



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Influencia de la sobreproducción y de los procesos
innecesarios en la productividad de la construcción de
viviendas, Sullana, Piura, 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Nole Ponce, Ulises Junior (ORCID: 0000-0002-7401-0207)

Purizaca Cruz, Anaí Guadalupe (ORCID: 0000-0001-9290-1786)

ASESOR:

Mg. José Contreras Velásquez (ORCID: 0000-0001-5630-1820)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

PIURA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios, porque sin el de nuestro lado no hubiéramos llegado hasta aquí.

A nuestras familias por el amor profuso y el apoyo constante que nos brindan, porque merecen lo mejor de nosotros.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Cesar Vallejo por habernos albergado en sus aulas, permitiéndonos el inicio y culminación de una vida estudiantil que atesoraremos por siempre, por ser el lugar que hace posible nuestros sueños.

A nuestros maestros que por años han venido compartiendo sus conocimientos, y sus experiencias, especialmente a nuestro profesor del curso de proyecto de investigación ing. José Antonio Contreras Velásquez porque sin él no hubiéramos navegado en el mar de las dudas, y no hubiéramos aprendido a realizar nuestra tesis, porque él ha sido un guía constante.

A nuestras familias porque sin su ayuda y comprensión no hubiéramos podido lograr esto, pues su aliento y apoyo han hecho la diferencia.

ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. MARCO TEÓRICO.....	14
III. METODOLOGÍA.....	32
3.1 Tipo y diseño de investigación	32
3.2. Variables y operacionalización.....	34
3.3. Población muestra y muestreo:.....	36
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	37
3.5 Procedimientos	45
IV. RESULTADOS.....	72
V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	104
VI. CONCLUSIONES	108
VII. RECOMENDACIONES.....	109
REFERENCIAS.....	111
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Puntuación del cuestionario	38
Tabla 2. Nivel de productividad	38
Tabla 3. Linderos de la vivienda, casa Juan	46
Tabla 4. Linderos de la vivienda Casa Rosa.....	54
Tabla 5. Estimación de desperdicios en obras de edificaciones, porcentaje del costo total de la obra	64
Tabla 6. Porcentaje de desperdicios	66
Tabla 7. Diagnóstico de la productividad en obras	72
Tabla 8. Cálculo del presupuesto de proyecto Casa Juan	73
Tabla 9. Análisis con lookahead corte en semana seis, semana 1 Casa Juan. 74	
Tabla 10. Análisis lookahead corte en semana seis, semana 2	74
Tabla 11. Análisis lookahead corte en semana seis, semana 3	75
Tabla 12. Valor ganado de la obra (Casa Juan semana 6)	75
Tabla 13. Desperdicios casa Juan.....	76
Tabla 14. Ahorro efectivo.....	80
Tabla 15. Sobreproducción por semana	82
Tabla 16. . Total de TP, TC, TNC, casa Juan por semana en minutos	82
Tabla 17. % Total TP, TC, TNC, Casa Juan	83
Tabla 18. Total de tiempo productivo de la obra Casa Juan	83
Tabla 19. Cálculo del presupuesto de proyecto Casa Rosa.....	85
Tabla 20. Avance planeado semana 1	88
Tabla 21. Avance planeado semana 2	88
Tabla 22. Avance planeado semana 3.....	89
Tabla 23. Avance planeado semana	89
Tabla 24. Valor ganado de la obra (Casa Rosa)	90
Tabla 25. Diferencia del Costo planeado y costo real hasta la fecha de corte..	91
Tabla 26. Desperdicios casa Rosa	92
Tabla 27. Ahorro en Soles.....	94
Tabla 28. Sobreproducción por semana Casa Rosa	96
Tabla 29. Total de TP, TC, TNC, casa Rosa por semana en minutos.....	97
Tabla 30. % TP, TC, TNC, casa Rosa por semana	97

Tabla 31. % Total de TP, TC, TNC	98
Tabla 32. Comparación de los métodos LC vs MT en la investigación	99
Tabla 33. First run studies	102
Tabla 34. Fiabilidad del cuestionario de productividad.....	102
Tabla 35. Prueba de normalidad	103
Tabla 36. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon.....	103
Tabla 37. Prueba de Wilcoxon.....	104
Tabla 38. Puntuación del cuestionario	3
Tabla 39. Nivel de productividad	4
Tabla 40. Puntuación del cuestionario	7
Tabla 41. Nivel de productividad	8
Tabla 42. Matriz de consistencia: “Influencia de la sobreproducción y de los procesos innecesarios en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021”	9
Tabla 43. Operacionalización de Variables: “Influencia de la sobreproducción y de los procesos innecesarios en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021”	11
Tabla 44. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 1	15
Tabla 45. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 2	15
Tabla 46. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 3	15
Tabla 47. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 4	15
Tabla 48. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 5	16
Tabla 49. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 6	16
Tabla 50. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 7	16
Tabla 51. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 8	16
Tabla 52. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 9	16
Tabla 53. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 10	17
Tabla 54. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 11	17
Tabla 55. % de TP, TC, TNC, hasta semana 1-11	17

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Indicadores de la gestión del valor ganado EVM.....	36
Cuadro 2. Herramientas Lean Construction	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. The TPS house	28
<i>Figura 2. Ubicación casa Juan</i>	<i>45</i>
Figura 3. Plano casa Juan, Mallaritos	53
Figura 4. Ubicación casa Rosa	54
Figura 5. Plano Casa Rosa, Mallaritos	61
Figura 6. Método Kaisen "5S"	63
Figura 7. Porcentaje de TP, TC y TNC Casa Juan	84
Figura 8. Porcentaje de TP, TC y TNC Casa Rosa	98
Figura 9. Lookahead Rosa	12
Figura 10. Lookahead Casa Juan	13

RESUMEN

La presente investigación titulada Influencia de la sobreproducción y de los procesos innecesarios en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021, tuvo como objetivo determinar la influencia de la sobreproducción y los procesos innecesarios según la filosofía Lean Construction en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021. La metodología de la investigación fue de enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo, de diseño no experimental de corte transversal, la muestra fue de 20 personas escogidas por conveniencia, para evaluar la perspectiva de productividad, así mismo la investigación realizó el estudio de dos casos, para evaluar la influencia de la sobreproducción y los procesos innecesarios en la productividad. La técnica empleada fue la observación, los instrumentos empleados fueron el cuestionario para medir la productividad en obra, y las herramientas de la filosofía Lean Construction (LC). Al someter los datos a la prueba de Wilcoxon se encontró que el valor de la significancia es mayor que 0.05, de manera que no se presupone la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de los investigadores que plantea que existe influencia de la sobreproducción y de los procesos innecesarios en la productividad de la construcción de viviendas. En tal sentido se concluye que existe influencia entre las variables del estudio.

Palabras clave: sobreproducción, productividad, Sullana.

ABSTRACT

The present research entitled Influence of overproduction and unnecessary processes on the productivity of housing construction, Sullana, Piura, 2021, aimed to determine the influence of overproduction and unnecessary processes according to the Lean Construction philosophy on the productivity of the construction of houses, Sullana, Piura, 2021. The research methodology was quantitative approach, descriptive scope, non-experimental design of cross-section, the sample was of 20 people chosen for convenience, to evaluate the productivity perspective, likewise, the research carried out is a study of two cases, to evaluate the influence of overproduction and unnecessary processes on productivity. The technique used was observation, the instruments used were the questionnaire to measure productivity on site, and the tools of the Lean Construction (LC) philosophy. When submitting the data to the Wilcoxon test, it was found that the significance value is greater than 0.05, so that the null hypothesis is not assumed and the researchers' hypothesis is accepted that there is influence of overproduction and of unnecessary processes in the productivity of housing construction. In this sense, it is concluded that there is influence between the study variables.

Keywords: overproduction, productivity, Sullana.

I. INTRODUCCIÓN

La planificación, la ejecución y entrega de una obra de construcción son elementos que no pueden sortearse, el ingeniero civil debe enfrentarlos si lo que desea es realizar un trabajo que satisfaga las exigencias de calidad. Sin embargo como Serpell (2002) advierte el sector construcción goza de una limitada curva de aprendizaje, de estar expuesto a situaciones de cambio climático, a plazos demasiados cortos en la entrega, de tener un esquema de contrataciones con incentivos negativos, no presentar programas de capacitación es decir trabajar solo en base únicamente en la experiencia y no a un diseño planificado donde se plasmen los lineamientos que se tomarán en cuenta en cada una de las etapas por las que pase el proceso de construcción, de manera que se presentan problemas como antagonismos entre los que trabajan especialmente entre los sectores de diseño y construcción, además de una deficiente o carente planificación e investigación. Es decir, que la industria de la construcción desde hace mucho tiempo enfrenta desafíos y problemas tales como retrasos en la entrega de los proyectos, sobrevaloración de los costos, cuestionamientos sobre la calidad. Desafíos que el enfoque tradicional ha tratado de solucionar con un mediano éxito.

En esa misma línea en el Perú es común escuchar la palabra adenda, la cual es un mecanismo que permite modificar, ampliar o definir algunos términos de un contrato efectuado entre dos empresas, de modo que varias empresas peruanas se han visto en la necesidad de recurrir al uso de este mecanismo, para poder ampliar el tiempo de ejecución de las obras a su cargo, por lo que podría decirse que las empresas no han planificado de manera adecuada el tiempo, ni su capacidad para ejecutar la obra, al respecto Carrasco, Chimpén y Gálvez (2021), en su tesis titulada "*Impactos financieros de las adendas en contratos de concesión cofinanciados*", señalan que las empresas constructoras incurren en costos no previstos para seguir garantizando la ejecución de las obras, es decir que las empresas tienen que endeudarse para cumplir con lo estipulado en el contrato. En tal sentido es sensato señalar que las deudas ponen en riesgo la existencia de la empresa, debido no solo a los problemas financieros por endeudamiento, sino por la pérdida de credibilidad, y confianza.

De lo anterior se puede decir que la reducción de la entrega de un proyecto eliminando las fuentes de desperdicio (sobreproducción, transporte, sobre procesamiento, etc.) es el fin por excelencia de las empresas dedicadas al rubro construcción. En ese contexto de búsqueda constante de soluciones se han diseñado técnicas o programas con la finalidad de disminuir estos desperdicios, para la productividad y consecuentemente mejorar las utilidades o ganancias.

Lean Construction surge como una de las soluciones que permiten tener el control de cada una de las fases del proceso constructivo, pues permite la asignación de los recursos adecuados, para la conclusión de la obra en el tiempo planeado, dentro del presupuesto programado, y con la calidad deseada. (Pons, 2014, pp. 1-9), es decir que Lean Construction facilita el objetivo de la empresa de satisfacer las expectativas del propietario o cliente mediante el uso mínimo de personal, maquinaria, equipos y materiales, permitiéndole a la empresa una máxima rentabilidad.

En ese contexto la presente investigación, se enfoca en el uso de las herramientas de la filosofía Lean Construction en dos puntos específicos o desperdicios puntuales: la sobreproducción y los procesos innecesarios, dado que tienen un impacto directo en los tiempos de ejecución y en los gastos de inversión que la empresa constructora realiza.

El problema de investigación, radica en que el modelo tradicional de construcción de entrega de proyecto (diseño-licitación-construcción). Modelo que ya presentaba algunos paradigmas que limitaban las ganancias, la calidad de las obras, que de acuerdo a Alcántara (2013) se debe a las deficiencias en el manejo de documentos, las interferencias en planos, retrasos durante la ejecución y baja productividad.

Así mismo la revista electrónica especializada en construcción sostenible Construcia (2018), refiere que las obras civiles presentan deficiencias en escasa experiencia en sistemas novedosos de gestión y planificación de obras, la deficiencia de controles debido a que estos se basan en sistemas estadísticos obsoletos, la exigüidad de rigurosidad que tolera el incumpliendo de las medidas de seguridad durante la ejecución de las obras, algunas omisiones o errores que se cuelan, problemas de coordinación entre los agentes que forman parte de cada una de las etapas del proyecto como secuela de la exigua comunicación y

transparencia, etapas de inoperatividad por falta de equipos y herramientas, pérdida de tiempo por fases inconclusas debido a la no conclusión de algunas partidas, acumulación de equipos y materiales en plazos no convenientes, acarreando sobrecostos que no se contemplaron con anterioridad.

En ese orden de ideas, existen dos problemas mucho más específicos, dentro del ámbito de la construcción, que surgen en la etapa de la ejecución de las obras: la sobreproducción y los procesos innecesarios.

La sobreproducción, entendida como la producción excesiva de productos de la construcción cuando no son necesarios, o antes de que se necesiten, de modo que generan sobre costos que la constructora debe sufragar, y que repercuten en la continuidad operativa de la empresa. Así mismo los procesos innecesarios, divididos en sobre procesamientos y trabajos rehechos, se tratan de productos, materiales o servicios que no se realizan en base a las indicaciones técnicas, o normas de construcción, que repercuten en la calidad de la construcción, por lo cual deben de removerse o rehacerse; lo que significa pérdida de tiempo y dinero. De manera que la productividad de la empresa se ve impactada de forma negativa, utilizando materiales, recursos y mano de obra que tienen costos que influyen en el presupuesto planteado, haciendo que este varíe, teniendo que esta variación ser asumida por la empresa, o el cliente.

En ese sentido la investigación se plantea la siguiente pregunta:

¿La sobreproducción y los procesos innecesarios según la filosofía Lean Construction influyen en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021?

De manera que la presente **investigación se justifica** puesto que tiene la finalidad de mejorar la gestión de proyectos y empresas del sector, Lean Construction, nace de la aplicación de las herramientas Lean enfocadas en el sector construcción, de manera que al ser utilizado como se hace en otros sectores productivos se pueda conseguir la reducción de costos, aumento de la productividad, entrega de proyectos a tiempo, mantener altos estándares de calidad en consecuencia alcanzar la satisfacción del cliente y la ejecución de una buena obra, esto coincide con lo que señala Pons (2014) sobre las bondades de las herramientas Lean aplicadas al sector construcción que señala que “su implementación permite una reducción de costos, un aumento de la productividad, mayor cumplimiento en la entrega de proyectos a tiempo, una

mejora de la calidad, un aumento en la seguridad de obra y un mayor grado de satisfacción de sus clientes”.

En síntesis se puede plantear que la investigación presenta una **justificación académica**, puesto que la incorporación de nuevas metodologías para mejorar la productividad en la construcción de viviendas, contribuye con mostrar una casuística no solo innovadora sino diferente a los métodos utilizados tradicionalmente.

Presenta también una **justificación técnica**, puesto que la aplicación de la filosofía Lean Construction, permite el uso de herramientas ya comprobadas y que son altamente efectivas para incrementar la productividad, en el sector construcción.

Así como una **justificación social**, puesto que la metodología se puede aplicar en el sector construcción, que se encuentra en pleno desarrollo, en el distrito de Marcavelica, contribuyendo a fomentar el crecimiento de este sector empresarial, así como en proyectos sociales de construcción de viviendas.

Además presenta una **justificación metodológica**, puesto que, haciendo uso del método científico, la investigación se enfoca en determinar la influencia de la sobreproducción y los procesos innecesarios según la filosofía Lean Construction en la productividad de la construcción de viviendas, utilizando las herramientas estadísticas pertinentes que servirán para verificar o refutar las hipótesis planteadas.

Por lo que los investigadores plantean como **objetivo general**:

- Determinar la influencia de la sobreproducción y los procesos innecesarios según la filosofía Lean Construction en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021.

Para la consecución del objetivo general se plantean como **objetivos específicos**:

- Diagnosticar la situación actual de la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021.
- Evaluar la influencia de la sobreproducción según la filosofía Lean Construction en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021.

- Evaluar la influencia de los procesos innecesarios según la filosofía Lean Construction en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021.
- Proponer Proceso de mejora de la sobreproducción y los procesos innecesarios según la filosofía Lean Construction en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021.

En concordancia con los objetivos de la investigación, se planteó como hipótesis:

Hipótesis General

Hi: La sobreproducción y los procesos innecesarios según la filosofía Lean Construction influyen en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021.

H₀: La sobreproducción y los procesos innecesarios según la filosofía Lean Construction no influyen en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

De acuerdo a Arias, (2012), se trata de los estudios anteriores especialmente tesis de grado, respecto al problema de investigación, se trata de las investigaciones previas que guardan relación con el problema de estudio. Por ello se debe ser muy cuidadoso para no mezclar de forma confusa los antecedentes del estudio que se realiza con los datos históricos de la variable que se investiga.

Como **antecedentes internacionales** tenemos a Abdelrazig (2015), en su estudio “Uso de técnicas lean para reducir el residuo y mejorar el rendimiento en la entrega de proyectos de construcción municipal” en Egipto, tuvo como objetivo analizar cómo las técnicas Lean Construction pueden mejorar el rendimiento y la productividad en la ejecución de proyectos municipales. La metodología fue Aplicada y descriptiva y el instrumento fue la encuesta, los resultados fueron: que las técnicas Lean Construction, pueden mejorar el proceso constructivo, además proporcionan fundamentos que permiten priorizar alternativas, para la toma de decisiones de las partes involucradas, permitiendo un control de la realidad y coherencia con los objetivos planteados, también se debe dar prioridad a la reducción de desperdicios, principalmente a las

actividades que están asociadas a la gestión (Supervisión / Control y Toma de Decisiones) y los Flujos (Información y Recursos). La aplicación de técnicas lean debe enfocarse en la importancia en estas actividades con el fin de mejorar el rendimiento y la productividad. Se concluyó que: Los residuos asociados a la información fueron el factor más destacado; y entre los subfactores de residuos controlables con una tasa de 19%, seguido de Planificación 16.6%, **Calidad 15.7%, Recursos 14%**, Supervisión / Control 13.8%, Toma de decisiones 13% y el Método encontrado siendo el menor con un 7,9%, así mismo se encontró que las técnicas Lean, se encumbran como alternativas claras para cada subnivel de residuos y se priorizaron para una mejor aplicación.

Mahashabde (2016), en su estudio "Comparison of Lean Construction in India and United States of America" tuvo como objetivo ·explorar y evaluar las diferencias entre la construcción en India y EE. UU., ambos; analizando los métodos de mínimo desperdicio y por el **pensamiento** Lean implementado en los proyectos de construcción. La metodología fue principalmente cualitativa en su estructura de diseño. La técnica e instrumento empleados fue el cuestionario de la encuesta enviado por correo electrónico. Los resultados fueron que: el nivel de educación y experiencia profesional de los encuestados de ambos países fue el mismo; la mayoría de los encuestados tenían el título de maestría y una vasta experiencia en el campo (más de 20 años). Las empresas que participaron en la encuesta eran de escala moderada en términos de número de empleados y facturación anual y tenían experiencia tanto en proyectos residenciales como comerciales. La mayoría de las empresas participantes eran de propiedad privada; el 54% de los encuestados no conocía el término. El 46% de los encuestados que conocían el término "Lean construction" habían seguido utilizando métodos Lean, obteniendo al menos un **20% de aumento** en las ganancias de las empresas. Concluyo que: era necesario poner énfasis en la sostenibilidad del hormigón en la India y por minimizar el despilfarro de valiosos recursos naturales mediante su uso eficiente y prudente de manera que se proponen alternativas al uso del hormigón en la industria de la construcción india; la sostenibilidad podría lograrse mediante el uso extensivo de prácticas de concreto premezclado (RMC), el uso de cenizas volantes de alto volumen (HVFA), que es el subproducto producido durante la combustión de carbón, concreto autocompactante (SCC) en actividades relacionadas con la

construcción y prefabricación en cualquier lugar posible; la industria de la construcción estadounidense ya ha dado pasos hacia la automatización de la construcción. Además, Building Information Modeling (BIM) es otra herramienta útil para minimizar el desperdicio.

Sarhan S., Elnokaly A., Pasquire C. Y Pretlove S. (2018), en su estudio "Construcción Lean y Sostenibilidad mediante IGLC comunidad: una crítica revisión de 25 años de experiencia" tuvo como objetivo revisar los avances realizados en comprender los vínculos e inconsistencias entre las dos iniciativas, a través de realizar una revisión crítica sistemática de la literatura (SLR) y sintetizar los hallazgos de Estudios sobre "LC y sostenibilidad, la metodología fue Aplicada y descriptiva y el instrumento fue la revisión bibliográfica, los resultados fueron: el 10% de los estudios se realizaron para implementar empíricamente y cuantificar beneficios medibles de la integración de LC y sostenibilidad. Hubieron tres limitaciones en los enfoques de LC: el predominio de una perspectiva "limitada" centrada en el cliente del "valor"; enfoque limitado en gestión de los requisitos del ciclo de vida del proyecto; y conceptualización predominante de "Residuos", Se concluyó que para abordar hay que identificar y explotar las oportunidades para poder ayudar a avanzar y conducir mejoras sostenibles.

Valencia J. (2018), en su estudio "Aplicación de Lean Construction al sector de la infraestructura vial en Colombia" tuvo como objetivo establecer el procedimiento para la implementación de la metodología Lean Construction (Construcción sin Pérdidas) en el proceso constructivo del sector de infraestructura vial en Colombia, la metodología fue nivel descriptivo-exploratoria, la población fueron empresas del sector construcción y el instrumento fue Aplicación del Lean Construction, los resultados fueron: la implementación de la filosofía Lean Construction en proyectos de infraestructura vial en Colombia, describe el paso a paso, responsables, actividades y metodología de identificación y mejora basado en 11 principios Lean, generó una herramienta útil para una implementación de manera eficiente, Se concluyó que al implementar la filosofía Lean Construction en proyectos de infraestructura vial, se obtiene resultados positivos al evidenciar una optimización en la consecución de los recursos de proyectos, reducción de costos y controlar pérdidas generadas.

Faraji (2019), en su estudio “BIM en la gestión de la construcción: Apoyar el sistema de entrega de proyectos Design-Bid-Build (DBB) mediante el uso de BIM en la fase de diseño” tuvo como objetivo comprender y comparar el flujo de información en las fases de diseño de proyectos de diseño tradicionales basados en CAD 2D y BIM bajo la entrega de proyectos tradicionales (tipo de contrato DBB). La metodología fue revisión de la literatura sobre la industria de la ingeniería arquitectónica y la construcción (AEC), el diseño, la licitación y la construcción como un sistema tradicional de entrega de proyectos, el modelado de información de construcción (BIM), la filosofía Lean, la interoperabilidad BIM y LEAN e investigaciones previas trabajadas sobre el flujo de información y los flujos de trabajo de fases de diseño tradicionales basadas en CAD 2D y BIM; se llevaron a cabo entrevistas contextuales abiertas de manera informal con ingenieros experimentados y profesionales del diseño se utilizó la herramienta Value Stream Mapping (VSM) como la herramienta Lean para modelar los flujos de información de dos enfoques de diseño e investigar cómo BIM puede eliminar los desperdicios y agregar valor al diseño CAD 2D de DBB y hacerlo más ágil. Se concluyó que: al comparar el flujo de información capturado entre dos enfoques de gestión de diseño, se han propuesto los beneficios del uso de BIM en la fase de diseño y cómo se puede mejorar el proceso en función de los tipos de residuos en CAD 2D tradicional, de modo que se logran mejoras en el **sobre procesamiento** en los aspectos de consumo digital frente a procesamiento de documentos en papel, en la **sobreproducción**: demasiada información, información demasiada pronta, así como **la disminución en los trabajos rehechos**, la participación tardía del contratista, disminución de **los defectos** como consecuencia de la coordinación digital 3D vs coordinación in situ, es decir que se evita la realización de trabajos repetitivos, así como se hace un mejor uso de las habilidades de las personas y el tiempo para resolver problemas frente a los cálculos hechos en el papel, así mismo se encontró la necesidad implementar medidas sistemáticas para la optimización del material no utilizado en las firmas de EE.UU. (67%); siendo más evidente en las empresas indias (85%).

Zhang (2018), en su estudio “Integración de Lean Construction, BIM y calidad: un nuevo paradigma para la mejora de la calidad de la construcción China” tuvo como objetivo desarrollar un marco de interacción BIM y Lean Construction basado en la calidad para la fase de construcción. La metodología

fue nivel descriptivo- exploratoria, con enfoque cualitativo, con una perspectiva individual, las técnicas de investigación fueron el estudio de casos, y la encuesta, los instrumentos fueron el análisis de archivos y la entrevista semiestructurada. Los resultados fueron que el uso del Lookahead se adoptó para eliminar todas las limitaciones de construcción predecibles, que incluían limitaciones de recursos humanos, materiales y técnicas. Todas las limitaciones potenciales se discutieron con anticipación antes de que comenzara la construcción real; mediante la implementación de la técnica Kanban, se pudo asegurar la calidad de los productos de la construcción y evitó la **sobreproducción** y la realización de **trabajos innecesarios**, es decir que Kanban podría facilitar la estandarización del procesamiento y distribución de materiales en el sitio. Se concluyó que: BIM basado en la calidad contribuye indirectamente a los objetivos de Lean Construction, una plataforma integrada habilitada por BIM ; se confirmó la importancia de integrar Lean Construction y BIM para mejorar la calidad de la construcción.

Ibáñez (2018) en su estudio “Análisis y definición de estrategias para la implementación de las herramientas del Lean Construction en Chile” tuvo como objetivo realizar un análisis de la situación en el país de las prácticas de las herramientas de Lean Construction que se han estado implantando y proponer las estrategias para que estas puedan ser implementadas. La metodología empleada fue la revisión bibliográfica. Los resultados fueron que uno de los principales problemas es el **desabastecimiento de acero** de un diámetro particular y también problemas de **inventario en bodega**, lo que dificultaba tener los **materiales justo a tiempo**, otro de los problemas encontrados fue la **realización de trabajos dos veces** y paradójicamente la **falta de ejecución de algunos trabajos** debido a no contar con las condiciones necesarias. Se concluyó que hay un conocimiento bajo de las herramientas de la filosofía Lean Construction, lo que repercute en la implementación adecuada de las herramientas para aprovecharlas en su máximo potencial.

Díaz (2020), en San José de Cúcuta, Colombia, en su estudio “Lean Construction como estrategia de mejora continua en empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta”. Tuvo como objetivo general: establecer los beneficios que ofrece el Lean Construction como estrategia de mejora continua en las empresas dedicadas a la construcción

de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta. El diseño metodológico fue de enfoque cuantitativo, alcance descriptivo. La población estuvo constituida por 89 empresas dedicadas al rubro construcción, la muestra estuvo conformada por 18 empresas. La técnica empleada fue la observación, la encuesta, el instrumento fue el cuestionario. Los resultados fueron que el 61% de las empresas asumieron el uso de un programa de mejora continua, de manera que el 28% tomaron medidas para la reducción de pérdidas de materiales, el 17% han adoptado medidas para mejorar la flexibilidad en los procesos y 11% realizan análisis para la generación de valor agregado al producto final. De modo que se obtuvo un 17% de adelanto en la entrega del proyecto, la ganancia incremento en un 18%, lo que equivale a un 80% más de lo que se consideró en el presupuesto, la reducción total de accidentes y un incremento en la satisfacción al cliente. Concluyendo que las empresas han implementado medidas de control que permiten tener un mejor control, como en las áreas salud en el trabajo, en el sistema de seguridad, sin embargo, aún no utilizan herramientas como Last Planner, Value Stream Mapping, Lean Project Delivery System, además de no tener programas de medición de pérdidas como la prueba de cinco minutos u otros.

Como **antecedentes nacionales** tenemos a Quispe R (2017). En su estudio “Aplicación de “lean construction” para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017” tuvo como objetivo determinar la influencia de la aplicación de las técnicas de Lean Construction en la productividad durante la ejecución de obras, la metodología fue tipo explicativo; corte transversal; tipo de estudio experimental; diseño cuasi experimental, se empleó población muestral, fueron no probabilístico, definido por dos grupos y el instrumento un cuestionario, los resultados fueron: Mediante el nivel general de actividad: Productivos TP 31%, contributorios TC 41% y no contributorios TNC 27%, aplicando las teorías y técnicas de lean construction se plantean las mejoras para el aumento de la productividad (TP 39%, TC 37% y TNC 24%), se demostró el aumento del trabajo productivo en 8% y con la carta de balance se mejora la productividad en 3%. Se concluyó que se comprueba la aplicación del nivel general de actividad de obra, influye significativamente en productividad durante la ejecución de obras.

Loayza et al., en su tesis titulada “Mejora de gestión de los desperdicios en obras de construcción – edificaciones proyecto “Plaza San Miguel - 2° ampliación” tuvo como objetivo realizar una mejora en la gestión de los desperdicios en los proyectos de edificaciones en la costa. La metodología es de tipo básico descriptivo, de nivel descriptivo, enfoque cuantitativo. La población estuvo conformada por los obreros de la obra, y la unidad de análisis fue la obras de construcción proyecto Plaza San Miguel, La técnica empleada fue la observación, el instrumento fue la ficha de observación de los formatos LC. Los resultados fueron que las herramientas LC, mejoran el porcentaje de cumplimiento de obra, Los tiempos productivos se fueron incrementando a partir de la incorporación de las herramientas LC en semana 18), de 27.70% hasta 35.38%, la semana 22; Se redujo los desperdicios de concreto de 7.24% a 4.69% es decir que hay una mejora del 2.55%, respecto al gasto previsto y el costo gastado en obra, se logró revertir de S/13 258.11 soles de saldo negativo a S/10774.61 soles. Se concluyó que las herramientas LC proveen información suficiente para evaluar la productividad, permitiendo un mayor control para la obtención de ratios más precisos, así mismo la carta balance es importante para identificar la productividad en las cuadrillas, la capacitación constante en el manejo de las herramientas es lo que permite obtener mejores resultados respecto a la productividad. El Last planner, mejora el porcentaje de plan cumplido.

Llerena D. En su estudio “Mejora de la productividad aplicando las herramientas Lean Construction en la ejecución del Edificio Liberty de 20 pisos en la etapa de casco estructural ubicado en el Distrito de Pueblo Libre” tuvo como objetivo Implementar la metodología Lean Construction para una mejora de la productividad en la construcción, la metodología fue de enfoque cuantitativo, tipo descriptivo, de nivel descriptivo, diseño no experimental, longitudinal y prospectiva, se empleó de población la edificación multifamiliar y el instrumento herramientas Lean Construction, los resultados fueron: Se pudo obtener el ahorro en el presupuesto total de encofrado de placas de 4.64% y en acabado pulido de losa de 4,76% del presupuesto meta. Se concluyó que La aplicación constante del seguimiento de las herramientas del Lean Construction incrementa de manera significativa, la confiabilidad de su planificación, se corroboró un

incremento de la productividad para los rendimientos, a pesar de que, inicialmente, estaba por debajo de lo previsto en la planificación.

Torres L (2018). En su estudio “El Lean Construction y la gestión por proceso en acondicionamiento de agencias de la CMAC Huancayo S.A.” tuvo como objetivo describir y determinar la relación del Lean Construction y la Gestión por proceso en acondicionamiento de agencias nuevas, la metodología fue aplicada, donde se empleó el método descriptivo correlacional, la población fue todo el Procedimiento de acondicionamiento de agencias nuevas de la CMAC Huancayo y el instrumento fue la herramienta del Last Planner, los resultados fueron: reducción en tiempo de hasta 3 a 4 semanas menos del promedio normal que se tenía sin la aplicación del Lean Construcción, el cual es lo esperado debido a que el procedimiento no contemplaba algunos aspectos que referente a la planificación el cual nos lo da el Lean Construction, Se concluyó que existe relación significativa en tiempo entre Lean Construction y la gestión por procesos tradicional, en el acondicionamiento de agencias de la CMAC Huancayo S.A.

Ninahuaman Y (2016). En su estudio “El sistema lean en la administración de los procesos de proyectos de construcción de obras civiles de la Empresa ABC S.A. 2015” tuvo como objetivo Determinar las características de la Gestión de los Procesos que articulan las diferentes áreas en los proyectos de construcción que realiza la empresa bajo estudio, la metodología fue nivel descriptivo- exploratoria, la población fue una empresa del sector construcción y el instrumento fue Aplicación del Lean a la gestión de proyectos de construcción de obras, los resultados fueron: Con la aplicación de Lean aumentará el índice de productividad de cada uno de los empleados y de los procesos en general, Se concluyó que las empresas constructoras reportan una movilidad permanente, porque sus centros de producción son temporales en ubicación y tiempo. Cada centro de producción tiene como producto un único resultado acorde a la necesidad específica de cada cliente.

Tucto G. en Tarapoto 2017, en su estudio titulado “Metodología de aplicación de la filosofía Lean Construction y Last Planner System en la región San Martín”. El objetivo general fue: transmitir los conceptos teórico-prácticos con la aplicación de la filosofía Lean Construction y Last Planner System como herramienta de planificación de proyectos en la Región San Martín. La

metodología fue tipo correlacional descriptivo, nivel de estudio explicativo, el diseño de investigación fue transversal o transaccional. La muestra en estudio fue un proyecto de edificación hospitalaria (Centro de Salud Tipo I-4) dentro del sector construcción para la Región San Martín. La técnica empleada fue la observación el instrumento fueron la herramienta Lean, los formatos preestablecidos de planes diarios y controles de productividad. Se obtuvieron los siguientes resultados que se logró un PPC de 70% de lo que se había planificado frente a lo verdaderamente ejecutado. Concluyendo que la empresa pudo implementar el sistema en un 71% que se tradujo en un conocimiento más concreto de las restricciones en las actividades que se llevaron a cabo en el corto y mediano plazo, la gestión de conocimiento y lecciones aprendidas son el mejor logro de la implementación.

Manrique Y. en Lima 2017, en su estudio titulado “Diseño de un modelo de gestión para mejorar la rentabilidad mediante el incremento de la productividad y el control de los costos en proyectos de construcción” El objetivo fue diseñar y aplicar un modelo de gestión para mejorar la rentabilidad en los proyectos de construcción en obras civiles. La metodología fue aplicada, enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo, explicativo, de diseño no experimental. La muestra estuvo conformada por el caso de una empresa con representación en todo el país, que realizo actividades en La Gloria, Horacio Zevallos y Anexos en el Lote 10 y Frent. Los resultados evidencian que el Porcentaje de Confiabilidad (PPC) promedio pasó de 64% a 98% y la productividad aumenta en 5% (instalación de línea de agua), 16.67% (alcantarillado) y 45.9% en buzones. Concluyendo que la implementación de Lean Construction incrementa la productividad significativamente.

Quiñonez E. en Arequipa 2019, en su estudio titulado “Mejoramiento del desempeño de la construcción al implementar Lean Construction en el control de la producción en una obra de infraestructura aérea en Arequipa, Perú, en el año 2017” El objetivo general fue: Comprobar si el desempeño de la construcción mejora cuando se implementa Lean Construction en el control de la producción, en una obra de infraestructura aérea en Arequipa, Perú, en el año 2017. La metodología fue tipo cuantitativa, nivel de estudio explicativo, el diseño metodológico de la investigación fue pre-experimental. La población estuvo constituida por las obras de infraestructura aérea en La joya, Arequipa. Las

técnicas que se emplearon fueron la observación, la revisión documental y el registro de datos, el instrumento empleado fue la comparación cuantitativa. Los resultados evidenciaron que uso de las herramientas Lean produjo un incremento en el SPI promedio en un 22.2%, en el CPI promedio en 10.7%, además en una disminución en el trabajo no contributivo de manera global, una disminución del 3% en trabajos contributivos, y un aumento del 13% de los trabajos productivos, se disminuyó en un 2% el rehacer los trabajos, por ultimo las esperas se redujeron hasta en un 9%. Concluyendo que implantar Lean en el control de la producción tiene un efecto significativo positivo en los indicadores de gestión: tiempo y costo, además de mejorar los indicadores de producción, en consecuencia, mejoraron los indicadores de la calidad, sin embargo, el efecto en los indicadores de la calidad no pueden asegurarse.

Dentro de la definición de **marco teórico** para una investigación, según Yedigis y Weinbach (2005) citado en Hernández, Fernández y Baptista (2014), El desarrollo de la perspectiva teórica es un proceso y un producto. Un proceso de inmersión en el conocimiento existente y disponible que puede estar vinculado con nuestro planteamiento del problema, y un producto (marco teórico) que a su vez es parte de un producto mayor: el reporte de investigación. (p. 75).

Una vez planteado el problema de estudio (es decir, cuando ya se tienen los objetivos y preguntas de investigación) y cuando además se ha evaluado su relevancia y factibilidad, el siguiente paso consiste en sustentar teóricamente el estudio. (Hernández, Méndez y Mendoza 2014).

Entendiendo que la industria de la construcción es un sector importante en el desarrollo económico de un país, de acuerdo a INEI (2020) citado por el Ministerio de vivienda del Perú, este sector aporta el 5,6 % del índice de la Producción Nacional y aunque durante los 10 primeros meses pandemia hubo una caída del 16.7% del PBI, el mes de enero logró recuperarse y repuntar lo que permite pronosticar un incremento del 19.4%, lo que lo convierte en el sector que más rápido se está recuperando. (Cámara de comercio de Lima ,2021), de manera que su trascendencia en el progreso económico del país es evidente, por lo que resulta importante que las empresas constructoras y los que están relacionados con este sector encuentren sistemas que permitan gestionar mejoras, en los procesos de planificación, ejecución y entrega de los proyectos.

En esta situación muchas empresas a lo largo de los años han venido probando sistemas de gestión, siendo Lean Construction el que mejor se adapta y mejores resultados ofrece. (Pons y Rubio, 2019 p, 9-12).

De manera que la presente investigación se fundamenta en los resultados óptimos que la aplicación de las herramientas Lean Construction han traído a aquellas empresas del rubro construcción que lo han implementado. Todo esto partiendo de la filosofía “**construcción sin pérdidas**” que el sistema de gestión propone. De acuerdo a Pons (2014) La filosofía Lean surge en los años 90, siendo el sector automóvil, quien lo implementa llamándole Lean Manufacturing, que con el correr del tiempo se fue implementando a otras industrias y sectores. Lean Construction surgió a nivel académico en el año 2000 sin embargo su implantación empezó en el 2007, en los Estados Unidos, cuyos resultados han demostrado que las empresas del sector que lo han implementado han conseguido incrementar sus niveles de rendimiento respecto a la reducción de costes, aumento en la productividad, el nivel de calidad ha mejorado significativamente, mejoras en la gestión de riesgos, cumplimiento de los plazos de entrega y un mayor grado de satisfacción de los clientes.

Es Kokesla quien en 1992 propone que la construcción es un sistema de producción que se basa en proyectos cuya planificación, es incierta y un errado concepto o idea de la producción, puesto que presenta problemas en la productividad, la seguridad ocupacional, las condiciones laborales, la escasez de mano de obra calificada, la calidad que es insuficiente y las soluciones que se proponían no eran las más adecuadas para el sector. (Kokesla, 1992, p. 4). De modo que basándose en la industria automotriz japonesa de los años 1950s específicamente la que Taiichi Ohno propuso en Toyota, que consiste un sistema de producción donde se elimina los inventarios y otros desperdicios a través de la producción por lotes pequeños, tiempos de preparación reducidos, máquinas semiautomáticas, colaboración con los proveedores y otras técnicas, las cuales en colaboración de Deming, Juran y Feigenbaum, mejoraron un método estadístico de aseguramiento de la calidad que incluye círculos de calidad y otras herramientas para el desarrollo de toda la empresa. (Kokesla, 1992, p. 5).

Para el **Marco conceptual**, es relevante señalar que según el Lean Construction Institute Perú, se trata de un sistema enfocado en las relaciones basadas en compromisos y responsabilidad, los cuales mejoran

significativamente la confianza, de manera que logra integrar los equipos de trabajo mediante herramientas colaborativas y busca formas para eliminar el desperdicio, estos equipos tratan de mejorar mediante la reflexión. Por lo que se puede decir que los procesos Lean tienen como finalidad eliminar la variación y crear un flujo de trabajo continuo, fomentando de manera significativa la previsibilidad, así como el respeto a todos los que colaboran con el proyecto. (Lean Construction Institute Perú, 2021. p. 15-17).

Para tener un entendimiento más claro de lo que consiste esta filosofía y los entornos en los que se desarrolla, es importante adentrarnos a los primeros años de formación de la misma.

Henry Ford en el año 1908, produjo el Ford Modelo T, un automóvil creado para el ciudadano americano promedio, donde cupiera toda la familia y de mantenimiento sencillo y que sea posible repararlo, puesto que por aquella época eran pocos los que se atrevían a tener un auto debido al alto costo para adquirirlo a alto costo de mantenimiento y reparación.

Este vehículo a diferencia de los que circulaban en el mercado era que tenía un valor agregado, un modelo basado en bandas transportadoras, que permitían ensamblar al vehículo sobre las bandas y no era necesario que los trabajadores se desplacen. De modo que el tiempo de ensamblado era 2.5 horas en lugar de las 12 horas con las que se hacían en la época, además de cambiar algunos materiales y autopartes, creando con ello la estandarización de autopartes, esto además creó la necesidad de mano de obra calificada, lo que redujo considerablemente los costos en la elaboración de vehículos. De este innovador modelo de producción se pueden resaltar las siguientes características: (Admigestion, 2020, p. 1.)

La Organización que se implantó fue un sistema de producción poco tradicional, lo que se puede considerar un riesgo pero que resultó de gran beneficio pues redujo el costo de producción de los vehículos hasta en un 90%, lo que permitió que los vehículos fueran asequibles para los ciudadanos promedio.

Henry Ford se propuso la reducción del uso de herramientas durante el ensamblaje de vehículos, lo cual fue posible debido a la estandarización de las partes de los vehículos, debido al uso de máquinas estandarizadas, logrando

una reducción en los costos de producción, lo que redujo significativamente los costos de venta.

El auto que propuso fue un boom en los Estado Unidos, proponiendo la filosofía de que el automóvil no es un lujo sino una necesidad, debido a lo se hizo accesible a la clase trabajadora y a que su mantenimiento y reparación de los vehículos fue significativamente menos costosa. TPS (Toyota Production System): Lean Manufacturing

Es durante el siglo XX, que en Japón emerge la primera idea de Lean Manufacturing por el fundador de Toyota, Sakichi Toyoda quien tuvo la idea de crear un dispositivo que le permitiera detectar los problemas así como ocurría en los telares y que podía alertar a los obreros cuando se rompían los hilos de una máquina, esto permitió a Sakichi Toyoda, automatizar el trabajo que era antes manual, pero añadió un elemento de capacidad de detección de error en la máquina "Jidoka". La producción paraba cuando un elemento fallaba, evitando que se produzcan errores; de modo que permitió que un único operario controle varias máquinas, logrando un incremento significativo en la productividad. Su método se basó en crear una situación ideal de integración, donde máquinas, instalaciones y personas trabajen juntos para añadir valor, eliminando los desperdicios, esto a través de metodologías y técnicas para eliminar los desperdicios entre las operaciones efectuadas sean estas en línea o procesos, método que se denominó Just in Time (JIT). Posteriormente fue Eiji Toyoda quien implementó y consiguió incrementar la productividad de los trabajadores, añadiendo valor al sistema Just in time, estableciendo el Toyota Production System (TPS), basado en lo que los clientes demandaban y a medida de las solicitudes, implementando además un cambio de herramientas mediante el sistema Single-Minute Exchange of Die (SMED) y otras técnicas que posibilitaron las mejoras del TPS y sentaron los cimientos del espíritu con que Toyota crea las cosas.

Lean Production o solo Lean, se desarrolló en 1950, el termino fue acuñado por John Krafcik en su artículo de 1988 "El triunfo del **sistema** Lean Production", el cual se inspiró en su tesis para maestría, que posteriormente dio origen a uno de los libros más vendidos internacionalmente, escrito conjuntamente con James P. Womack, Daniel Jones y Daniel Ross titulado "The Machine That Changed the World" en español la "Maquina que cambió al

mundo”, de modo que ellos definieron a Lean Production (LP), como una forma completamente novedosa de hacer las cosas, en ese sentido se referían a LP como un método bastante diferenciado a la producción en masa de aquella época (1950), de modo que llegó a ser el sistema más difundido para fabricar automóviles, dadas las características particulares del mercado europeo. Siguiendo con la misma idea, el objetivo del sistema de producción de Toyota TPS es maximizar el valor eliminando el desperdicio. Liker y Morgan (2006) ampliaron su significado para incluir un método para definir, organizar y gestionar operaciones, denominándolo precursor de Lean Manufacturing (LM) o, mejor aún, “El ejemplo más conocido de procesos lean en acción”.

La mejor manera de representar esto de acuerdo a los científicos es usar la metáfora de una casa (ver Figura 1), en la que se detallan los elementos principales de la estructura y rol que juega cada una de estas partes dentro de ella. En ese sentido LM necesita sólidos cimientos que lo establezcan de modo que cada parte debe ser fuerte y coherente con el sistema. En tal sentido el techo de la casa vendría a representar el objetivo final del sistema TPS, que no es otro que ensamblar productos con la mayor calidad posible, manteniendo los costos bajos, y minimizando los tiempos de espera, así como eliminar la latencia entre el inicio y la ejecución de un proceso.

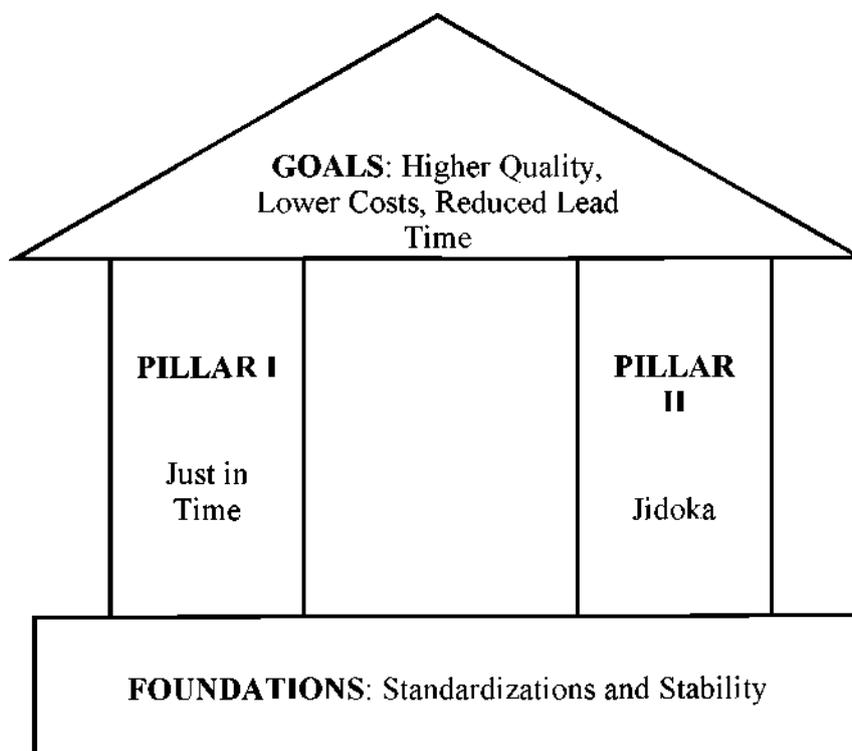


Figura 1. The TPS house

Existe la idea genérica que la calidad y los costos son inversamente proporcionales, pero desde el punto de vista de TPS ambos se encuentran estrictamente correlacionados positivamente. En particular, los procesos de trabajo de alta calidad pueden reducir significativamente la necesidad de **trabajos rehechos**, reduciendo tanto el tiempo de entrega, como los costos de producción, teniendo en cuenta que, aunque algunas actividades pueden generar desperdicio, aún son necesarias. De ahí que, para alcanzar sus objetivos, TPS implemente una serie de estrategias basadas en los dos pilares de la casa: Just In Time (JIT) y Jidoka. Es decir que el sistema completo TPS, funciona como una casa, y como tal necesita cimientos sólidos, que para el sistema serían la estabilidad y estandarización de procesos para facilitar la implementación correcta de las técnicas LM. En ese sentido los esfuerzos que se realizan contribuyen a la sostenibilidad de los sistemas; de modo que la estabilidad y la estandarización garantizan que cada una de las actividades se realice de forma correcta, toda y cada una de las veces que se realicen, siendo esto trascendental, puesto que las mejoras no podrían realizarse sin la existencia de **procesos estables**.

La filosofía y herramientas de Lean Manufacturing (LM), tienen como meta eliminar el desperdicio, y maximizar el valor acumulado para la satisfacción del cliente final, a través de procesos operativos ordenados y coherentes, implementando un conjunto específico de principios y técnicas. En ese sentido se puede decir que LM, es un movimiento filosófico que está basado en herramientas y técnicas, pero que además busca la transformación de las mentes organizacionales para encumbrarlas al éxito. (Bhasin y Burcher, 2006).

Es importante que para LM, tal como aseguran Kotler y Armstrong, (2010), el valor es el elemento que diferencia a un producto de sus competidores, y se define por la disposición de los clientes a pagar por él. De manera que el valor de un producto será de más valor para los clientes, únicamente si se percibe como una solución a sus necesidades y lo que realmente desean. En consecuencia una empresa tiene que investigar aquello que los clientes necesitan o requieren, como aquello que no desean, para crear valor y entregarlo al objetivo indicado. En ese sentido de acuerdo a Womack y Jones (2003), las

empresas necesitan eliminar todos los desechos, donde el desperdicio es cualquier actividad humana que absorbe recursos pero no crea valor.

Las características del sistema eran:

La reducción de tiempos de instalación fue la finalidad del sistema es eliminar aquellas prácticas que no aportan valor, pero que demandan mano de obra.

Producción en lotes pequeños, La finalidad de las herramientas Lean han sido diseñadas para evitar grandes gastos en maquinaria de alta velocidad, mayores inventarios y costos mayores por fallas en los vehículos.

Calidad en la fuente, Puesto que la intención es encontrar soluciones a tiempo, justo en el momento en que ocurren y no postergarlas, lo que las volvería más costoso corregir los imperfectos.

Participación de los empleados, Esto se logró formando equipos de trabajo, de manera que estos se sintieron influenciados a aportar no solo la mano de obra sino con ideas para mejorar la producción.

Para entender mejor porque la investigación propone a LC, como un método de gestión para eliminar el sobre procesamiento y los trabajos innecesarios, es importante entender la naturaleza de la industria de la construcción, en ese orden de ideas de acuerdo a Burtonshaw-Gunn (2009), la industria de la construcción está relacionada con la planificación, regulación el diseño, la fabricación, construcción así como el mantenimiento de edificios y diversas estructuras. También Druker y White (1996), definen a la industria de la construcción como la industria que comprende nuevos trabajos de construcción, y demolición en general, la reparación de edificios, obras de ingeniería civil, instalación de accesorios y trabajos de culminación de edificaciones. Así mismo se incluye otras obras de ingeniería, como la construcción de las plantas de proceso, de modo que aún hay campos dentro de la construcción que guardan relación con otros rubros, cuya delimitación entre una y otra industria no están claras.

Es decir que la construcción incluye el montaje, reparación y demolición de diversos objetos como oficinas, tiendas, casas, puentes, como también ampliación de viviendas, fabricas, aeropuertos, etc., haciendo uso de tecnologías específicas para cada situación, sin embargo, surgen inconvenientes o problemas cuando las empresas se limitan a un tipo de construcción o tecnologías.

Es importante también indicar que la industria de la construcción trasciende a sus actividades y tiene nexos con otras actividades como proveedores de materiales básicos tales como cemento y ladrillo, la industria de fabricación de maquinarias y equipos que se utilizan en la obra, tales como grúas y excavadoras, fabricantes de puertas, ventanas, y el personal que trabaja tales como gerentes de proyecto, topógrafos que forman parte del ensamblaje general, así como desarrolladores, arquitectos, quienes diseñan nuevos proyectos, además gerentes de instalaciones los cuales mantienen la propiedad y los proveedores de servicios complementarios que realizan trabajos de distribución, transporte, disposición, demolición y limpieza.

También se puede señalar que la industria de la construcción se caracteriza generalmente por una baja productividad, sobrecostos, errores de horario, mala reputación, escasez de mano de obra calificada y poca seguridad (Nash et al., 2002; Health and Safety Executive, 2013).

Según Harvey y Ashworth (1993), hay ciertas características de la industria de la construcción que distinguen de otras industrias. Thomassen (2004) también comparte la misma idea; de modo que se pueden incluir:

- La naturaleza física del producto (Harvey y Ashworth, 1993; Thomassen, 2004)
- El producto normalmente se fabrica en las instalaciones del cliente, es decir, el lugar donde se construye (Harvey y Ashworth, 1993; Thomassen, 2004; Fellows et al., 2002).
- Diversos proyectos son diseños únicos y carecen de cualquier modelo prototipo disponible (Harvey y Ashworth, 1993; Thomassen, 2004; Fellows et al., 2002)
- La disposición de la industria, donde el diseño normalmente ha estado separado de la construcción (Harvey y Ashworth, 1993; Thomassen, 2004; Fellows et al., 2002; Emmerson, 1962)
- La organización del proceso de construcción (Harvey y Ashworth, 1993; Thomassen, 2004)
- Los métodos utilizados para la determinación de precios (Harvey y Ashworth, 1993; Thomassen, 2004)

Otro aspecto importante de la industria de la construcción moderna es su enfoque hacia la sustentabilidad, cuya mejora se puede lograr enfocándose en: minimizar el impacto ambiental, maximizar los beneficios económicos y minimizar el impacto sociocultural (Bourdeau et al. 1998), al respecto Mihelcic et al. (2003), Señalan que la sustentabilidad es el diseño de sistemas humanos e industriales para asegurar que el uso de los recursos naturales y los ciclos por parte de la humanidad no conduzcan a una disminución de la calidad de vida debido a pérdidas en las oportunidades económicas futuras o impactos adversos en las condiciones sociales, la salud humana, y el medio ambiente. En ese sentido el término construcción sostenible aborda de manera más completa los problemas ecológicos, sociales y económicos de un edificio en el contexto de su comunidad (Kibert, 1994b). Wyatt (1994) ha considerado que la construcción sostenible incluye la evaluación "de la cuna a la tumba", que incluye la gestión de la capacidad de servicio de una instalación durante su vida útil y la eventual deconstrucción y reciclaje de recursos para reducir el flujo de desechos generalmente asociado con la demolición. Para tal fin se pueden seguir los lineamientos del UK DTI (2004) que indican que la construcción debe considerar, un diseño para residuos mínimos, Lean Construction para minimizar residuos, minimizar el gasto energético en la construcción, eliminar la contaminación, etc. En ese sentido estos lineamientos se asemejan a lo planteado en nuestra investigación referente al uso de herramientas Lean para reducir el sobre procesamiento y los trabajos innecesarios, lo que tendrá a su vez un impacto en la sustentabilidad disminuyendo el impacto ambiental que la construcción podría causar.

De lo anterior tal como propone Manrodt et al., (2008), "Lean es un enfoque sistemático para mejorar el valor para el cliente al identificar y eliminar el desperdicio (de tiempo, esfuerzo y materiales) a través de la mejora continua, haciendo fluir el producto a la fuerza del cliente, en busca de la perfección". Por ello es importante que se especifique porque las herramientas de Lean son efectivas en la industria de la construcción y como ellas pueden enfocarse en la disminución de la sobreproducción y los trabajos innecesarios.

Cabe señalar que LC en propósito es similar a las prácticas actuales de la industria de la construcción, cuyo propósito es satisfacer las necesidades del cliente, a la vez que intentan reducir el desperdicio de todos los recursos, la

diferencia se encuentra en que LC se basa en principios de LM, por lo que tiene mejores resultados en proyectos grandes y complejos, sin embargo es preciso indicar que algunas herramientas LC, presentan limitaciones, como consecuencia de la naturaleza de los proyectos.

Eriksson (2010), señala que LC se enfoca en seis elementos reducción de desperdicios, proceso de planificación y control de la producción, en el cliente final, la mejora continua, relaciones de cooperación, y la perspectiva de sistemas.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

La investigación por su tipo es **básica descriptiva**, dado que el investigador tiene como propósito conocer la realidad de la aplicación de las herramientas de la filosofía Lean, para reducir la sobreproducción y los procesos innecesarios, consecuentemente contribuir con el conocimiento del funcionamiento de estas herramientas en estos dos aspectos específicos de la ejecución de un proyecto, y su influencia en la mejora de la productividad de viviendas. Al respecto Nieto (2017, p. 2) indica que la investigación básica descriptiva es una investigación de mayor nivel que la exploratoria, cuya intención es recopilar datos e información para probar hipótesis o responder preguntas sobre la situación actual de los objetos de estudio.

Por su **enfoque es cuantitativa**, en la investigación se utiliza cuando se desea responder las interrogantes de la investigación y probar las hipótesis planteadas, por ello se da a través de procesos concatenados o secuenciales, los cuales no pueden eludirse; de manera que para su ejecución requiere mucha rigurosidad, puesto que surgiendo de los objetivos de la investigación y los problemas de la misma, es necesario que se cuente con una exhaustiva revisión bibliográfica, lo que conllevará a la construcción del enfoque conceptual, el marco teórico, que ayudarán valga la redundancia en el establecimiento de las preguntas de la investigación, la hipótesis, la determinación de las variables y el plan que se seguirá para demostrarlas. Hernández, Fernández y Baptista (2014, pp. 4, 128). En ese sentido la presente investigación es cuantitativa puesto que pretende recopilar, analizar, procesar y cuantificar la información con la finalidad

de medir la productividad y así establecer si al utilizar las herramientas Lean construcción en dos aspectos puntuales como son la sobreproducción y los trabajos innecesarios, influyen en los niveles de productividad.

La investigación por su **alcance es descriptiva**, dado que las evidencias bibliográficas y antecedentes, señalan que aunque se han realizado estudios sobre las herramientas LC, en las etapas de planeación, diseño, ejecución etc., han abarcado la productividad desde una perspectiva global, analizando de manera somera el impacto en 8 desperdicios, los cuales influyen en la productividad, sin embargo, la presente investigación tiene como propósito describir las características de la sobreproducción y los trabajos innecesarios y la influencia de estas dos variables en la productividad. En ese sentido esto se asemeja a lo que Hernández, Fernández y Baptista (2014) señalan: la investigación de alcance descriptiva, indica las propiedades, las características, y perfiles, de los individuos, grupos, procesos, objetos, u otros fenómenos que se desee analizar, de modo que su intención es recoger la información sobre los conceptos de las variables y no busca encontrar si existe una relación entre ellas. (p. 92)

Por su diseño es no experimental, transversal descriptiva.

No experimental porque el investigador no manipula intencionalmente la variable estudiada, sino que recoge la información tal como se da en su ámbito natural. En ese sentido Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 152) indican que en los diseños experimentales el investigador no manipula las variables de forma deliberada o intencional, sino que se observan los fenómenos tal como ocurren en su ambiente natural, para analizarlos. De modo que en este tipo de estudio no se generan situaciones, sino que el investigador observa las situaciones ya existentes, es decir que el investigador no provoca ninguna situación.

Es transversal puesto que el investigador recoge la información, analiza los datos de las variables, en un periodo de tiempo. En ese sentido la presente investigación será de corte transversal puesto que recopilará la información en un espacio de tiempo determinado en dos obras distintas.

3.2. Variables y operacionalización.

Definición conceptual:

De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2014), una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse. (p. 105)

a) Variable independiente: Herramientas de la filosofía Lean Construction,

Lean construction se enfoca en generar mediante la planificación de la producción la optimización de las actividades que agregan valor a un proyecto constructivo, mejorando el flujo de trabajo, creando un ambiente de confianza y transparencia, promoviendo el trabajo en equipo para enfrentar los problemas que influyen en la productividad, reduciendo o eliminando actividades que no contribuyen al proceso.

Las dimensiones se diseñaron de acuerdo a los objetivos planteados: Last Planner System (LPS), Carta Balance (CB) y Análisis de Valor Ganado (AVG)

Last Planner System (LPS) es una técnica que da forma al flujo de trabajo y aborda la variabilidad del proyecto en la construcción. Es un sistema de control de producción que enfatiza la relación entre programación y control de producción para mejorar el flujo de recursos (Ballard, 2000; Fewings, 2013). El último planificador es la persona o grupo responsable de la planificación operativa, es decir, la estructuración del diseño del producto para facilitar la mejora del flujo de trabajo y el control de la unidad de producción, es decir, la finalización de las asignaciones individuales a nivel operativo (Ballard, 2000). Las personas, la información, el equipo, los materiales, el trabajo previo, el espacio seguro y el entorno de trabajo seguro son los siete flujos necesarios para unirse en el lugar de trabajo para permitir que fluya la transformación de la construcción. El Last Planner System (LPS) gestiona los siete flujos mediante la construcción de relaciones, la creación de conversaciones y asegurando **compromisos de acción** en el nivel correcto en el momento adecuado durante todo el proceso (Mossman 2008). Según Ballard y Howell (1994), el uso de herramientas basadas en Lean como Last Planner reduce las tasas de accidentes. El objetivo de Last Planner System según Ballard (1997) es mejorar la productividad eliminando barreras al flujo de trabajo. Una de las principales ventajas es que

reemplaza la planificación **optimista** por una planificación **realista** al evaluar el desempeño de los **últimos planificadores en función de su capacidad para lograr sus compromisos (Salem et. Al, 2005).**

Nivel de Carta de balance de cuadrilla (NCB), la carta balance tiene como propósito realizar un análisis de la eficiencia del método constructivo que se utiliza, por ello no se enfoca demasiado en el trabajo de los obreros, sino que busca mejorar los métodos que se utilizan para hacerlos más eficientes. Las medidas observacionales realizadas deben ser como mínimo 384 para asegurar un porcentaje de confiabilidad de 95%.

Valor Ganado, el éxito de un proyecto está condicionado por los tres parámetros que lo definen: el alcance, el tiempo y el coste. Por tanto, pese a que los costes no son la única estrategia para el éxito de una empresa, si es una variable clave para el equilibrio de estos tres factores.

Según el Project Management Institute (PMI), "la Gestión de los Costes del Proyecto incluye los procesos involucrados en la planificación, estimación, preparación del presupuesto y control de costes de forma que el proyecto se pueda completar dentro del presupuesto aprobado." (PMBOK. Tercera edición, 2004)

Así, por tanto, el control de costes se basa primordialmente en comparar dónde está económicamente el proyecto frente a dónde debería estar.

Una de las técnicas que integra en sus índices la valoración del alcance, los costes y el plazo es la del Valor Ganado, sin embargo, es un método generalmente aplicado para el seguimiento de los costes y su interrelación con el progreso del proyecto.

Esta técnica podría decirse que aparece por primera vez en las primeras fábricas americanas, donde los Ingenieros Industriales definieron la variación de costos como la diferencia entre el costo actual gastado comparado con los estándares ganados que se alcanzaban. Pero es el fundador del primavera, Joel Koppelman, quien estudió más de 200 proyectos en busca de unos índices que permitieran proyectar los costos finales del proyecto basándose en el desempeño actual, haciendo público este estudio en el año 2000.

Se trata de un método muy ambicioso que ofrece una información muy útil al director del proyecto y a su equipo. Sin embargo, su implantación requiere de

cierto esfuerzo inicial que supone adaptar la organización, y algunos especialistas lo recomiendan en proyectos de un cierto volumen y complejidad, que en opinión de los expertos es una técnica que puede ser empleada en cualquier tipo de proyecto sea cual sea su dimensión.

Cuadro 1. Indicadores de la gestión del valor ganado EVM

Medida de desempeño	Sigla	Fórmula	Interpretación
Variación del cronograma	SV	$SV=EV-PV$	SV > 0 Adelanto SV < 0 Retraso
Variación del costo	CV	$CV=EV-AC$	CV > 0 Ahorro CV < 0 Sobrecosto
Índice del desempeño cronograma	SPI	$SPI=EV/PV$	SPI > 1 Adelanto SPI < 1 Retraso
Índice del desempeño costo	CPI	$CPI=EV/AC$	SPI > 1 Ahorro SPI < 1 Sobrecosto

Variable Productividad

De acuerdo a Sladogna, la productividad, es un indicador de uso eficiente de los recursos que posee una empresa, tales como trabajo, mano de obra, capital, materiales, tierra, energía, para la creación de un producto o servicio. Es decir que permite aumentar la producción de la empresa.

Otro concepto más preciso para definirla es el de Medina quien la señala como la relación que hay entre el volumen total de producción y los recursos que se utilizaron para alcanzar dicho nivel de producción. (Medina, 2010, p. 109-110).

3.3. Población muestra y muestreo:

Población:

De acuerdo a Tamayo (2012, p. 176), se refiere a la totalidad del fenómeno que se va a estudiar es decir que se considera a cada una de las unidades de análisis que forman parte del fenómeno. El cual será cuantificado para la realización del estudio formando un conjunto de N objetos, los cuales poseen características similares.

La población es el conjunto de objetos, sujetos, etc., los cuales tienen características similares, que permiten agruparlos, de los cuales se desea conocer algo.

La presente investigación tendrá como población a todos aquellos individuos que trabajan en el sector construcción, para ser consultados respecto a la productividad en la ejecución de las obras.

Muestra: De acuerdo a Tamayo (2012, p. 176), la muestra es la parte representativa de una población, se fundamenta en el principio básico de la parte que representa al todo pues posee características que representan a la población. Así mismo indica Tamayo que lo más importante de este aspecto es determinar el tamaño de la muestra.

Muestreo: De acuerdo a Tamayo (2012, p. 177), está relacionado con las unidades que debe el investigador escoger las unidades representativas, que analizará para la obtención de datos que le posibilitarán conjeturar respecto de la población que estudia.

La muestra estuvo constituida por 20 personas que trabajan en el sector construcción.

El muestreo fue de tipo no probabilístico, por conveniencia, puesto que únicamente participaron, personas mayores de 18 años, que estuvieran dispuestas a contestar un cuestionario, elaborado por los investigadores.

Unidad de análisis

La presente investigación tendrá como unidades de análisis 2 proyectos escogidos por conveniencia de edificación de vivienda de la empresa Nole. En uno de los cuales se aplicó la filosofía LC y el otro, servirá para la realización de diagnóstico y contraste entre el método de construcción tradicional y la filosofía LC:

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Las técnicas son las herramientas, los procedimientos e instrumentos que el investigador utilizaría en su investigación con el fin de obtener la información, que le permita evaluar la variable estudiada, de acuerdo a los protocolos que establece la metodología empleada.

Las técnicas que se emplearán serán:

La técnica de **observación** es la técnica más empleada por los observadores, consiste en observar con rigurosidad un hecho o fenómeno ocurrido, para recopilar la información que se necesita sobre él, para registrarla y posteriormente someterla a un análisis. El investigador la utiliza como su técnica en la obtención de mayoría de datos.

Cuestionario sobre la productividad

Herramienta diseñada para medir la productividad de las obras.

Este cuestionario consta de 26 preguntas, cuyas alternativas de respuesta han sido efectuadas en escala Likert, de manera que se dan 5 opciones cada una con un valor determinado.

Escala de calificación cuestionario de productividad en obra: Escala Likert

Tabla 1. Puntuación del cuestionario

Nunca = 1	Cuando no ha realizado nunca la actividad
Casi nunca = 2	Cuando ha realizado la actividad rara vez
Pocas veces = 3	Cuando ha realizado la actividad rara vez, pero aún dista de considerarse algo habitual.
A veces = 4	Cuando ha realizado la actividad y está encaminado a hacerse con regularidad.
Siempre = 5	Cuando ha realizado la actividad conforme a las indicaciones de regularidad.

Las preguntas 21, 22 y 23, 24, 25, 26, tienen puntuación inversa. (Nunca = 5), (Casi nunca =4), (Pocas veces=3), (A veces=2), (Siempre =1)

Total, de Ítems 26

Mínima puntuación: será 26, cuando no ha realizado nunca la actividad

Máxima puntuación: será 130, Cuando ha realizado la actividad conforme a las indicaciones de regularidad.

Tabla 2. Nivel de productividad

Rango	Niveles	Comentarios
0 - 26	Muy bajo	Esta puntuación evidencia que las obras no presentan características que promuevan la productividad.

26 - 52	bajo	Esta puntuación evidencia que las obras presentan pocas características que promuevan la productividad.
52 - 78	Medio	Esta puntuación evidencia que las obras presentan algunas características que promueven la productividad.
78 - 104	Alto	Esta puntuación evidencia que las obras presentan características suficientes que promueven la productividad.
104 - 130	Muy alta	Esta puntuación evidencia que las obras presentan características más que suficientes que promueven la productividad.

Fichas de observación herramientas de la filosofía Lean Construction)

Lean construction nos proveerá de herramientas ya diseñadas para tal fin; Last Planner, Carta Balance, Análisis de Valor Ganado.

Cuadro 2. Herramientas Lean Construction

HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION		
HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN	USO EN LA INVESTIGACIÓN
Last Planner Systema	<p>El LPS está especialmente diseñado para mejorar el control de la incertidumbre en los proyectos de construcción, complementando y enriqueciendo los métodos tradicionales de planeación (Rodríguez, Alarcon, & Pellicer, 2011). Es un sistema de planificación y control de la producción que busca maximizar el valor del proceso constructivo, disminuyendo la variabilidad en el flujo de trabajo (Hoyos & Botero, 2017). La implementación del enfoque Lean Construction ha permitido que muchas de sus técnicas se trasladen a lo largo del proceso proyectual, introduciéndose en la viabilidad, diseño, contratación, ejecución de obra, suministro, subcontratación, etc., y modificando sustancialmente las relaciones entre los diferentes participantes (Rodríguez, Alarcon, & Pellicer, 2011).</p> <p>El LPS aumenta la confiabilidad de los proyectos, introduciendo planificaciones intermedias y</p>	<p>Para el desarrollo de la metodología, Hoyos y Botero (2017) adaptando de Koskela (1999) retoman los siguientes principios básicos:</p> <p>Para una correcta elaboración del Plan Maestro se han podido identificar un cuerpo de documentos imprescindibles al iniciar la obra. El estudio e implementación de ellos conlleva a la puesta en marcha de las buenas prácticas Lean:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Programación de obra en técnicas convenciones (Gantt) - Programación de obra en Línea de Balance - Presupuesto de obra - Flujo de Caja - Sectorización - Diseño y ejecución de las reuniones de Pull-Planning - Desarrollo de indicadores de seguimiento y control <p>Una adecuada elaboración es clave para garantizar un eficiente uso de recursos y un proceso constructivo con un flujo de trabajo continuo. El equipo de trabajo debe enfocar su mayor esfuerzo desde esta instancia del proyecto (Hoyos & Botero, 2017)</p>

<p>semanales dentro de un plan maestro o general del proyecto y analizando las restricciones que se interponen al desarrollo de las tareas. El conocimiento de las restricciones permite actuar antes de que las demoras sucedan, evitándolas, con lo que se garantiza el desarrollo de las actividades sin interrupciones (Botero, 2006). La planificación tradicional no considera todas las variables específicas del proyecto, debido a su alto grado de incertidumbre.</p> <p>El proceso de planificación debe centrarse en la gestión de lo que “se puede” hacer. Mientras más se pueda agrandar el “se puede” mayor será la posibilidad real de avance. Este se verá afectado si la cantidad de actividades que pueden ejecutarse es baja, por lo tanto, los planificadores deben concentrar sus esfuerzos en liberar las restricciones que impiden que la tarea pueda iniciarse o continuar, agrandando así el conjunto de tareas que “se pueden” y aumentando las opciones de avance (Rodríguez, Alarcon, & Pellicer, 2011)</p> <p>Dentro del marco teórico del LPS se reconocen cuatro niveles de planificación: planificación general o plan general; planificación de fases; planificación intermedia o Lookahead; y planificación a corto plazo o semanal.</p> <p>El proceso de aplicación del sistema se realiza de la siguiente forma:</p> <p>Elaboración y revisión del plan general o programa maestro de la obra.</p> <p>Elaboración del programa de fase. En el caso de proyectos complejos y extensos, se identifica la fase que se va a desarrollar y se elabora su programa.</p> <p>Elaboración del plan intermedio. Con un horizonte entre uno y tres meses aproximadamente, realizando análisis de restricciones para eliminar los cuellos de botella.</p>	<p>Las actividades se llevaron a cabo de la siguiente manera:</p> <p>Reunión de coordinación con el grupo de trabajo.</p> <p>Previo al inicio de actividades, se realizó una reunión con todos los que participaban en la obra, dado que ellos son piezas fundamentales en la implementación del sistema, de manera que se explicó la metodología Lean Construction, como nuevo sistema de gestión para mejorar la productividad en la obra, en ese sentido, fue necesario proveerles la información y explicarles de que forma ellos participarían en la implementación del sistema, las formas en que se medirán los resultados, y la importancia de que se realicen las actividades en el tiempo esperado, así como el entregar informes fidedignos semanalmente para corroborar si se lograron los avances de la planificación y los problemas que se presentaron para encontrar soluciones inmediatas.</p> <p>Planificación intermedia</p> <p>La planificación intermedia se realizará para evaluar los avances y problemas en un lapso de tres a seis semanas, el objetivo es prever los problemas futuros, es decir todos aquellos elementos que pudieran ocasionar retraso de las actividades, e impidan cumplir con los plazos establecidos, para cada partida, El plazo que se creyó conveniente fue de 3 semanas.</p> <p>Planificación Semanal</p> <p>Para a planificación semanal del proyecto de la empresa se realiza una reunión para coordinar las acciones que se llevarán a cabo durante la semana, de cómo que se hace llegar a los Las planners la planificación de la semana, esto involucraría a supervisores, maestros o jefes de obra, etc., sin embargo, dado que las obras que constituyen la muestra de la investigación son pequeñas se comunica al maestro y operarios las actividades de la semana. Los temas</p>
--	--

	<p>Elaboración del plan semanal. Con la participación de los últimos decisores o planificadores, encargados, capataces, subcontratistas, almacenistas, etc., y basado en el inventario de actividades ejecutables obtenido en la planificación intermedia. Reuniones de los últimos planificadores. En el que se verifica el cumplimiento del plan semanal, se detectan las causas de no cumplimiento y se establece el plan de la siguiente semana (Rodríguez, Alarcon, & Pellicer, 2011).</p>	<p>que se trataron en las reuniones llevadas a cabo fueron: Revisar el porcentaje de actividades acabadas (PAC). Revisión, de los problemas por el que no se llevaron a cabo las actividades, en este punto se escucha a los involucrados, para tener una mejor visión de la realidad del trabajo y se aceptan posibles soluciones. Revisión, y distribución de la planificación semanal de la próxima semana. Revisión de restricciones que se presentan durante las actividades.</p> <p>Para la implementación del sistema se coordinó con la empresa, para que las reuniones fueran obligatorias, con la finalidad de mejorar la aplicación del sistema, y que los trabajadores pudieran conocer a detalle las tareas programadas, así como para conocer qué problemas o inconvenientes se presentaron durante las actividades. Lo importante de estas reuniones es lograr compromisos de todos los involucrados en consecuencia mejorar los flujos de los procesos que facilitan la mejora de la productividad.</p>
<p>Nivel Carta Balance (NCB)</p>	<p>La carta balance se utiliza para poner en perspectiva la interacción que surge entre los obreros y los equipos o herramientas que se utilizan en el proceso de construcción, con la finalidad de mejorar la eficiencia.</p> <p>Se debe mencionar que el propósito de la carta balance es optimizar el grupo de trabajo o cuadrilla evaluando los tres tipos de tiempo el tiempo productivo, el tiempo contributorio, el tiempo no contributorio.</p> <p>Para su aplicación debe considerarse:</p> <p>Conocer la actividad que se va a realizar</p> <p>Que cada uno de los miembros del staff este identificado de tal modo que puede identificárseles por cuadrillas.</p> <p>Se aconseja un intervalo de muestreo de un minuto con treinta</p>	<p>Debe realizarse una tabla donde se represente cada una de las actividades que se llevaran a cabo incluyendo la casilla no trabaja, lo cual permita al investigador conocer el Nivel de actividad real (NAR), el Coeficiente de participación (CP) y el Nivel de actividad relativo. (NAR).</p> <p>NAR = $\frac{\text{Tiempo que el recurso trabaja}}{\text{Tiempo que el recurso esta presente}} \times 100$</p> <p>CP = $\frac{\text{Tiempo que el recurso esta presente}}{\text{Tiempo total de actividad}} \times 100$</p> <p>NAR = $\frac{\text{Tiempo que el recurso trabaja}}{\text{Tiempo total de actividad}} \times 100$</p> <p>Otra forma de calcular el NAR es:</p> $NAR = 100\% - TNC$ <p>Importante:</p> <p>Registrar en la Carta balance las funciones que realizará cada trabajador que forma parte de una</p>

	<p>observaciones, o las que considere suficientes para observar dos ciclos consecutivos y completos como mínimo.</p> <p>Cada una de las cuadrillas debe estar integrada por 10 integrantes como máximo.</p> <p>Es importante que anote las ocurrencias durante la observación, tales como los materiales que utilizan, las herramientas y equipos utilizados, las interrupciones, los avances de la obra, de modo que el investigador conozca los detalles que se pueden mejorar para optimizar la cuadrilla.</p>	<p>cuadrilla, para observar sus acciones minuto a minuto.</p> <p>La data obtenida será procesada en el programa de Microsoft Excel 2016, el cual permitirá graficar en barras el uso del tiempo de las actividades realizadas, así como conocer el uso de tiempo de manera porcentual, de cada miembro de una cuadrilla.</p>
<p>Análisis de Valor Ganado</p>	<p>Compara íntegramente las mediciones del alcance del proyecto, costo y cronograma para ayudar al equipo de dirección del proyecto a evaluar y medir el desempeño y el avance del proyecto.</p> <p>Para llevar a cabo la gestión del valor ganado es necesario calcular tres valores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valor planificado (PV: Plan Value). - Costo real (AC: Actual Cost). - Valor ganado (EV: Earned Value) o valor del trabajo realizado. <p>Valor planificado (PV) Es el presupuesto autorizado asignado al trabajo que debe ejecutarse para completar una actividad o un componente de la estructura de desglose del trabajo. El total del PV se conoce a veces como la línea base para la medición del desempeño (PMB) o como presupuesto hasta la conclusión (BAC).</p> <p>Costo real (AC) Es el costo total en el que se ha incurrido realmente y que se ha registrado durante la ejecución del trabajo realizado para una actividad o componente de la estructura de desglose del trabajo. Es el costo total en el que se ha incurrido para llevar a cabo el trabajo medido por el EV.</p>	<p>En primer lugar, se realiza el Presupuesto Hasta La Conclusión (BAC).</p> <p>Se considera el Costo Real a la fecha (AC).</p> <p>Se calcula:</p> <p>Variación del cronograma (SV)</p> $SV = EV - PV$ <p>Variación del costo (CV)</p> $CV = EV - AC$ <p>(SPI) $SPI = EV / PV$</p> <p>Índice de Eficiencia del Presupuesto (CPI).</p> $CPI = EV / AC$ <p>A medida que avanza la obra conforme al desempeño del mismo, si se desea se puede realizar proyección de la estimación a la conclusión (EAC), la cual puede ser diferente del BAC. Sin embargo, se vuelve prioritario realizar una estimación EAC cuando es evidente que el BAC ya no es viable.</p> <p>Para su cálculo se empleará la siguientes formulas:</p> $EAC = AC + ETC \text{ ascendente}$ $EAC = AC + BAC - EV$

	<p>Valor ganado (EV) Es el valor del trabajo autorizado que se ha completado, expresado en términos del presupuesto aprobado asignado a dicho trabajo para una actividad del cronograma o un componente de la estructura de desglose del trabajo. El EV medido debe corresponderse con la línea base del PV (PMB) y no puede ser mayor que el presupuesto aprobado del PV para un componente.</p>	<p>$EAC = BAC / CPI$ acumulativo</p> <p>$EAC = AC + [(BAC - EV) / (CPI \text{ acumulativo} \times SPI \text{ acumulativo})]$</p> <p>Por último, se calcula el Índice de desempeño del trabajo por completar TCPI, con la siguientes formulas:</p> <p>$TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC)$</p> <p>$TCPI = (BAC - EV) / (EAC - AC)$</p> <p>La fórmula general es:</p> <p>$TCPI = \frac{\text{Trabajo pendiente}}{\text{Presupuesto restante}}$</p> <p>De modo que:</p> <p>$TCPI > 1$ Difícil de completar. $TCPI = 1$ Se completa. $TCPI < 1$ Fácil de completar.</p>
<p>First run Studies</p>	<p>Se le conoce como el método planificar, hacer, verificar y ajustar. Se trata de un método de mejora basado en un ciclo científico, que se basa en la proposición de un cambio pero midiendo los resultados, de manera que a medida que se aplica se va ajustando hasta donde se considere necesario. Se le conoce como método Deming en honor a su creador, ue fue el que introdujo esta mejora en Japón en 1950.</p> <p>Los pasos para su implementación son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Planificación: Esto implica escoger una actividad a estudiar con el propósito de estandarizar el trabajo y eliminar los desechos. 2. Hacer; esto significa poner en práctica lo que se planeó, se graba en video la actividad y se miden los tiempos que demora, en minutos si es mas preciso. 3. ajustar: Se trata de reunir todas las acciones que se llevaron a cabo la actividad, luego se diseñe un método para mejorar el trabajo, en otros caso se evalúa, los tiempos promedios escogiendo el tiempo promedio, como el tiempo en que se debe ejecutar la actividad de manera que se realizan la actividad acorde con el tiempo promedio encontrado. 	<p>En el proyecto: First run studies se utilizara como herramienta para incluir mejoras de los procesos que presentan problemas o para mejorarlos.</p> <p>En primer lugar se realizaría un lluvia de ideas, con el Last planner, para identificar que procesos son los que mayor desafío presentan.</p> <p>Decidida que actividad se va a estudiar, se escoge a las personas que participarán en dicha actividad (cuadrilla)</p> <p>Se observa que herramientas, equipos y materiales serán necesarios para realizar dicha actividad.</p> <p>Se observa los ciclos de la actividad, si es preciso se graba en video para hacer un análisis exhaustivo de los detalles y ocurrencias.</p> <p>Se evalúa que procesos son los que deben eliminarse, que procesos deben quedar, y el tiempo al que se deben ajustar las actividades.</p> <p>Por último el ajuste, es decir se selecciona el ciclo que permita el mejor desenvolvimiento y que permita la realización de las actividades que quedaran después de los ajustes.</p> <p>Es importante recalcar que first run studies no es un programa de control sino para ayudar a mejorar las actividades.</p>

--	--	--

Validación del Instrumento

Para efecto de la determinación de validez de contenido de los instrumentos de recolección de datos en esta investigación se utilizó el juicio de expertos quienes fueron 2 ingenieros civiles expertos en la utilización de las herramientas Lean Construction y en la evaluación de la productividad en obras.

Confiabilidad de Datos

En la presente investigación la confiabilidad de los datos se garantizó dado que estos fueron proporcionados por la empresa, para que los investigadores, los recopilen en los formatos diseñados para tal fin, lo cual se realizó contando con la avenencia del gerente de la empresa Ulises Nole Juárez.

Métodos de Análisis de Datos

El análisis descriptivo del presente estudio, se realizó empleando las bases de la estadística descriptiva, de manera que se harán cálculos de la media, desviación standard, la varianza, etc., de la productividad. Así mismo hará uso de tablas de frecuencia, las cuales se representarán en gráficos de barras y circulares, los cuales permitirán entender de manera más sencilla, la complejidad de los datos que intervienen en la distribución.

Método de análisis inferencial

Aunque la investigación es de alcance descriptivo y no relacional y tomando como referencia lo señalado por Hernández Sampieri (2014, p 104), que es factible la realización de hipótesis cuando la hipótesis cuando se pronostica un hecho o dato, la presente investigación realiza el análisis inferencial para ello es necesario determinar si los datos de la investigación son paramétricos o no; de manera que se sometieron a una prueba de normalidad. En ese sentido se debe tomar en cuenta la cantidad de la muestra, puesto que, para datos menores de 50, la prueba de normalidad sugerida, es Shapiro Wilk, para una muestra mayor de 50 se sugiere Kolgomorov Smirnov.

Resuelta la normalidad de la muestra se procede a los análisis de correlación, que permitirán la contrastación de las hipótesis, para ello se escogerá el estadígrafo de acuerdo a la prueba de normalidad efectuada, en caso la prueba de cómo resultado paramétrico el estadígrafo seleccionado será la t-student, caso contrario se utilizará Wilcoxon.

3.5 Procedimientos

Descripción de los proyectos

La empresa encargada del proyecto será la empresa Construcciones Generales JUNP EIRL, propiedad del Señor Ulises Nole Juárez, empresa con amplia experiencia en el rubro construcción, que dio inicio a sus actividades en el año 2005. Desde entonces ha participado en diferentes proyectos constructivos, que le han confiado los gobiernos locales y regionales, así como la ciudadanía en general. En consecuencia, ha obtenido mucha experiencia en planificación, ejecución y entrega de proyectos de edificación, logrando establecer sólidamente en el mercado. Esto se debe en gran parte a dos ejes centrales:

Su misión, que consiste en diseñar, planificar, ejecutar y entregar los proyectos constructivos garantizando la belleza y calidad de las edificaciones, en el tiempo en el que se le plantea a los clientes, incluyendo activamente al cliente en cada uno de los procesos, de modo que se logre la máxima satisfacción del cliente.

Su visión u objetivo es extenderse en todo el norte del país, ofreciendo un servicio de construcción de calidad, respetando cada uno de los parámetros normativos, y asegurando la calidad de cada una de sus obras.

Aunque son dos edificaciones las que estudian solo en una de ellas se aplicaran las herramientas de la filosofía Lean, de manera que se realizara un comparativo entre los trabajos realizados entre ambas de acuerdo a los porcentajes de logro en cada una.

Ubicación del proyecto Casa Juan

El proyecto se encuentra ubicado en Calle Ramón Castilla del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, departamento de Piura y consta de 78.32 m² y un perímetro de 39.51 ml.

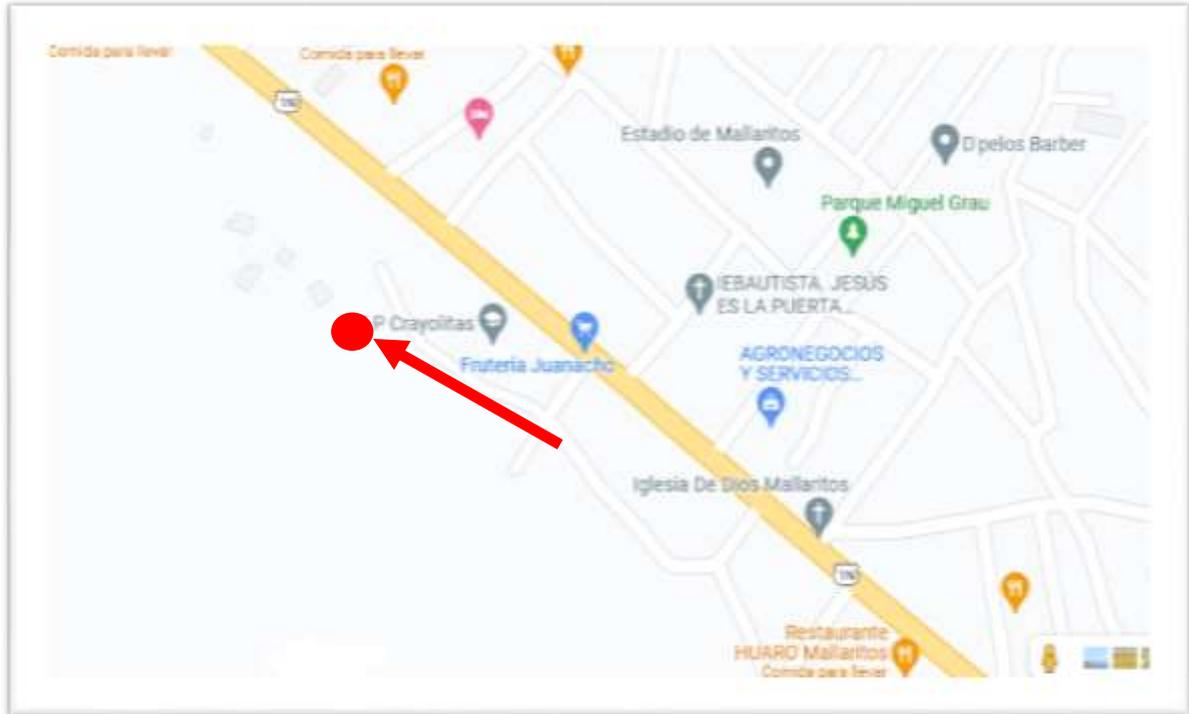


Figura 2. Ubicación casa Juan

Fuente: Google Earth

Tabla 3. Linderos de la vivienda, casa Juan

LINDERO	COLINDANTE	MEDIDA
FRENTE	Calle Ramón Castilla	7.35 ml.
IZQUIERDA	Lote 103	14.21 ml.
DERECHA	Lote 105	12.42 ml
FONDO	Av. Panamericana	5.53 ml.

Alcance del Proyecto

El proyecto consistirá en construir sobre un terreno de 78.32 m² un dúplex unifamiliar, que constituirá de una sala de estar, una cocina, 2 habitaciones con un baño compartido en el primer nivel, y una sala de entretenimiento, y dos habitaciones con un baño compartido en el segundo nivel.

El método constructivo será convencional, de ladrillo y concreto RF con columnas, vigas de amarre y losa aligerada, constará de dos niveles o pisos.

Objetivos del Proyecto

Este proyecto servirá para diagnosticar la situación actual de la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021.

Por lo tanto será necesario la utilización de herramientas que nos permitan medir el avance de la obra respecto al costo, al tiempo y la utilidad hasta donde se ha avanzado el proyecto, consecuentemente la investigación propone la utilización del lookahead, de Last Planner, herramienta de la filosofía LC, que permite conocer, las partidas, el costo, el avance, etc., para luego hacer un análisis del valor ganado, que permita hacer una comparación entre el valor ganado y el valor real, así como la estimación del costo a la conclusión del proyecto.

Restricciones del Proyecto

Plazo de entrega estimado en 120 días hábiles, una vez concluida toda la obra.

El presupuesto se valorizo en S/132.908.76 soles, incluido impuestos.

La calidad del proyecto se establece en las especificaciones técnicas y en los planos que guían el proyecto.

Descripción del proyecto

Se proyecta una vivienda unifamiliar aislada por cada uno de sus lados de las viviendas colindantes.

Programa de necesidades

El programa de necesidades refiere que la edificación cuenta con dos plantas de vivienda las cuales se comunicarán a través de una escalera externa ubicada en el frontis de la vivienda.

- Uso característico del edificio: El uso característico del edificio es el residencial.

- Otros usos previstos: Ninguno.

El proyecto constará de dos plantas, la primera planta constará de una sala, una cocina, un comedor, dos habitaciones con un baño compartido; la segunda planta constará de una sala de entretenimiento, dos habitaciones y un baño compartido.

Plantas típicas

La planta baja, o primer piso se accede por la calle principal Ramón Castilla, consta de una sala, una cocina, un comedor, dos dormitorios cada uno con su propio closet, pasillo y un baño completo de uso compartido.

La segunda planta o segundo piso, recibo de escalera del primer piso ubicada en el frontis de la vivienda. Consta de una sala de entretenimiento, pasillo, dos habitaciones con closet cada una, un baño completo de uso compartido, balcón y ducto de ventilación.

Constructabilidad

Seguridad y limpieza durante toda la ejecución de la obra

Para la ejecución de la obra, se siguen los lineamientos de la norma N° 011-2019-TR, sobre el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo para el Sector Construcción, de manera que conociendo los posibles accidentes que pueden ocurrir o los peligros dentro de las obras, se han tomado todas las previsiones necesarias para minimizar los riesgos y peligros. En ese sentido se ha provisto a los trabajadores de cascos, botas, guantes, etc., que minimicen los riesgos, además, de previamente capacitarlos y concientizarlos, sobre qué acciones tomar para prevenir accidentes, que acciones tomar durante un accidente y después de ocurrido un accidente, enfocándose en el tratamiento de la víctimas y en el retorno a las labores lo más pronto posible, dado que los contratiempos de un accidente tienen incidencia en los tiempos productivos y contributivos si se siguen los lineamientos de las herramientas Lean Construction, afectando la productividad, esto a su vez afectará económicamente a la empresa.

Por ello es importante que, dentro de la empresa, se delimiten las zonas de riesgo, dado que es muy común que en las obras existan herramientas que

ocasionan ruido, que pueden cortar; además existe el riesgo de electrocutarse, caerse debido a lo resbaloso del piso o al estar en alturas; cualquiera de ellos tiene la probabilidad de causar un gran malestar, y afectar la ejecución y entrega de la obra.

Es importante señalar que la limpieza es un procedimiento que se llevara a cabo durante todo el periodo de duración de la obra, dado que está relacionada con el orden de cada una de las herramientas y materiales que se utilizaran durante la etapa de ejecución, por eso durante esta etapa se determinaran los lugares de almacén, acopio de residuos de la construcción, así como mantener despejada el área de trabajo, así mismo, se debe colocar en sitios específicos los recolectores de desechos como papeles, envases de refresco, etc., finalizando con el cuidado del personal, tomando en consideración las indicaciones que se deben seguir durante este periodo de emergencia sanitaria.

Etapas de cimentación

Para el caso de este proyecto se tiene cimientos, vigas de cimentación y zapatas.

El proceso de ejecución se dará de manera siguiente:

- Trazo nivel y replanteo
- Verificación de medidas
- Excavación
- Eliminación de material excedente.
- Habilitación de acero.
- Encofrado de cimientos
- Vaciado de concreto
- Desencofrado y curado del concreto.

Etapas de casco

En esta parte del proceso se identifican las columnas, los elementos horizontales como losas, así como las vigas que en este caso en particular se trata de vigas de amarre y vigas chatas, luego vendrán las obras de albañilería tales como el asentado de ladrillo para levantamiento de los muros, de soga y cabeza, se

continuará con los revoques y enlucidos, así como el tarrajeo de muros exteriores e interiores, por último, el solaqueo de muros interiores, escaleras, vigas y cielo raso.

Proceso constructivo de columnas

El proceso de ejecución se detalla a continuación:

- Trazo y replanteo.
- Verificación de medidas.
- Habilitación de acero.
- Habilitación de madera.
- Encofrado de columnas.
- Vaciado de concreto.
- Desencofrado al día siguiente del vaciado.
- Curado del concreto.

Elementos horizontales

El proceso de ejecución se detalla a continuación:

- Encofrado de fondo de viga.
- Habilitación de acero corrugado.
- Colocación de tacos.
- Encofrado de costado de viga.
- Encofrado de losas aligeradas
- Colocación de viguetas para las losas aligeradas.
- Colocación de acero de temperatura.
- Colocación de ladrillo 0.30x30X0.15. cm¹
- Habilitación de acero.
- Vaciado de todos los elementos.
- Desencofrado a los 21 días del vaciado.

Albañilería

Es esta etapa se da el proceso de edificación de los muros. A continuación, se detalla el proceso:

- Trazo de la tabiquería.

- Emplantillado de tabiquería.
- Asentado de ladrillo.
- Habilitación de acero.
- Acero de anclaje lateral para confinamiento.
- Encofrado.
- Vaciado con concreto.
- Desencofrado al día siguiente del vaciado.

Etapas de revoques y enlucidos

En esta etapa se realizan los procesos de tarrajeo de muros, cielos rasos y vaciado de contrapisos.

Los pasos del proceso se describen a continuación:

- Limpieza de la superficie.
- Colocación de puntos.
- Humedecimiento de tabique con agua.
- Se mezcla agua con cemento y se aplica en todo el muro.
- Pañeteo de mortero.
- Una vez pañeteado se reglea guiándose de los puntos.
- Se cubre los vacíos con un badilejo.
- Se procede al frotachado.

Etapas de acabados

Durante esta etapa del proceso se llevarán a cabo las partidas de enchapado y colocación de pisos de porcelanato.

a) Enchape

Para los enchapes se utilizará porcelanato, el proceso de detalla a continuación:

Se realiza la limpieza del lugar que se va enchapar.

Se procede a nivelar la zona.

Se corrigen las imperfecciones.

Se ubica el centro del enchapado que es de donde se empezara a enchapar haciendo dos líneas interceptadas hacia los muros que serán las guías para el enchapado.

Se prepara el pegamento o cemento en un recipiente limpia, luego se le agrega la cantidad de agua necesaria, se procede a mezclar, hasta lograr uniformidad y se deja reposar la mezcla por cinco minutos.

Luego con una llana dentada se aplica el pegamento y se van colocando las placas de porcelanato, golpeando ligeramente con un martillo de goma para que pegue bien.

Por último, se realiza el fraguado de juntas después de 24 horas del pegado.

Descripción gráfica



Figura 3. Plano casa Juan, Mallaritos

Ubicación del proyecto Casa Rosa

El proyecto se encuentra ubicado en Calle Ramón Castilla del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, departamento de Piura y consta de 151.00 m² y un perímetro de 49.48 m.

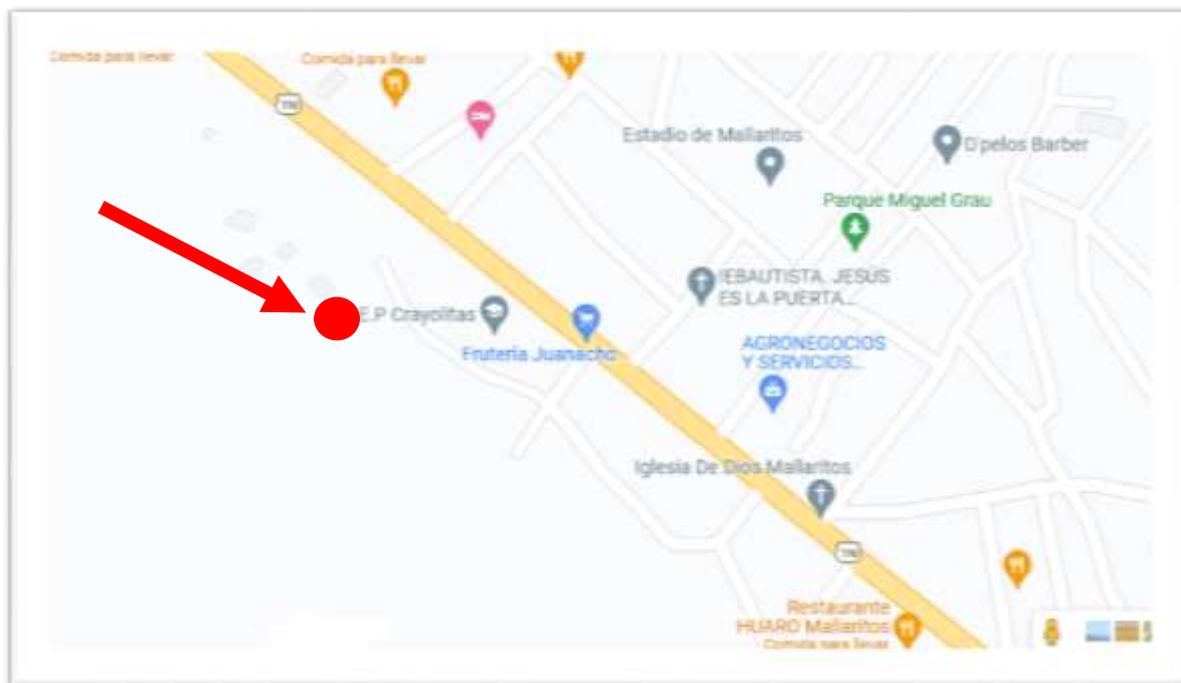


Figura 4. Ubicación casa Rosa
Fuente: Google Earth

Tabla 4. Linderos de la vivienda Casa Rosa

LINDERO	COLINDANTE	MEDIDA
FRENTE	Calle Ramón Castilla	16.33 m.
IZQUIERDA	Agro procesadora	9.79 ml.
DERECHA	Lote 101	7.15 ml
FONDO	Av. Panamericana	16.21 ml.

Alcance del Proyecto

El proyecto consistirá en construir sobre un terreno de 151.00 m² vivienda unifamiliar, que constituirá de una sala de estar, una cocina, 2 habitaciones con un baño compartido, una oficina, un baño para vistas, una lavandería y balcón hacia la calle Ramón Castilla.

El método constructivo será convencional, de ladrillo y concreto RF con columnas, vigas de amarre y losa aligerada, constará de dos niveles o pisos.

Objetivos del Proyecto

Establecer a la herramienta LC, como el programa a usar en la obra, para mejorar la productividad en la etapa de ejecución.

Ejecutar la obra dentro del plazo previsto siguiendo los parámetros de las herramientas Lean Construction.

Ejecutar la obra dentro de los costos establecidos.

Satisfacer las demandas del cliente, en tiempo y calidad.

Mejorar el Branding de la empresa, consiguiendo un mejor posicionamiento de la empresa en el sector de edificaciones.

Restricciones del Proyecto

Plazo de entrega estimado en 151 días hábiles, una vez concluida toda la obra.

El presupuesto se valorizó en 299,829.38 soles, incluido impuestos.

La calidad del proyecto se establece en las especificaciones técnicas y en los planos que guían el proyecto.

Descripción del proyecto

Se proyecta una vivienda unifamiliar aislada por cada uno de sus lados de las viviendas colindantes, en el segundo piso de la Agroexportadora “El Vichayo”

Programa de necesidades

El programa de necesidades refiere que la edificación cuenta con un solo nivel al cual se llega a través de una escalera que viene de la calle Ramón Castilla.

- Uso característico del edificio:

El uso característico del edificio es el residencial.

- Otros usos previstos:

Ninguno.

El proyecto consta de una planta ubicada en el segundo nivel de la agroexportadora Vichayo, el cual se independizó para tal fin.

Plantas típicas.

Consta de una planta ubicada en un segundo piso, recibo de escalera del primer piso ubicada en el interior de la agroexportadora, la cual la comunica con la calle Ramón Castilla.

Consta de una sala de estar con dos habitaciones con baño compartido, una oficina, un baño para visitas, una cocina, una lavandería y balcón hacia la calle Ramón Castilla.

Constructabilidad

Seguridad y limpieza durante toda la ejecución de la obra

Para la ejecución de la obra, se siguen los lineamientos de la norma N° 011-2019-TR, sobre el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo para el Sector Construcción, de manera que conociendo los posibles accidentes que pueden ocurrir o los peligros dentro de las obras, se han tomado todas las previsiones necesarias para minimizar los riesgos y peligros. En ese sentido se ha provisto a los trabajadores de cascos, botas, guantes, etc., que minimicen los riesgos, además, de previamente capacitarlos y concientizarlos, sobre qué acciones tomar para prevenir accidentes, que acciones tomar durante un accidente y después de ocurrido un accidente, enfocándose en el tratamiento de la víctimas y en el retorno a las labores lo más pronto posible, dado que los contratiempos de un accidente tienen incidencia en los tiempos productivos y contributivos si se siguen los lineamientos de las herramientas Lean Construction, afectando la productividad, esto a su vez afectara económicamente a la empresa.

Por ello es importante que, dentro de la empresa, se delimiten las zonas de riesgo, dado que es muy común que en las obras existan herramientas que ocasionan ruido, que pueden cortar; además existe el riesgo de electrocutarse, caerse debido a los resbaloso del piso o al estar en alturas; cualquiera de ellos

tiene la probabilidad de causar un gran malestar, y afectar la ejecución y entrega de la obra.

Es importante señalar que la limpieza es un procedimiento que se llevara a cabo durante todo el periodo de duración de la obra, dado que está relacionada con el orden de cada una de las herramientas y materiales que se utilizaran durante la etapa de ejecución, por eso durante esta etapa se determinaran los lugares de almacén, acopio de residuos de la construcción, así como mantener despejada el área de trabajo, así mismo se debe colocar en sitios específicos los recolectores de desechos como papeles, envases de refresco, etc., finalizando con el cuidado del personal, tomando en consideración las indicaciones que se deben seguir durante este periodo de emergencia sanitaria.

Etapas de cimentación

Para el caso de este proyecto se tiene cimientos, vigas de cimentación y zapatas.

El proceso de ejecución se dará de manera siguiente:

- Trazo nivel y replanteo
- Verificación de medidas
- Excavación
- Eliminación de material excedente.
- Habilitación de acero.
- Encofrado de cimientos
- Vaciado de concreto
- Desencofrado y curado del concreto.

Etapas de casco

En esta parte del proceso se identifican las columnas, los elementos horizontales como losas, así como las vigas que en este caso en particular se trata de vigas de amarre y vigas chatas, luego vendrán las obras de albañilería tales como el asentado de ladrillo para levantamiento de los muros, de soga y cabeza, se continuará con los revoques y enlucidos, así como el tarrajeo de muros exteriores e interiores, por último, el solaqueo de muros interiores, escaleras, vigas y cielo raso.

Proceso constructivo de columnas

El proceso de ejecución se detalla a continuación:

- Trazo y replanteo.
- Verificación de medidas.
- Habilitación de acero.
- Habilitación de madera.
- Encofrado de columnas.
- Vaciado de concreto.
- Desencofrado al día siguiente del vaciado.
- Curado del concreto.

Elementos horizontales

El proceso de ejecución se detalla a continuación:

- Encofrado de fondo de viga.
- Habilitación de acero corrugado.
- Colocación de tacos.
- Encofrado de costado de viga.
- Encofrado de losas aligeradas
- Colocación de viguetas para las losas aligeradas.
- Colocación de acero de temperatura.
- Colocación de ladrillo 0.30x30X0.15. cm¹
- Habilitación de acero.
- Vaciado de todos los elementos.
- Desencofrado a los 21 días del vaciado.

Albañilería

Es esta etapa se da el proceso de edificación de los muros. A continuación, se detalla el proceso:

- Trazo de la tabiquería.
- Emplantillado de tabiquería.
- Asentado de ladrillo.
- Habilitación de acero.
- Acero de anclaje lateral para confinamiento.

- Encofrado.
- Vaciado con concreto.
- Desencofrado al día siguiente del vaciado.

Etapa de revoques y enlucidos

En esta etapa se realizan los procesos de tarrajeo de muros, cielos rasos y vaciado de contrapisos.

Los pasos del proceso se describen a continuación:

- Limpieza de la superficie.
- Colocación de puntos.
- Humedecimiento de tabique con agua.
- Se mezcla agua con cemento y se aplica en todo el muro.
- Pañeteo de mortero.
- Una vez pañeteado se reglea guiándose de los puntos.
- Se cubre los vacíos con un badilejo.
- Se procede al frotachado.

Etapa de acabados

Durante esta etapa del proceso se llevarán a cabo las partidas de enchapado y colocación de pisos de porcelanato.

a) Enchape

Para los enchapes se utilizará porcelanato, el proceso de detalla a continuación:

Se realiza la limpieza del lugar que se va enchapar.

Se procede a nivelar la zona.

Se corrigen las imperfecciones.

Se ubica el centro del enchapado que es de donde se empezara a enchapar haciendo dos líneas interceptadas hacia los muros que serán las guías para el enchapado.

Se prepara el pegamento o cemento en un recipiente limpia, luego se le agrega la cantidad de agua necesaria, se procede a mezclar, hasta lograr uniformidad y se deja reposar la mezcla por cinco minutos.

Luego con una llana dentada se aplica el pegamento y se van colocando las placas de porcelanato, golpeando ligeramente con un martillo de goma para que pegue bien.

Por último, se realiza el fraguado de juntas después de 24 horas del pegado.

Descripción Grafica



Figura 5. Plano Casa Rosa, Mallaritos

Principios Lean que se aplicarán al proyecto:

a) La investigación parte del principio de definir el valor desde el punto de vista del cliente: Dado que lo que el cliente más que un producto o servicio busca encontrar una solución por la que está dispuesto a invertir.

b) Identificar la corriente del valor: Lean Construction parte de la filosofía cero desperdicios, de manera que es propósito de los investigadores proponer Lean como un sistema para eliminarlos, eliminando aquellas actividades o proceso que no generan valor dentro de la obra, tomando en consideración que algunos desperdicios son inevitables.

c) Crear flujo: en este punto el propósito es generar un flujo continuo, que el proceso ocurra de manera suave, sin demoras, que se cumpla cada paso planificado, que se cuente con todos los elementos necesarios para lograr el producto deseado, desde los materiales necesarios hasta la satisfacción del cliente final.

d) Conseguir que el cliente “hale” (Pulling system), es decir que las actividades sean realizadas en base a las necesidades de las órdenes del cliente, realizando las actividades en el tiempo exacto que se requiere ni antes ni después, para no generar pérdidas o desperdicios.

e) Mejora continua: En este paso se aplicará la metodología Kaizen, que busca la mejora continua, con la idea clara que siempre se puede mejorar un proceso o actividad. En ese sentido se aplicará el sistema 5s:

Seire (Organización): Se trata de que, dentro de la obra, todas las cosas estén organizadas, que exista un orden de modo que las actividades puedan realizarse con fluidez sin contratiempos.

Seiton (Reducir búsquedas): En la obra deben restringirse procesos que no generen valor, para facilitar el desplazamiento y fluidez en cada una de las actividades, es decir disminuir pasos que muchas veces generan empleo de tiempo y recursos que van en desmedro de las utilidades de la empresa.

Seiso (Limpieza): En obras lo más común es que queden vestigios del material que se utilizado en los procesos, a veces que esto ocurra es inevitable sin,

embargo, mantener el área de trabajo limpio es un método que garantiza la simplificación de los procedimientos, creando un ambiente más ordenado donde se puede trabajar.

Soiketsu (Estandarización y simplificación de procesos): La estandarización es la base sobre la que yace la filosofía LC, es decir que se deben establecer patrones, que guiaran las actividades, en ese sentido se pretende que una actividad tenga sus propios procedimientos, y que los trabajadores los repitan constantemente para lograr los objetivos de producir aquello que el cliente requiere en el menor tiempo posible y con la calidad que el cliente demanda.

Shitsuke (Disciplina y buenos hábitos de trabajo): Es importante que en la obra se establezcan reglas claras, que prioricen el respeto y el buen trato entre cada uno de los que forman parte del proceso. En ese sentido es importante que cada persona conozca las reglas y que además esté capacitado para realizar las actividades requeridas.



Figura 6. Método Kaisen "5S"

First Run Studies

Se seleccionó una actividad con las colaboraciones del maestro de la obra, un operario y 4 obreros.

El estudio se realiza para analizar de manera detallada los pasos que siguen cada trabajador en una operación y actividad, con la finalidad de eliminar aquellos pasos que son innecesarios, y que no aportan valor al proyecto.

De manera que se puede definir al first run studies como el diseño de planificar, hacer, verificar, actuar.

En ese sentido, se selecciona un proceso standard o un paso del proceso, se procede a dividir el proceso en actividades individuales, se selecciona un equipo para llevar a cabo el First Run Studies in situ, la actividad se realiza en el lugar habitual donde ocurren las actividades (la obra), se mide la duración de cada actividad (tiempo de ciclo), se promedia los ciclos por actividad para efectuar el proceso global.

La filosofía Lean Construction como se ha mencionado muchas veces en la investigación tiene como finalidad “cero desperdicios”, en ese sentido es importante indicar aquellos desperdicios que la industria de la construcción comúnmente genera, basándonos en los cálculos realizados por Picchi (1993) citado por Orihuela (2012).

Tabla 5. Estimación de desperdicios en obras de edificaciones, porcentaje del costo total de la obra

Estimación de desperdicios en obras de edificaciones		
Porcentaje del costo total de la obra		
Ítem	Descripción	%
	Restos de mortero	
	Restos de ladrillo	
	Restos de madera	
Restos de material	Limpieza	5%
	Retirada de material	

	Tarrajeo de techos	
	Tarrajeo de paredes internas	
Espesores adicionales de mortero	Tarrajeo de paredes externas	
	Contrapisos	5%
	Concreto	
	Mortero de tarrajeo de techos	
Dosificaciones no optimizadas	Mortero de tarrajeo de paredes	
	Mortero de tarrajeo de contrapisos	2%
	Mortero de tarrajeo de revestimientos	
Reparaciones y re-trabajos no computados en el resto de materiales	Repintado	
	Retoques	
	Corrección de otros servicios	2%
	Arquitectura	
Proyectos no optimizados	Estructuras	
	Instalaciones sanitarias	6%
	Instalaciones eléctricas.	
Perdidas de productividad debido a problemas de calidad	Parada y operaciones adicionales por falta de calidad de los materiales y servicios anteriores	3.5%
Costos debidos a los atrasos	Pérdidas financieras por atrasos de las obras y costos adicionales de administración, equipos y multas.	1.5%
Costos de obras entregadas	Reparo de patologías ocurridas después de la entrega de la obra.	1.5
Total		30%

Sin embargo, es necesario también mencionar que la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), también reconoce porcentajes de desperdicios de materiales que deberían considerarse.

Tabla 6. Porcentaje de desperdicios

Porcentaje de desperdicios	
Descripción	Desperdicio promedio
Mezcla para concreto	
Mortero	
Ladrillo para muros	
Ladrillo para techos	
Loseta para pisos	5%
Mayólica	
Clavos	
Madera	
Acero de refuerzo	
ϕ 3/8"	3
ϕ 1/2"	5
ϕ 5/8"	7
ϕ 3/4"	8
ϕ 1"	10

Descripción problemática de la empresa

La empresa JUNP ERIL, presenta un organigrama establecido, y es dirigida por su gerente Ulises Nole Juárez, por lo que fue necesario consultarle a él los problemas con los que tiene que lidiar su empresa, entre los que destacaron el retraso en la entrega de la obra y excederse del presupuesto, sin embargo cuando se le cuestiona las causas que originan esto, refiere que se debe a los malos cálculos efectuados en la cotización, una mala planificación, y a los problemas de eficiencia del personal, a trabajos rehechos, y a un elevado porcentaje de desperdicio de materiales; encontrando como solución, hacer

supervisiones más recurrentes para supervisar que las actividades se realicen de acuerdo a la planificación, pero aun así, sus utilidades son mínimas.

Modelo de planificación tradicional de la empresa:

El modelo de construcción tradicional, de la empresa se basa en el modelo de la ruta crítica, la cual permite identificar, las actividades necesarias, que permitan finalizar el proyecto, determinando un cronograma que se ajuste a aquellos supuestos, haciéndolo flexible a cambios, denominado ruta crítica a la secuencia de actividades más largas, que deben de concluirse para finalizar el proyecto, los especialistas aún siguen guiando sus proyectos en base gráficos y planos elaborados en asistentes de dibujo como Autocad, el cual solo da una idea somera del proyecto, y aunque el asistente CAD, fue un adelanto enorme en el sistema de presentación de un proyecto, y en el cálculo de materiales, tiempo, puesto que de algún modo optimiza el tiempo de las construcciones, porque posibilita la realización de una planificación del proyecto y el cálculo de costos, sin embargo esto no es suficiente ayuda puesto que aunque los gráficos están detallados, son representativos, y están desligados uno de otros, de modo que surgen modelos independientes, los cuales los especialistas procuran integrar en base a su experiencia, y criterios, que han sido adquiridos a lo largo de los años, sin embargo aún estos criterios son variables, puesto que las obras son particulares y tienen sus propios desafíos, como suelos diferentes, materiales de construcción diversos, etc., que muchas veces no son contemplados en una planificación convencional, basado únicamente en los metrados y el tiempo calculado en su ejecución. En ese sentido, se trata en diseños basados en la memoria recurrente de trabajos efectuados con anterioridad, sin la evaluación específica para cada desarrollo constructivo, de manera que, cuando surgen incidencias, o problemas, estos implican retrasos en las obras, así como a incurrir en nuevos costos, que no fueron contemplados y que incrementarían el precio de la obra, y que si no hay un nuevo acuerdo con el contratista pueden ir en desmedro de la empresa constructora. Es decir que se trata de un sistema donde se enfoca en detectar y corregir los problemas, y no en uno en el que se proponga soluciones a posibles problemas, es decir anticipar las restricciones. Así mismo un factor importante, que la empresa no contempla es la utilización de formas de comunicación organizada, es decir que se informa con anterioridad

de los trabajos de la semana, las restricciones que hay que levantar, para perseguir con el proyecto, únicamente se basan en ordenes que los trabajadores reciben directamente el día del trabajo. Se trata de un sistema de control constante, de vigilancia permanente para que le obrero, realice las actividades. Lo que no les da espacio a los obreros, para reflexionar de qué modo realizar cada proyecto, asumiendo que debe realizarse del mismo modo que en obras anteriores, y aunque muchos pasos, no son errados, si hay cosas específicas de cada obra, además de no tomar en cuenta el tiempo en que debe ejecutarse aquella actividad, lo que puede provocar problemas por obras mal ejecutadas, que deben rehacerse, y que generan algunos desperdicios, que aunque son calculados por el jefe de proyecto, podrían evitarse, con una mejor planificación, que coordine la ejecución de los entregables en tiempo y metrados, de acuerdo a un control más preciso de los flujos.

Procedimientos

Pre investigación

Fase 1 de la investigación: la investigación surge como solución a un problema específico encontrado en las obras de Mallaritos Sullana, debido a problemas, como el retraso en entrega de obras, sobrecostos, etc., lo que denominamos mala gestión en la ejecución de las obras.

Fase 2 de la investigación, en esta fase se propuso el título de la investigación y los temas que se abordarían.

Fase 3 de la investigación. En esta fase, se analizaron los antecedentes de la investigación, y se realizó un análisis bibliográfico, para determinar el alcance de la investigación, plantear los objetivos de la investigación, consecuentemente las hipótesis, lo que permitió, además, diseñar la matriz de consistencia.

Fase 4, de la investigación, durante esta fase, se diseñó la matriz de operacionalización, de la variable, de manera que se procedió a determinar la muestra del estudio, las técnicas y a afinar el uso del instrumento que se utilizaría, para evaluar la productividad de la obra, tomando en consideración que se evaluaría la sobreproducción y los trabajos innecesarios.

Fase 5, se escogieron las edificaciones que se evaluarían. Tomando en consideración aquellas que nos permitieron hacer la investigación.

Fase de diagnostica

Fase 6, fue la fase diagnostica, para tal objetivo se aplicó en primer lugar una encuesta, a 20 personas que trabajan en el rubro construcción: 4 ingenieros, 4 maestros, 4 operarios, y el resto obreros, que han trabajado por más de diez años en el sector construcción.

Fase 7, se estableció al utilizar la herramienta lookahead para evaluar la productividad en casa Juan donde no se aplicaría las herramientas de la filosofía Lean Construction.

De la investigación en obra:

Fase 8, la elaboración e Implementación del Programa Lean Construction, esta fase consistió en determinar las herramientas Lean que pudieran ajustarse a la realidad problemática de la empresa, pero que nos permitiera la evaluación de las variables y dimensiones que se habían planteado. De modo que se escogió como herramienta, el Last Planner o ultimo planificador, en el que se realizó, la planificación total de la obra, la planificación mensual, semanal y diaria de la obra, de manera que se detalla allí, el avance de la obra, en tiempo y costo, tomando en consideración las restricciones que deben levantarse para la ejecución de cada una de las actividades. Esto se hizo así para posteriormente poder hacer un análisis del valor ganado de la obra, el cual da cuenta del trabajo realmente efectuado en la obra, para compararlo respecto al avance que se había planificado.

Las actividades se llevaron a cabo de la siguiente manera, en primer lugar se realizó un reunión de coordinación con el grupo de trabajo, previo al inicio de actividades, se realizó una reunión con todos los que participaban en la obra, fue necesario proveerles la información y explicarles de que forma ellos participarían en la implementación del sistema, las formas en que se medirán los resultados, y la importancia de que se realicen las actividades en el tiempo esperado, así como el entregar informes fidedignos semanalmente para corroborar si se

lograron los avances de la planificación y los problemas que se presentaron para encontrar soluciones inmediatas.

Planificación intermedia, en esta parte se evaluó los avances y problemas que se dieron durante cada mes es decir todos aquellos elementos que pudieran ocasionar retraso de las actividades en el mes, de manera que pudieran retrasar las actividades que se habían establecido, para cada partida, durante este tiempo también se les explico al maestro encargado de la obra, que el método Lean no busca presionar al trabajador, sino motivarlo a la realización de un trabajo integrado, enfocado en mejorar los flujos de los procesos, siendo cada uno de los obreros pieza importante para determinar la calidad de la obra, siendo este el concepto más nuevo para ellos “Calidad de la obra”.

Planificación Semanal, para a planificación semanal del proyecto de la empresa se realizaron reuniones los días jueves, para coordinar las acciones que se llevarán a cabo durante la semana, de manera que se coordinó con el Last Planner, en este caso el maestro de obra, las actividades, de manera que él fue el encargado de dar las indicaciones cada uno de los operarios y obreros en la obra, esto para cumplir con el diseño no experimental de la investigación, y a que no podíamos estar permanentemente en la obra.

La revisión del porcentaje de actividades acabadas (PAC). Se hizo de manera diaria coordinada por teléfono, sin embargo, los fines de semana, se evaluaban si efectivamente las actividades se habían realizado. En este punto debe quedar claro que no queríamos tener interferencia en la obra, sino que queríamos evaluar cómo se da el proceso de las mejoras Lean Construction y como estas van afectando los flujos de trabajo, y la productividad, evitando a toda costa influir directamente en el desarrollo normal de las actividades de los obreros.

Las anotaciones respecto a los avances de la obra se fueron anotando en el Lookahead, elaborado por los investigadores, en el programa Excel 2016, de Microsoft, para los análisis estadísticos correspondientes.

Fase 9, fase complementaria y realizada paralelamente a la fase 8, consistió en medir la productividad de las obras tanto casa Juan como casa Rosa, enfocándose en la manera en que las cuadrillas, distribuían su tiempo, en ese

sentido se utilizó la carta balance, en ese sentido no hubo mayor dificultad pues la obra era pequeña, y fue fácil determinar las cuadrillas y a los obreros en ella.

La toma de muestra de los tiempos se realizó en base a ciclos de 12 minutos, de donde 7 minutos se utilizaron para evaluar las actividades, que realizaban cada uno de los obreros de las cuadrillas y 5 minutos realizando las respectivas anotaciones, en ese sentido tomar la muestras se hizo eficiente debido a la colaboración del equipo de la empresa y posiblemente al control debido al tamaño de las obras, se tomaron anotaciones de 5 obreros por cuadrilla, para evitar confusiones o sesgos.

Fase 10, fase consecutiva referente al análisis de la información recopilada, durante esta fase se hicieron las evaluaciones respectivas, del valor ganado, necesario para evaluar si efectivamente, las herramientas Lean Construction, permitía tener un mejor control de la planificación.

Recopilación y análisis de datos

La recopilación de la data se realizó a través de formatos diseñados por los investigadores, en el programa Excel 2016.

El análisis de la data se realizó en dos partes, la parte matemática en el programa Excel 2016, donde se calculó el valor ganado, el porcentaje de desperdicios en cada uno de las obras (Sobreproducción)

El análisis estadístico, para la contratación de las hipótesis se hizo en el programa SPSS v 25. Donde se midió la relación entre las herramientas Lean en la sobreproducción y los trabajos innecesarios.

IV. RESULTADOS

Fase diagnóstica:

Tabla 7. Diagnóstico de la productividad en obras

Diagnóstico Productividad en obras					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Media	14	70,0	70,0	70,0
	Alta	5	25,0	25,0	95,0
	Muy alta	1	5,0	5,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

Fuente: Base de datos encuesta productividad

La tabla N° 7, respecto a la productividad en obras en el distrito Mallaritos, Sullana, muestra que de los 20 encuestados, 14 consideran que la productividad es media, lo que equivale al 70% de los resultados, 5 de ellos consideran a la productividad alta, lo que equivale al 25%, habiendo únicamente 1 que considera que la productividad de las obras es muy alta.

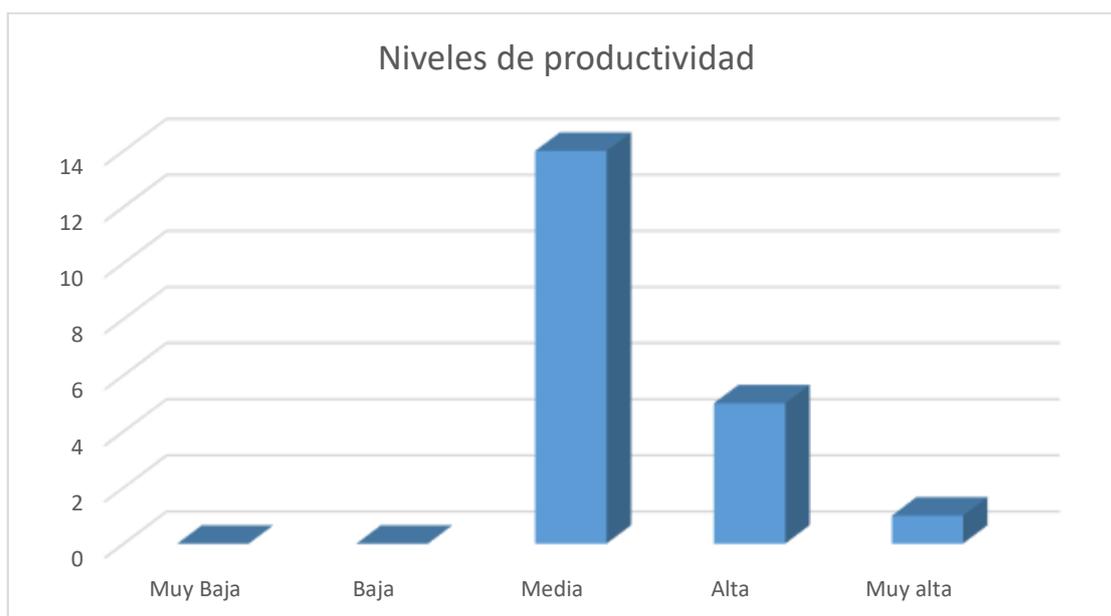


Gráfico 1. Niveles de productividad de las obras Mallaritos, Sullana

El gráfico N° 1, muestra que la productividad en las obras del distrito de Mallaritos, Sullana, a consideración del 70% de los encuestados es media.

Evaluación de la productividad en obra de la empresa sin el uso de las herramientas de la filosofía Lean Construction.

Tabla 8. Cálculo del presupuesto de proyecto Casa Juan

Item	Nombre de tarea	Metrado	Unidad	Costo unitario	Costo	Duración
1	PROGRAMACION MAESTRA				S/132,908.76	4 meses
1.1	Cimentaciones				S/13,558.05	3 semanas
1.1.1	Excavación manual	39	m3	30.00	S/1,170.00	
1.1.2	Solados	22	m2	25.00	S/540.00	
1.1.3	Zapatas	13	m3	450.00	S/5,832.00	
1.1.4	habilitación de acero en zapatas	197	kg	8.50	S/1,676.29	
1.1.5	Vaciado de cimientos					
1.1.5	Sobre cimientos	3	m3	450.00	S/1,147.50	
1.1.6	habilitación de acero en sobre cimiento	376	kg	8.50	S/3,192.26	
1.2	Edificación 1er piso				S/30,608.38	4 semanas
1.2.3	Muros de albañilería e=0.15cm	122	m2	65.00	S/7,898.15	
1.2.4	Columnas	3	m3	450.00	S/1,224.00	
1.2.5	Habilitación de acero en columnas	640	kg	8.50	S/5,441.53	
1.2.6	Pisos frotachado	6	m3	30.00	S/182.70	
1.2.7	losa aligerada	72	m2	220.00	S/15,862.00	
1.3	Arquitectura				S/19,780.80	3 semanas
1.3.1	Tarrajeo cielo raso	71	m2	40.00	S/2,820.40	
1.3.2	Tarrajeo muros	164	m3	40.00	S/6,540.40	
1.3.3	Pintura	286	m2	20.00	S/5,720.00	
1.3.4	Puertas	5	und	500.00	S/2,500.00	
1.3.5	Vidrios	10	m2	220.00	S/2,200.00	
1.4	Instalaciones eléctricas				S/6,600.00	2 semanas
1.4.1	Instalación de cableado	70	m	50.00	S/3,500.00	
1.4.2	interruptores	10	und	80.00	S/800.00	
1.4.3	tomacorrientes	25	und	80.00	S/2,000.00	
1.4.4	tableros	1	und	300.00	S/300.00	
1.5	Instalaciones Sanitarias				S/2,700.00	1 semana
1.5.1	Instalación de tuberías	25.00	ml	60.00	S/1,500.00	
1.5.2	Instalación de inodoros	1.00	und	600.00	S/600.00	
1.5.3	Instalación de lavamanos	1.00	und	400.00	S/400.00	
1.5.4	Instalación de duchas	1.00	und	200.00	S/200.00	
1.6	Edificación 2do piso				S/31,741.53	2 semanas
1.6.1	Muros de albañilería e=0.15cm	130.00	m2	65.00	S/8,450.00	
1.6.2	Columnas	3.00	m3	450.00	S/1,350.00	
1.6.3	Habilitación de acero	640	kg	8.50	S/5,441.53	
1.6.4	Losas aligerada	75.00	m2	220.00	S/16,500.00	
1.7	Arquitectura				S/20,800.00	3 semanas
1.7.1	Tarrajeo cielo raso	75.00	m2	40.00	S/3,000.00	
1.7.2	tarrajeo muros	175.00	m2	40.00	S/7,000.00	

1.7.3	Pintura	250.00	m2	20.00	S/5,000.00	
1.7.4	Puertas	5.00	und	500.00	S/2,500.00	
1.7.5	Vidrios	15.00	m2	220.00	S/3,300.00	
1.8	Instalaciones eléctricas				S/6,700.00	4 días
1.8.1	Instalación de cableado	80.00	m	50.00	S/4,000.00	
1.8.2	interruptores	10.00	und	80.00	S/800.00	
1.8.3	tomacorrientes	20.00	und	80.00	S/1,600.00	
1.8.4	tableros	1.00	und	300.00	S/300.00	
1.9	Instalaciones Sanitarias				S/3,120.00	3 días
1.9.1	Instalación de tuberías	36.00	ml	80.00	S/2,880.00	
1.9.2	Instalación de inodoros	1.00	und	80.00	S/80.00	
1.9.3	Instalación de lavamanos	1.00	und	80.00	S/80.00	
1.9.4	Instalación de duchas	1.00	und	80.00	S/80.00	

En la tabla N° 8 se observa la planeación efectuada por el responsable de la obra, evidenciando que se realiza en base al cálculo del tiempo promedio en que se puede desarrollar un entregable.

Tabla 9. Análisis con lookahead corte en semana seis, semana 1 Casa Juan

Semana 01						METRADO
L	M	K	J	V	S	
24.08.2021	25.08.2021	26.08.2021	27.08.2021	28.08.2021	29.08.2021	
						0.00
						0.00
9.75	9.75	9.75	9.75			39.00
				11.00	11.00	22.00
						2.59

En la tabla N° 9 muestra los metrados realizados la semana 1, acorde con lo planeado, y al levantamiento de las restricciones.

Tabla 10. Análisis lookahead corte en semana seis, semana 2

Semana 02						METRADO
L	M	K	J	V	S	
31.08.2021	01.09.2021	01.09.2021	02.09.2021	02.09.2021	03.09.2021	
						0.00
						0.00
						0.00
						0.00
2.59	2.59	2.59	2.59	2.59		12.96
				98.61	98.61	197.21
						0.00

En la tabla N° 10 muestra los metrados realizados la semana 2, acorde con lo planeado, y al levantamiento de las restricciones.

Tabla 11. Análisis lookahead corte en semana seis, semana 3

Semana 03						METRADO
L	M	K	J	V	S	
05.09.2021	06.09.2021	07.09.2021	08.09.2021	09.09.2021	10.09.2021	
						0.00
0.85	0.85	0.85				2.55
			125.19	125.19	125.19	375.56

En la tabla N° 11 se muestra los metrados realizados la semana 3, acorde con lo planeado, y al levantamiento de las restricciones.

Para la evaluación del desempeño en la obra se realizó un análisis del valor ganado

Budget at Completion (BAC) o Presupuesto del Proyecto

BAC = S/132,908.76

Earn Value (Valor Ganado)

EV = S/ 32,269.93

Valor planificado (PV)

PV= S/ 34,330.43

Actual Cost (Costo real)

AC= S/ 34,330.43

Costo estimado para completar el proyecto

EAC= S/. 100,638.83

Costo de respaldo de la empresa = S/ 32,269.93 - S/ 34,330.43 = **-2,060.07**

Tabla 12. Valor ganado de la obra (Casa Juan semana 6)

Variación del Costo (CV = EV - AC)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variación del cronograma (SV = EV - PV)	-1436.40	-1676.29	-2128.17	-2183.80	-2183.80	-2060.50
Índice de desempeño del costo (CPI = EV/AC)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Índice del desempeño del cronograma (SPI = EV/PV)	0.50	0.82	0.84	0.90	0.90	0.94
Costo Estimado de completitud (EAC)						32269.93

En la tabla N° 12 se observa que el CPI del proyecto es 1.00, lo que indica un desempeño del costo del proyecto no presenta signos alarmantes. Así mismo que el valor del SPI fue 0.94, lo que indica que el cronograma del proyecto se encuentra sutilmente rezagado y el costo estimado para completar el proyecto es S/. 100,638.83 cien mil seiscientos treintaiocho soles con 83/100.

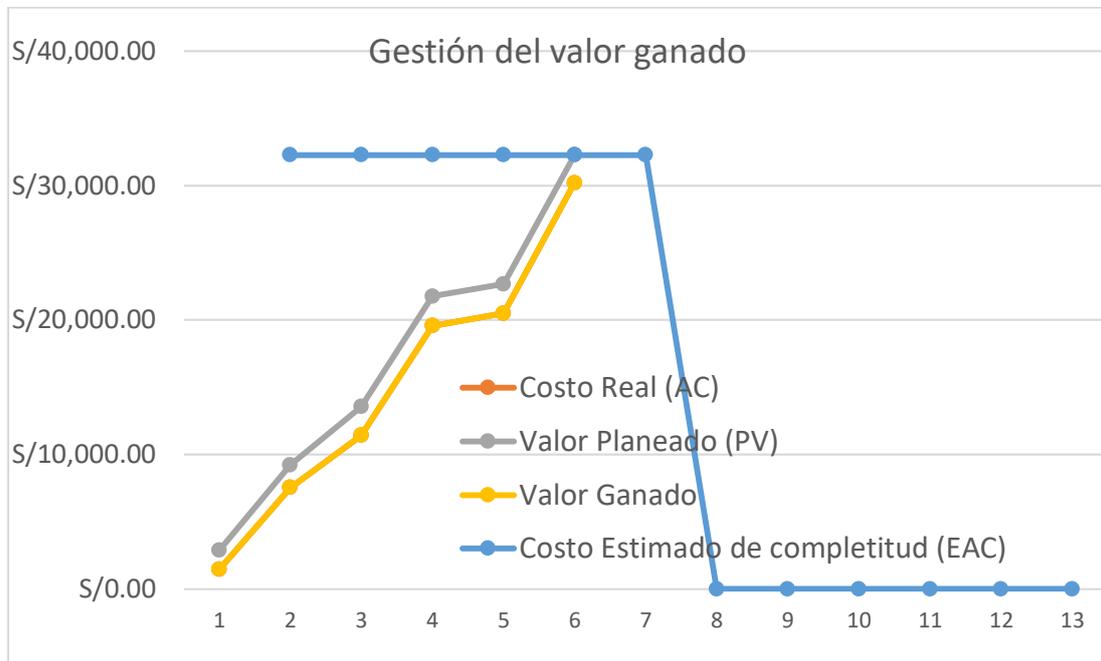


Gráfico 2. Curva S Proyecto Casa Juan

En el gráfico N° 2, se observa que el valor planeado y el valor ganado no coinciden, estando el valor planeado sutilmente por encima del valor ganado, lo que significa que hay entregables que no se han ejecutado a tiempo y hay un pequeño retraso en la obra.

Tabla 13. Desperdicios casa Juan.

Actividad	Metrado	Descripción del material	unidad	cant	Cálculo de materiales	Materiales + 5% de desperdicio	Materiales en obra	% de desperdicios en obra
cimientos corridos		hormigón	m3	20m ³	19.047 619	5%	20	5.00%
		piedra pilca	m3	8m ³	7.6190 4762	5%	8	5.00%
		cemento	bolsa	67 bolsas	63.809 5238	5%	65	1.87%
concreto en zapatas		cemento	bolsa	78 bolsas	74.285 7143	5%	77	3.65%

F'C=210kg /cm2	arena	m3	5m ³	4.7619 0476	5%	5	5.00%
	confitillo	m3	5m ³	4.7619 0476	5%	5	5.00%
	agua	m3	3.55m ³	3.3809 5238	5%	3.55	5.00%
acero grado 60 en zapatas	acero 1/2	kg	195	185.71 4286	5%	196	5.54%
	alambre nº16	kg	2kg	1.9047 619	5%	2	5.00%
concreto en columnas F'C=210kg /cm2	cemento	bols a	17	16.190 4762	5%	17	5.00%
	arena	m3	2m ³	1.9047 619	5%	2	5.00%
	confitillo	m3	2.5m ³	2.3809 5238	5%	2.5	5.00%
acero en columnas				0	5%		
				0	5%		
	acero 1/2	kg	555.4	529.00 9524	5%	555	4.91%
	acero 1/4	kg	74.54	70.990 4762	5%	80	12.69%
	alambre nº16	kg	10	9.5238 0952	5%	11	15.50%
concreto en sobrecimi entos f'c =210	cemento	bols a	38	36.190 4762	5%	38	5.00%
	arena	m3	3.5	3.3333 3333	5%	3.5	5.00%
	confitillo	m3	3.5	3.3333 3333	5%	3.5	5.00%
Acero grado 60 en sobrecimi entos	acero 1/2	kg	322	306.66 6667	5%	322	5.00%
	acero 1/4	kg	45.18	43.028 5714	5%	45	4.58%
	alambre nº16	kg	8	7.6190 4762	5%	8	5.00%
Muros de ladrillo king kong de sogá 1:5	cemento	bols a	12	11.428 5714	5%	12	5.00%
	ladrillo	und	1420	1352.3 8095	5%	1425	5.37%
	arena gruesa	m3	3	2.8571 4286	5%	3	5.00%
pisos frotachad o	cemento	bols a	32	30.476 1905	5%	33	8.28%

	arena	m3	3	2.8571 4286	5%	3	5.00%
	confitillo	m3	3	2.8571 4286	5%	3	5.00%
Concreto en techo primer nivel F'C=210kg/cm2	cemento	bolsa	75	71.428 5714	5%	75	5.00%
	arena	m3	7	6.6666 6667	5%	7	5.00%
	confitillo	m3	7	6.6666 6667	5%	7	5.00%
Acero grado 60 fy=4200kg/cm2	acero 1/2	kg	672.9 75	640.92 8571	5%	675	5.32%
	acero 1/4	kg	112.9 5	107.57 1429	5%	115	6.91%
	alambre n°16	kg	25	23.809 5238	5%	25	5.00%
Ladrillo para techos	ladrillo techo 30x30x15	und	576	548.57 1429	5%	586	6.82%
Tarrajeo en superficies de muros y columnas	cemento	bolsa	43	40.952 381	5%	44	7.44%
	arena fina	m3	4	3.8095 2381	5%	4	5.00%
tarrajeo en superficies de cielo raso con mezcla concreto en columnas segundo nivel	cemento	bolsa	19	18.095 2381	5%	19	5.00%
	arena fina	m3	2	1.9047 619	5%	2	5.00%
F'C=210kg/cm2	cemento	bolsa	17	16.190 4762	5%	17	5.00%
	arena	m3	2	1.9047 619	5%	2	5.00%
acero en columnas	confitillo	m3	2.5	2.3809 5238	5%	2.5	5.00%

segundo nivel	acero 1/2	kg	555.46	529.009524	5%	560	5.86%
	acero 1/4	kg	74.54	70.9904762	5%	75	5.65%
	alambre nº16	kg	10	9.52380952	5%	10	5.00%
Concreto en techo F'C=210kg/cm2	cemento	bolsa	75	71.4285714	5%	75	5.00%
	arena	m3	7.5	7.14285714	5%	7.5	5.00%
	confitillo	m3	7.5	7.14285714	5%	7.5	5.00%
Acero grado 60 fy=4200kg/cm2	acero 1/2	kg	672.975	640.928571	5%	673	5.00%
	acero 1/4	kg	112.95	107.571429	5%	110	2.26%
	alambre nº16	kg	25	23.8095238	5%	24	0.80%
Ladrillo para techos Muros de ladrillo king kong de soga 1:5	ladrillo techo 30x30x15	und	576	548.571429	5%	580	5.73%
	cemento	bolsa	14	13.3333333	5%	14	5.00%
	ladrillo	und	1510	1438.09524	5%	1500	4.30%
	arena gruesa	m3	4	3.80952381	5%	4	5.00%
Tarrajeo en superficies de muros y columnas tarrajeo en superficies de cielo raso con mezcla	cemento	bolsa	47	44.7619048	5%	47	5.00%
	arena fina	m3	4	3.80952381	5%	4	5.00%
	cemento	bolsa	20	19.047619	5%	20	5.00%
	arena fina	m3	2	1.9047619	5%	2	5.00%
Promedio							5.32%

En la tabla N° 13, se observa que el promedio total de desperdicios en la obra es de 5.32%, lo que significa que el proyecto se encuentra 0.32% por encima de los desperdicios recomendados por la CAPECO.

Tabla 14. Ahorro efectivo

Descripción del material	unidad	Gasto de materiales programado	Gastos de materiales en obra	Ahorro efectivo
hormigón	m3	S/900.00	S/900.00	S/0.00
piedra pilca	m3	S/400.00	S/400.00	S/0.00
cemento	bolsa	S/1,775.50	S/1,722.50	S/53.00
cemento	bolsa	S/2,067.00	S/2,040.50	S/26.50
arena	m3	S/250.00	S/250.00	S/0.00
confitillo	m3	S/400.00	S/400.00	S/0.00
agua	m3	S/0.00	S/0.00	S/0.00
acero 1/2	kg	S/908.70	S/913.36	-S/4.66
alambre nº16	kg	S/13.00	S/13.00	S/0.00
cemento	bolsa	S/450.50	S/450.50	S/0.00
arena	m3	S/100.00	S/100.00	S/0.00
confitillo	m3	S/200.00	S/200.00	S/0.00
		S/0.00	S/0.00	S/0.00
Acero 5/8		S/0.00	S/0.00	S/0.00
acero 1/2	kg	S/2,588.44	S/2,586.30	S/2.14
acero 1/4	kg	S/231.82	S/248.80	-S/16.98
alambre nº16	kg	S/65.00	S/71.50	-S/6.50
cemento	bolsa	S/1,007.00	S/1,007.00	S/0.00
arena	m3	S/175.00	S/175.00	S/0.00
confitillo	m3	S/280.00	S/280.00	S/0.00
		S/0.00	S/0.00	S/0.00
acero 1/2	kg	S/1,500.52	S/1,500.52	S/0.00
acero 1/4	kg	S/140.51	S/139.95	S/0.56
alambre nº16	kg	S/52.00	S/52.00	S/0.00
		S/0.00	S/0.00	S/0.00
cemento	bolsa	S/318.00	S/318.00	S/0.00
ladrillo	und	S/1,136.00	S/1,140.00	-S/4.00
arena gruesa	m3	S/150.00	S/150.00	S/0.00
cemento	bolsa	S/848.00	S/874.50	-S/26.50
arena	m3	S/150.00	S/150.00	S/0.00
confitillo	m3	S/240.00	S/240.00	S/0.00
arena	m3	S/350.00	S/350.00	S/0.00
confitillo	m3	S/560.00	S/560.00	S/0.00
acero 1/2	kg	S/3,136.06	S/3,145.50	-S/9.44

acero 1/4	kg	S/127.07	S/129.38	-S/2.31
alambre n°16	kg	S/162.50	S/162.50	S/0.00
		S/0.00	S/0.00	S/0.00
ladrillo techo 30x30x15	und	S/1,843.20	S/1,875.20	-S/32.00
cemento	bolsa	S/1,139.50	S/1,166.00	-S/26.50
arena fina	m3	S/200.00	S/200.00	S/0.00
cemento	bolsa	S/503.50	S/503.50	S/0.00
arena fina	m3	S/100.00	S/100.00	S/0.00
cemento	bolsa	S/450.50	S/450.50	S/0.00
arena	m3	S/100.00	S/100.00	S/0.00
confitillo	m3	S/200.00	S/200.00	S/0.00
acero 1/2	kg	S/2,588.44	S/2,609.60	-S/21.16
acero 1/4	kg	S/85.72	S/86.25	-S/0.53
alambre n°16	kg	S/65.00	S/65.00	S/0.00
cemento	bolsa	S/1,987.50	S/1,987.50	S/0.00
arena	m3	S/375.00	S/375.00	S/0.00
confitillo	m3	S/600.00	S/600.00	S/0.00
acero 1/2	kg	S/3,062.04	S/3,062.15	-S/0.11
		S/0.00	S/0.00	S/0.00
acero 1/4	kg	S/129.89	S/126.50	S/3.39
alambre n°16	kg	S/162.50	S/156.00	S/6.50
		S/0.00	S/0.00	S/0.00
ladrillo techo 30x30x15	und	S/1,843.20	S/1,856.00	-S/12.80
		S/0.00	S/0.00	S/0.00
cemento	bolsa	S/371.00	S/371.00	S/0.00
ladrillo	und	S/1,208.00	S/1,200.00	S/8.00
arena gruesa	m3	S/200.00	S/200.00	S/0.00
cemento	bolsa	S/1,245.50	S/1,245.50	S/0.00
arena fina	m3	S/200.00	S/200.00	S/0.00
cemento	bolsa	S/530.00	S/530.00	S/0.00
arena fina	m3	S/100.00	S/100.00	S/0.00
Total		S/41,966.62	S/42,030.01	-S/63.39

En la tabla N° 14, se observa que la obra se ha excedido en el presupuesto con S/.63.12 soles, lo que representa el 0.15 del total del gasto de materiales hasta la semana 11 de las actividades en obra.

Tabla 15. Sobreproducción por semana

Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6	Sem7	Sem8	Sem9	Sem10	Sem11
5%	4%	5%	5%	8%	5%	7%	6%	2%	5.00%
5%	5%	5%	5%	5%	5%	7%	6%	1%	5.00%
2%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	6%	5.00%
	5%	5%	5%		5%	5%	5%	5%	5.00%
	6%	13%	5%		7%	5%	5%	4%	
	5%	16%	5%		5%	5%	5%	5%	
			5%				5%		
			5%						
			5%						
			5%						
			5%						
3.96%	4.87%	8.02%	5.00%	6.09%	5.37%	5.71%	5.22%	3.85%	5.00%

En la tabla N° 15, se observa que la semana 4 y la semana 6, han sido las semanas en que más se ha sobre producido (5.71% y 8.02 respectivamente), lo que evidencia que en la obra hay una sutil propensión a gastar material, por encima de lo que se ha planificado.

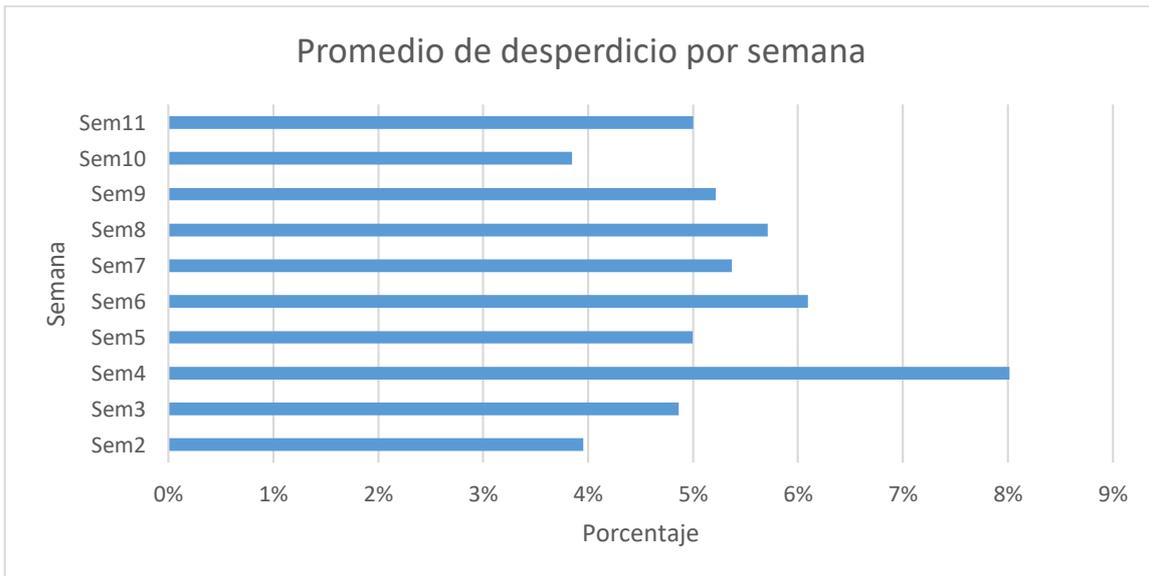


Gráfico 3. Promedio de desperdicios semanales

En el gráfico N° 3, se observa que la semana 2 y la semana 11, han sido las semanas en que más se ha sobre producido (5%), sin embargo, estos porcentajes se encuentran dentro de los desperdicios y sobreproducción esperados, en la obra.

Tabla 16. . Total de TP, TC, TNC, casa Juan por semana en minutos

Ítem	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11
TP	1153	1406	1186	1412	1270	1465	1270	1472	1268	1472	1437
TC	768	912	868	1012	720	852	725	815	726	815	869
TNC	599	622	458	530	530	623	525	653	526	653	648

En la tabla N° 16, se observa que a medida que el tiempo transcurren los TP, no han tenido mayores cambios, siendo el TP más elevado 1472 y el TP más bajo 1406.

Tabla 17. % Total TP, TC, TNC, Casa Juan

Ítem	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11
TP	46%	48%	47%	48%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	49%
TC	30%	31%	35%	34%	29%	29%	29%	28%	29%	28%	29%
TNC	24%	21%	18%	18%	21%	21%	21%	22%	21%	22%	22%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

En la tabla N° 17, se observa que a medida que el tiempo transcurren el % de TP, no han tenido mayores cambios, siendo el % TP más elevado 50% y el % TP más bajo 46%.

Tabla 18. Total de tiempo productivo de la obra Casa Juan

Total	% total
14811	49%
9082	30%
6367	21%
	100%

En la tabla N° 18, se observa que en casa Juan el TP total de la obra casa Juan es 148111 que representa el 49%, el TC total es 9082 que representa el 30% y el TNC 6367 que representa el 21%, lo que significa que la productividad de la obra es relativamente teniendo un considerable TNC.

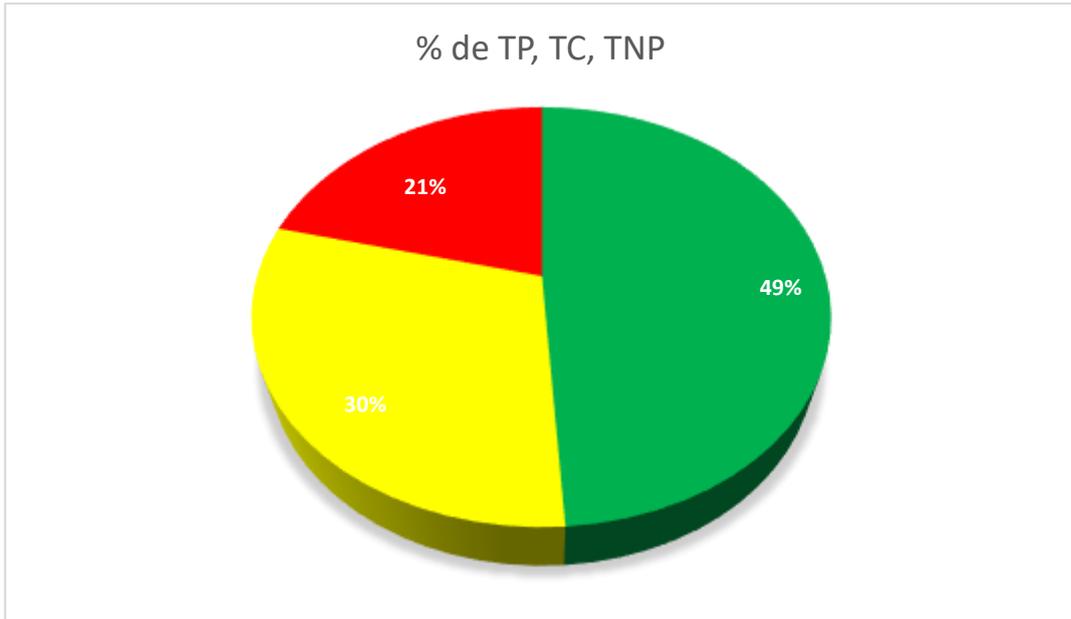


Figura 7. Porcentaje de TP, TC y TNC Casa Juan

En la figura N° 9, se observa que el % TP total de la obra casa Juan es 49%, el TC es 30% y el TNC es 21%.

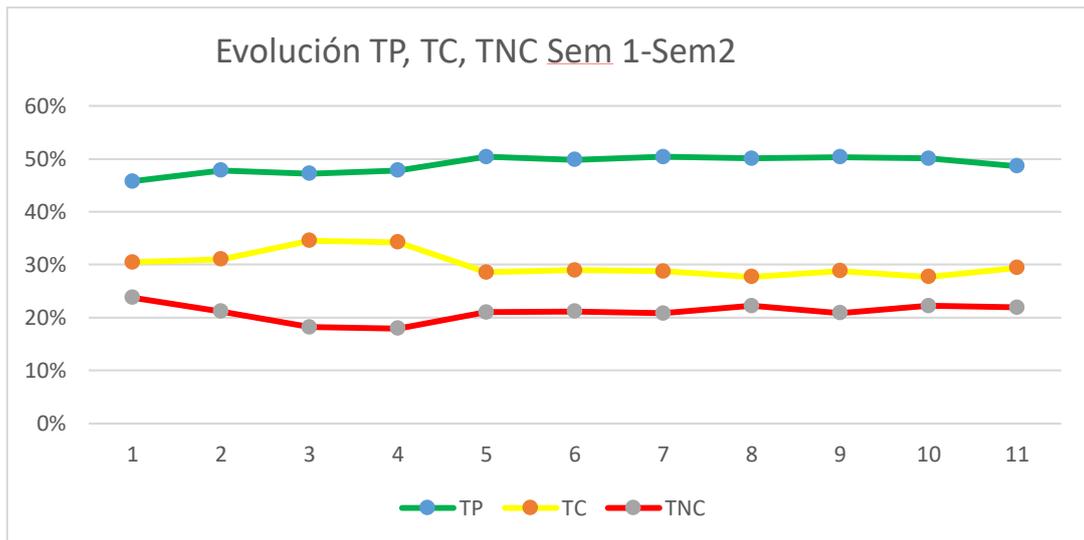


Figura 8. Evolución de los TP, Tc, TNC Semana 1-Sem ana11

Evaluación productividad aplicando la filosofía Lean Construction

Tabla 19. Cálculo del presupuesto de proyecto Casa Rosa

Ítem	Nombre de tarea	Duración	Metrado	Unidad	Costo unitario	Ratío HH	Trabajadores	Trabajo	Costo
1	PROGRAMACION MAESTRA	151						709 6 HH	S/299,8 29.38
1.1	OBRAS PROVISIONALES								S/400.0 0
1.1.1	Agua para la construcción	1	1.00	Glo bal	400. 00	8.0 0	1	8 HH	S/400.0 0
1.1.1.2	TRABAJO PRELIMINARES								S/2,808. 00
1.1.1.3	limpieza de terreno	1	151	m2	3.00	0.2 1	4	32 HH	S/453.0 0
1.1.1.4	trazo, nivel y replanteo	1	151	m2	5.00	0.2 6	5	40 HH	S/755.0 0
1.1.1.5	Desmontaje de techos existente	1	1	Glo bal	800. 00	40. 00	5	40 HH	S/800.0 0
1.1.1.6	Demolición de muros de material rustico	2	1	Glo bal	800. 00	80. 00	5	80 HH	S/800.0 0
1.3	MOVIMIENTO DE TIERRAS								S/7,615. 40
1.3.1	Nivelación del terreno	1	140	m2	10.0 0	0.0 6	1	8 HH	S/1,400. 00
1.3.2	Excavación de zanjas p/cimientos	5	65	m3	30.0 0	2.4 6	4	160 HH	S/1,948. 20
1.3.3	Excavación de cisterna	2	6	m3	40.0 0	4.9 4	2	32 HH	S/259.2 0
1.3.4	Excavación de zanjas para zapatas	2	39	m3	40.0 0	1.6 4	4	64 HH	S/1,560. 00
1.3.5	Relleno de compactación c/material propio	2	12	m3	20.0 0	4.0 0	3	48 HH	S/240.0 0
1.3.6	Eliminación de material excedente	8	110	m3	20.0 0	2.3 2	4	256 HH	S/2,208. 00
1.4	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE								S/5,250. 00
1.4.1	Cimientos corridos 1:10 (C:H) + 30% P.G	2	15	m3	350. 00	7.4 7	7	112 HH	S/5,250. 00
1.5	ZAPATAS								S/11,62 4.00
1.5.1	Concreto en zapatas F'C=210kg/cm2	3	19	m3	450. 00	8.7 8	7	168 HH	S/8,613. 00
1.5.2	Acero grado 60 en zapatas	6	337	kg	8.00	0.7 1	5	240 HH	S/2,696. 00
1.5.3	Encofrado y desencofrado normal zapatas	2	9	m2	35.0 0	7.1 1	4	64 HH	S/315.0 0
1.6	COLUMNAS								S/28,21 8.00
1.6.1	Concreto en columnas F'C=210kg/cm2	4	11	m3	450. 00	16. 84	6	192 HH	S/5,130. 00
1.6.2	Acero grado 60 en columnas	5	2151	kg	8.00	0.1 1	6	240 HH	S/17,20 8.00
1.6.3	Encofrado y desencofrado normal - columnas	6	140	und	42.0 0	1.7 1	5	240 HH	S/5,880. 00
1.7	CISTERNA								S/3,741. 58
1.7.1	Concreto en cisterna F'C=210kg/cm2	1	4	m3	450. 00	9.7 6	5	40 HH	S/1,845. 00
1.7.2	Acero grado 60 en cisterna	1	140. 00	kg	8.00	0.1 1	2	16 HH	S/1,120. 00
1.7.3	Encofrado y desencofrado normal - Cisterna	1	18.4 9	m2	42.0 0	1.3 0	3	24 HH	S/776.5 8
1.5.2	VIGAS DE CIMENTACIÓN								S/13,53 9.50
1.5.3	Concreto en vigas f'c =210 kg/cm2	2	8.11	m3	450. 00	11. 84	6	96 HH	S/3,649. 50
1.5.4	Encofrado y desencofrado normal vigas cimentación	2	45.0 0	m2	42.0 0	1.7 8	5	80 HH	S/1,890. 00

1.6	Habilitación y colocación de acero vigas cimentación	6	1000.00	kg	8.00	0.29	6	288	S/8,000.00
1.7	SOBRECIMIENTO							HH	S/6,269.50
1.7.1	Concreto en sobre cimient	2	4.11	m3	450.00	19.46	5	80	S/1,849.50
1.7.2	Acero grado 60 en sobre cimient	2	365.00	Kg	8.00	0.22	5	80	S/2,920.00
1.7.3	Encofrado y desencofrado normal sobre cimient	2	30.00	m2	50.00	2.67	5	80	S/1,500.00
1.8	TECHO ALIGERADO Primer Piso							HH	S/33,630.00
1.8.1	Concreto en techo F'C=210kg/cm2	1	18.50	m3	450.00	7.78	18	144	S/8,325.00
1.8.2	Acero grado 60 fy=4200kg/cm2	6	1500.00	kg	8.00	0.19	6	288	S/12,000.00
1.8.3	Encofrado y desencofrado	6	174.90	m2	50.00	1.10	4	192	S/8,745.00
1.8.4	Ladrillo para techos	1	1200.00	und	3.80	0.04	6	48	S/4,560.00
1.8	ESCALERA							HH	S/3,840.00
1.8.1	Concreto en escalera f'c=210kg/cm2	1	2.00	m3	450.00	24.00	6	48	S/900.00
1.8.2	Acero grado 60 fy=4200kg/cm2 escalera	2	280.00		8.00	0.17	3	48	S/2,240.00
1.8.3	Encofrado y desencofrado escalera	2	20.00	m2	35.00	1.60	2	32	S/700.00
1.9	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA							HH	S/11,004.00
1.9.1	Muros de ladrillo King Kong de sog	7	183.40	m2	60.00	1.53	5	280	S/11,004.00
2	TECHO ALIGERADO Segundo Piso							HH	S/33,630.00
2.1	Concreto en techo 2 F'C=210kg/cm2	1	18.50	m3	450.00	7.35	17	136	S/8,325.00
2.2	Acero grado 60 fy=4200kg/cm2 techo 2	6	1500.00	kg	8.00	0.19	6	288	S/12,000.00
2.3	encofrado y desencofrado techo aligerado techo 2	6	174.90	m2	50.00	1.10	4	192	S/8,745.00
2.4	Ladrillo para techos 2	1	1200.00	und	3.80	0.04	6	48	S/4,560.00
3	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS							HH	S/21,664.00
3.1	Tarrajeo en superficies de muros y columnas	6	355.60	m3	40.00	0.81	6	288	S/14,224.00
3.1	Tarrajeo en superficies de escalera	3	21.00	m3	40.00	3.43	3	72	S/840.00
3.1	Tarrajeo en superficies de cielo raso con mezcla	6	151.00	m3	40.00	1.91	6	288	S/6,040.00
2.1.4	Tarrajeo muros cisterna	1	14.00	m3	40.00	1.71	3	24	S/560.00
2.2	PISOS Y PAVIMENTOS							HH	S/22,375.00
2.2.1	Contrapiso frotachado e=0.05	3	151.00	m2	25.00	1.27	8	192	S/3,775.00
2.2.2	Piso de porcelanato nacional	4	155.00	m2	120.00	1.03	5	160	S/18,600.00
2.3	REVESTIMIENTO DE cisterna							HH	S/1,411.20
2.3.1	Enchape cisterna muros y piso	3	17.64	m2	80.00	2.72	2	48	S/1,411.20
2.4	INSTALACIONES SANITARIAS							HH	S/9,335.40
2.4.1	Puntos de desagüe y ventilación	2	25.00	Glo bal	60.00	2.56	4	64	S/1,500.00
2.4.2	Redes de desagüe	2	31.18	m	30.00	1.54	3	48	S/935.40
2.4.3	Puntos de agua fría	2	20.00	glob al	60.00	1.60	2	32	S/1,200.00
2.4.4	Redes de agua fría	3	50.00	m	50.00	1.44	3	72	S/2,500.00
2.4.5	Instalación de tanque 1500lt	1	1.00	Glo bal	2000.00	16.00	2	16	S/2,000.00
2.4.6	Instalación de electrobomba (pedrollo ,08hp)	1	1.00	Glo bal	1200.00	16.00	2	16	S/1,200.00

2.5	INSTALACIONES ELECTRICAS								S/9,860.00
2.5.1	Salida centro de luz	2	37.00	Uni	150.00	0.86	2	32	S/5,550.00
2.5.2	Interruptores	4	17.00	Uni	80.00	3.76	2	64	S/1,360.00
2.5.3	salida para toma corrientes	2	22.00	Uni	80.00	1.45	2	32	S/1,760.00
2.5.4	salida para teléfonos y tv	1	7.00	Uni	70.00	2.29	2	16	S/490.00
2.5.5	tablero general	1	1.00	unid	700.00	16.00	2	16	S/700.00
2.6	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS								S/1,920.00
2.6.1	Zócalos de cerámica 0.6 x 0.10	2	48.00	m	40.00	1.00	3	48	S/1,920.00
2.7	REPOSTERIA COCINA								S/6,016.00
2.7.1	mesa empotrada	3	8.29	m	400.00	5.79	2	48	S/3,316.00
2.7.2	enchape mesada	3	18.00	m2	150.00	2.67	2	48	S/2,700.00
2.8	REVESTIMIENTO DE ESCALERA								S/2,160.00
2.8.1	pasos y contrapasos de porcelanato	3	18.00	m2	120.00	2.67	2	48	S/2,160.00
2.9	CARPINTERIA DE MADERA								S/10,000.00
2.9.1	Puertas contra placadas marco y bastidor con cerrajería	3	3.00	Uni	500.00	24.00	3	72	S/1,500.00
2.9.2	puerta apanelada (incluye chapa de seguridad)	1	1.00	Uni	2500.00	24.00	3	24	S/2,500.00
2.9.3	puerta principales del segundo nivel	2	1.00	Uni	3000.00	32.00	2	32	S/3,000.00
2.9.4	puerta principales del segundo nivel salida al balcón	1	1.00	Uni	1500.00	24.00	3	24	S/1,500.00
2.9.5	puertas interiores para baños	1	3.00	Uni	500.00	10.67	4	32	S/1,500.00
3.00	CARPINTERIA METALICA								S/19,320.00
3.1.1	barandas de tubo metálico en balcones y escalera VIDRIOS	1	32.20	m	600.00	0.75	3	24	S/19,320.00
4.00	VIDRIOS								S/17,200.00
4.11	vidrios dobles sistema directo	6	40.00	m2	220.00	3.60	3	144	S/8,800.00
4.11	Mamparas de vidrio templado 3.37 x2.8 m	3	1.00	Uni	5200.00	96.00	4	96	S/5,200.00
4.11	Mamparas de vidrio templado 2x2.8m	1	1.00	Uni	3200.00	32.00	4	32	S/3,200.00
5.00	APARATOS SANITARIOS Y GRIFERIA								S/4,950.00
5.1.1	Inodoro one piece de color c/acces.	1	2.00	Uni	700.00	4.00	1	8	S/1,400.00
5.1.2	Lavatorio de color (incluye desagüe y mezclador cromada)	1	2.00	Uni	600.00	4.00	1	8	S/1,200.00
5.1.3	Kit de accesorios de SSHH	1	2.00	Uni	250.00	4.00	1	8	S/500.00
5.1.4	lavadero de acero inoxidable con desagüe y accesorios	1	1.00	Uni	350.00	8.00	1	8	S/350.00
5.1.5	Llaves monocromadas lavatorio baño para baños	1	3.00	Uni	250.00	2.67	1	8	S/750.00
5.1.6	lluvia de ducha (vainza)	1	1.00	Uni	300.00	8.00	1	8	S/300.00
5.1.7	llave tipo ganso lavador cocina	1	1.00	Uni	450.00	8.00	1	8	S/450.00
6.00	PINTURA								S/10,120.00
6.1.1	pintura látex en cielo raso	6	151.00	m2	20.00	0.95	3	144	S/3,020.00
6.1.2	Pintura látex en muros interiores y exteriores	6	355.00	m2	20.00	0.41	3	144	S/7,100.00
7.00	VARIOS					0.00			S/600.00

7.1.	limpieza final de obra	3	1.00	Glo	600.	48.	2	48	S/600.0
1				bal	00	00		HH	0

En la tabla N° 19 se observa, el cálculo del costo del presupuesto, para lo cual se ha considerado las partidas, la cantidad de horas de trabajo y los ratios de eficiencia horas hombre.

Luego de efectuado se realizó el avance de obra programado.

Tabla 20. Avance planeado semana 1

Semana 01							METRADO
L	M	K	J	V	S	D	
23.08.2021	24.08.2021	25.08.2021	26.08.2021	27.08.2021	28.08.2021	29.08.2021	
1.00							1.00
	75.50	75.50					151.00
				151			151.00
			1.00				1.00
					1.00		1.00

En la tabla N° 20, se observa que para la semana 1 se ha realizado una división de los metrados de acorde a las restricciones de cada entregable y a los ratios de avance de los que trabajan en la obra. Contabilizando los metrados completados

Tabla 21. Avance planeado semana 2

Semana 02							METRADO
L	M	K	J	V	S	D	
30.08.2021	31.08.2021	01.09.2021	02.09.2021	03.09.2021	04.09.2021	05.09.2021	
140.00							140.00
	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00		65.00
	19.50	19.50					39.00
							0.00
		13.75	13.75	13.75	13.75		55.00
		56.17	56.17	56.17	56.17		224.67
				4.50	4.50		9.00
							1720.80

En la tabla N° 21, se observa que para la semana 2 se ha realizado una división de los metrados de acorde a las restricciones de cada entregable y a los ratios

de avance de los que trabajan en la obra. Contabilizando los metrados completados.

Tabla 22. Avance planeado semana 3

Semana 03							METRADO
L	M	K	J	V	S	D	
06.09.2021	07.09.2021	08.09.2021	09.09.2021	10.09.2021	11.09.2021	12.09.2021	
3.00	3.00						6.00
							0.00
13.75	13.75	13.75	13.75				55.00
		7.50	7.50				15.00
			6.33	6.33	6.33		19.00
56.17	56.17						112.33
430.20							430.20
					4.00		4.00
				140.00			140.00
				18.49			18.49
166.67	166.67	166.67	166.67	166.67	166.67		1000.01

En la tabla N° 22, se observa que para la semana 3 se ha realizado una división de los metrados de acorde a las restricciones de cada entregable y a los ratios de avance de los que trabajan en la obra. Contabilizando los metrados completados

Tabla 23. Avance planeado semana

Semana 04							METRADO
L	M	K	J	V	S	D	
13.09.2021	14.09.2021	15.09.2021	16.09.2021	17.09.2021	18.09.2021	19.09.2021	
					6.00		6.00
		2.75	2.75	2.75	2.75		11.00
			4.06	4.06			8.11
22.50	22.50						45.00
				2.06	2.06		4.11
182.50	182.50						365.00
		15.00	15.00				30.00
14.00							14.00
		5.88	5.88	5.88			17.64

En la tabla N° 23, se observa que para la semana 4 se ha realizado una división de los metrados de acorde a las restricciones de cada entregable y a los ratios de avance de los que trabajan en la obra. Contabilizando los metrados completados.

En las tablas 19, 20, 21, 22 se observa el uso de la herramienta lookahead, para la realización del cronograma, así mismo el valor planeado de la obra por día conforme el avance de los entregables, de manera que la suma total de los valores planeados dé como resultado el valor total de la obra.

Para el cálculo de la productividad durante la ejecución de la obra se evaluó de acuerdo a los entregables efectuados en cada semana, la herramienta que se consideró adecuada para tal, fue el análisis del valor ganado. Donde se consideró. (Revisar Anexos)

Budget at Completion (BAC) o Presupuesto del Proyecto

BAC = S/299,829.38

Earn Value (Valor Ganado)

EV = S/188,975.90

Valor planificado (PV)

PV= S/ 175155.90

Actual Cost (Costo real)

AC= S/188,975.90

Costo estimado para completar el proyecto

EAC= S/. S/ 124 673. 48

Costo de respaldo de la empresa = S/188,975.90 - S/ 175155.90 = **13820.00**

Tabla 24. Valor ganado de la obra (Casa Rosa)

	Valor ganado										
Variación del Costo (CV = EV - AC)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variación del cronograma (SV = EV - PV)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3960.00	5960.00	5960.00	5960.00	5960.00	13820.00
Índice de desempeño del costo (CPI = EV/AC)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02	1.01	1.00	1.00	1.02
Índice del desempeño del cronograma (SPI = EV/PV)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04	1.05	1.04	1.03	1.03	1.08
Costo Estimado de completitud (EAC)											175155.90

En la tabla N° 24 se observa que el CPI del proyecto es 1.02, lo que indica un desempeño del proyecto camina de acuerdo a lo previsto. Así mismo que el valor del SPI fue 1.08 lo que indica que el cronograma del proyecto está yendo de acuerdo a lo planificado y que el costo estimado para completar el proyecto es S/124 673. 48 Ciento setenta y cinco mil ciento cincuenta y cinco soles y cincuenta y dos céntimos, habiendo completado hasta allí el 63% de la obra, consiguiendo un adelanto del 5% de adelanto en el costo de la obra.

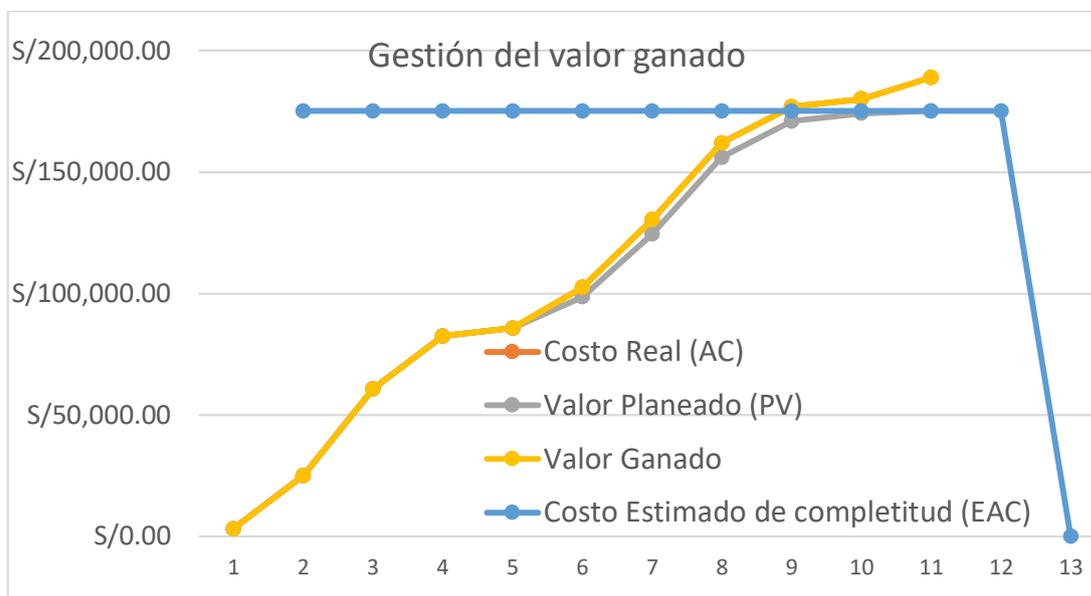


Gráfico 4. Curva S Proyecto Casa Rosa

En el gráfico N° 4, se observa que las líneas del valor planeado y el valor ganado no coinciden, sino que el valor ganado se encuentra sutilmente por encima del valor planeado, lo que significa que se han adelantado algunos entregables, es decir que la obra avanza sutilmente mejor de lo planeado.

Tabla 25. Diferencia del Costo planeado y costo real hasta la fecha de corte

Diferencia del Valor	
Costo Planeado	S/175,155.90
Costo Real	S/188,975.90
Diferencia	S/13820.00

En la tabla N° 25 se observa que hasta la semana 11, el desempeño del gasto está por encima del valor planeado en S/13820.00, esto como consecuencia de un sutil adelanto de la programación (se han adelantado metros), esto se confirma con los resultados de los valores del CPI y SPI, lo que indica que el proyecto se ejecuta sutilmente mejor de lo previsto.

Análisis de los desperdicios y la sobreproducción

Tabla 26. Desperdicios casa Rosa

Item	Metrado	Materiales	Calculo de materiales	Calculo de materiales + % por desperdicio	Gasto de materiales en obra	% desperdicios en la obra
Concreto en cimiento corrido	15.00 m ³	hormigón	8.57	9	9	5.00%
		piedra pilca	4.29	4.5	4.5	5.00%
		Cemento	38.10	40	40	5.00%
Concreto Zapatas	19.00 m ³	Cemento	144.76	152	145	0.16%
		Arena	9.52	10	10	5.00%
		Confitillo	10.48	11	10.5	0.23%
		Agua	3.55	3.55	3.55	0.00%
Acero grado 60 en Zapatas	337.00 kg	acero 5/8 alambre nº16	318.10	334	320	0.60%
			2.86	3	3	5.00%
Concreto columnas	11.40 m ³	Cemento	100.95	106	101	0.05%
		Arena	5.43	5.7	5.55	2.24%
		Confitillo	5.54	5.82	5.7	2.84%
Acero grado 60 en columnas	2151.00 kg	Acero 5/8"	962.74	1010.88	980	1.79%
		Acero 1/2"	307.34	322.704	315	2.49%
		Acero 3/8"	759.05	797	763	0.52%
		Alambre N° 16	14.29	15	15	5.00%
Concreto en cisterna F'C=210kg/cm2	4.00 m ³	Cemento	34.29	36	35	2.08%
		Arena	2.86	3	3	5.00%
		Confitillo	3.33	3.5	3.5	5.00%
Acero grado 60 en cisterna	140.00 kg	Acero 3/8"	23.81	25	24	0.80%
		Alambre N° 16	9.52	10	10	5.00%
Concreto en vigas f'c =210 kg/cm2	8.11 m ³	Cemento	69.52	73	71	2.12%
		Arena	4.29	4.5	4.5	5.00%
		Confitillo	4.29	4.5	4.5	5.00%
Acero grado 60 en viga de cimentación	1000kg	Acero 1/2"	751.43	789	778	3.54%
		Acero 3/8	191.43	201	195	1.87%
		Alambre N° 16	9.52	10	10	5.00%
Concreto en sobrecimiento F'C=210kg/cm2	4.11 m ³	Cemento	36.19	38	37	2.24%
		Arena	3.33	3.5	3.5	5.00%
		Confitillo	3.33	3.5	3.5	5.00%
	365	Acero 1/2"	290.48	305	300	3.28%
		Acero 3/8	47.62	50	50	5.00%

Acero grado 60 en sobrecimiento		Alambre N° 16	9.52	10	10	5.00%
Concreto en techo F'C=210kg/cm2	18.5	Cemento	159.05	167	163	2.49%
		Arena	9.52	10	10	5.00%
		Confitillo	9.52	10	10	5.00%
Acero grado 60 fy=4200kg/cm2 techo	1500	Acero 5/8"	495.24	520	508	2.58%
		Acero 1/2"	504.76	530	521	3.22%
		Acero 3/8"	223.81	235	227	1.43%
		Acero 1/4"	171.43	180	178	3.83%
		Alambre N° 16	33.33	35	35	5.00%
Ladrillo para techos	1200	ladrillo techo 30x30x15	1142.86	1200	1150	0.62%
Concreto en escalera f'c=210kg/cm2	2	Cemento	17.14	18	18	5.00%
		Arena	1.43	1.5	1.5	5.00%
		Confitillo	1.43	1.5	1.5	5.00%
Acero grado 60 fy=4200kg/cm2 escalera	280	Acero	0.00			
		Acero	0.00			
		Acero	0.00			
		Acero	0.00			
Muros de ladrillo King Kong de sogá 1:5	183.4	Cemento	39.05	41	40	2.44%
		Arena Gruesa	3.81	4	4	5.00%
		Ladrillo	7320.00	7686	7454	1.83%
Concreto en techo 2 F'C=210kg/cm2	18.5	Cemento	159.05	167	162	1.86%
		Arena	9.52	10	10	5.00%
		Confitillo	9.52	10	10	5.00%
Acero grado 60 fy=4200kg/cm2 techo 2	1500	Acero 5/8"	495.24	520	512	3.38%
		Acero 1/2"	504.76	530	519	2.82%
		Acero 3/8"	223.81	235	229	2.32%
		Acero 1/4"	171.43	180	176	2.67%
		Alambre N° 16	33.33	35	35	5.00%
ladrillo para techos 2	1200	ladrillo techo 30x30x15	1142.86	1200	1177	2.99%
Tarrajeo en superficies de muros y columnas		Cemento	92.38	97	95	2.84%
		Arena fina	7.62	8	8	5.00%
tarrajeo en superficies de escalera		Cemento	5.71	6	6	5.00%
		Arena fina	0.95	1	1	5.00%
		Cemento	38.10	40	40	5.00%

Tarrajeo en superficies de cielo raso con mezcla	Arena fina	3.33	3.5	3.5	5.00%
tarrajeo muros	Cemento	2.86	3	3	5.00%
cisterna	Arena fina	0.28	0.29	0.29	5.00%
Promedio					3.53%

En la tabla N° 26, se observa que el promedio total de desperdicios en la obra es de 3.53%, lo que significa que el proyecto se encuentra 1.47% promedio por debajo de los desperdicios que indica la CAPECO.

Tabla 27. Ahorro en Soles

Gasto de materiales programdo	Gasto de materiales en obra	Precio Unitario	Costo estimado programado	Costo en obra	Ahorro efectivo
9	9	45	405	405	0
			0	0	0
4.5	4.5	50	225	225	0
40	40	26.5	1060	1060	0
			0	0	0
152	145	26.5	402800.00%	3842.5	185.5
10	10	50	50000.00%	500	0
11	10.5	80	88000.00%	840	40
3.55	3.55	0	0.00%	0	0
334	320	8.33	278222.00%	2665.6	116.62
			0	0	0
3	3	6.5	1950.00%	19.5	0
106	101	26.5	280900.00%	2676.5	132.5
5.7	5.55	50	28500.00%	277.5	7.5
5.82	5.7	80	46560.00%	456	9.6
1010.88	980	8.33	842063.04%	8163.4	257.2304
322.704	315	4.66	150380.06%	1467.9	35.90064
797	763	3.11	247867.00%	2372.93	105.74
15	15	6.5	9750.00%	97.5	0
36	35	26.5	95400.00%	927.5	26.5
3	3	50	15000.00%	150	0
3.5	3.5	80	28000.00%	280	0
25	24	3.11	7775.00%	74.64	3.11
10	10	6.5	6500.00%	65	0
73	71	26.5	193450.00%	1881.5	53

4.5	4.5	50	22500.00%	225	0
4.5	4.5	80	36000.00%	360	0
789	778	4.66	367674.00%	3625.48	51.26
201	195	3.11	62511.00%	606.45	18.66
10	10	6.5	6500.00%	65	0
38	37	26.5	100700.00%	980.5	26.5
3.5	3.5	50	17500.00%	175	0
3.5	3.5	80	28000.00%	280	0
305	300	4.66	142130.00%	1398	23.3
50	50	3.11	15550.00%	155.5	0
10	10	6.5	6500.00%	65	0
167	163	26.5	442550.00%	4319.5	106
10	10	50	50000.00%	500	0
10	10	80	80000.00%	800	0
520	508	8.33	433160.00%	4231.64	99.96
530	521	4.66	246980.00%	2427.86	41.94
235	227	3.11	73085.00%	705.97	24.88
180	178	1.125	20250.00%	200.25	2.25
35	35	6.5	22750.00%	227.5	0
1200	1150	3.2	384000.00%	3680	160
18	18	26.5	47700.00%	477	0
1.5	1.5	50	7500.00%	75	0
1.5	1.5	80	12000.00%	120	0
			0.00%	0	0
			0.00%	0	0
			0.00%	0	0
			0.00%	0	0
41	40	26.5	108650.00%	1060	26.5
4	4	50	20000.00%	200	0
7686	7454	0.8	614880.00%	5963.2	185.6
167	162	26.5	442550.00%	4293	132.5
10	10	50	50000.00%	500	0
10	10	80	80000.00%	800	0
520	512	8.33	433160.00%	4264.96	66.64
530	519	4.66	246980.00%	2418.54	51.26
235	229	3.11	73085.00%	712.19	18.66
180	176	1.125	202.5	198	4.5
35	35	6.5	227.5	227.5	0

1200	1177	3.2	3840	3766.4	73.6
			80639.621	78552.41	2087.21

En la tabla N° 27 se observa que los desperdicios de la obra es 3.53%, que al reducir el 1.47% del desperdicio del total de materiales, se logra un ahorro efectivo de S/.2087.21 soles. Lo que representa el 1.10% del presupuesto y el 3% del costo del material a la fecha y un incremento del 7% de la utilidad programada.

Tabla 28. Sobreproducción por semana Casa Rosa

Sobreproducción									
Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11
5.00%	0.16%		2.12%	2.24%	2.49%	2.44%	2.82%	2.99%	5.00%
	5.00%		5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	2.32%	2.84%	5.00%
5.00%	0.23%		5.00%	5.00%	5.00%	1.83%	2.67%	5.00%	5.00%
5.00%	0.00%	1.79%	3.54%	3.28%	2.58%	1.86%	5.00%	5.00%	5.00%
	0.60%	2.49%	1.87%	5.00%	3.22%	5.00%		5.00%	
		0.52%	5.00%	5.00%	1.43%	5.00%			
	5.00%	5.00%			3.83%	3.38%			
	0.05%	2.08%			5.00%	2.82%			
	2.24%	5.00%			0.62%	2.32%			
	2.84%	5.00%			5.00%	2.67%			
		0.80%			5.00%	5.00%			
		5.00%			5.00%				
5.00%	1.79%	3.08%	3.76%	4.25%	3.68%	3.39%	3.20%	4.17%	5.00%

En la tabla N° 28, se observa que la semana 2 y la semana 11, han sido las semanas en que más se ha sobre producido (5%), sin embargo, estos porcentajes se encuentran dentro de los desperdicios y sobreproducción esperados, en la obra.

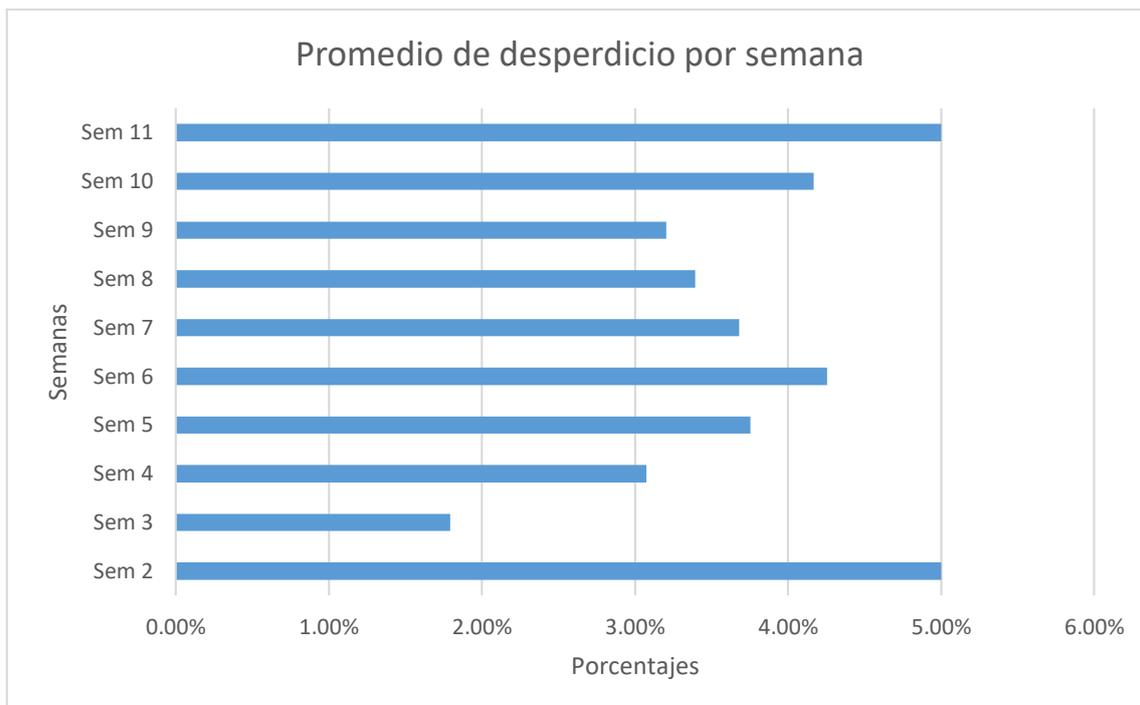


Gráfico 5. Promedio de desperdicios por semana

En el gráfico N° 5, se observa que la semana 2 y la semana 11, han sido las semanas en que más se ha sobre producido (5%), sin embargo, estos porcentajes se encuentran dentro de los desperdicios y sobreproducción esperados, en la obra.

Tabla 29. Total de TP, TC, TNC, casa Rosa por semana en minutos

Item	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 5	sem 6	sem 7	sem 8	sem 9	sem 10	sem 11
TP	1163	1192	1031	1027	1285	1330	1441	1514	1612	1731	1906
TC	738	786	874	900	705	681	568	536	580	492	408
TNC	619	542	615	593	530	509	511	470	328	297	206

En la figura N° 29, se observa que a medida que el tiempo transcurre incrementaron los TP en la obra de 1163 de la semana 1 hasta 1906 en la semana 11.

Tabla 30. % TP, TC, TNC, casa Rosa por semana

sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 5	sem 6	sem 7	sem 8	sem 9	sem 10	sem 11
46%	47%	41%	41%	51%	53%	57%	60%	64%	69%	76%
29%	31%	35%	36%	28%	27%	23%	21%	23%	20%	16%
25%	22%	24%	24%	21%	20%	20%	19%	13%	12%	8%

En la figura N° 30, se observa que a medida que el tiempo transcurre incrementaron el % de los TP en la obra de 46% de la semana 1 hasta 76% en la semana 11.

Tabla 31. % Total de TP, TC, TNC

Total	%
15232	55%
7268	26%
5220	19%
27720	100%

En la tabla N° 31, se observa que en casa Rosa, el TP total de la obra casa Juan es 15232 que representa el 55%, el TC total es 7268 que representa el 26% y el TNC 5220 que representa el 19%., lo que significa que la productividad en la obra mejora sustancialmente cuando las cuadrillas cuentan con un último Last Planner.

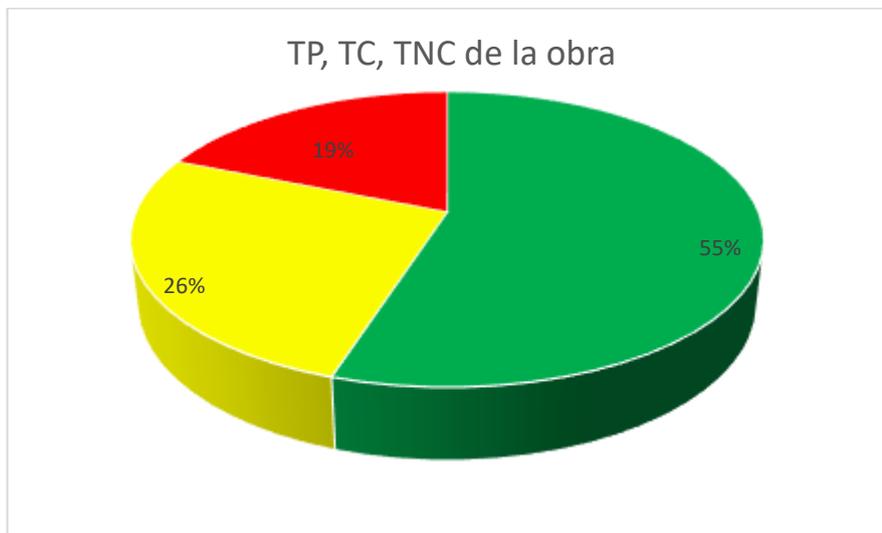


Figura 9. Porcentaje de TP, TC y TNC Casa Rosa

En la figura N° 8, se observa que el % TP total de la obra casa Rosa es 55%, el TC es 26% y el TNC es 19%.

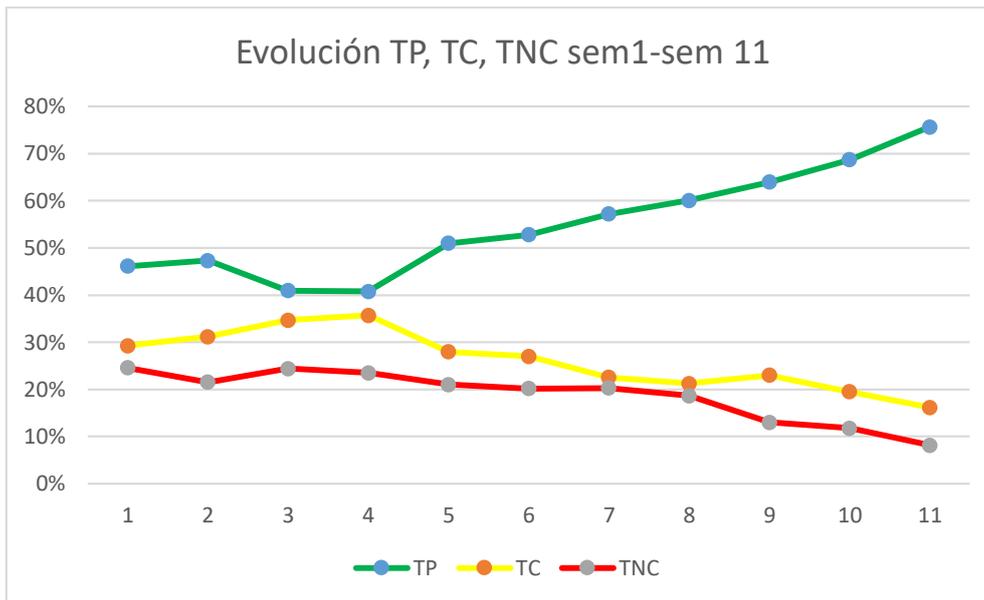


Figura 10. Evolución de los TP, TC, TNC sema 1-Semana 11

Tabla 32. Comparación de los métodos LC vs MT en la investigación

Ítem	Casa Juan SLC	Casa Rosa LC	Observaciones
Planificación	La planificación en la casa Juan, se realizó con el método de la ruta crítica, y aunque es un método que toma en consideración, cada una de las tareas la secuencia y dependencia entre ellas, es en la estimación del cálculo de las tareas donde está su mayor flaqueza. El manejo de la herramienta requiere, de un especialista, constante que supervise las obras, puestos que no permite la delegación de autoridad.	La Planificación de la casa Rosa, se realizó utilizando como herramienta el Last Planner o ultimo planificador, esta herramienta toma en consideración, cada una de las tareas y actividades que se realizara, la secuencia, pero además agrega, las restricciones, que deben levantarse, para llevar a cabo aquellas tareas. Así mismo la planificación se realiza en tres etapas, cada una con su propia verificación, además de permitir, tomar en cuenta, las opiniones de los colaboradores del proyecto.	
Sistema	Los entregables se realizan en base al sistema Push, el cual es un sistema que consiste en pedirle al peón u operario que realiza una actividad indefinidamente, sin explicarle el tiempo que debe emplear, y la cantidad exacta de entregables, que debe realizar, de manera	Los entregables se realizan en base al sistema Pull, que consiste en que la actividad que los trabajos y entregables se realizan en base a las necesidades que se tienen que suplir en la realización de la	Es esta quizás la diferenciación, más grande que se ha encontrado, puesto que aunque ambos sistemas buscan producir, uno lo hace de manera

<p>Tratamiento de los problemas, en la obra.</p>	<p>que el trabajador no está produciendo en función al próximo proceso, sino en base a terminar una tarea, lo provoca sobreproducción y desperdicios de materiales.</p> <p>El método tradicional, está diseñado para ejecutar, tareas secuencialmente, sin embargo, en la planificación no incluye un sistema, que le permita detectar los posibles problemas que pueden presentarse en la obra, de manera que cuando ocurren, tienen un impacto en la secuencialidad, y en el retraso. De manera que dependen mucho de cuanta experiencia y conocimientos tenga, el proyectista.</p>	<p>próxima actividad, es decir que se trata de un sistema pensado para anticiparse a los problemas, configurarlos y darles soluciones inmediatas.</p> <p>El método Lean Construction, te permite, hacer una planificación, donde se toma en consideración las restricciones y los posibles problemas que se pueden presentar en la obra, de manera que, si se llegan a presentar, ya se han tomado las precauciones suficientes, para resolverlo, de manera que el flujo del trabajo continúe.</p>	<p>mucho más precisa.</p> <p>En este sentido la diferencia entre el método tradicional y Lean Construction, se da a nivel de flujos de trabajo, pues este es uno de los objetivos del enfoque Lean.</p>
<p>Trabajo de las cuadrillas</p>	<p>El trabajo en la obra es pequeña, lo que ocasiona, que ha habido cierta camaradería, pero esto no significa nada respecto al trabajo en equipo, sin embargo a la luz de las evidencias, se puede decir que durante la evaluación se denotó un compromiso uniforme del grupo para con la realización del trabajo.</p>	<p>Las cuadrillas, estuvieron desde un primer momento organizadas, para trabajar en equipo, se debe mencionar, que parte integral de la filosofía Lean Construction es involucrar mucho a cada uno de los colaboradores del proyecto, de manera que cada uno se sienta comprometido con cada una de las actividades que para ese día tuvo asignada.</p>	<p>En ese punto de debe hacer mención, que de acuerdo a las recomendaciones del método Lean se debe sectorizar, sin embargo, en este punto se permitió el manejo normal de cuadrillas. Puesto que las obras fueron pequeñas.</p>
<p>Desperdicios</p>	<p>Efectuado el cálculo de materiales que se utilizaran en la obra, se añade el porcentaje recomendado por CAPECO (3%-8%, de manera que ya hay un porcentaje de desperdicios programados, que se añade al costo total.</p>	<p>En el cálculo de materiales, efectuados en casa Rosa, se añadió un 5% del total de materiales, considerando las sugerencias dadas por la CAPECO.</p>	
<p>Trabajos Productivos</p>	<p>En la figura N° 7, se observa que el % TP total de la obra casa Juan es 49%,</p>	<p>En la figura N° 8, se observa que el, % TP total de la obra casa Rosa es 55%,</p>	<p>La diferencia en el TP, entre ambos métodos es 5%. Lo que significa que hasta la semana 11, la productividad fue incrementando.</p>

Trabajos Contributorios	En la figura N° 7, se observa que el TC es 30%	En la figura N° 8, se observa que el TC es 26%.	La diferencia en el TC, entre ambos métodos es 4% . Lo que significa que hasta la semana 11, ocurrido una disminución de los trabajos contributorios.
Trabajos no contributorios	En la figura N° 7 se observa el TNC es 21%.	En la figura N° 8, se observa que el TNC es 19%.	La diferencia en el TC, entre ambos métodos es 2% . Lo que significa que hasta la semana 11, ocurrido una disminución de los trabajos no contributorios.
Desperdicios en la obra	El desperdicio promedio máximo de la obra hasta la semana 11 fue 5.32%	El desperdicio promedio máximo de la obra hasta la semana 11 fue 3.53%.	La diferencia entre los porcentajes de desperdicios es 1.79%, lo que significa que el uso del método LC, permite un optimización en el uso de los recursos.
Valor Ganado	El CPI del proyecto es 1.00, lo que indica un desempeño del proyecto camina de acuerdo a lo previsto. Así mismo que el valor del SPI fue 0.94, lo que indica que el cronograma del proyecto se encuentra sutilmente rezagado y el costo estimado para completar el proyecto es S/ 32269.00 treinta y dos mil doscientos sesentainueve soles.	El CPI del proyecto es 1.02, lo que indica un desempeño del proyecto camina de acuerdo a lo previsto. Así mismo que el valor del SPI fue 1.08 lo que indica que el cronograma del proyecto está yendo de acuerdo a lo planificado y que el costo estimado para completar el proyecto es S/124 673.48 Ciento veinte cuatro mil seis ciento setenta y tres soles y cuarenta y ocho céntimos.	La importancia de este ítem es, crucial para entender que LC, permite un mejor control no solo del cronograma, sino para asegurar que los entregables se ejecuten en el tiempo que se han planificado.

Resultados para sustentar el plan de mejora

Proceso de mejora

Se propone el diseño de operaciones detallado de cómo debe realizarse una labor específica, desarrollado en colaboración con aquellos que la realizarán, Lean Construction recomienda el First run studies:

Tabla 33. First run studies

Cimiento corrido 10 m lineales de cimentación							
ITEM	TAREA	MUESTRAS				PROMEDIO	%
		M1	M2	M3	M4		
1	lectura de plano	6	10	7	8	7.75	1%
2	Trazo nivel y replanteo	30	31	31	32	31	4%
1	Excavación	180	187	178	181	181.5	24%
1	Eliminación de material excedente	60	65	67	66	64.5	9%
1	Preparación de concreto	210	200	200	205	203.8	27%
1	traslado de concreto	120	100	110	205	133.8	18%
1	Vaciado de concreto	90	100	120	105	103.8	14%
1	Nivelación de cimiento	15	15	15	15	15	2%
		711	708	728	817	741	100%

En la tabla N° 33, se observa que el tiempo promedio de la actividad global es 741 minutos, lo que significa que el proceso puede estandarizarse para que se culmine en ese tiempo promedio.

Contrastación de hipótesis

La fiabilidad de los instrumentos

Tabla 34. Fiabilidad del cuestionario de productividad

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,919	26

En la tabla N° 34 se observa que el valor del alfa de Cronbach del cuestionario es 0.919, lo que significa que el instrumento aplicado es muy confiable.

La fiabilidad de los instrumentos Lean Construction

La fiabilidad de los instrumentos Lean construcción, viene dada por el instituto Lean Construction que asegura que la fiabilidad de los instrumentos es del 95% cuando se realizan al menos 384 registros, en ese sentido la presente investigación, ha realizado 400 registros.

Tabla 35. Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Desperdicios	,292	56	,000	,827	56	,000
CostoEfectivo	,478	56	,000	,133	56	,000

En la tabla N^o, 35, se observa que el ($p < 0.005$), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna que señala que los datos no son paramétricos.

Análisis de hipótesis general

Hipótesis General

H₀ La sobreproducción y los procesos innecesarios según la filosofía Lean Construction no influyen en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021.

Tabla 36. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
CostoEfectivo -	Rangos negativos	32 ^a	1,747	55,900
Desperdicios	Rangos positivos	24 ^b	4,321	103,700
	Empates	0 ^c		
	Total	56		

Tabla 37. Prueba de Wilcoxon

• Estadísticos de prueba ^a	
•	• Desperdicios-Costo Efectivo
• Z	• -1,974 ^b
• Sig. asintótica(bilateral)	• ,051

En la tabla N° 37, se observa que la significación asintótica, de la prueba de Wilcoxon, es mayor de 0.05, en consecuencia, no se presupone la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de la investigación, que indica que hay influencia de la sobreproducción y los procesos innecesarios en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura 2021.

V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Para el objetivo general e hipótesis general de esta investigación se buscó determinar la influencia de la sobreproducción y los procesos innecesarios según la filosofía Lean Construction en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021. En la tabla N° 14, se observa que el desperdicio promedio total de la obra es 5.32%, lo que significa que esta 0.32% por encima del valor teórico que propone la CAPECO (5%), siendo el standard indicativo de la empresa JUNP. También en la tabla N° 25, se observa que el promedio total de desperdicios en la obra es de 3.53%, lo que significa que el proyecto se encuentra 1.47% menos de los desperdicios que la empresa calcula. Así mismo en la tabla N° 27 se logra un ahorro efectivo de S/.2087.21 soles, lo que representa el 1.10% del presupuesto y el 3% del costo del material a la fecha y un incremento del 7% de la utilidad programada. Esto se asemeja a lo indicado por Loayza (2018) que señala que las herramientas LC, permitió la reducción de desperdicios de materiales en un 2.55%, De manera que es lógico inferir, que implementar un sistema de gestión como Lean Construction, permite el control de actividades sobre productivas que no añaden un valor a la obra, además de tener un control del gasto de materiales. Lo que se asemeja a lo indicado por Ibañez (2018) que indica que existe un conocimiento bajo de las herramientas de la filosofía Lean Construction, lo que repercute en la implementación

adecuada de las herramientas para aprovecharlas en su máximo potencial, también Abdelrazig (2015), quien señalan que el uso de las herramientas Lean en su máxima eficiencia permite un ahorro en recursos de hasta el 14%, proponiendo a Lean como alternativa clara para cada subnivel de residuos y se priorizaron para una mejor aplicación. En ese sentido se debe entender que las diferencias entre ambos porcentajes, están sujetas a la inexperticia del manejo de las herramientas Lean, dado que se trata de un método recientemente introducido en la empresa, que aún se encuentra en proceso de desarrollo, y que el equipo de la empresa se encuentra en pleno proceso de adaptación, esto coincide con Llerena (2019) que indica que la aplicación constante del seguimiento de las herramientas del Lean Construction incrementa de manera significativa, la confiabilidad de su planificación, se corroboró un incremento de la productividad para los rendimientos, a pesar de que, inicialmente, estaba por debajo de lo previsto en la planificación.

Respecto al objetivo específico diagnosticar la situación actual de la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021, la tabla N° 7, respecto a la productividad en obras en el distrito Mallaritos, Sullana, muestra que de los 20 encuestados de la investigación, 14 consideran que la productividad es media, es decir que no ha alcanzado su máximo rendimiento, esto se coincide con los resultados encontrados al analizar la productividad en una edificación de la empresa. Que tal como muestra la tabla N° 12 el CPI del proyecto hasta la semana 11 fue de 1.00, lo que indica un desempeño del costo del proyecto dentro de los parámetros establecidos por la empresa, sin embargo el valor del SPI fue 0.94, lo que indica un levísimo retraso en la ejecución de la obra, también se encontró el promedio total de desperdicios en la obra hasta la semana 11 fue de 5.32% (ver tabla N° 13), lo que significa que el proyecto se encuentra 0.32% por encima de los desperdicios recomendados y propuestos por la empresa. Esto coincide con Ibáñez (2018), que señala las obras presentan desabastecimiento de acero de un diámetro particular, también problemas de inventario en bodega, lo que dificultaba tener los materiales justo a tiempo, la realización de trabajos dos veces y paradójicamente la falta de ejecución de algunos trabajos debido a no contar con las condiciones necesaria. Sin embargo, no se puede a la ligera conjeturar que la empresa tiene pérdidas, lo que sí se puede indicar es que esto afectaría el margen de utilidades de la empresa, dado

que el 0,15% del desperdicio en materiales no esperado equivale a S/ 63.39 soles que debe la empresa asumir. Sin embargo, es de interés indicar que los desperdicios tienen un impacto directo en el costo de la obra y que este siempre es sufragado por el contratista, de allí que sea importante enfocarse en un sistema de gestión que permita la reducción de desperdicios de materiales, que tenga un impacto en la sobreproducción y trabajos innecesarios.

Respecto al objetivo específico evaluar la influencia de la sobreproducción según la filosofía Lean Construction en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021. y el objetivo evaluar la influencia de los procesos innecesarios según la filosofía Lean Construction en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021. En la tabla N° 37, la prueba de Wilcoxon, muestra que existe influencia de la sobreproducción en la productividad de la empresa, en tal sentido, se puede asegurar que mientras mayores son los desperdicios menores son las utilidades. Esto se puede corroborar en la tabla 14 y la tabla 25, donde se aprecia que mientras más el desperdicio se acerca a 5%, más se reduce el margen de ahorro efectivo, y mientras más se aleja del 5% de desperdicio; más se incrementa el margen de ahorro efectivo, de manera en la obra, solo reduciendo el 1,47% del desperdicio se logra un saldo positivo para la empresa de S/.2087.21. Así mismo la tabla N° 27 se observa que los desperdicios de la obra es 3.53%, que al reducir el 1.47% del desperdicio del total de materiales, se logra un ahorro efectivo de S/.2087.21 soles. Lo que representa el 1.10% del presupuesto y el 3% del costo del material a la fecha y un incremento del 7% de la utilidad programada. Esto se asemeja a lo señalado por Mahashabde (2016), que asegura que las empresas que implementan Lean Construction han tenido un aumento de hasta el 20% de sus utilidades. En ese sentido se debe indicar que la empresa nunca compartir con los investigadores el monto ni su porcentaje de utilidades, lo cual para la investigación, no resulta conveniente, puesto que el análisis se realiza en la sobreproducción y cómo afecta la productividad, lo trascendente de la investigación radica, en el hecho de que mejorando los flujos de tiempo productivos y disminuyendo los TNC, específicamente en los que se refieren a la sobreproducción y tiempos innecesarios, se consigue aumentar la productividad en la obra. Sin embargo es importante indicar que la mayoría de herramientas Lean Construction no se han diseñado para mejorar la eficiencia

del personal, sino para mejorar los flujos de los procesos, es decir que ha sido diseñado para que los trabajos que se realizan se hagan en el tiempo planeado, es decir para cumplir con el cronograma; sin embargo hay una herramienta que la investigación utilizó, denominada first run studies, cuya finalidad es medir un proceso constructivos, pero desglosando en cada una de sus actividades, de tal modo que al calcular su tiempo promedio de ejecución, se pueda estandarizar ese tiempo para la próxima vez que la actividad se realice, esto es importante puesto que servirá para un mejor planteamiento del cronograma de actividades, y con la práctica constante, llegar a niveles de estandarización óptimos, para alcanzar la máxima productividad que las herramientas de la filosofía Lean Construction puede ofrecer.

Respecto al objetivo específico proponer Proceso de mejora de la sobreproducción y los procesos innecesarios según la filosofía Lean Construction en la productividad de la construcción de viviendas. Los resultados obtenidos en la construcción de la casa Juan. La tabla N° 23 muestra que el CPI del proyecto hasta la semana 11 fue de 1.02, lo que indica un desempeño del costo del proyecto camina esta sutilmente por encima de lo previsto, pero esto está relacionado con el valor del SPI que fue 1.08, pues esto indica que el cronograma del proyecto está yendo sutilmente mejor de lo planificado y que el costo estimado para completar el proyecto es S/175155.90. Encontrando que el $PV = S/ 175155.90$, $EAC = S/ 124 673. 48$, $AC = S/188,975.90$, $EV = S/188,975.90$ lo que no significa un sobrecosto, sino que la obra ha adelantado sutilmente el cronograma y que se sufrago dicho costo, también las herramientas LC, permitieron mejorar el control de sobreproducción de hasta 1,7% del total del gasto de materiales. Por ultimo respecto a los TP se demostró que usando las herramientas LC (Casa Rosa), estos incrementaron en un 6% respecto a los TP de la otra obra de la empresa (casa Juan), En tal sentido se puede asegurar que el plan de mejora para la productividad funciona, y que efectivamente las herramientas Lean Construction aportan beneficios a la empresa. Esto se asemeja a lo señalado por Quispe R (2017), que indica que la incorporación de las herramientas Lean Construction en una empresa incrementaron el trabajo productivo en 8%, también a lo indicado por Manrique que indica que antes de la aplicación de LC, se tuvo un Porcentaje de Plan Cumplido promedio del 64% y después logro un promedio del 98%; así mismo Torres L (2018), que señala

que el uso de Last Planner, permito una reducción en tiempo de hasta 3 a 4 semanas menos del promedio normal de avance de la empresa, por ultimo Manrique que señala que después de la implementación de las herramientas de la filosofía LC la productividad aumenta en 5% (instalación de línea de agua), 16.67% (alcantarillado) y 45.9% en buzones. En tal sentido la utilización de la herramienta Lean Construction por el personal de la empresa se erige como un instrumento ideal para mejorar la productividad de empresa.

VI. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a las evidencias encontradas en la presente investigación, existe influencia de la sobreproducción y el proceso innecesarios según la filosofía Lean Construction en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura 2021. Los datos de la encuesta realizada a los trabajadores de construcción civil (5 ingenieros civiles y trabajadores), indican que en la actualidad la productividad en las obras de construcción es media, lo que significa que presenta algunos problemas, así mismo la productividad de la empresa constructora JUMP, presenta algunos problemas respecto a su cronograma (leves retrasos), que afecta la productividad y aunque existe un plan de control de desperdicios, aún hay leves problemas respecto al cuidado del uso de materiales de construcción. Al evaluar la influencia de la sobreproducción se encontró que cuando esta se disminuye, hay un incremento en las utilidades de la empresa, y un aumento en ella, puede poner en riesgo no solo las utilidades sino el patrimonio de la empresa.

2. Los procesos innecesarios están relacionados con los TNC, y aunque sean actividades específicas de la empresa, cuando están relacionados con la sobreproducción, constituyen un gasto que la empresa debe asumir, por ello es importante, que funcione el sistema de control de materiales (Just in time) y que

se tenga en consideración las restricciones que deben levantarse para la ejecución de las actividades, además de añadir un sistema de estandarización de actividades que permita implementar únicamente aquellos procesos que permiten mejorar la ejecución de una actividad.

3. El plan de mejora, implementado a través del uso de las herramientas Lean Construction, presentan características efectivas para mejorar la productividad, en tal sentido las herramientas de la filosofía LC, permiten a través de su herramienta Last Planner, planificar cada una de las actividades necesarias y conocer las restricciones que deben levantarse para que la actividad se ejecute sin contratiempos; así mismo, las herramientas LC, no son solo útiles para medir la productividad en base a los tiempo productivos, sino ofrece el modo de ir mejorando los procesos a través de la herramienta First Run Studies (FRS), sin embargo, es importante señalar que la máxima potencialidad de la herramienta, se va logrando con el tiempo y la familiarización del uso de las herramientas y la incorporación de la tecnología.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda que la investigación pueda repetirse con un mismo o mayor alcance y el mismo diseño metodológico, para comprobar la relación entre la sobreproducción y los procesos innecesarios en la productividad de la construcción de viviendas en la provincia de Sullana.

Se recomienda que se amplíe el tamaño de la muestra, para mejorar la confiabilidad de los resultados de la encuesta respecto a la productividad en las obras de construcción.

Se recomienda que las empresas de construcción de la provincia de Sullana, implementen un programa de gestión de la planificación Lean Construction, tomando en consideración lo que la investigación señala, que la herramienta alcanza su mayor funcionalidad en el tiempo a medida que se

mejoran las habilidades del uso de la misma, lo que significa que el personal debe estar en capacitación constante, hasta que ejecuten de manera automática las herramientas.

Se recomienda que el cronograma de la planificación de las empresas sea evaluado, con la herramienta valor ganado, al fin de conocer la situación en tiempo y costos de la empresa, con la finalidad, de evitar las pérdidas económicas.

Se recomienda actualizar, los datos del promedio de desperdicios en las obras de construcción de las empresas constructoras, puesto que estos toman como referencia los datos brindados por la CAPECO, los cuales fueron tomados, cuando aún no se implementaban programas de gestión actuales, dado que el costo de los desperdicios tiene impacto directo en el costo de la obra.

Se recomienda que las empresas no solo usen las herramientas habituales LC (NGA, CB, Last Planner, etc.), sino que incorporen con carácter de urgencia la herramienta FRS, para conseguir la estandarización óptima de algunos procesos constructivos, que permitan recortar el tiempo de ejecución de la obra, optimizando la productividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADMIGESTION. Henry Ford 2020. p.1. Recuperado el 10 de mayo de 2021
Disponible en: <https://acortar.link/GAxTX>
- ALCÁNTARA, Vladimir. Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías BIM. (Tesis de grado ingeniería civil), Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. (2013).
Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3760>
- ABDELRAZIG, Yasir E. Using Lean Techniques To Reduce Waste And Improve Performance In Municipal Project Delivery. Thesis for Master of Science in Civil Engineering University of Texas at Arlington. (2015). Disponible en: <https://rc.library.uta.edu/uta-ir/handle/10106/25028>
- BHASIN, SANJAY Y BURCHER, PETER. Lean viewed as a philosophy. Journal of Manufacturing Technology Management, 17(1), 56-72. Aston University. 2006 <https://doi.org/10.1108/17410380610639506>
- BOTERO, Luis F. y ÁLVAREZ, Martha E. Last planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción Estudio del caso de la ciudad de Medellín. Ingeniería y Desarrollo [en línea]. 2005, (17), 148-159[fecha de Consulta 5 de Mayo de 2021]. ISSN: 0122-3461. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85201708>
- CÁMARA DE COMERCIO DE LIMA *Construcción se expandirá 19,4% este año liderando crecimiento económico*. Recuperado el 10 de mayo de 2021
Disponible en: <https://lacamara.pe/construccion-se-expandira-194-este-ano-liderando-crecimiento-economico/>
- CERÓN, Juan, MADRID, Juan Y GAMBOA, Argemiro. Desarrollo y casos de aplicación de Lean Manufacturing. Magazín Empresarial. Universidad Santiago de Cali, Colombia. 11(28), 33-44. Recuperado el 10 de mayo de 2021. pp. 3-5 Disponible en: <https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/2500/De>

- sarrollo%20y%20casos%20de%20aplicaci%3%b3n%20de%20Lean%20Manufacturing.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CARRASCO, Silvia. Análisis de la aplicación de la tecnología móvil en las empresas Universidad Politécnica de Valencia. (Consultado el 15 de abril del 2021) Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/57229/TFC%20Silvia%20Carrasco.pdf?sequence=1>
- CONSTRUCÍA. Lean Construction vs. Modelo tradicional de construcción. (2018). Recuperado el 10 de mayo de 2021. Disponible en: <https://www.construcia.com/noticias/que-es-lean-construction/>
- DIAZ-BATECA, Diana. El Lean Construction como estrategia de mejora continua en empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta. Universidad Libre. [Ingeniero civil] 2020. 18 PP. Disponible en <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/18478>
- HERNÁNDEZ, Roberto. y MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación. Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana, 2018. 752. P. ISBN: 9781456260965
- IBÁÑEZ, Felipe. Análisis y definición de estrategias para la implementación de las herramientas del Lean Construction en Chile. (2018). Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/168246>
- INEI PERÚ: Evolución Mensual de la Actividad del Sector Construcción (PBI de Construcción): 2014 – 2020. Recuperado el 10 de mayo de 2021. Disponible en: https://www3.vivienda.gob.pe/Destacados/estadistica/62_PBI-CONSTRUCCION.pdf
- KOKESLA, L. Application of New Production philosophy to construction. Center For Integrated Facility of Engineering. Stanford University. (1992) Disponible en: <https://www.leanconstruction.org/media/docs/Koskela-TR72.pdf>
- KOTLER, Philip; HARKER, Michael, BRENNAN, Ross y ARMSTRONG, Gary Marketing an introduction. 2012. ISBN-13: 9780273762607.
- LAGLA, Jonathan. Mejoramiento de la productividad en los procesos de diseño y construcción de 12E mediante la implementación de un sistema de gestión de calidad. [Ingeniero en diseño industrial] Universidad Central del Ecuador. Quito. 2016. 87 pp. Disponible en

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7370/1/T-UCE-0011-34.pdf>

LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE Perú Descripción de Lean Construction. Chapter Lean Construction Overview. (2021). Disponible en: <https://www.leanconstruction.org/wp-content/uploads/2016/02/TDC-CH01.pdf>

LE GRATIET, Gwendal Christophe. Implementation of lean construction tools on an on-going project: A case study on a tower project. [Master in Management in the building industry]. Aalborg University. 2017. 58 Pp. Disponible en: <https://projekter.aau.dk/projekter/files/260119027/Rapport.pdf>

LLERENA, Derian. Mejora de la productividad aplicando las herramientas lean construction en la ejecución del edificio liberty de 20 pisos en la etapa de casco estructural ubicado en el distrito de pueblo libre. (Tesis para optar el título de ingeniero civil). (2019). Disponible en: https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/5904/llere_na_vdm.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Loayza Fernández Baca, L. C., Munayco Hernández, L. H., & Vílchez Hermenegildo, C. A. Mejora de gestión de los desperdicios en obras de construcción – edificaciones proyecto “Plaza San Miguel - 2° ampliación.” Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú. 2018. Disponible en <http://hdl.handle.net/10757/625448>

MAHASHABDE, Vedangi, "Comparison of Lean Construction in India and United States of America" Masters Theses & Specialist Projects. Paper 1728. Western Kentucky University. (2016). Disponible en <https://digitalcommons.wku.edu/theses/1728/>

MANRIQUE, Janet. Diseño de un modelo de gestión para mejorar la rentabilidad mediante el incremento de la productividad y el control de los costos en proyectos de construcción. Universidad Ricardo Palma. 2017. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1392/YMANRIQUER.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

MEDINA, J. Modelo Integral de productividad, Aspectos importantes para su implementación. Escuela de Administración y Negocios. (2010). pp. 110 - 109.

- MOLINA, Pedro; SIMELIO, Nuria, y CORCOY, Marta. Metodologías de evaluación de la transparencia: procedimientos y problemas. Barcelona. (2013). P. 3.
- NINAHUAMAN, Yaneth. El sistema lean en la administración de los Procesos de proyectos de construcción de obras civiles de la empresa ABC S.A. 2015. Universidad San Agustín. Arequipa. 2016. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2778/ADniquye.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- PONS, Juan. Introducción a Lean Construction. 1ª ed. Fundación Laboral de la Construcción. Madrid. 2014. P.5. [Fecha de consulta: 28 de abril de 2021] Disponible en: <http://www.juanfelipepons.com/wp-content/uploads/2017/02/Introduccion-al-Lean-Construction.pdf>
- IDEM. P. 13.
- QUIÑONEZ, Erick Mejoramiento del desempeño de la construcción al implementar Lean Construction en el control de la producción en una obra de infraestructura aérea en Arequipa, Perú, en el año 2017. Universidad Nacional de San Marcos 2019. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10691>
- QUISPE, Raúl. Aplicación de lean construction para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017. [Maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción]. Universidad Cesar Vallejo. 2017. Pp. 125. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/14979/Quispe_MRE.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- REINBOLD, Ana. Benefits of Lean Construction for Affordable Housing. Metropolia University of Applied Sciences Join Study Programme of HTW Berlin and Metropolia UAS. [International Master of Science in Construction and Real Estate Management]. 2017. Pp. 81. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/93084055.pdf>
- SARHAN, S., ELNOKALY, A., PASQUIRE, C. & PRETLOVE, S. 'Lean Construction and Sustainability Through IGLC Community: A Critical Systematic Review of 25 Years of Experience' In:., 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Chennai, India, 2018. pp 933-942. <https://doi.org/10.24928/2018/0274>

- SERPELL, Alfredo. y Verbal R. (1990). Análisis de operaciones mediante cartas de balance. Pontificia Universidad Católica de Chile. Revista Ingeniería de Construcción (9)(1), pp. 1-16. Disponible en: <https://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/337/280>
- STURM, Andres. El flujo de información y la comunicación interna de tu empresa. Blog wearedrew. Colombia. [En línea]. [Consultada el 05 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://blog.wearedrew.co/los-flujos-de-informacion-y-la-comunicacion-interna-de-tu-empresa>
- TAMAYO, Mario El Proceso de la Investigación Científica. (4º ed., Limusa Noriega editores) México. (2012). p. 176. . ISBN 968-18-5872-7. Disponible en: <https://cucjonline.com/biblioteca/files/original/874e481a4235e3e6a8e3e4380d7adb1c.pdf>
- IDEM. P. 177.
- TOALA-TOALA, Guadalupe y Mendoza, Amado. Importancia de la enseñanza de la metodología de la investigación científica en las ciencias administrativas. Ciencias económicas y empresariales Revista Dominio de las ciencias. Ecuador 5, (2). (2020). p. 60: Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj_3b6lot7wAhUIILkGHWJrDSEQFjAKegQIBxAD&url=https%3A%2F%2Fdia.net.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F6989278.pdf&usq=AOvVaw3oeSkCKvc_-kimAIF99ICx
- TORRES, Luis. El Lean Construction y la gestión por proceso en acondicionamiento de agencias de la CMAC Huancayo S.A. El Lean Construction y la gestión por proceso en acondicionamiento de agencias de la CMAC Huancayo S.A. Universidad Nacional del Centro del Perú – Unidad de Posgrado de la Facultad de Arquitectura – Huancayo – Perú. 2018. Disponible en: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5367/T010_44006923_M.pdf?sequence=1
- TUCTO, Gladis. Metodología de aplicación de la filosofía Lean construction y Last Planner System en la región San Martín. Universidad Nacional de San Martín. [Ingeniero civil]. 2017. Pp. 117. Disponible en:

<http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2589/CIVIL%20-%20Gladis%20Karol%20Tuco%20Pinedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VALENCIA, Jesus Aplicación de lean construction al sector de la infraestructura vial en Colombia. Fundación Universidad de América. (2018). Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwipsbDHnM70AhXmH7kGHe4wAY0QFn0ECAkQAQ&url=http%3A%2F%2Frepositorio.uamerica.edu.co%2Foai%2Frequest%3Fverb%3DListRecords%26set%3Dcom_20.500.11839_162%26metadataPrefix%3Duketd_dc&usg=AOvVaw1bRXkFw9qtgifPKZdZRMeW

VILLAMIZAR, Dario y ORTIZ, Lady. Implementación de los principios de lean construction en la Constructora Colproyectos s.a.s. de un proyecto de vivienda en el municipio de Villa del Rosario. [Ingeniero especialista en evaluación y gerencia de proyectos]. Universidad Industrial de Santander. Colombia. 2016. p. 99 Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2016/164908.pdf>

ANEXOS

Validación del instrumento

INSTRUMENTO PARA MEDIR LA VARIABLE PRODUCTIVIDAD

CUESTIONARIO

APELLIDOS Y NOMBRES:

EDAD:..... SEXO:

Indicaciones:

Lea cuidadosamente los siguientes enunciados y marque con una x, según corresponda, Escoja una sola alternativa de las planteadas.

Ítem	Nunca	Casi nunca	Pocas veces	A veces	Siempre
1. Antes del inicio de obras se elaboraron los planos estructurales por un profesional con experiencia.					
2. Antes del inicio de obras se elaboraron se elaboraron los planos arquitectónicos por un profesional con experiencia.					
3. Antes del inicio de obras se elaboraron los planos de instalaciones sanitarias, por un profesional con experiencia.					
4: Antes del inicio de obras se elaboraron los planos de instalaciones eléctricas, por un profesional con experiencia.					
5. Antes del inicio de obras se constató el precio de materiales a la fecha					
6. Antes del inicio de obras se elaboró un cálculo el costo de materiales, con programas ofimáticos (Excel, Calc, hoja de cálculo, etc.)					
7. Antes del inicio de obras se elaboró un cálculo de los costos de mano de obra con programas ofimáticos (Excel, Calc, hoja de cálculo, etc.)					
8. Antes del inicio de las obras, se elabora el cálculo de los impuestos y utilidad.					
9. Antes del inicio de las obras se realiza un plan de avances de la obra					

(Cronograma de actividades), donde se incluye el avance de la obra y su tiempo de ejecución.					
10. Durante la ejecución de la obra se cuenta con un profesional que supervise los avances de la obra					
11. Antes de empezar Labores, se asignan las actividades que cada trabajador va realizar según la partida.					
12. Antes de ejecutar las actividades en las obras se supervisa la calidad de los materiales.					
13. Durante la ejecución de las obras se cuenta con un control de almacén, donde se supervisa la entrada y salida de materiales.					
14. Durante la ejecución de las obras se realizan reuniones breves con los jefes de personal, para comunicarles las actividades del día.					
15. Durante la ejecución de las obras se realizan reuniones semanales con los jefes de obra para tratar a los avances van de acuerdo a lo planeado.					
16. Durante la ejecución de las obras se realizan reuniones semanales con los jefes de obra para tratar los problemas que surgieron durante la semana.					
17. Durante la ejecución de las obras se realizan inspecciones de las partidas avanzadas.					
18. Durante la ejecución de las obras se realiza un cálculo de la productividad de la obra.					
19. Durante la ejecución de las obras se le explica al cliente el avance de la obra.					
20. Durante la ejecución de las obras se realiza un análisis de costos de la obra hasta donde está ejecutada.					

21. Han llegado alguna vez tarde los trabajadores a la obra.					
22. Han faltado alguna vez los trabajadores a la obra.					
23 Durante la ejecución de la obras ha habido retraso en los pagos a los trabajadores.					
24. Ha habido retrasos en la entrega de las obras que ha trabajado.*					
25. Ha habido sobre costo en las obras que usted ha trabajado.*					
26. A menudo siente la satisfacción del contratista cuando se le entrega la obra.					

Escala de medida: Tipo Linkert

Escala de calificación cuestionario de productividad en obra: Escala Likert

Tabla 38. Puntuación del cuestionario

Nunca = 1	Cuando no ha realizado nunca la actividad
Casi nunca = 2	Cuando ha realizado la actividad rara vez
Pocas veces = 3	Cuando ha realizado la actividad rara vez, pero aún dista de considerarse algo habitual.
A veces = 4	Cuando ha realizado la actividad y está encaminado a hacerse con regularidad.
Siempre = 5	Cuando ha realizado la actividad conforme a las indicaciones de regularidad.

Las preguntas 21 22 y 23, 24, 25, 26, tienen puntuación inversa. (Nunca = 5), (Casi nunca =4), (Pocas veces=3), (A veces=2), (Siempre =1)

Total, de Ítems 26

Mínima puntuación: será 26, cuando no ha realizado nunca la actividad

Máxima puntuación: será 130, Cuando ha realizado la actividad conforme a las indicaciones de regularidad.

Tabla 39. Nivel de productividad

Rango	Niveles	Comentarios
0 - 26	Muy bajo	Esta puntuación evidencia que las obras no presentan características de promuevan la productividad.
26 - 52	bajo	Esta puntuación evidencia que las obras presentan pocas características de promuevan la productividad.
52 - 78	Medio	Esta puntuación evidencia que las obras presentan algunas características que promueven la productividad.
78 - 104	Alto	Esta puntuación evidencia que las obras presentan características suficientes que promueven la productividad.
104 - 130	Muy alta	Esta puntuación evidencia que las obras presentan características más que suficientes que promueven la productividad.



Validación del instrumento

INSTRUMENTO PARA MEDIR LA VARIABLE PRODUCTIVIDAD

CUESTIONARIO

APELLIDOS Y NOMBRES:

EDAD:..... SEXO:

Indicaciones:

Lea cuidadosamente los siguientes enunciados y marque con una x, según corresponda, Escoja una sola alternativa de las planteadas.

Ítem	Nunca	Casi nunca	Pocas veces	A veces	Siempre
1. Antes del inicio de obras se elaboraron los planos estructurales por un profesional con experiencia.					
2. Antes del inicio de obras se elaboraron se elaboraron los planos arquitectónicos por un profesional con experiencia.					
3. Antes del inicio de obras se elaboraron los planos de instalaciones sanitarias, por un profesional con experiencia.					
4: Antes del inicio de obras se elaboraron los planos de instalaciones eléctricas, por un profesional con experiencia.					
5. Antes del inicio de obras se constató el precio de materiales a la fecha					
6. Antes del inicio de obras se elaboró un cálculo el costo de materiales, con programas ofimáticos (Excel, Calc, hoja de cálculo, etc.)					
7. Antes del inicio de obras se elaboró un cálculo de los costos de mano de obra con programas ofimáticos (Excel, Calc, hoja de cálculo, etc.)					
8. Antes del inicio de las obras, se elabora el cálculo de los impuestos y utilidad.					
9. Antes del inicio de las obras se realiza un plan de avances de la obra					

(Cronograma de actividades), donde se incluye el avance de la obra y su tiempo de ejecución.					
10. Durante la ejecución de la obra se cuenta con un profesional que supervise los avances de la obra					
11. Antes de empezar Labores, se asignan las actividades que cada trabajador va realizar según la partida.					
12. Antes de ejecutar las actividades en las obras se supervisa la calidad de los materiales.					
13. Durante la ejecución de las obras se cuenta con un control de almacén, donde se supervisa la entrada y salida de materiales.					
14. Durante la ejecución de las obras se realizan reuniones breves con los jefes de personal, para comunicarles las actividades del día.					
15. Durante la ejecución de las obras se realizan reuniones semanales con los jefes de obra para tratar a los avances van de acuerdo a lo planeado.					
16. Durante la ejecución de las obras se realizan reuniones semanales con los jefes de obra para tratar los problemas que surgieron durante la semana.					
17. Durante la ejecución de las obras se realizan inspecciones de las partidas avanzadas.					
18. Durante la ejecución de las obras se realiza un cálculo de la productividad de la obra.					
19. Durante la ejecución de las obras se le explica al cliente el avance de la obra.					
20. Durante la ejecución de las obras se realiza un análisis de costos de la obra hasta donde está ejecutada.					

21. Han llegado alguna vez tarde los trabajadores a la obra.					
22. Han faltado alguna vez los trabajadores a la obra.					
23 Durante la ejecución de la obras ha habido retraso en los pagos a los trabajadores.					
24. Ha habido retrasos en la entrega de las obras que ha trabajado.*					
25. Ha habido sobre costo en las obras que usted ha trabajado.*					
26. A menudo siente la satisfacción del contratista cuando se le entrega la obra.					

Escala de medida: Tipo Linkert

Escala de calificación cuestionario de productividad en obra: Escala Likert

Tabla 40. Puntuación del cuestionario

Nunca = 1	Cuando no ha realizado nunca la actividad
Casi nunca = 2	Cuando ha realizado la actividad rara vez Cuando ha realizado la actividad rara vez, pero aún dista de considerarse algo habitual.
Pocas veces = 3	
A veces = 4	Cuando ha realizado la actividad y está encaminado a hacerse con regularidad.
Siempre = 5	Cuando ha realizado la actividad conforme a las indicaciones de regularidad.

Las preguntas 21 22 y 23, 24, 25, 26, tienen puntuación inversa. (Nunca = 5), (Casi nunca =4), (Pocas veces=3), (A veces=2), (Siempre =1)

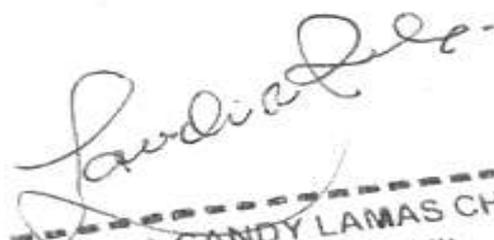
Total, de Ítems 26

Mínima puntuación: será 26, cuando no ha realizado nunca la actividad

Máxima puntuación: será 130, Cuando ha realizado la actividad conforme a las indicaciones de regularidad.

Tabla 41. Nivel de productividad

Rango	Niveles	Comentarios
0 - 26	Muy bajo	Esta puntuación evidencia que las obras no presentan características de promuevan la productividad.
26 - 52	bajo	Esta puntuación evidencia que las obras presentan pocas características de promuevan la productividad.
52 - 78	Medio	Esta puntuación evidencia que las obras presentan algunas características que promueven la productividad.
78 - 104	Alto	Esta puntuación evidencia que las obras presentan características suficientes que promueven la productividad.
104 - 130	Muy alta	Esta puntuación evidencia que las obras presentan características más que suficientes que promueven la productividad.


INDIRA CANDY LAMAS CHIRA
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 207233

3. Diseño de Matrices

Tabla 42. Matriz de consistencia: “Influencia de la sobreproducción y de los procesos innecesarios en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES Y ESCALA DE MEDICIÓN			METODOLOGÍA	
<p>General ¿La sobreproducción y los procesos innecesarios según la filosofía Lean Construction influyen en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021?</p> <p>Específicos: ¿Cuál es la situación actual de la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la sobreproducción según la filosofía Lean Construction en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021?</p> <p>¿Cuál es la influencia de los procesos innecesarios según</p>	<p>General Determinar la influencia de la sobreproducción y los procesos innecesarios según la filosofía Lean Construction en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021.-Piura 2021.</p> <p>Específicos: Diagnosticar la situación actual de la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021.</p> <p>Evaluar la influencia de la sobreproducción según la filosofía Lean Construction en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021.</p> <p>Evaluar la influencia de los procesos innecesarios según</p>	<p>General La sobreproducción y los procesos innecesarios según la filosofía Lean Construction influyen en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021.</p> <p>Específicas La situación actual de la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021, presenta problemas en la sobreproducción y los procesos innecesarios.</p> <p>La sobreproducción según la filosofía Lean Construction influye en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021.</p> <p>Los procesos innecesarios según la filosofía Lean</p>	VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad			<p>Por el tipo: Básica</p> <p>De alcance: Descriptiva.</p> <p>Por su enfoque: Cuantitativa</p> <p>Por su diseño: Es No-experimental, transversal.</p> <p>Población: Las empresas constructoras del distrito de Mallaritos.</p> <p>Muestra: 2 proyectos escogidos por conveniencia, en los que se comparará la productividad de cada proyecto utilizando las herramientas de la filosofía, Lean Construction., específicamente la influencia de lo sobreproducción y trabajos</p>	
			Dimensiones	Indicadores	Medición		
			Promedio general de Productividad en la obra.	<p>Porcentaje estadístico de productividad en la obra: TP, TC y TNC.</p> <p>Porcentaje de productividad obra método tradicional</p> <p>Porcentaje de productividad obra utilizando herramientas filosofía LC.</p>	<p>Comparación de la productividad entre los proyectos: método tradicional vs la productividad del proyecto usando las herramientas de la filosofía Lean.</p>		
			VARIABLE INDEPENDIENTE: Herramientas Lean Construction				
			Last Planner	<p>Procesos terminados,</p> <p>Procesos no cumplidos.</p> <p>Causas de incumplimiento.</p> <p>Porcentaje de plan cumplido.</p>	<p>% Porcentaje de avance del proyecto.</p>		
Nivel de carta de balance de cuadrilla (NCB).	<p>Formato de campo para el muestreo de la actividad de estudio.</p> <p>Registro de datos por categoría de trabajo e identificación de pérdidas (diagnóstico actual).</p> <p>Análisis de la información y propuestas de mejora de la actividad.</p> <p>Análisis de la información y propuestas de mejora de la actividad.</p> <p>Análisis del porcentaje de TP, TC, TNP</p> <p>Análisis del porcentaje de sobreproducción</p> <p>Análisis del porcentaje de trabajos innecesarios.</p> <p>Implementación de las mejoras y seguimiento para evaluar la efectividad del proceso.</p>	<p>% de TP, TC, TNC</p>					
Análisis de Valor Ganado	<p>Variación del cronograma</p> <p>Variación del costo</p> <p>Índice del desempeño cronograma.</p>	<p>Valor Ganado</p>					

<p>la filosofía Lean Construction en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021?</p> <p>¿El proceso de mejora de la sobreproducción y los procesos innecesarios según la filosofía Lean Construction en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021?</p>	<p>la filosofía Lean Construction en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021.</p> <p>Proponer Proceso de mejora de la sobreproducción y los procesos innecesarios según la filosofía Lean Construction en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021.</p>	<p>Construction influye en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021.</p> <p>El uso de las herramientas Lean Construction, influyen de manera positiva y significativa en la mejora de la sobreproducción y los procesos innecesarios según la filosofía Lean Construction en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021.</p>	<p>First Run studies</p>	<p>Índice del desempeño costo.</p> <p>Planear Hacer Verificar Ajustar.</p>	<p>Tiempo promedio de las actividades</p>	<p>innecesarios en la productividad.</p> <p>Técnicas Observación</p> <p>Instrumentos Ficha de observación de las herramientas filosofía Lean Construction (Last planner, carta balance, carta balance, análisis del valor ganado, first run studies)</p>
---	--	--	---------------------------------	--	---	--

Tabla 43. Operacionalización de Variables: “Influencia de la sobreproducción y de los procesos innecesarios en la productividad de la construcción de viviendas, Sullana, Piura, 2021”

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN E INDICADORES		MEDICIÓN
			Dimensiones	Indicadores	
VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad	Es la relación que hay entre el volumen total de producción y los recursos que se utilizaron para alcanzar dicho nivel de producción. (Medina, 2010, p. 109-110)	Es importante porque la productividad en la ejecución de una obra influenciada por los trabajos productivos, contributivos y no contributivos permite el crecimiento, ganancias y recurso humano satisfecho.	Promedio general de Productividad en la obra.	Porcentaje estadístico de productividad en la obra: TP, TC y TNC. Porcentaje de productividad obra método tradicional Porcentaje de productividad obra utilizando herramientas filosofía LC.	% de sobreproducción y trabajos innecesarios
VARIABLE INDEPENDIENTE: Herramientas Lean Construction	Lean Construction es la reinterpretación de la manera en que es comprendida la producción en construcción; el paradigma de la conversión en el que se basa representa un proceso de producción donde los insumos son transformados en productos, donde el cambio de las entradas en salidas es tratado como una caja negra. (Botero, y Álvarez, 2005, pp. 149-151)	Las herramientas Lean Construction, son aplicadas para aumentar el % productividad en la ejecución de la obra. Disminuyendo los desperdicios en la investigación la sobreproducción y los procesos innecesarios..	Last Planner	Procesos terminados, Procesos no cumplidos. Causas de incumplimiento. Porcentaje de plan cumplido.	% Porcentaje de avance del proyecto.
			Nivel de carta de balance de cuadrilla (NCB).	Formato de campo para el muestreo de la actividad de estudio. Registro de datos por categoría de trabajo e identificación de pérdidas (diagnóstico actual). Análisis de la información y propuestas de mejora de la actividad. Análisis de la información y propuestas de mejora de la actividad. Implementación de las mejoras y seguimiento para evaluar la efectividad del proceso.	
			Análisis Valor Ganado	Variación del cronograma Variación del costo Índice del desempeño cronograma. Índice del desempeño costo.	Valor Ganado
			First studies	Planear Hacer Verificar ajustar	Tiempo promedio de las actividades

Lookahead Casa Rosa

												Semana 01							METRA DO		
												L	M	K	J	V	S	D		L	M
Item	Nombre de tarea	De m	Comienzo	Fin	Metra	Unic	Car unita	Ratio	Trabajo	Costo	24.09.2021	25.09.2021	26.09.2021	27.09.2021	28.09.2021	29.09.2021	30.09.2021	23.09.2021	24.09.2021	2	
1	PROGRAMACION MAESTRA	151	23.08.2021	21.01.2022						\$1302,941.58											
1.1	OBRAS PROVISIONALES	2	23.08.2021	25.08.2021						\$1400.00											
1.1.1	agua para la construccion	2	23.08.2021	25.08.2021	1.00	Global	400.00	1.43		\$1400.00											
1.1.2	TRABAJOS PRELIMINARES	7	23.08.2021	30.08.2021						\$12,808.00											
1.1.3	limpieza de terreno	2	23.08.2021	25.08.2021	151	m2	3.00	1.43		\$1453.00											
1.1.4	trazo, nivel y replanteo	2	28.08.2021	30.08.2021	151	m2	5.00	1.43		\$1755.00											
1.1.5	demontaje de techos existente	1	25.08.2021	26.08.2021	1	Global	800.00			\$1800.00											
1.1.6	demolicion de muros de material rustico	2	25.08.2021	27.08.2021	1	Global	800.00			\$1800.00											
1.3	MOVIMIENTO DE TIERRAS	20	01.09.2021	21.09.2021						\$17,615.40											
1.3.1	nivelacion del terreno	1	01.09.2021	02.09.2021	140	m2	10.00			\$11,400.00											
1.3.2	excavacion de zanjas p/cimientos	5	02.09.2021	07.09.2021	65	m3	30.00			\$1,948.20											
1.3.3	excavacion de cisterna	2	08.09.2021	10.09.2021	6	m3	40.00			\$1259.20											
1.3.4	excavacion de zanjas para zapatas	2	02.09.2021	04.09.2021	39	m3	40.00			\$1,560.00											
1.3.5	relleno de compactacion c/material propio	2	19.09.2021	21.09.2021	12	m3	20.00			\$1240.00											
1.3.6	eliminacion de material excedente	8	02.09.2021	10.09.2021	110	m3	20.00			\$12,208.00											
1.4	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	2	10.09.2021	12.09.2021						\$15,250.00											
1.4.1	Cimientos corridos 1:10 (C:H) + 30% P.G	2	10.09.2021	12.09.2021	15	m3	350.00			\$15,250.00											
1.5	ZAPATAS	12	02.09.2021	14.09.2021						\$11,624.00											
1.5.1	concreto en zapatas F'C=210kg/cm2	3	11.09.2021	14.09.2021	19	m2	450.00			\$18,613.00											
1.5.2	acero grado 60 en zapatas	6	02.09.2021	08.09.2021	337	kg	8.00			\$12,696.00											
1.5.3	encofrado y desencofrado normal	2	03.09.2021	05.09.2021	9	m2	35.00			\$1315.00											
1.6	COLUMNAS		02.09.2021	19.09.2021						\$128,218.00											
1.6.1	concreto en columnas F'C=210kg/cm2	4	15.09.2021	19.09.2021	11	m3	450.00			\$15,130.00											
1.6.2	acero grado 60 en columnas	5	02.09.2021	07.09.2021	2151	kg	8.00			\$17,208.00											
1.6.3	encofrado y desencofrado normal - columnas	6	25.09.2021	01.10.2021	140	und	42.00			\$15,880.00											
1.7	CISTERNA									\$13,741.58											
1.7.1	concreto en cisterna F'C=210kg/cm2	1	11.09.2021	12.09.2021	4	m3	450.00			\$11,845.00											
1.7.2	acero grado 60 en cisterna	1	10.09.2021	11.09.2021	140.00	kg	8.00			\$1,120.00											
1.7.3	encofrado y desencofrado normal -	1	11.09.2021	12.09.2021	18.49	m2	42.00			\$1776.58											
1.5.2	VIGAS DE CIMENTACIÓN	6	13.09.2021	19.09.2021						\$113,539.50											
1.5.3	concreto en vigas f'c =210 kg/cm2	2	16.09.2021	18.09.2021	8.11	m3	450.00			\$13,649.50											

Figura 11. Lookahead Rosa

Fuente: datos de la empresa

Lookahead Casa Rosa

										Semana 01						Semana 02									
										L	M	K	J	V	S	METRA	L	M	K	J	V	S	METRA	L	M
Item	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Mz	Unidad	Car. unidad	Costo		24.08.2021	25.08.2021	26.08.2021	27.08.2021	28.08.2021	29.08.2021	31.08.2021	01.09.2021	01.09.2021	02.09.2021	02.09.2021	03.09.2021	03.09.2021	05.09.2021	06.09.2021	
1	PROGRAMACION MAESTRA	122	24.08.2021	24.12.2021				\$132,908.76																	
1.1	Cimentaciones	18	24.08.2021	11.09.2021				\$13,558.05																	
1.1.1	Excavacion manual	4	24.08.2021	28.08.2021	39	m3	30.00	\$1,170.00	9.75	9.75	9.75	9.75			39.00										
1.1.2	Solados	2	28.08.2021	30.08.2021	22	m2	25.00	\$540.00					11.00	11.00	22.00										
1.1.3	Zapatatas	5	31.08.2021	05.09.2021	13	m3	450.00	\$5,832.00							2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59		12.96		
1.1.4	habilitacion de acero en zapatas	2	02.09.2021	04.09.2021	197	kg	8.50	\$1,676.29													98.61	98.61	197.21		
1.1.5	vaceo cimientos	3	04.09.2021	07.09.2021																					
1.1.5	sobrecimientos	3	10.09.2021	13.09.2021	3	m3	450.00	\$1,147.50															0.85	0.85	
1.1.6	habilitacion de acero en sobreesimiento	3	07.09.2021	10.09.2021	376	kg	8.50	\$3,192.26																	
1.2	Edificacion 1er piso	32	30.09.2021	01.11.2021				\$30,608.38																	
1.2.3	Muros de albañileria e=0.15cm	4	14.09.2021	18.09.2021	122	m2	65.00	\$7,898.15																	
1.2.4	Columnas	8	30.09.2021	08.10.2021	3	m3	450.00	\$1,224.00																	
1.2.5	habilitacion de acero en columnas	3	27.09.2021	30.09.2021	640	kg	8.50	\$5,441.53																	
1.2.6	pisos frotachado	1	22.10.2021	23.10.2021	6	m3	30.00	\$182.70																	
1.2.7	losa aligerada	8	24.10.2021	01.11.2021	72	m2	220.00	\$15,862.00																	
1.3	Arquitectura	117	08.10.2021	02.02.2022				\$19,780.80																	
1.3.1	Tarrajeo cielo raso	4	18.11.2021	22.11.2021	71	m2	40.00	\$2,820.40																	
1.3.2	Tarrajeo muros	6	23.11.2021	29.11.2021	164	m3	40.00	\$6,540.40																	
1.3.3	Pintura	8	10.11.2021	18.11.2021	286	m2	20.00	\$5,720.00																	
1.3.4	Puertas	14	19.11.2021	03.12.2021	5	und	500.00	\$2,500.00																	
1.3.5	Vidrios	1	03.12.2021	04.12.2021	10	m2	220.00	\$2,200.00																	
1.4	Instalaciones electricas	13	22.10.2021	04.11.2021				\$16,600.00																	
1.4.1	Instalacion de cableado	1	04.12.2021	05.12.2021	70	m	50.00	\$3,500.00																	
1.4.2	interruptores	4	18.10.2021	22.10.2021	10	und	80.00	\$800.00																	
1.4.3	tomacorrientes	3	18.10.2021	21.10.2021	25	und	80.00	\$2,000.00																	
1.4.4	tableros	1	03.11.2021	04.11.2021	1	und	300.00	\$300.00																	
1.5	Instalaciones Sanitarias	4	28.11.2021	02.12.2021				\$2,700.00																	
1.5.1	Instalacion de tuberias	1	18.10.2021	19.10.2021	25.00	ml	60.00	\$1,500.00																	
1.5.2	Instalacion de inodoros	1	28.11.2021	29.11.2021	1.00	und	600.00	\$600.00																	
1.5.3	Instalacion de lavamanos	1	29.11.2021	30.11.2021	1.00	und	400.00	\$400.00																	
1.5.4	Instalacion de duchas	1	01.12.2021	02.12.2021	1.00	und	200.00	\$200.00																	
1.6	Edificacion 2do piso	17	23.11.2021	16.12.2021				\$31,741.53																	
1.6.1	Muros de albañileria e=0.15cm	4	03.12.2021	07.12.2021	###	m2	65.00	\$8,450.00																	

Figura 12. Lookahead Casa Juan

Tabla 44. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 1

Semana 1															
	Maestro		Operario		Obrero1		Obrero 2		Obrero 3		Obrero 4		Total	%	
TP	98	102	94	99	97	95	88	89	99	99	98	105	1163	46.15%	
TC	64	64	64	60	64	76	60	55	56	68	53	54	738	29.29%	
TNC	48	44	52	51	49	39	62	66	55	43	59	51	619	24.56%	
Total	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	2520	100.00%	

Tabla 45. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 2

Semana 2															
	Maestro		Operario		Obrero1		Obrero 2		Obrero 3		Obrero 4		Total	%	
TP	98	96	105	94	101	95	105	104	109	81	107	97	1192	47.30%	
TC	64	71	51	73	65	73	48	69	65	79	65	63	786	31.19%	
TNC	48	43	54	43	44	42	57	37	36	50	38	50	542	21.51%	
Total	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	2520	100.00%	

Tabla 46. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 3

Semana 3															
	Maestro		Operario		Obrero1		Obrero 2		Obrero 3		Obrero 4		Total	%	
TP	119	90	82	85	82	71	91	84	96	78	81	72	1031	40.91%	
TC	61	81	78	80	62	71	69	79	66	66	78	83	874	34.68%	
TNC	30	39	50	45	66	68	50	47	48	66	51	55	615	24.40%	
Total	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	2520	100.00%	

Tabla 47. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 4

Semana 4															
	Maestro		Operario		Obrero1		Obrero 2		Obrero 3		Obrero 4		Total	%	
TP	87	94	90	88	83	80	89	72	90	84	83	87	1027	40.75%	
TC	77	69	87	66	74	79	61	83	84	73	85	62	900	35.71%	
TNC	46	47	33	56	53	51	60	55	36	53	42	61	593	23.53%	
Total	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	2520	100.00%	

Tabla 48. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 5

Semana 5														
	Maestro		Operario		Obrero1		Obrero 2		Obrero 3		Obrero 4		Total	%
TP	108	108	106	102	113	108	105	107	106	107	104	111	1285	50.99%
TC	56	53	56	74	63	53	63	55	56	61	60	55	705	27.98%
TNC	41	49	48	39	34	49	42	48	48	42	46	48	534	21.19%
Total	205	210	210	215	210	210	210	210	210	210	210	214	2524	100.16%

Tabla 49. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 6

Semana 6														
	Maestro		Operario		Obrero1		Obrero 2		Obrero 3		Obrero 4		Total	%
TP	112	112	114	109	109	111	120	106	109	114	109	105	1330	52.78%
TC	51	55	63	66	61	60	49	63	55	57	56	45	681	27.02%
TNC	47	43	33	35	40	39	41	41	46	39	45	60	509	20.20%
Total	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	2520	100.00%

Tabla 50. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 7

Semana 7														
	Maestro		Operario		Obrero1		Obrero 2		Obrero 3		Obrero 4		Total	%
TP	124	127	116	109	125	120	109	128	121	130	122	110	1441	57.18%
TC	40	30	55	64	30	54	61	52	44	37	50	51	568	22.54%
TNC	46	53	39	37	55	36	40	30	45	43	38	49	511	20.28%
Total	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	2520	100.00%

Tabla 51. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 8

Semana 8														
	Maestro		Operario		Obrero1		Obrero 2		Obrero 3		Obrero 4		Total	%
TP	122	137	136	107	125	129	129	117	118	130	134	130	1514	60.08%
TC	51	38	30	73	43	37	43	51	62	38	30	40	536	21.27%
TNC	37	35	44	30	42	44	38	42	30	42	46	40	470	18.65%
Total	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	2520	100.00%

Tabla 52. Tabla 42. TP, TC, TNC semana 9

Semana 9														
	Maestro		Operario		Obrero1		Obrero 2		Obrero 3		Obrero 4		Total	%
TP	123	135	134	143	140	129	120	139	138	135	135	141	1612	63.97%
TC	54	51	62	39	40	51	57	41	44	48	54	39	580	23.02%
TNC	33	24	14	28	30	30	33	30	28	27	21	30	328	13.02%
Total	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	2520	100.00%

Panel fotográfico



Figura 14. Charla1 capacitación herramientas LC



Figura 15. Charla reforzamiento del uso de herramientas FLC



Figura 16. Charla 1 herramientas LC



Figura 17. Capacitación 2 herramientas LC

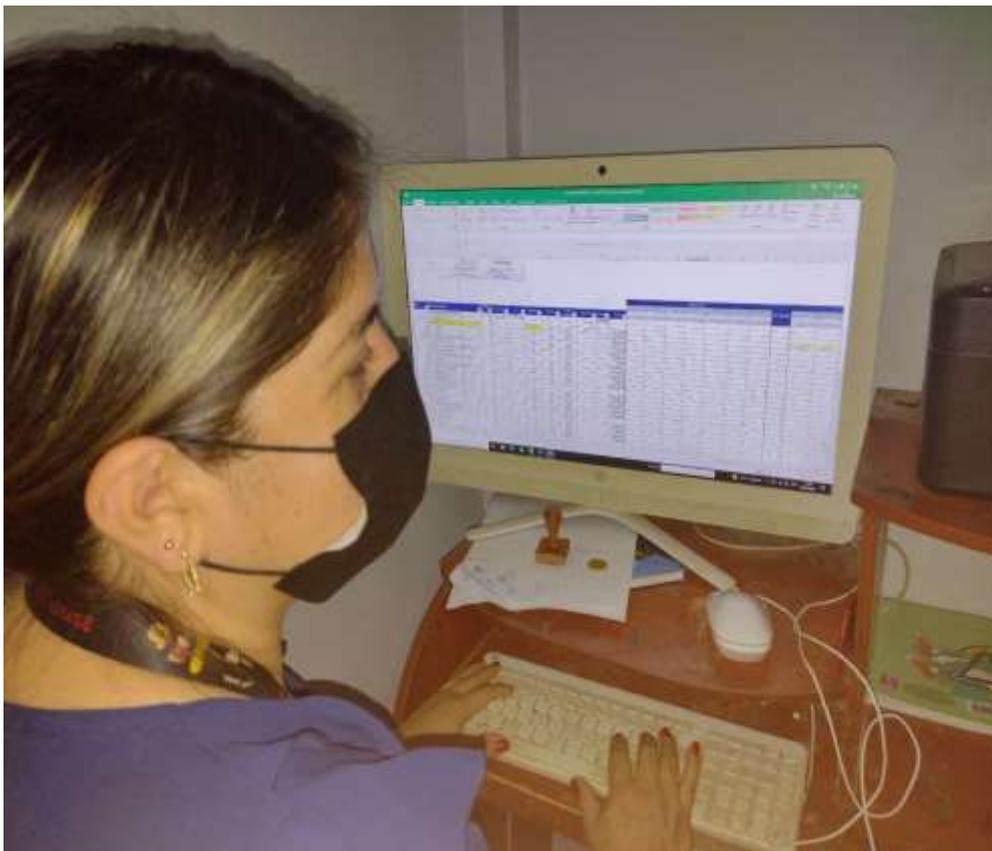


Figura 18. Análisis de avance del proyecto (Lookahead)



Figura 19. Elaboración del análisis del valor ganado



Figura 20. Levantamiento de restricciones



Figura 21. Comprobación de levantamiento de restricciones y avance



Figura 22. Supervisión de avance de obra



Figura 23. Consulta a maestro de obra sobre respecto al levantamiento de restricciones y avances



Figura 24. Supervisiones de avances de obra.



Figura 25. Supervisión de levantamiento de restricciones y avance



Figura 26. Charla a los maestros en obra



Figura 27. Levantamiento de restricciones



Figura 28. Levantamiento de restricciones