productividad en la obra Sol de Pimentel.

A. Resultados de nivel general de actividad total en estructuras.

Tabla XI

Nivel general de actividad total

Proceso	TP	TC	TNC	Total
Cimentaciones	694	408	98	1200
Asentado de muros	400	291	109	800
Estructura columnas	392	318	90	800
Estructura losas	143	209	48	400
Tarrajeo	154	180	66	400
Total de muestras				3600

Tabla XII

Nivel general de actividad total (porcentajes)

Proceso	TP	TC	TNC	Total
Cimentaciones	58%	34%	8%	100%
Asentado de muros	50%	36%	14%	100%
Columnas	49%	40%	11%	100%
Losas	36%	52%	12%	100%
Tarrajeo	38%	45%	17%	100%

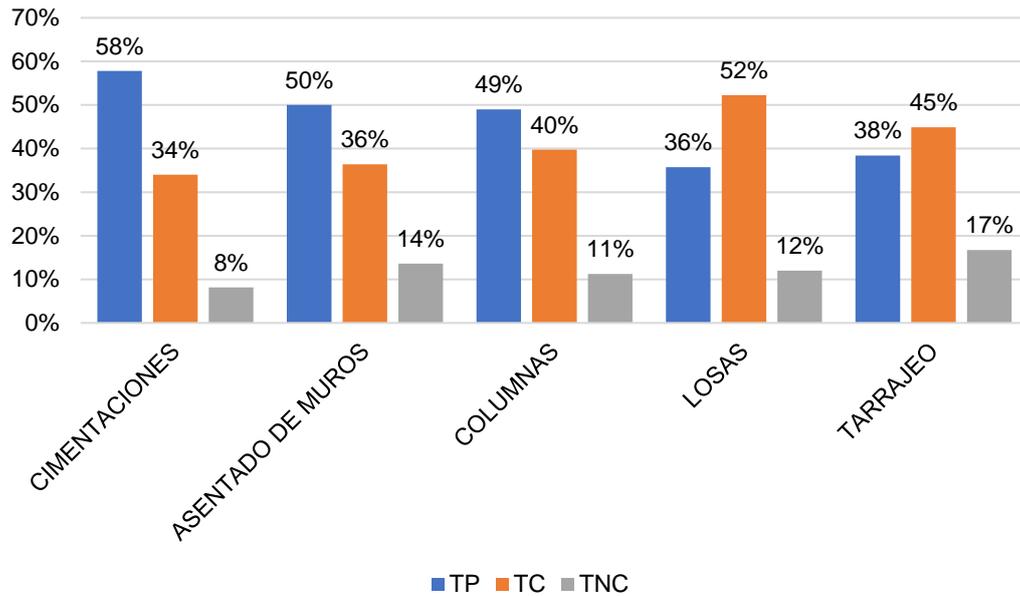


Fig. 11. Nivel general de actividad total, antes de la implementación.

Nota. La siguiente figura muestra el Nivel general por actividad, comparando el tiempo productivo, contributorio y no contributorio.

Tras las tablas mostradas y la figura siguiente, se demuestra que las actividades con menor porcentaje productivo son las estructuras de losas y el tarrajeo; además las partidas específicas son: Encofrado y desencofrado de frisos, Tarrajeo de muros interiores y exteriores.

Determinar tiempos productivos, contributorios y no contributorios.

A. Carta balance encofrado, desencofrado de losas y frisos.

2 Para la agrupación de las actividades de la cuadrilla de encofrado, desencofrado de losas y frisos se ha considerado los trabajos según la siguiente tabla:

Tabla XIII

Agrupación de actividades para la cuadrilla

Trabajo productivo	
1	Colocación de soleras perimetrales y centrales con sus respectivos pies derechos.
2	Colocación de carteras y fondos de vigas con sus respectivas tees (pie derecho + barrotes que se arman en forma de t).
3	Entablado de paños de losa y fijados mediante el clavado.
4	Verificación de niveles de vigas y paños de losa con las referencias dejadas por el topógrafo.
5	Colocación de pies derechos faltantes.
6	Colocación de madera perimetrales para frisos.
7	Colocación de desmoldante de concreto en encofrados.
Trabajo contributorio	
M	Mediciones y lectura de plano
T	Transporte de encofrado
L	Limpieza
I	Recibir y dar instrucciones
X1	Acarreo de material (clavos, alambre)
X2	Charlas de seguridad
X3	Desencofrado y transporte de juego de encofrado de losa aligerada
X4	Limpieza de la madera desencofrada.
Trabajo no contributorio	
E	Esperas
O	Tiempo ocio
D	Descanso
N	Necesidades

- V Viajes
 - R Trabajos rehechos
 - Y1 Esperando instrucciones
 - Y2 Llenado de ast
 - Y3 Viajes para solicitar firma de ast
 - Y4 Esperas por entrega de material
-

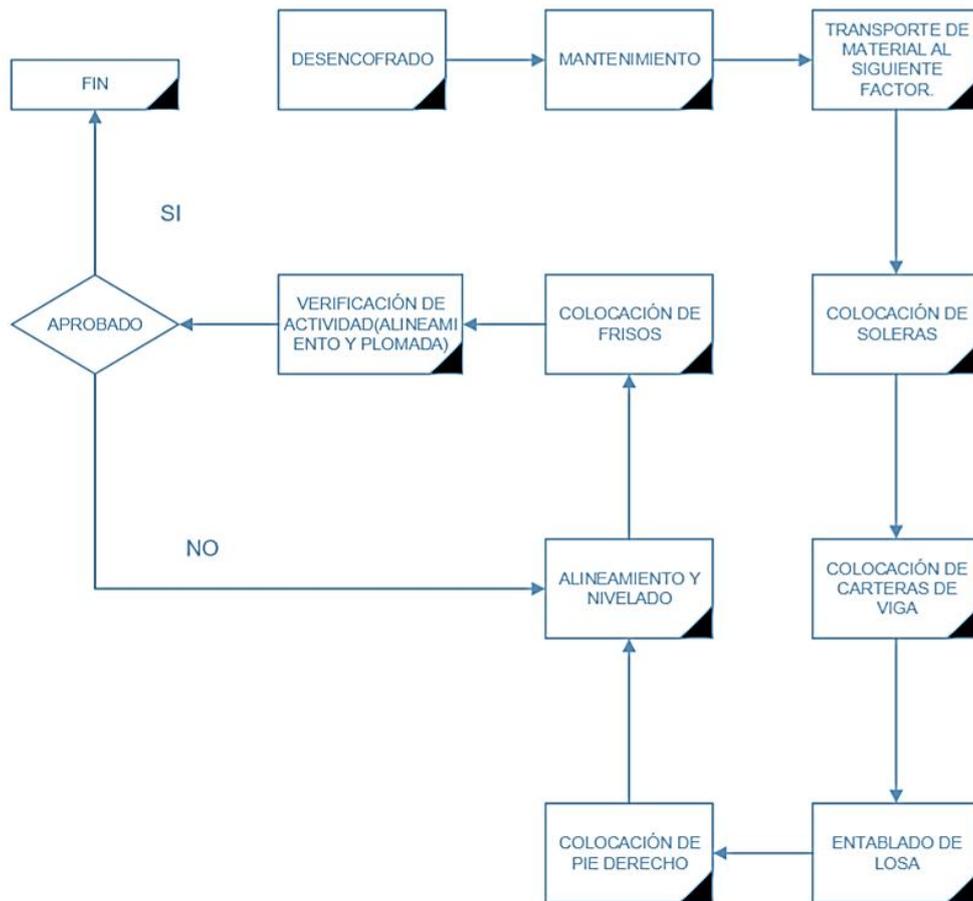


Fig. 12. Diagrama de flujo - encofrado y desencofrado de frisos.

Nota. El siguiente gráfico muestra las actividades y el proceso de la cuadrilla que se tiene en cuenta en el proceso de encofrado y desencofrado de losas y frisos.

2 Los datos obtenidos según la medición de la carta balance para la cuadrilla de concreto, es la siguiente:

Tabla XIV

Resultados de carta balance por cuadrilla (encofrado y desencofrado de frisos)

	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8
TP	34%	34%	33%	34%	32%	33%	34%	33%
TC	43%	46%	41%	41%	49%	45%	50%	51%
TNC	23%	19%	25%	25%	19%	23%	16%	16%

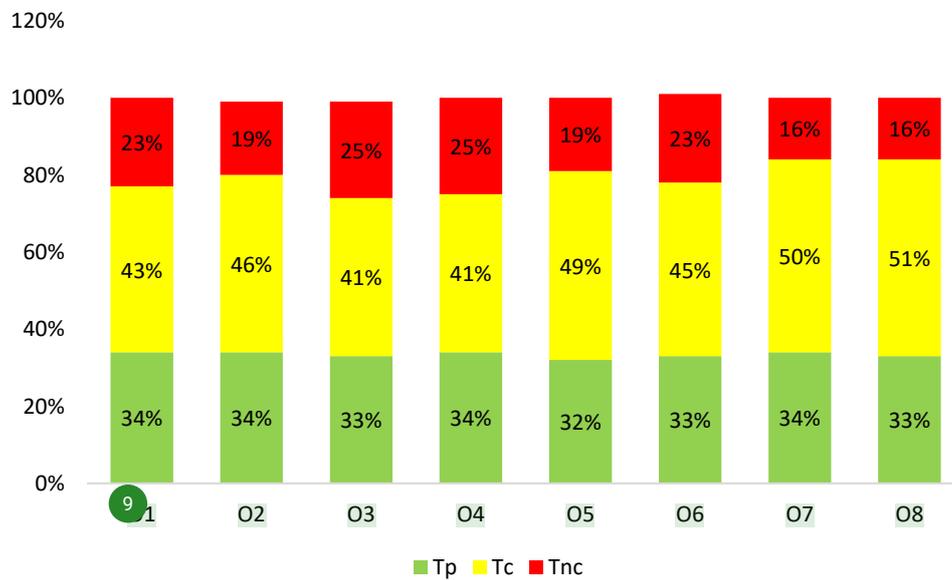


Fig. 13. Gráfico de indicadores de productividad para encofrado y desencofrado de losas y frisos.

Nota. El gráfico muestra los indicadores por cuadrilla, donde se sabe que para esta actividad se cuenta con 8 obreros.

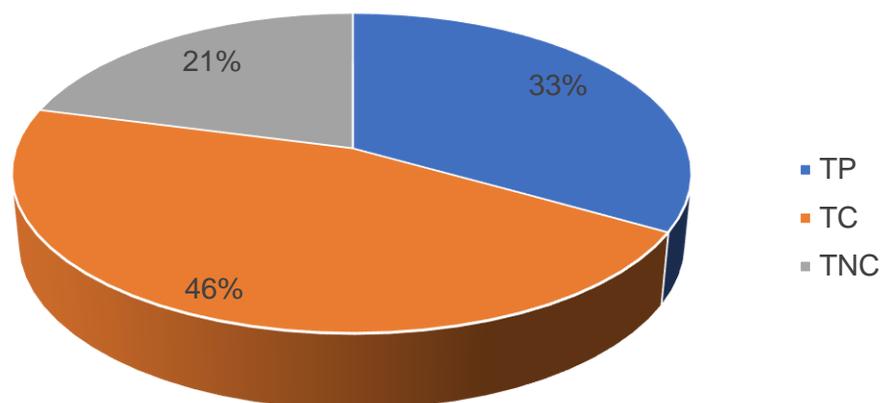


Fig. 14. Porcentajes de tiempo en carta balance en la partida encofrado y desencofrado de losas y frisos.

Nota. El gráfico muestra los indicadores de productividad por actividad, donde se tiene que el 46% es trabajo contributivo, 21% es trabajo no contributivo y el trabajo productivo está representado por el 33%.

B. Carta balance tarrajeo de muros interiores

Para la agrupación de las actividades de la cuadrilla de tarrajeo de muros interiores se ha considerado los trabajos según la siguiente tabla:

Tabla XV

Agrupación de actividades para la cuadrilla (tarrajeo de muros interiores)

Trabajo Productivo	
1	Humedecimiento de muros.
2	Colocación de puntos de referencia.
3	Roseado de aguaje.
4	Pañetado de muros.
5	Reglado y frotachado.
6	Pulido y acabado.
Trabajo contributorio	
M	14 Mediciones y lectura de plano
T	Transporte
L	Limpieza
I	Recibir y dar instrucciones
X1	Acarreo de material (cemento, agregados)
X2	Charlas de seguridad
X3	Armado de andamios
X4	Preparar mezcla.
X5	Acarreo de mezcla
X6	Recojo de mezcla
Trabajo no contributorio	
E	Esperas
O	Tiempo ocio
D	Descanso
N	Necesidades
V	Viajes
R	Trabajos rehechos
Y1	Esperando instrucciones
Y2	Llenado de ast
Y3	Viajes para solicitar firma de ast
Y4	Esperas por entrega de material

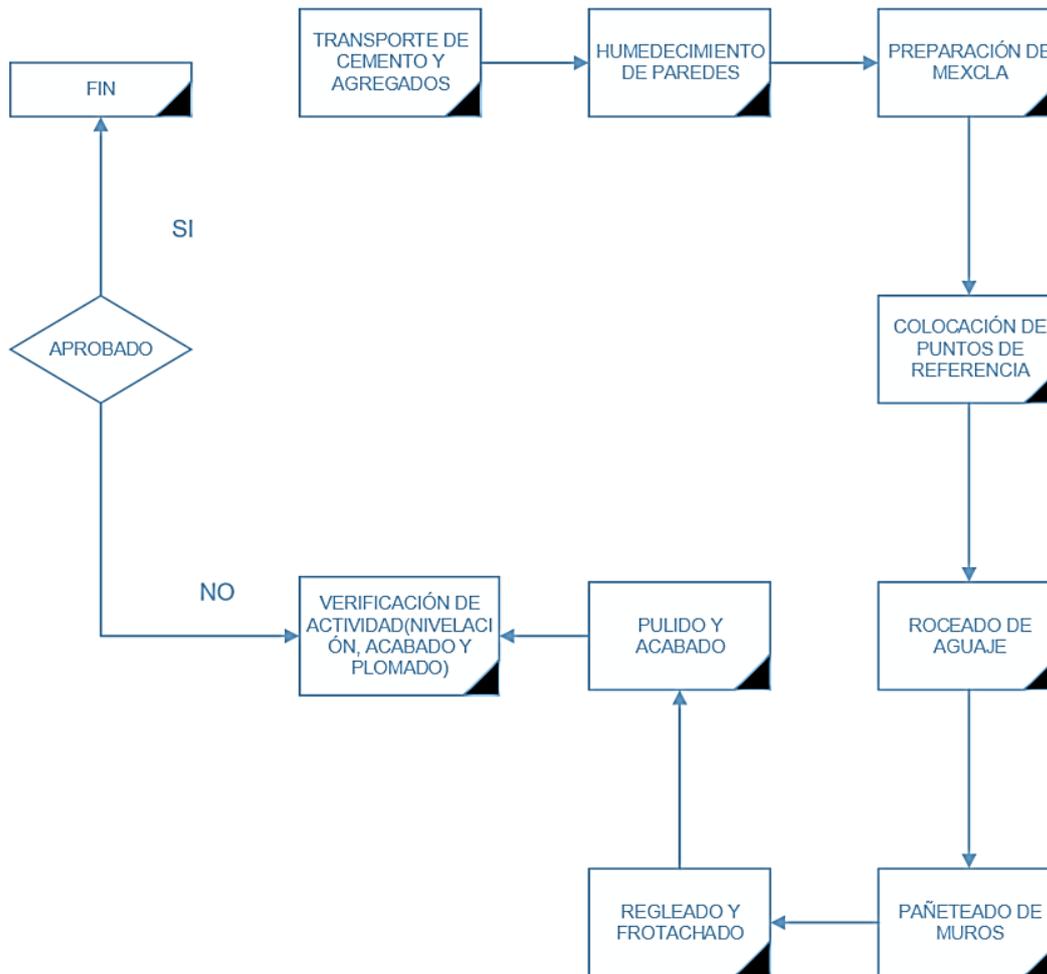


Fig. 15. Diagrama de flujo de tarrajeo de muros interiores.

Nota: El siguiente gráfico muestra las actividades y el proceso de la cuadrilla que se tiene en cuenta en el proceso de tarrajeo de muros interiores.

2 Los datos obtenidos según la medición de la carta balance para la cuadrilla de concreto, es la siguiente:

Tabla XVI

Resultados de carta balance por cuadrilla (tarrajeo de muros interiores)

	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10
TP	34%	35%	34%	34%	35%	34%	34%	0%	0%	0%
TC	27%	26%	31%	32%	32%	27%	27%	81%	79%	84%
TNC	38%	39%	35%	34%	33%	38%	38%	19%	21%	16%

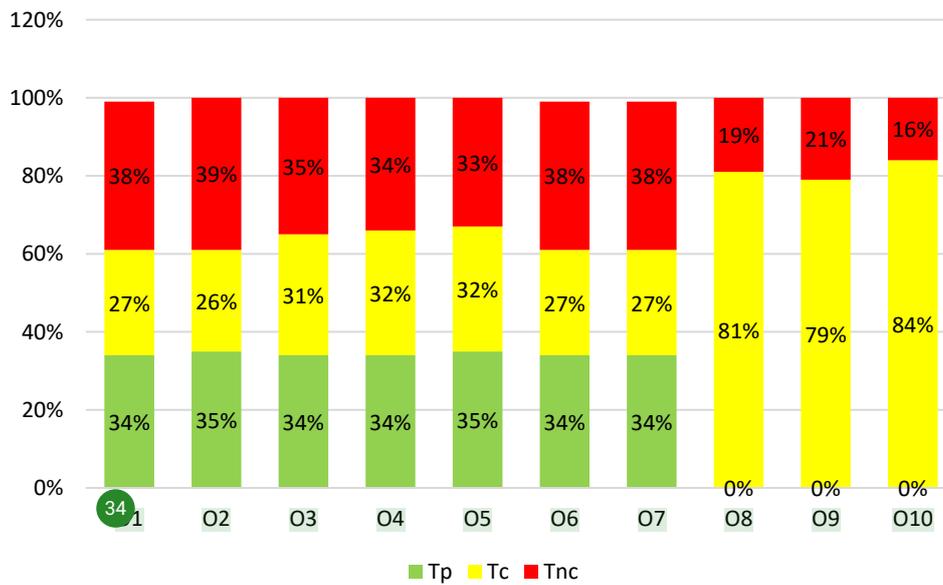


Fig. 16. Gráfico de indicadores de productividad para tarrajeo de muros interiores

Nota. El gráfico muestra los indicadores por cuadrilla.

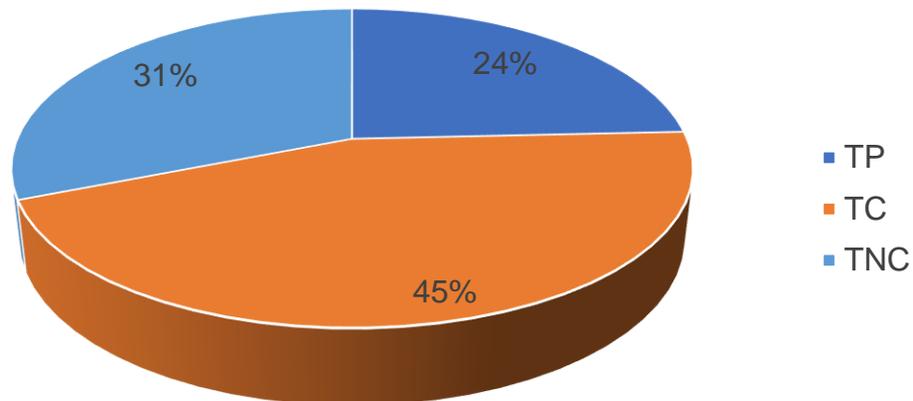


Fig. 17. Porcentajes de tiempo en carta balance en la partida tarrajeo de muros interiores.

Nota. El gráfico muestra los indicadores de productividad por actividad, donde se tiene que el 45% es trabajo contributivo, 45% es trabajo no contributivo y el trabajo productivo está representado por el 24%.

C. Carta balance tarrajeo de muros exteriores

Para la agrupación de las actividades de la cuadrilla de tarrajeo de muros exteriores se ha considerado los trabajos según la siguiente tabla:

Tabla XVII

Agrupación de actividades para la cuadrilla (tarrajeo de muros exteriores)

Trabajo productivo	
1	Humedecimiento de muros.
2	Colocación de puntos de referencia.
3	Roceado de aguaje.
4	Pañeteado de muros.
5	Regleado y frotachado.
6	Pulido y acabado.
Trabajo contributivo	

M	14 Mediciones y lectura de plano
T	Transporte
L	Limpieza
I	Recibir y dar instrucciones
X1	Acarreo de material (cemento, agregados)
X2	Charlas de seguridad
X3	Armado de andamios
X4	Preparar mezcla.
X5	Acarreo de mezcla
X6	Recojo de mezcla

7 Trabajo no contributivo

E	Esperas
O	Tiempo ocio
D	Descanso
N	Necesidades
V	Viajes
R	Trabajos rehechos
Y1	Esperando instrucciones
Y2	Llenado de ast
Y3	Viajes para solicitar firma de ast
Y4	Esperas por entrega de material

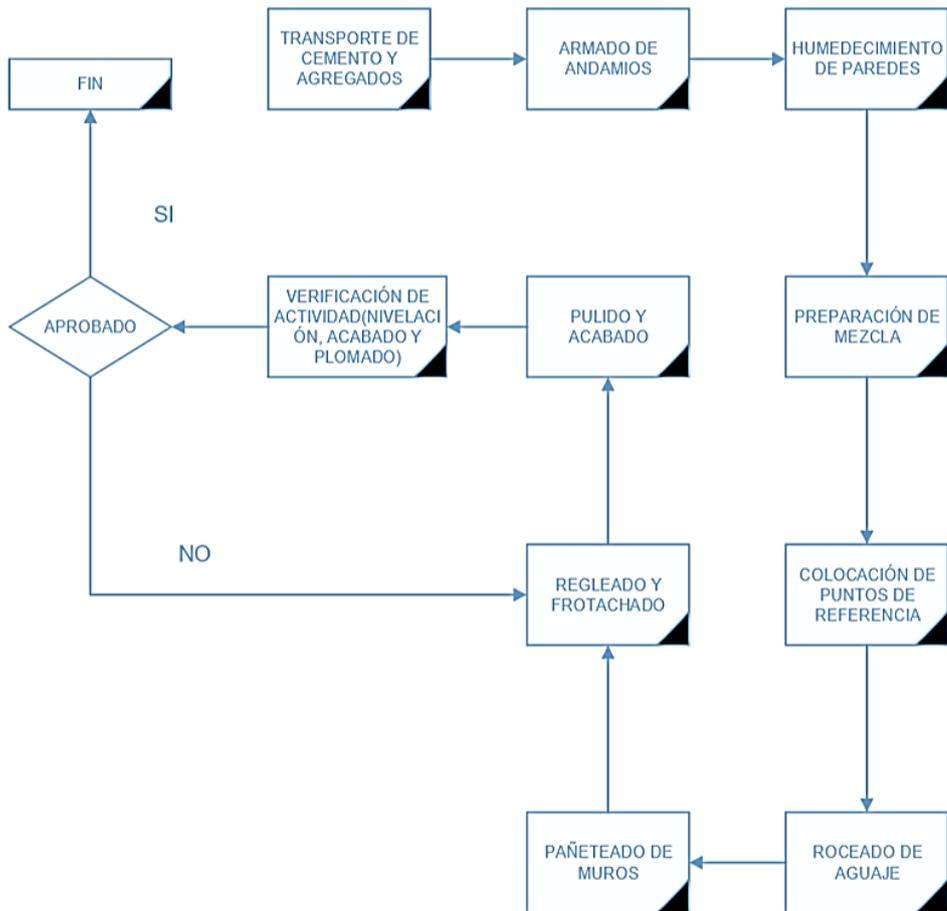


Fig. 18. Diagrama de flujo de tarrajeo de muros exteriores.

Nota. El siguiente gráfico muestra las actividades y el proceso de la cuadrilla que se tiene en cuenta en el proceso de tarrajeo de muros exteriores.

2 Los datos obtenidos según la medición de la carta balance para la cuadrilla de concreto, es la siguiente:

Tabla XVIII

Resultados de carta balance por cuadrilla (tarrajeo de muros exteriores)

	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8
TP	33%	30%	33%	35%	32%	31%	0%	0%
TC	31%	33%	31%	34%	37%	35%	100%	86%
TNC	36%	37%	36%	31%	31%	34%	0%	14%

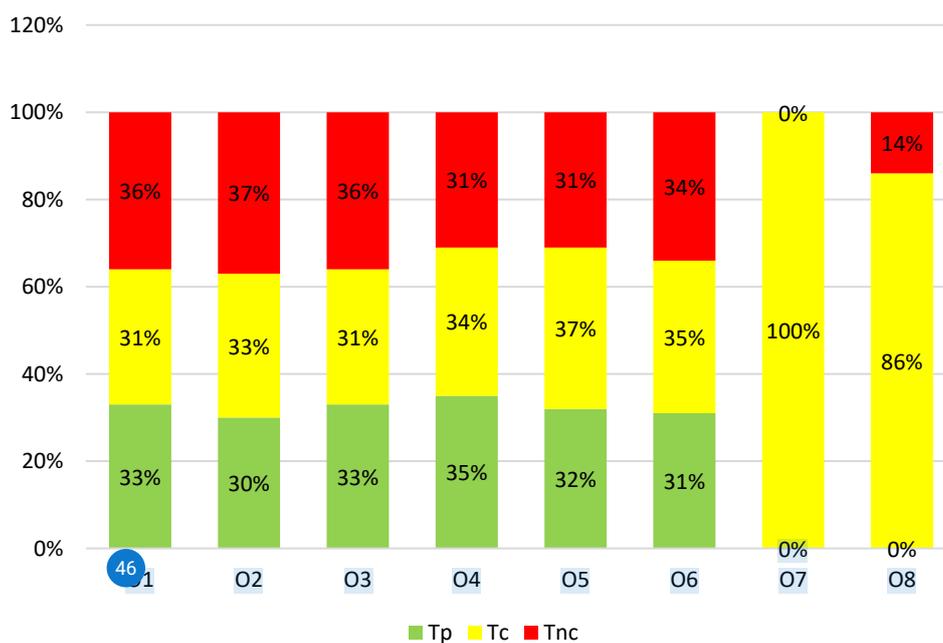


Fig. 19. Gráfico de indicadores de productividad para tarrajeo de muros exteriores.

Nota: El gráfico muestra los indicadores por cuadrilla, donde la misma cuenta con 8 obreros.

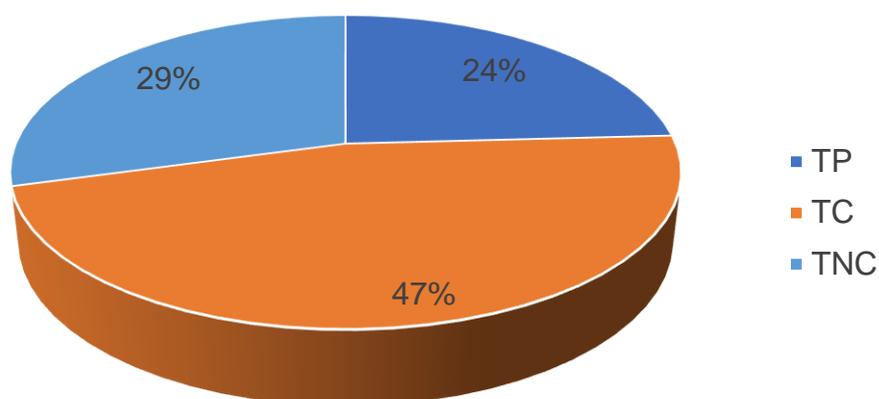


Fig. 20. Porcentajes de tiempo en carta balance en la partida tarrajeo de muros exteriores

Nota: El gráfico muestra los indicadores de productividad por actividad, donde se tiene que el 47% es trabajo contributivo, 24% es trabajo no contributivo y el trabajo productivo está representado por el 29%.

Filosofía Lean Construction en partidas de baja productividad.

Tras el primer análisis mostrado se han planteado medidas correctivas por partida, las cuales serán analizadas a través de carta balance, tras la aplicación de las mismas.

A. Carta balance encofrado, desencofrado de losas y frisos.

Tabla XIX

Medidas correctivas de encofrado y desencofrado losas y frisos

Actividad	Medidas correctivas
Encofrado y desencofrado losas y frisos	Se revisó con el personal obrero los rendimientos de encofrado.
	Se fabricaron paneles para los encofrados de frisos.
	El transporte de madera desencofrada ahora se hace con camioncito. (antes era manual).

Tabla XX

Resultados de carta balance por cuadrilla (encofrado y desencofrado de losas y frisos)

	O1	O2	O3	O4	O5	O6
TP	46%	47%	45%	40%	40%	40%
TC	26%	27%	25%	37%	37%	39%
TNC	28%	26%	30%	23%	23%	21%

Tras el análisis presentado, comparado con la carta balance inicial, se puede apreciar que el porcentaje de trabajo productivo aumenta y el trabajo no contributivo.

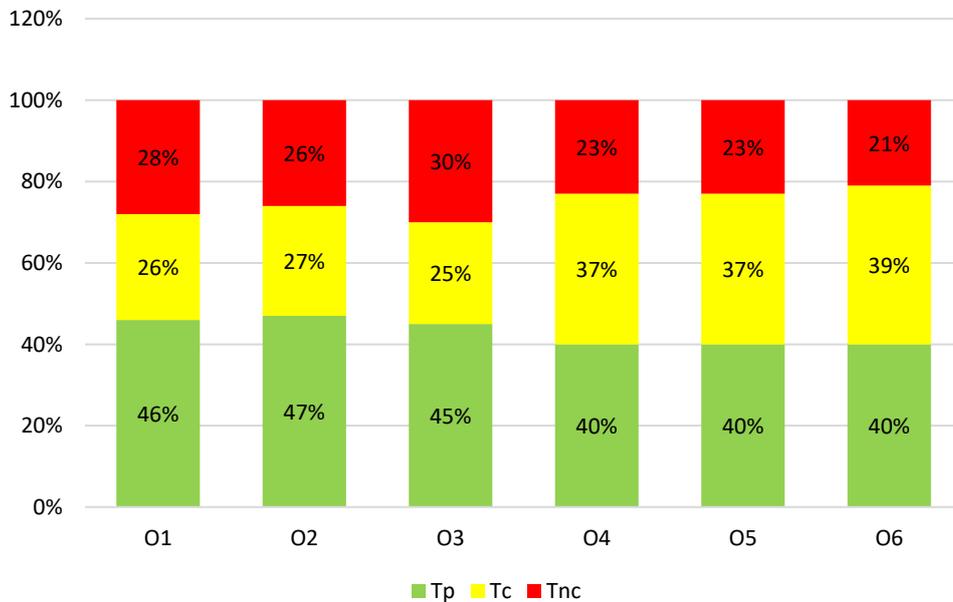


Fig. 21. Gráfico de indicadores de productividad para encofrado y desencofrado de losas y frisos.

Nota: El gráfico muestra los indicadores por cuadrilla, donde la misma cuenta con 6 obreros.

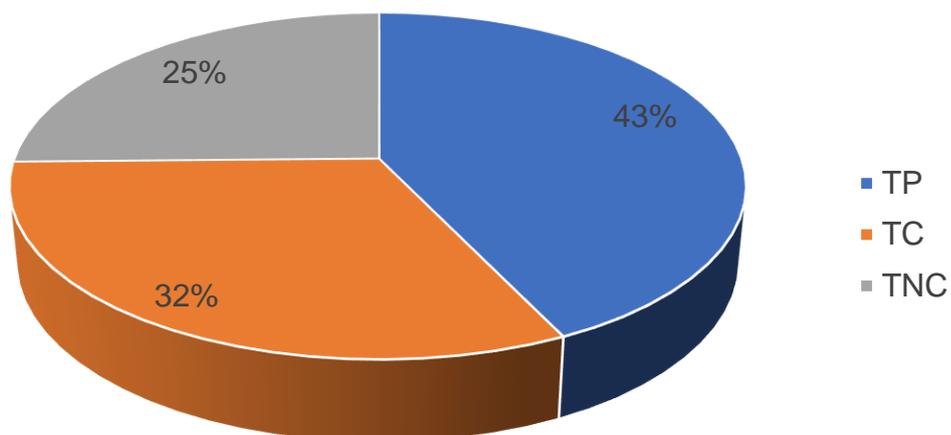


Fig. 22. Porcentajes de tiempo en carta balance en la partida encofrado y desencofrado de losas y frisos.

Nota: El gráfico muestra los indicadores de productividad por actividad, donde se tiene que el 32% es trabajo contributorio, 25% es trabajo no contributorio y el trabajo productivo está representado por el 43%.

B. Carta balance tarrajeo de muros interiores.

Tabla XXI

Medidas correctivas de tarrajeo de muros interiores

Actividad	Medidas correctivas
Tarrajeo de muros interiores	<p>Se realizaron capacitaciones sobre uso de mortero preparado.</p> <p>Se explicó al personal que ya no iban a tener que preparar mezcla y por lo tanto se reducían 2 ayudantes.</p> <p>Se redujo un operario a la cuadrilla ya que comenzaban la tarea más temprano y tenían tiempo para poder culminar sin problemas.</p> <p>Además el mortero ayuda mucho.</p> <p>Se coordinó con el proveedor que el mortero preparado debe dejarse en el punto de trabajo.</p>

Tabla XXII

Resultados de carta balance por cuadrilla (tarrajeo de muros interiores)

	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
TP	49%	50%	49%	47%	47%	47%	15%
TC	26%	23%	28%	30%	29%	27%	55%
TNC	25%	27%	24%	24%	24%	27%	30%

Tras el análisis presentado, comparado con la carta balance inicial, se puede apreciar que el porcentaje de trabajo productivo aumenta y el trabajo no contributivo disminuye.

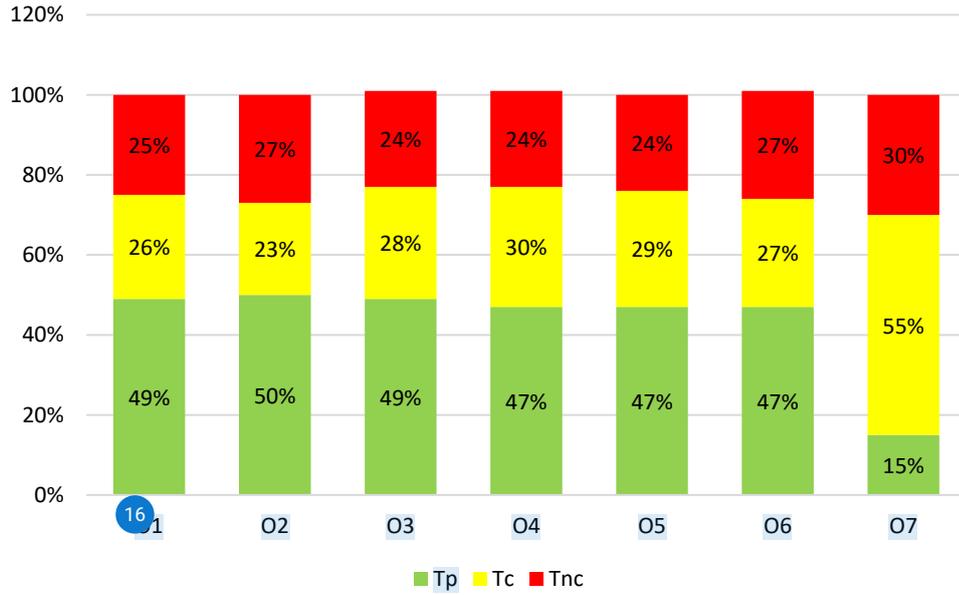


Fig. 23. Gráfico de indicadores de productividad para tarrajeo de muros interiores.

Nota: El gráfico muestra los indicadores por cuadrilla, donde el número de cuadrilla está compuesta por 7 obreros.

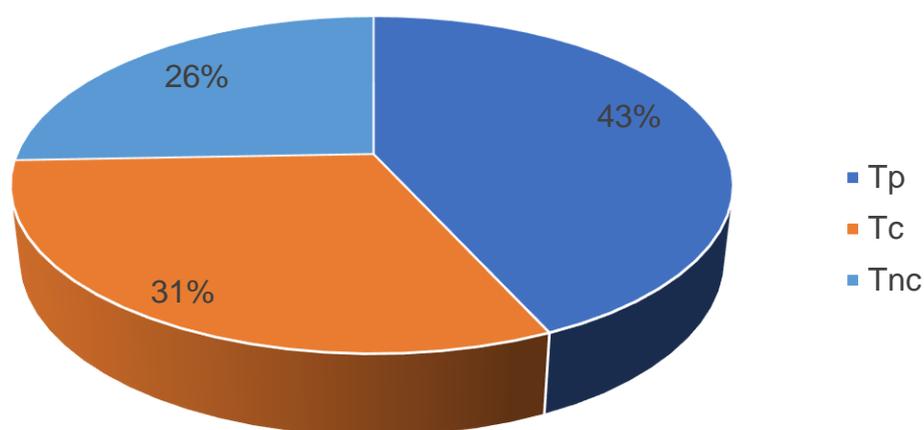


Fig. 24. Porcentajes de tiempo en carta balance en la partida tarrajeo de muros interiores.

Nota: El gráfico muestra los indicadores de productividad por actividad, donde se tiene que el 31% es trabajo contributivo, 26% es trabajo no contributivo y el trabajo productivo está representado por el 43%.

C. Carta balance tarrajeo de muros exteriores.

Tabla XXIII

Medidas correctivas de tarrajeo de muros exteriores

Actividad	Medidas correctivas
Tarrajeo de muros exteriores	<p>Se realizaron capacitaciones sobre uso de mortero preparado.</p> <p>Se explicó al personal que ya no iban a tener que preparar mezcla y por lo tanto se reducían 2 ayudantes.</p> <p>Se redujo un operario a la cuadrilla ya que comenzaban la tarea más temprano y tenían tiempo para poder culminar sin problemas.</p> <p>Además, el mortero ayuda mucho.</p> <p>Se coordinó con el proveedor que el mortero preparado debe dejarse en el punto de trabajo.</p>

Tabla XXIV

Resultados de carta balance por cuadrilla (tarrajeo de muros exteriores)

	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
TP	45%	41%	44%	43%	42%	45%	24%
TC	28%	29%	29%	30%	32%	29%	76%
TNC	27%	30%	27%	28%	25%	25%	0%

Tras el análisis presentado, comparado con la carta balance inicial, se puede apreciar que el porcentaje de trabajo productivo aumenta y el trabajo no contributivo disminuye.

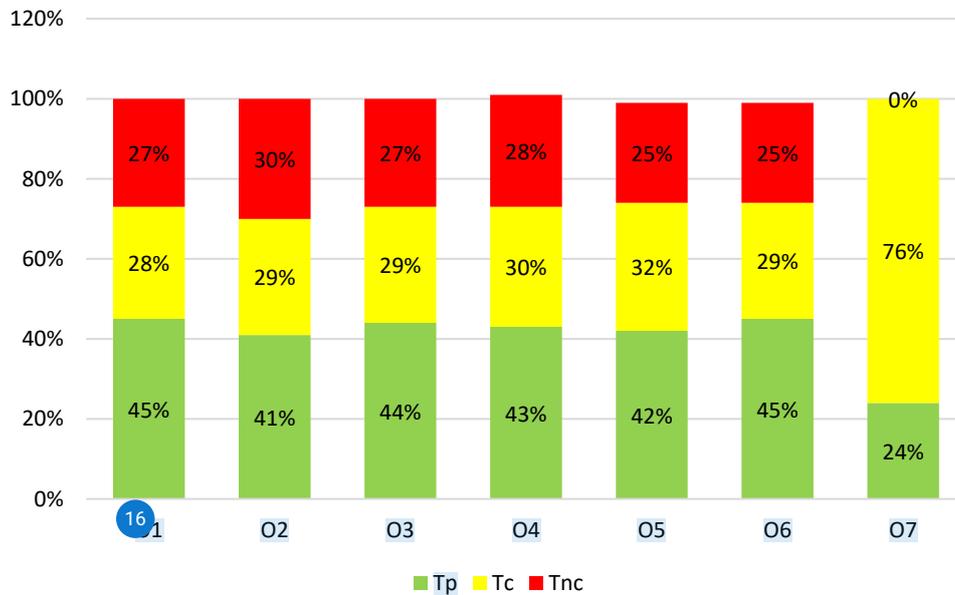


Fig. 25. Gráfico de indicadores de productividad para tarrajeo de muros exteriores.

Nota: El gráfico muestra los indicadores por cuadrilla, donde el tiempo productivo es mayor a comparación de los demás.

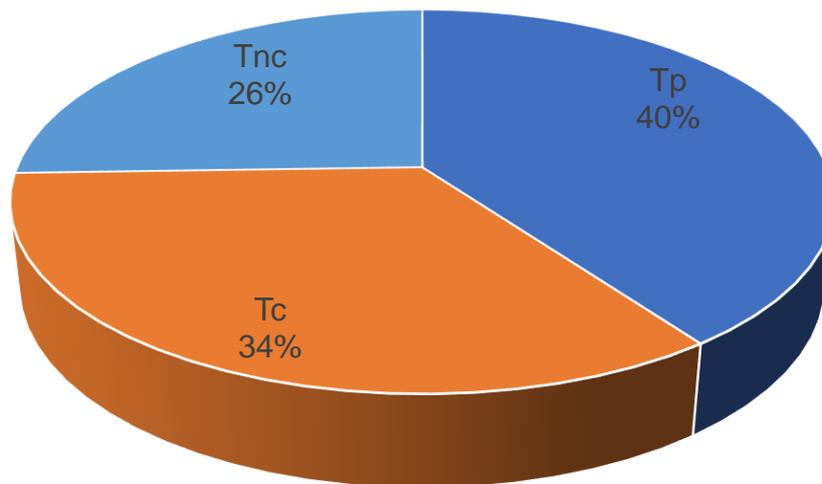


Fig. 26. Porcentajes de tiempo en carta balance en la partida tarrajeo de muros exteriores.

Nota: El gráfico muestra los indicadores de productividad por actividad, donde se tiene que el 34% es trabajo contributivo, 26% es trabajo no contributivo y el trabajo productivo está representado por el 40%.

Medir los indicadores del desempeño de la construcción después de la implementación.

Lo cual se llevará a cabo a través de la aplicación de la herramienta de gestión de Valor Ganado.

A. Proyecto Módulo Base (1 nivel)

Primer periodo de control:

Para el análisis es necesario fijar una fecha de análisis, para lo cual se fijó la primera fecha siendo esta la quinta semana desde el inicio de la obra.

Para este análisis se tomó en cuenta el valor planificado representado por el cronograma valorizado que se presenta al iniciar el proyecto, valor vagado el cual está representado por lo realmente avanzado y el costo planificado que implica el avance; por último, se tiene el valor real el cuál es el costo real que ha implicado el avance real.

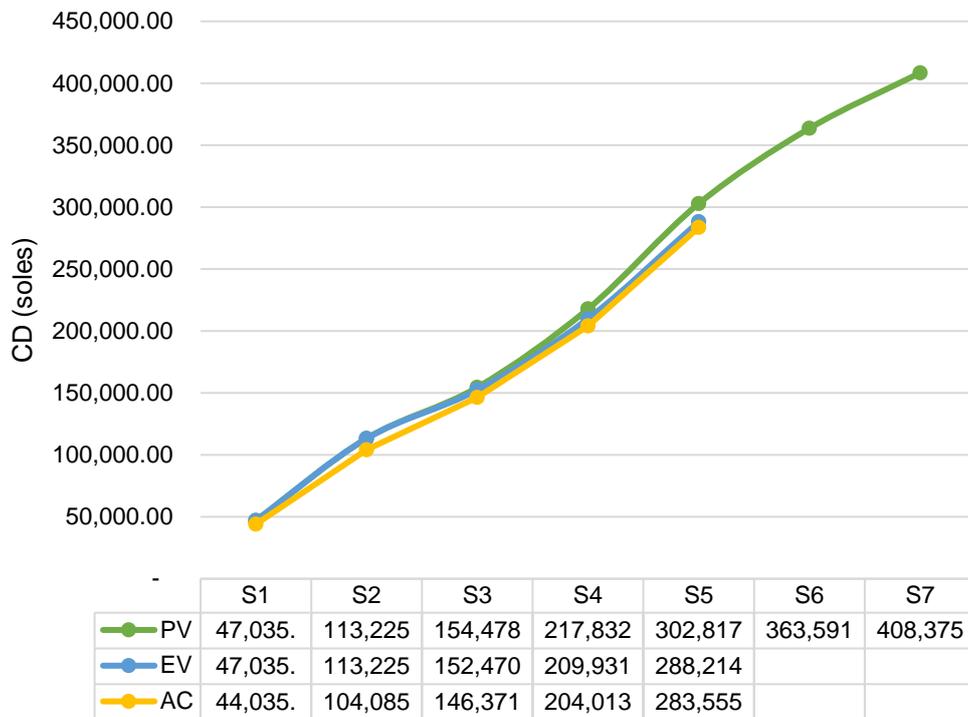


Fig. 27. Curva S de primer periodo de control.

Nota: El gráfico muestra los tres parámetros del valor ganado.

La siguiente figura muestra que tras el primer análisis de periodo de control se puede ver que hay una diferencia en el avance planificado con el real.

Tabla XXV

Primer análisis de valor ganado (módulo base)

³ Variable	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
²³ Variación del costo (CV)	3,000.00	9,140.00	6,099.40	5,918.40	4,658.58
	Ahorro en costo	Ahorro en costo	Ahorro en costo	Ahorro en costo	Ahorro en costo
Variación de cronograma (SV)	-	-	- 2,007.77	- 7,900.77	- 14,602.96
	Va según cronograma	Va según cronograma	Ejecución atrasada	Ejecución atrasada	Ejecución atrasada
Índice de rendimiento de costo (CPI)	1.07	1.09	1.04	1.03	1.02
Índice de rendimiento de cronograma (SPI)	1	1	0.99	0.96	0.95
Índice de rendimiento costo-cronograma (CSI)	1.07	1.09	1.03	0.99	0.97

Según el análisis presentado se puede identificar que existe un retraso en la obra según lo planificado a partir de la tercera semana donde se encuentran las siguientes partidas:

⁴ Encofrado y desencofrado de losa aligerada.

Encofrado y desencofrado de frisos.

Por otro lado, se identificó que a partir de la semana 4, ocurre un retraso adicional respecto a ¹ las siguientes partidas:

Tarrajeo de muros interiores.

Tarrajeo de muros exteriores.

Lo mencionado se corrobora con los índices de valor ganado, en este caso lo refleja el índice de cronograma (SPI) el cual, a partir de semana 3 obtiene un valor menor a la unidad, significando que la obra se encuentra retrasada.

Segundo periodo de control:

Para el análisis es necesario fijar una fecha de análisis, para lo cual se fijó la primera fecha siendo esta la novena semana desde el inicio de la obra.

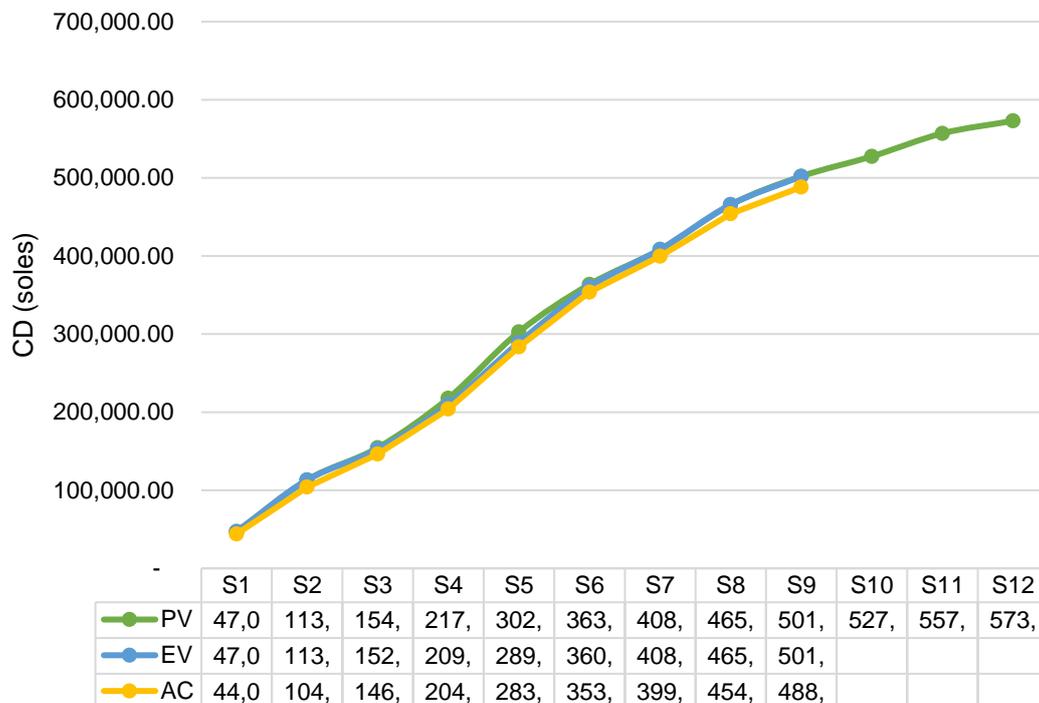


Fig. 28. Curva S de segundo periodo de control.

Nota. El siguiente gráfico muestra los tres parámetros del valor ganado.

Según el análisis presentado se puede identificar que un avance del cronograma según lo planificado; es decir que de las partidas retrasadas ha incurrido una recuperación respecto a tiempos, respecto a las siguientes partidas:

- Encofrado y desencofrado ¹ de losa aligerada.
- Encofrado y desencofrado de frisos.
- Tarrajeo de muros interiores.
- Tarrajeo de muros exteriores.

Tabla XXVI

Segundo análisis de valor ganado (módulo base)

Variable	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9
Variación del costo (CV)	3,000.00 Ahorro en costo	9,140.00 Ahorro en costo	6,099.40 Ahorro en costo	5,918.40 Ahorro en costo	5,662.47 Ahorro en costo	6,622.47 Ahorro en costo	8,636.47 Ahorro en costo	11,627.42 Ahorro en costo	13,690.54 Ahorro en costo
Variación de cronograma (SV)	- El proyecto va según cronograma	- El proyecto va según cronograma	- 2,007.77 Ejecución atrasada	- 7,900.77 Ejecución atrasada	- 13,599.08 Ejecución atrasada	- 3,144.56 Ejecución atrasada	- El proyecto va según cronograma	- El proyecto va según cronograma	- El proyecto va según cronograma
Índice de rendimiento de costo (CPI)	1.07	1.09	1.04	1.03	1.02	1.02	1.02	1.03	1.03
Índice de rendimiento de cronograma (SPI)	1	1	0.99	0.96	0.96	0.99	1	1	1
Índice de rendimiento costo-cronograma (CSI)	1.07	1.09	1.03	0.99	0.98	1.01	1.02	1.03	1.03

Se puede observar que a partir de la semana 7, la obra vuelve a estar en un avance según lo programado. Lo mencionado se corrobora con los índices de valor ganado, en este caso lo refleja el índice de cronograma (SPI) el cual, a partir de semana 7 obtiene un valor igual a la unidad, significando que la obra se encuentra según el cronograma valorizado.

B. Proyecto Módulo Ampliado (2 niveles)

Primer periodo de control:

Para el análisis es necesario fijar una fecha de análisis, para lo cual se fijó la primera fecha siendo esta la quinta semana desde el inicio de la obra.

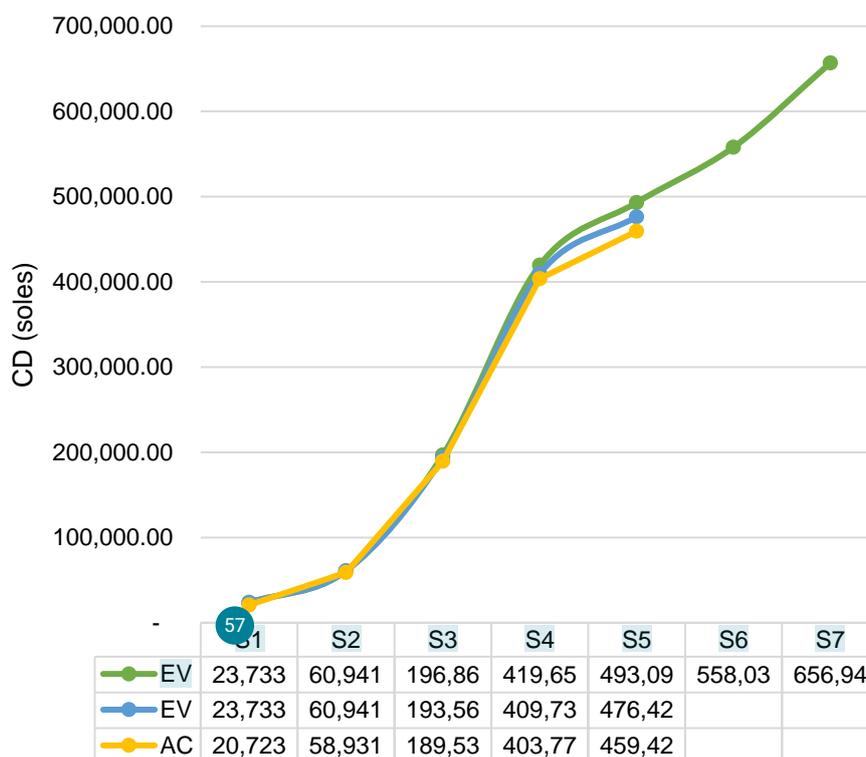


Fig. 29. Curva S de primer periodo de control.

Nota. El siguiente gráfico muestra los tres parámetros del valor ganado.

Tabla XXVII

Primer análisis de valor ganado (módulo ampliado)

Variable	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Variación del costo (CV)	3,009.34	2,009.37	4,030.54	5,962.05	16,999.72
	Ahorro en costo	Ahorro en costo	Ahorro en costo	Ahorro en costo	Ahorro en costo
	-	-	- 3,302.63	- 9,925.75	-
					16,665.33
Variación de cronograma (SV)	El proyecto va según cronograma	El proyecto va según cronograma	Ejecución atrasada	Ejecución atrasada	Ejecución atrasada
Índice de rendimiento de costo (CPI)	1.15	1.03	1.02	1.01	1.04
Índice de rendimiento de cronograma (SPI)	1	1	0.98	0.98	0.97
Índice de rendimiento costo-cronograma (CSI)	1.15	1.03	1	0.99	1.01

Según el análisis presentado se puede identificar que existe un retraso en la obra según lo planificado a partir de la tercera semana donde se encuentran las siguientes partidas:

4 Encofrado y desencofrado de losa aligerada.

Encofrado y desencofrado de frisos.

Segundo periodo de control:

Para el análisis es necesario fijar una fecha de análisis, para lo cual se fijó la primera fecha siendo esta la novena semana desde el inicio de la obra. Respecto al valor planificado, este se ve reflejado en la Fig. 29.

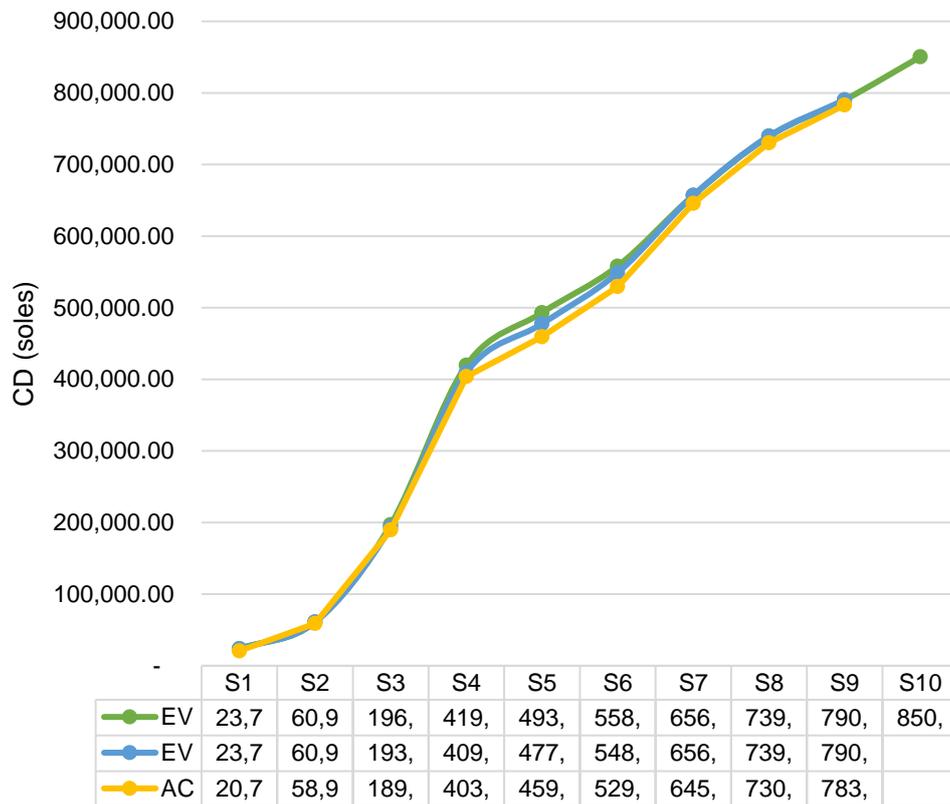


Fig. 30. Curva S de segundo periodo de control.

Nota. El siguiente gráfico muestra los tres parámetros del valor ganado.

Tabla XXVIII

Análisis de valor ganado

Variable	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9
Variación del costo (CV)	3,009.34	2,009.37	4,030.54	5,962.05	18,270.21	19,200.07	11,117.19	9,268.88	7,225.98
	Ahorro en costo	Ahorro en costo	Ahorro en costo	Ahorro en costo	Ahorro en costo	Ahorro en costo	Ahorro en costo	Ahorro en costo	Ahorro en costo
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Variación de cronograma (SV)			3,302.63	9,925.75	15,394.83	9,252.52			
	El proyecto va según cronograma	El proyecto va según cronograma	Ejecución atrasada	Ejecución atrasada	Ejecución atrasada	Ejecución atrasada	El proyecto va según cronograma	El proyecto va según cronograma	El proyecto va según cronograma
Índice de rendimiento de costo (CPI)	1.15	1.03	1.02	1.01	1.04	1.04	1.02	1.01	1.01
Índice de rendimiento de cronograma (SPI)	1	1	0.98	0.98	0.97	0.98	1	1	1
Índice de rendimiento costo-cronograma (CSI)	1.15	1.03	1	0.99	1.01	1.02	1.02	1.01	1.01

Según el análisis presentado se puede identificar que un avance del cronograma según lo planificado; es decir que de las partidas retrasadas ha incurrido una recuperación respecto a tiempos, respecto a las siguientes partidas:

Encofrado y desencofrado ¹ de losa aligerada.

Encofrado y desencofrado de frisos.

Tarrajeo de muros interiores.

Tarrajeo de muros exteriores.

Se puede observar que a partir de la semana 7, la obra vuelve a estar en un avance según lo programado. Lo mencionado se corrobora con los índices de valor ganado, en este caso lo refleja el índice de cronograma (SPI) el cual, a partir de semana 7 obtiene un valor igual a la unidad, significando que la obra se encuentra según el cronograma valorizado.

3.2. Discusión de resultados

Como menciona [16] en su investigación “An Assessment of Lean Construction Practices in the Construction Industry”, que tiene como base hacer uso de las herramientas Lean Construction en la industria de la construcción, se tiene que en la presente investigación de igual manera se toma en específico un proyecto de construcción en este caso el proyecto Sol de Pimentel, en donde se identificó la situación que se encontraba la obra. Se concuerda con la investigación de Aanuoluwapo puesto que al aplicar Lean Construction mejora el rendimiento del sector al facilitar la entrega oportuna del proyecto y la provisión de recursos correctos de cantidad.

Además, se tiene la investigación presentada por [19] en su investigación “Implementation of lean methodology in Indian construction”, donde busca identificar los desperdicios en el sector construcción y sugerir medidas de reducción adecuada, de la misma manera que en la presente investigación donde a través de la herramienta Nivel General de actividades se determinó que las actividades que presentaban mayor pérdida de tiempo y menos productividad eran tarrajeo de muros interiores y exteriores, encofrado y desencofrado de losas y frisos; además que se aplicaron las medidas correctivas de las mismas como reducción de peones o la aplicación de aditivos en el caso del tarrajeo; con ello se pudo subsanar el retraso de las actividades y que este se encamine según lo programado con anterioridad.

Por otro lado, [29] en su investigación “Applying Lean Techniques to Improve Performance in the Finishing Phase of a Residential Building”, muestra en su investigación que durante la fase de acabados en la construcción se debe de asignar detalladamente funciones modelando las unidades de producción de acuerdo a la complejidad del proyecto, de la misma manera en la presente investigación se optó por detallar cada actividad a través de diagramas de flujo los cuales fueron de gran ayuda para poder organizarse y establecer

funciones en las actividades que demandan detalle como el de tarrajeo de muros interiores y exteriores.

También se cuenta con la investigación presentada por (Villamayor, Isatto, Torres & Viana, 2022) en su investigación "BIM+Lean for integrating production and quality control at the construction site", donde opta por implementar a la filosofía Lean Construction una herramienta que actualmente está siendo muy utilizada para un control completo de un proyecto la cual es el BIM Construction, por tal se considera que se debe de incluir la metodología BIM en gestión de proyectos, junto a la filosofía Lean Construction se tendría un mayor control y seguimiento del proyecto, actuando a tiempo en caso de inconvenientes, para optimizar tiempo y recursos.

3.3. Aporte de la investigación

La presente investigación se realizó bajo fichas de recolección de datos, las cuales se tomaron del proyecto Sol de Pimentel, para el primer objetivo que es “Identificar la situación actual de productividad en la obra Sol de Pimentel”, para lo cual lo primero que se optó fue reconocer que actividades eran la de mayor implicancia económica y participativa, es así que se optó por analizar las actividades de cimentaciones, asentado de muros, tarrajeo, losa aligerada, asentado de muros. A través del Nivel General de actividades se pudo determinar que las actividades que presentaban menor nivel de productividad eran el tarrajeo y también la actividad losa aligerada.

De la misma manera para el segundo objetivo: “localizar los procesos de labores con problemas en productividad en la obra Sol de Pimentel” se determinó que las actividades que presentaban menor valor de productividad eran encofrado de losas y frisos y tarrajeo de muros exteriores e interiores.

Por otro lado, se determinó los tiempos productivos, no contributorios y contributorios de cada actividad, estableciendo así las medidas correctivas para poder llevar a cabo las actividades según lo planificado.

Por último, se tomó en cuenta otra herramienta de gestión en este caso la metodología del valor ganado, donde se corroboró el retraso que causaban las actividades establecidas bajo el Lean Construction, sin embargo gracias a las medidas correctivas establecidas y el nuevo flujo de trabajos se pudo regresar al cronograma establecido, además que se conoció que hubo un ahorro en costos según el presupuesto establecido.

11 IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Conforme al primer objetivo trazado, se establecieron 5 actividades a analizar del proyecto Sol de Pimentel, las cuales fueron: cimentaciones, asentado de muros, columnas, losa aligerada y tarrajeo; las cuales fueron de mayor incidencia económica en el proyecto; para lo cual se analizó bajo Nivel General de actividad y se obtuvo que losa aligerada y tarrajeo obtuvieron baja productividad a comparación de las otras actividades.

Respecto al segundo objetivo planteado se concluye a través de la herramienta Nivel General de Actividades que el proyecto Sol de Pimentel presenta 2 actividades con menor porcentaje de trabajo productivo comparado con el trabajo No Contributorio; los cuales son losa aligerada y tarrajeo; de las cuales las partidas que causan retraso son Encofrado y desencofrado de losas y frisos, tarrajeo de muros interiores y exteriores.

A través de Carta Balance se obtuvieron los TP de las actividades más incidentes, concluyendo que impacta positivamente en la productividad de las cuadrillas.

Aplicando la filosofía Lean Construction, a través de las herramientas de Carta Balance y Nivel General de Actividad se pudo conocer las partidas y procesos que necesitaban de medidas correctivas para que este no contara con tiempos muertos que retrasen el cronograma planteado ayudando así a mejorar la productividad en obra. Es así que se tiene que para la partida de encofrado y desencofrado de losas y frisos se obtuvo un aumento en la productividad de 10%, tarrajeo de muros interiores un aumento del 19% y finalmente tarrajeo de muros exteriores tuvo un aumento del 16%.

Por último, se aplicó la metodología de valor ganado para poder comparar los resultados que se obtuvieron al aplicar ⁴ la filosofía Lean Construction, donde se pudo apreciar que a partir del tercer mes la obra se encontraba retrasada, sin embargo al aplicar las medidas correctivas a partir de la sexta semana se pudo ver como el cronograma iba acoplándose a lo planificado desde un inicio.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda tener en cuenta en cualquier obra la situación de productividad de las actividades que se estén realizando, implementando las herramientas Lean Construction al inicio del proyecto.

Se recomienda identificar que partidas están generando retraso en obra, para evitar estos retrasos y certificar el acatamiento de las mismas en el proyecto se debe de considerar buffers.

Para poder determinar los tiempos de trabajo establecidos por la filosofía Lean Construction se recomienda conocer el sistema de trabajo y la responsabilidad de todos los involucrados.

Se recomienda realizar los flujos de producción para poder analizar bien cualquier actividad y así corroborar una buena productividad.

Para un mejor análisis se recomienda implementar otras herramientas de gestión como el caso de la presente investigación que se tomó en cuenta la metodología del valor ganado, se corroboró las actividades que generaban retraso. Que al analizar en dos periodos de control se pudo comprobar que las medidas de corrección tienen efecto en el avance programado.

● 16% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	hdl.handle.net Internet	2%
2	repositorio.unsm.edu.pe Internet	2%
3	repositorioacademico.upc.edu.pe Internet	<1%
4	tesis.pucp.edu.pe Internet	<1%
5	repositorio.urp.edu.pe Internet	<1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Internet	<1%
7	Universidad Continental on 2022-07-14 Submitted works	<1%
8	upc.aws.openrepository.com Internet	<1%

9	repositorio.upt.edu.pe	Internet	<1%
10	riunet.upv.es	Internet	<1%
11	repositorio.uss.edu.pe	Internet	<1%
12	prezi.com	Internet	<1%
13	docplayer.es	Internet	<1%
14	Universidad Católica de Santa María on 2019-06-20	Submitted works	<1%
15	Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas on 2017-09-22	Submitted works	<1%
16	domaintec.com	Internet	<1%
17	Universidad Cesar Vallejo on 2021-07-26	Submitted works	<1%
18	Universidad Privada Antenor Orrego on 2023-03-05	Submitted works	<1%
19	Universidad Continental on 2021-11-12	Submitted works	<1%
20	researchgate.net	Internet	<1%

21	repositorio.unach.edu.pe	Internet	<1%
22	analesliteraturachilena.letras.uc.cl	Internet	<1%
23	myslide.es	Internet	<1%
24	Universidad Cesar Vallejo on 2018-11-29	Submitted works	<1%
25	slideshare.net	Internet	<1%
26	qdoc.tips	Internet	<1%
27	repository.unipiloto.edu.co	Internet	<1%
28	repositorio.uap.edu.pe	Internet	<1%
29	unsaac on 2021-12-02	Submitted works	<1%
30	scielo.br	Internet	<1%
31	pucp.edu.pe	Internet	<1%
32	repositorio.usm.cl	Internet	<1%

33	red.gov.co	Internet	<1%
34	doczz.biz.tr	Internet	<1%
35	University College London on 2023-04-26	Submitted works	<1%
36	repositorio.puce.edu.ec	Internet	<1%
37	tr-ex.me	Internet	<1%
38	DOMUS CONSULTORIA AMBIENTAL S.A.C.. "Actualización del Plan de ...	Publication	<1%
39	Maria Jesus Herrerías, Javier Ordóñez Monfort. "Testing Stochastic Co...	Crossref	<1%
40	Ramos, Cristhian Fermin Caña. "Creación de Valor y Estrategia en el Se...	Publication	<1%
41	Universidad Cesar Vallejo on 2017-02-23	Submitted works	<1%
42	Universidad Cesar Vallejo on 2018-06-30	Submitted works	<1%
43	Universidad Continental on 2017-12-04	Submitted works	<1%
44	issuu.com	Internet	<1%

45	noesis.uis.edu.co	Internet	<1%
46	nssdcftp.gsfc.nasa.gov	Internet	<1%
47	tesis.usat.edu.pe	Internet	<1%
48	clubensayos.com	Internet	<1%
49	spell.org.br	Internet	<1%
50	Bartolón Pérez Jonathan de Jesús. "Filosofía Lean Construction y su i...	Publication	<1%
51	Pilón Jiménez Beatriz Angélica. "Enfoques computacionales para la id...	Publication	<1%
52	Pontificia Universidad Catolica del Peru on 2009-11-04	Submitted works	<1%
53	Universidad Cesar Vallejo on 2019-05-28	Submitted works	<1%
54	Universidad Tecnologica del Peru on 2022-07-23	Submitted works	<1%
55	University of Bath on 2017-09-14	Submitted works	<1%
56	dspace.epoch.edu.ec	Internet	<1%

57	online-journals.org	Internet	<1%
58	repositorio.upao.edu.pe	Internet	<1%
59	uni on 2023-01-31	Submitted works	<1%
60	coursehero.com	Internet	<1%
61	transredes.com	Internet	<1%
62	verdefacile.com	Internet	<1%