

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ENFOQUE LEAN CONSTRUCTION EN LA CONSTRUCCIÓN
DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD EN OBRA, TRUJILLO 2021**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autores:

Bach. Luna Victoria Vittery, Segundo A.

Bach. Soncco Puma, Guillermo

Bach. Jara Quispe, Jose A.

Asesor:

Ing. Enrique Durand Bazan

TRUJILLO – PERU

2022

APROBACIÓN DE TESIS

El Asesor y los miembros del Jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la Tesis, denominada: **ENFOQUE LEAN CONSTRUCTION EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN OBRA, TRUJILLO 2021.**

HOJA DE FIRMAS

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a DIOS, por sus bendiciones en cada proceso de mi vida y en mi formación profesional, a mis padres por ser de gran apoyo e inspiración para mi persona, a mis docentes por la experiencia y conocimientos para continuar nuestro aprendizaje y a la universidad que me brindo todos os alcances para poder empezar esta investigación.

Luna Victoria Vittery, Segundo Alberto.

Esta tesis la dedico a mis padres, quienes me han apoyado arduamente para poder llegar a culminar mis estudios, ya que siempre han estado presentes en cada aspecto de mi vida y por ser el motivo que me impulsa a cumplir mis metas, a nuestro asesor y maestros quienes nos otorgaron sus enseñanzas para lograr nuestro objetivo.

Soncco Puma, Guillermo

A DIOS ante todo, por sus bendiciones en cada proceso de mi vida y a mis padres por la vida y por ser de gran apoyo e inspiración para mi persona.

Jara Quispe, Jose A.

AGRADECIMIENTO

Agradezco mi formación profesional a la Universidad Privada de Trujillo, a cada maestro por su dedicación y esfuerzo durante este largo proceso, agradezco a mis compañeros de tesis Guillermo y Jose por su compromiso y arduo trabajo en equipo.

Luna Victoria Vittery, Segundo Alberto

Mi plena gratitud es hacia Dios por brindarme la oportunidad de poder culminar esta tesis, a mis seres queridos que me apoyaron en todo momento en esta etapa de crecimiento profesional, sin ellos no hubiera podido culminar mi carrera profesional.

Soncco Puma, Guillermo

Mi Agradecimiento especial por mi formación profesional a la Universidad Privada de Trujillo, a cada docente por su dedicación y esfuerzo durante este largo proceso, agradezco también a mis compañeros de tesis por su compromiso y arduo trabajo en equipo.

Jara Quispe, Jose A.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

HOJA DE FIRMAS	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	5
ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS.....	6
RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. Realidad problemática	10
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Justificación	16
1.4. Objetivos.....	18
1.4.1. Objetivo General	18
1.4.2. Objetivos Específicos.....	18
1.5. Antecedentes	18
1.6. Bases Teóricas	25
1.7. Definición de términos básicos.....	51
1.8. Formulación de la hipótesis	53
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	54
2.1. Material.....	54
2.2. Material de estudio.....	55
2.2.1. Población.....	55
2.2.2. Muestra.....	55
2.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos	55
2.3.1. Para recolectar datos.....	55
2.3.2. Para procesar datos.....	57
2.4. Operacionalización	59
III. RESULTADOS	61
IV. DISCUSIÓN	80
V. CONCLUSIONES	82
VI. RECOMENDACIONES	83
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	84

ANEXOS.....89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 127
Filosofía tradicional versus el nuevo concepto de construcción.....27
Tabla 229
Integración de la perspectiva TFV (transformación-flujo-valor).....29
Tabla 330
Interacciones entre TFV.....30
Tabla N° 454
Detalle del presupuesto estimado.....54
Tabla 561
Codificación de datos para el análisis estadístico SPSS61
Tabla 662
Frecuencia del nivel general de actividad del grupo de control (pre y post test)62
Tabla 1964
Frecuencia del nivel carta de balance del grupo de control (pre y post test)64
Tabla 2065
Frecuencia de la prueba de los cinco minutos del grupo de control (pre y post test).....65
Tabla 1466
Productividad.....66
Tabla74
Porcentaje estadístico del nivel general de actividad y productividad74
Tabla78
Resultado del nivel general de actividad mejorado.....78

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1	25
Productividad en la construcción.	25
Figura 2	26
Esquema conceptual de producción Lean como un flujo de procesos.....	26
Figura 3	41
Factores que inciden sobre la productividad.....	41
Figura 4	45
Ciclo de mejoramiento de la productividad.	45
Figura 5	47
Ciclo de la productividad	47
Figura 6	63
Nivel general de actividad del grupo de control (pre y post test)	63
Figura 12.	64
Nivel carta de balance del grupo de control (pre y post test).....	64
Figura 13.	65
Prueba de los cinco minutos del grupo de control (pre y post test).....	65
Figura 14	67
Productividad	67
Figura	73
Tendencia del diagnóstico actual de actividad.....	73
Figura	74
Consolidado del diagnóstico actual de la distribución del trabajo	74
Figura	75
Diagrama de Pareto de trabajo de contributorio.	75
Figura	76
Diagrama de Pareto para el trabajo no contributorio	76
Figura	78
Nivel de actividad general después de sugerencias de mejora	78

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo determinar el impacto de la aplicación de la tecnología de construcción ajustada en la construcción de vivienda social durante la implementación de una obra en Trujillo en 2021 sobre la mejora de la productividad. Esta investigación es explicativa, es transversal. El tipo de investigación es una investigación experimental con un diseño cuasi-experimental. Utilizando una muestra de población no probabilística definida por dos grupos, se le aplicó un cuestionario que contenía 25 preguntas direccionales. En la recolección de datos se aplicaron técnicas de observación de campo y análisis de la literatura.

Utilicé estadística descriptiva para analizar los datos obtenidos. Usando el Alfa de Cronbach, se determina que el instrumento tiene alta confiabilidad. Para comparar las hipótesis formuladas se aplicó la prueba de normalidad, la prueba de igualdad de varianzas y la prueba T de Student para muestra independiente. A partir de los resultados del valor p, se puede determinar que la técnica, el nivel de actividad general, el nivel de cartas de balance y la prueba de cinco minutos tienen efectos estadísticamente significativos. Se probaron hipótesis específicas.

En cuanto a la discusión, las técnicas de observación que utilizan el formato de campo se utilizan para identificar tres tipos de tiempo de trabajo: productivo (TP), contributivo (TC) y no contributivo (TNC). El diagnóstico inicial se realiza mediante la aplicación de teorías y técnicas de construcción ajustada a niveles de actividad general (TP 31%, TC 41% y TNC 27%).

Se mejora la productividad proponiendo soluciones claras y directas (TP 39%, TC 37% y TNC 24%), se hizo seguimiento para evaluar la efectividad del proceso, y mejora continua para hacer recomendaciones de mejora; también se demuestra que la productividad ha aumentado en un 8%. Con la carta de balance, la productividad se ha incrementado en un 3%.

Palabras Clave: Vivienda de interés social, Lean construcción, metodología.

ABSTRACT

This work aims to determine the impact of the application of adjusted construction technology in the construction of social housing during the implementation of a work in Trujillo in 2021 on the improvement of productivity. This research is explanatory, it is transversal. The type of investigation is an experimental investigation with a quasi-experimental design. Using a non-probabilistic population sample defined by two groups, a questionnaire containing 25 directional questions was applied. Field observation techniques and literature analysis were applied in data collection.

I used descriptive statistics to analyze the data obtained. Using Cronbach's Alpha, it is determined that the instrument has high reliability. To compare the formulated hypotheses, the normality test, the variance equality test and the Student's t test for independent sample were applied. From the p-value results, it can be determined that technique, general activity level, balance chart level, and the five-minute test have statistically significant effects. Specific hypotheses were tested.

Regarding the discussion, the observation techniques that use the field format are used to identify three types of work time: productive (TP), contributory (TC) and non-contributory (TNC). The initial diagnosis is made by applying construction theories and techniques adjusted to levels of general activity (TP 31%, TC 41% and TNC 27%).

Productivity is improved by proposing clear and direct solutions (TP 39%, TC 37% and TNC 24%), follow-up was done to evaluate the effectiveness of the process, and continuous improvement to make recommendations for improvement; productivity is also shown to have increased by 8%. With the balance sheet, productivity has increased by 3%.

Keywords: Social interest housing, Lean construction, methodology.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente los proyectos de vivienda interés social han tomado fuerza a nivel mundial, esto debido a que la situación económica de los ciudadanos, ha venido mejorando los últimos años, lo que ha incentivado a muchas personas a adquirir techo en lugar de pagar arriendo, esta motivación ha hecho que las empresas constructoras se interesen cada vez más por desarrollar este tipo de proyectos, porque su ejecución es relativamente sencilla debido a la eliminación de los acabados lo que los hace mucho más rentables. De la misma forma en que crece la demanda de vivienda de interés social las constructoras se ven obligadas a satisfacerla, lo cual hace más complejo el control de los proyectos debido a que, cada vez se busca hacerlos más grandes con el fin de obtener la mayor utilidad posible.

El tamaño es directamente proporcional a la complejidad y al incrementarlo se hace complicado su control y ejecución, esto se ve reflejado en cronogramas atrasados, desperdicios demasiado altos, incrementos en las cantidades inicialmente calculadas y presupuestadas, pago de horas extras para poder cumplir con los tiempos de entrega, reprocesos por diseños mal ejecutados y alta insatisfacción del personal por sus condiciones de trabajo y de los compradores al momento de recibir su inmueble, todo lo anterior impacta directamente en la utilidad del proyecto.

Debido a lo anterior existe la necesidad de mejorar el proceso de planificación de los proyectos y en la actualidad muchas empresas latinoamericanas están aplicando una nueva metodología llamada Lean Construcción en sus proyectos, pero es necesario mostrar cuáles son sus beneficios y como su aplicación puede impactar positivamente en la ejecución de los mismos. En la construcción de proyectos tanto de interés social como de otro tipo se presentan altos índices de desperdicio de materiales y tiempo, lo cual se ve reflejado en sobrecostos, bajos niveles de productividad, retrasos en la programación de obra y reducción el margen de utilidad.

1.1. Realidad problemática

La construcción industrializada tiene un impacto ambiental altamente negativo: Se estima que a nivel mundial la construcción de edificios consume el 17% del agua potable, 25% de la madera cultivada, y entre el 30% y 40% de energía; y es responsable de la tercera parte de emisiones de CO₂, y de dos quintas partes de los desechos sólidos.

Afrontar el problema desde un enfoque sostenible es urgente. La metodología Lean Construction sistema que conciben la mejora continua para todo proceso), procura disminuir eficazmente el impacto de las acciones antropogénicas asociadas a ella en el planeta. Mediante el uso de herramientas como los Mapas de cadena de Valor, se identifica y miden los residuos asociados (agua, madera, energía, emisiones, tiempos de construcción y residuos sólidos); así se prevén y evitan a futuro, sobre bases sólidas de análisis. Por consiguiente, un mapeo permite recomendar un protocolo útil para ser aplicado en proyectos en el campo, que permitan una mejora en la productividad, sostenibilidad y competitividad de la industria de la construcción.

En muchos países, se han desarrollado algunos estudios que han tratado de medirlos y cuantificarlos; por ejemplo, en el 2005 se hizo el estudio sobre el desperdicio generado por las actividades en la construcción en Brasil, Sao Paulo, los cuales alcanzaban el 30% del costo de la obra. También, en EEUU, un estudio comparativo sobre la productividad laboral para la industria de la construcción y todas las demás industrias no agrícolas, revela que durante el período de tiempo comprendido entre 1964 y 2003 el índice de productividad de la construcción descendió casi un 25%, mientras que la productividad en el resto de la industria no agrícola se incrementó en casi un 200%.

En la vivienda de interés social los presupuestos son muy ajustados, y los atrasos en los cronogramas de ejecución pueden hacer que el proyecto arroje pérdidas en vez de utilidades, aunque son mucho más fáciles de ejecutar que los de estratos altos y sus sistemas constructivos los hace más sencillos de llevar a cabo también es cierto que existe una cultura muy arraigada de solucionar los problemas a medida que se van presentando, es algo que no se puede generalizar, pero si se presenta muy a menudo en los proyectos que se desarrollan.

Actualmente en la construcción del Perú. Cada día aparecen más y más proyectos de viviendas, proyectos comerciales (como los Malls), proyectos empresariales, entre los principales. Por ello las constructoras se sienten obligadas a satisfacer estas necesidades. Mientras un proyecto sea considerado de gran envergadura, el sistema de control se torna más complejo, puesto que cada vez se busca hacerlos más grandes para generar la máxima utilidad.

Esta metodología provee este nuevo modelo de producción o sistema de trabajo, que apunta a la maximización del valor para el cliente y reducir al mínimo las pérdidas. De esta forma se pretende cambiar el modelo tradicional que viene operando bajo la perspectiva de diseño-licitación-construcción. Lo que busca la metodología Lean Construction es ver el proceso de producción como una cadena de valor. El sector de la construcción en el Perú es una de las actividades económicas más importantes del país debido a que a lo largo de los últimos años ha sido uno de los mayores impulsores de la economía nacional. Actualmente, es uno de los sectores que más contribuye con el crecimiento del PBI.

En el 2009, a pesar de que el crecimiento de la economía peruana se vio afectada por la crisis económica internacional, esta creció 0.90%, motivado principalmente por el sector construcción con 6.14% de crecimiento con referencia del año anterior. Este sector es uno de los que más aporta al crecimiento del PBI en los últimos años. Actualmente, con la reacción del Estado, el sector construcción crecerá alrededor de 5% al finalizar el año 2014, acumulando 22 años de crecimiento ininterrumpido desde el año 1992.

En la fase de construcción, por ejemplo, la reducción de los tiempos de ejecución en las actividades de obra, el control del desperdicio de los materiales y la prevención de accidentes laborales son objetivos que si se logran cumplir agregarán valor a tal fase. Como respuesta para dar fuerza a este sector de la industria, aparece la metodología Lean Construction o Construcción sin pérdidas, filosofía que tiene sus raíces en la filosofía Lean Production, aplicada al sistema automotriz Toyota en Japón, la cual se enfoca en aumentar el valor del producto a partir de la eliminación cualquier tipo de actividad que no genere valor para el cliente, conocido como pérdida. La filosofía Lean Construction o construcción sin pérdidas aparece como una alternativa que mejora la competitividad de las empresas en el mercado, fortaleciendo su sistema de producción y optimizando las diferentes actividades y procesos.

En Latinoamérica, los países que muestran más avances en el uso y estudio de Lean construction son Brasil, Chile, Perú y Colombia; en este último ha sido estudiado en el sector privado mientras en las universidades del país no se muestran muchos avances sobre el tema. Las investigaciones sobre el Lean construction las inician en el año 2002 Camacol y el arquitecto Luis Fernando Botero Botero, profesor de la

universidad Eafit e integrante del grupo Gescon (Gestión de la Construcción) de la misma universidad, quien ha publicado algunos artículos en la revista Ciencia y Tecnología y dos libros sobre el tema. A esto se suman estudios realizados por estudiantes de ingeniería civil en algunas empresas bogotanas dedicadas a proyectos edificatorios, como requisito para obtener su título, y las capacitaciones en el uso de LC que ha hecho Camacol en convenio con la universidad Eafit, dirigidas al personal de empresas constructoras como Triada, Urbansa, Arpro, Arrecife y Construmax, gracias a las cuales se han obtenido mejoras en los tiempos de entrega de las obras y reducción de los costos.

Lo que busca la Filosofía Lean Construction es ver el proceso de producción como una cadena de valor, lo que significa que se inicia con la transformación de materiales, seguido de un flujo de recursos, para llegar finalmente a una generación de valor. Estos tres pasos son los que se debe considerar en todo proceso de producción. Así por ejemplo en el tarrajeo de un muro, el revestimiento de un muro con mortero se transforma en metros cuadrados de empastado, el flujo es la puesta de los recursos y materiales para elaborar el tarrajeo, y el valor es la cantidad de metros cuadrados de tarrajeo que se logran completar en una determinada jornada laboral.

Es relevante crear conciencia de que la construcción es un sector diferente al de las demás industrias, pero no es una razón que justifique la dificultad para implementar el sistema Lean. La aplicación de la metodología Lean no es un método o unos pasos a seguir, sino una forma de pensar para optimizar la producción de los proyectos constructivos. Teniendo en cuenta que los proyectos basados en la mano de obra, dependientes directamente de la productividad de la misma, es primordial tener una idea clara de cuáles son sus valores reales. De esta forma, se podrá estimar el tiempo requerido para realizar los trabajos que involucran las diversas actividades. Así mismo, se conoce que la filosofía Lean, denominada como Lean Construction cuando es aplicada a los proyectos de construcción, presenta antecedentes óptimos en su aplicación a las diferentes etapas de un proyecto.

El sector de la construcción se ha visto influenciado por agentes internos y externos los cuales influyen notablemente en el normal desarrollo del proceso constructivo, ejemplo de ello son las condiciones climáticas, los proveedores, los contratistas entre otros, los cuales ocasionan pérdidas en el debido desarrollo de un

proyecto de construcción. Esto se debe a la escasa planeación o ausencia total de la misma, paradigmas muy arraigados y control de estos agentes basados solo en la experiencia y sin la utilización de herramientas de gestión. Estos factores van en detrimento de la productividad en los procesos, siendo este un indicador muy importante para medir la competitividad del sector a nivel nacional y mundial. Es por ello que la mejora en la productividad de un proyecto de construcción es uno de los principales retos que hay que lograr; actualmente existen falencias y brechas que superar las cuales ocasionan que esa industria carezca de un potencial efectivo aplicable en la competitividad suficiente con respecto a otros sectores de la economía nacional.

La productividad en la construcción se atribuye, tanto a las conversiones como a los flujos, en las actividades de conversión depende del nivel de tecnología, las destrezas, la motivación, etc. Y en las actividades de flujo depende de las cantidades de las mismas y la eficiencia con que estas interactúan con las conversiones. Los flujos pueden caracterizarse por su costo, tiempo y valor, y este último es el cumplimiento de los requerimientos del cliente.

El gobierno del Perú está implementando diversos programas de vivienda de interés social destinados a los sectores de menores ingresos. Actualmente, de la misma forma en que crece la demanda de vivienda de interés social las constructoras se ven obligadas a satisfacerla, lo cual hace más complejo el control de los proyectos por lo que, cada vez se busca hacerlos más grandes con el fin de obtener la mayor utilidad posible, esto se ve reflejado en cronogramas atrasados, desperdicios demasiado altos, incrementos en las cantidades inicialmente calculadas y presupuestadas, pago de horas extras para poder cumplir con los tiempos de entrega, reprocesos por diseños mal ejecutados y alta insatisfacción del personal por sus condiciones de trabajo y de los compradores al momento de recibir su inmueble, todo lo anterior impacta directamente en la utilidad del proyecto.

La implementación de Lean Construction en la ejecución de obras de edificación de interés social en la ciudad de Trujillo, dentro de las diferentes fases del desarrollo de un proyecto de vivienda de interés social debe pasar inicialmente por múltiples aprobaciones antes de lograr llevarse a feliz término en la realidad, es importante primero que todo, hacer entender a todas aquellas personas que participarán en su implementación los beneficios que trae esta metodología para la empresa, y esto debe

hacerse desde los gerentes quienes son los que finalmente dan su aprobación a todas aquellas ideas presentadas por sus colaboradores, siempre y cuando estas estén alineadas con las políticas y objetivos de la compañía.

Para conseguir que Lean Construction sea una realidad en todas las fases de los programas de edificación de vivienda de interés social en la ciudad de Trujillo, es vital que se creen grupos de trabajo comprometidos y liderados por cada uno de los gerentes de las áreas de la empresa, cada gerente debe ser quien se encargue de tomar las ideas de sus colaboradores y unificarlas para luego crear un consenso con los procedimientos y documentación necesaria para poder hacer un control y ejecución efectivo de los proyectos, los líderes de cada proceso podrían reunirse con el fin de alinear procesos y documentos para así evitar que existan fallas a lo largo del ciclo de vida de un proyecto. La aprobación final a las decisiones tomadas debe ser dada por la junta directiva y presentada por cada uno de los líderes de área quienes son los que realmente conocen y tienen una idea más general y clara de cómo se implementará dentro de cada área.

La presente investigación pretende, primero hacer una presentación de la metodología, explicando en qué consiste, cuáles son las herramientas que se emplean, mostrar qué mejoras se han logrado con su aplicación en las obras y a partir de esto exponer cómo se puede aplicar en la construcción de vivienda de interés social y que beneficios puede traer al gremio de la construcción. Debido a que Lean Construction promueve las buenas prácticas en la construcción, no se cierra a un modelo riguroso de aplicación de sus principios, por el contrario, incentiva a la generación de nuevas ideas que ayuden a que durante las fases de vida de un proyecto se eliminen los tiempos y actividades no productivas, es por esto que se quiere mostrar cómo en cada una de estas se puede implementar esta metodología desde la concepción de un proyecto hasta su liquidación.

El Lean Construction ha demostrado que novedosas técnicas, ampliamente aplicadas en el rubro automotriz, también pueden ser aplicadas en el sector de la construcción y con el mismo éxito. Además de difundir los conocimientos de la aplicación de los principios teóricos a la práctica profesional del Lean Construction se quiere mostrar los resultados de la productividad de las obras de edificación y compararlas con estándares de productividad del sector construcción en el país e internacional con la finalidad de sustentar con resultados las mejoras que esta filosofía

propone y con esto alentar a que su implementación sea cada vez mayor en los proyectos de construcción tanto en la capital como en otras ciudades del Perú, debido a que, como es bien sabido las empresas tienen una finalidad que es generar utilidad y una manera de persuadirlas o alentarlas para que usen la filosofía Lean Construction es demostrar que genera resultados positivos en los proyectos, los cuales repercuten en ahorros para la empresa y por consiguiente incrementan sus ganancias.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo es el enfoque Lean Construction en la construcción de viviendas de interés social para mejorar la productividad en obra, Trujillo 2021?

1.3. Justificación

Actualmente los proyectos de vivienda interés social han tomado fuerza en gran parte del territorio nacional, esto debido a que la situación económica del país ha venido mejorando los últimos años lo que ha incentivado a muchas personas a adquirir techo en lugar de pagar arriendo, esta motivación ha hecho que las empresas constructoras se interesen cada vez más por desarrollar este tipo de proyectos debido a que, su ejecución es relativamente sencilla debido a la eliminación de los acabados lo que lo hace mucho más rentables. Este estudio propone establecer relaciones entre las variables enfoque lean construction en la ejecución de obras de edificación de la vivienda de interés social y la productividad laboral, para adaptar sus procesos de optimización de uso de recursos en la planificación de pequeñas empresas y microempresas de construcción en la ciudad de Trujillo.

Como Valor teórico, permite el diagnóstico sobre las deficiencias y dificultades de los procesos que sirve como base para poder identificar los desperdicios y pérdidas; para plantear mejoras del estado de la construcción, en base a teórica y técnicas que propone esta nueva filosofía de lean construction. Este estudio busca justificar los resultados de la variable independiente (enfoque lean construction en la ejecución de obras de edificación de la vivienda de interés social) y dependiente (productividad laboral) estableciendo evidencia de la causa y efecto, así como el contraste de las hipótesis causales para concluir y realizar las recomendaciones respecto al tema de investigación.

La relevancia social de la investigación se establece debido a que, en la construcción de proyectos tanto de interés social como de otro tipo se presentan altos índices de desperdicio de materiales y tiempo, lo cual se ve reflejado en sobrecostos, bajos niveles de productividad, retrasos en la programación de obra y reducción el margen de utilidad. Esta investigación contribuye como aporte científico a las empresas de la construcción de la ciudad, dado que, con la aplicación de las técnicas de lean construction en las empresas del sector construcción sería más eficiente la mano de obra calificada y especializada incrementando su productividad, generando un mejor control de los procesos constructivos, siendo más ordenados sin mayor esfuerzo del personal trabajando con inteligencia y con un ritmo de trabajo planificado. Se reduciría las dificultades que afecten a los recursos humanos en el sector construcción.

Las implicaciones prácticas se llevan a cabo mediante las técnicas de aplicación de las herramientas Lean Construction, sirve como guía para profesionales o empresas que busquen implementar Lean Construction en sus proyectos. La presente investigación busca justificar la optimización de procesos, para mejorar la productividad laboral. Luego de realizar el diagnóstico inicial se plantea las mejoras con el fin de obtener ventajas, disminuir y eliminar las oportunidades e improvisaciones causadas por los desperdicios y pérdidas, generados durante la ejecución de los proyectos de edificaciones.

La utilidad metodológica es aportar instrumentos y procedimientos que permiten diagnosticar de manera sólida las técnicas de lean construction, la cual tiene aplicación práctica en los procesos constructivos para mejorar la productividad. La presente investigación es cuantitativa, busca justificar la utilización de las técnicas e instrumentos de recolección de datos como la encuesta, observación y análisis de documentación. El tipo de estudio es experimental de diseño cuasi experimental porque la variable independiente ha sido manipulada por el investigador estableciendo relaciones de causa y efecto. Para la recolección de datos se realizó en un tiempo determinado con la intención de estudiar las variables y analizar su incidencia en los procesos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar si el enfoque Lean Construction en la construcción de viviendas de interés social para mejorar la productividad en obra en la ciudad de Trujillo en el presente año 2021.

1.4.2. Objetivos Específicos

1.4.2.1. Determinar si el enfoque Lean Construction contribuye a mejorar la productividad en obra, en la construcción de viviendas de interés social en la ciudad de Trujillo.

1.4.2.2. Determinar si el enfoque Lean Construction contribuye a mejorar la productividad en obra, en la construcción de viviendas de interés social durante el tiempo de descanso.

1.4.2.3. Determinar si el enfoque Lean Construction contribuye a mejorar la productividad en obra, en la construcción de viviendas de interés social en el momento de las entradas y salidas.

1.4.2.4. Determinar si el enfoque Lean Construction contribuye a mejorar la productividad en obra, en la construcción de viviendas de interés social en los horarios de refrigerio.

1.4.2.5. Determinar si el enfoque Lean Construction contribuye a mejorar la productividad en obra, en la construcción de viviendas de interés social en los trenes de cuadrillas contribuye.

1.5. Antecedentes

Ramírez (2018) en su tesis titulada Mejoras en productividad, sostenibilidad y competitividad de Green Lean. Análisis de un estudio de caso. Tesis para optar el grado de Magíster en Construcción. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Esta investigación tuvo como objetivo general; difundir el concepto de las filosofías Green-Lean y Lean Construction mediante la aplicación de la correspondiente metodología y las prácticas que los conciben dentro de los procesos de planeación y ejecución de las obras de la Constructora Colombiana Prodesa SAS. Investigación descriptiva, apoyada en análisis de discursos y considera recomendaciones de Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista-Lucio (2006), siendo un estudio que no se basa en estadísticas y sus significados; se extrae de datos que en su mayoría son cualitativos. Como conclusión el autor señala que, la integración Green-lean enseña

las dificultades de su implementación en sociedades distintas a la japonesa o estadounidense, particularmente las de América Latina, donde predomina el individualismo y la noción de lo público está subdesarrollada, como en el caso de Colombia, donde la fuerza cohesionadora del estado aún no está lo suficientemente generalizada y establecida; el resultado se constata en una gran dificultad para que la empresa, pública o privada, logre adaptarse y modificar los hábitos asociados al sector de la construcción (que suelen ir al garete), sin una altísima cuota de sacrificio.

Tipan (2018) en su tesis denominada Incidencia de variables de caracterización de cultura organizacional en la filosofía Lean Construction para pequeñas y microempresas constructoras en el Ecuador. Proyecto Previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, mención estructuras. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. Investigación que tuvo como objetivo general estudiar las relaciones existentes entre las variables de caracterización de cultura organizacional y la filosofía LC. La metodología de este proyecto de titulación, se basó en: la validación de la investigación realizada en la Universidad Andina Simón Bolívar, la Influencia del Liderazgo en el Clima Organizacional, Análisis de la PYME Ecuatoriana, la ratificación de información del plazo de entrega de los proyectos de construcción provenientes del Servicio Nacional de Contratación Pública (SERCOP), y la comprobación de la categorización de empresas realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Como resultados de la validación de información, se generaron organigramas acordes a la gestión organizacional de la pequeña y microempresa ecuatoriana, así como la elaboración de un manual de adaptación de la filosofía LC en matrices donde se identifica la comparación de la filosofía LC original y la filosofía LC modificada.

García (2015) Aplicación de la metodología lean construction en la vivienda de interés social. Tesis para obtener una Especialización en Gerencia de Proyectos. Universidad E.A.N. Bogotá, Colombia. Investigación que tuvo como objetivo general mostrar cómo se puede desarrollar un proyecto de vivienda de interés social bajo la metodología Lean Construction desde su fase de planeación hasta su liquidación, teniendo como base los documentos existentes y los lineamientos dados por el Lean Construction Institute. Estudio descriptivo, orientado a la narración de los principios de la metodología Lean Construction y su aplicación a la vivienda de interés social en Colombia. Lo que se pretende es mostrar una guía para la aplicación de Lean Construction desde la

concepción hasta la liquidación de un proyecto empleando el LPDS (Lean Project Delivery System), el cual se encuentra inmerso dentro de la construcción sin pérdidas. Como conclusión el autor señala que toda la metodología Lean Construction tiene sus fundamentos en el sistema de producción de la Toyota cuyo objetivo fundamental es eliminar todas aquellas actividades que no agregan valor al sistema productivo, son principios de administración aplicados a la construcción. Mediante el empleo de técnicas sencillas de control como el sistema del último planificador, lo que se pretende es hacer que el proceso constructivo sea un poco más industrializado creando productos de mejor calidad y que satisfagan las necesidades de los clientes.

Valencia (2018) en su tesis titulada Aplicación de lean construcción al sector de la infraestructura vial en Colombia. Tesis para optar al Título de Especialista en Gerencia de Empresas Constructoras. Fundación Universidad de América. Bogotá, Colombia. Esta investigación tuvo como objetivo general; 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 a través de la identificación y mejora de los 11 principios Lean para garantizar un producto de calidad y rentabilidad en las empresas y/o proyectos del país. La construcción en el sector de la infraestructura vial en Colombia se aun caracteriza por ser tradicionalista a la hora de ejecutar y controlar las actividades operativas y administrativas de los proyectos, es por esto, que las empresas constructoras de nuestro país presentan serias dificultades para la identificación de actividades que no agregan valor y que por el contrario generan reprocesos y pérdidas para las empresas en sus proyectos. La filosofía Lean Construction, se fundamenta en la administración de la producción en la construcción y su objetivo principal es el de reducir o eliminar las actividades que no agregan valor a los proyectos y la de plantear un sistema de producción que minimice residuos o desperdicios en los proyectos.

Crespo (2015) en su tesis Mejora en la productividad en la construcción de edificaciones en la ciudad de Quito, aplicando lean construcción. Tesis para optar al Grado de Magister en Gerencia de la Construcción. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. Investigación cuyo objetivo general fue emplear la nueva filosofía Lean Construction en proyectos de edificaciones de obras civiles en la ciudad de Quito como estrategia de mejoramiento continuo en los procesos productivos, gestión de sus

trabajadores e incremento del valor agregado del producto final en búsqueda de mayores niveles de productividad, competitividad y rentabilidad. Para dar cumplimiento a esta nueva filosofía la investigación en su fase inicial se desarrolló un diagnóstico general de la situación de cada uno de los proyectos y un diagnóstico de la productividad de las actividades que generan desperdicios, posteriormente se procesó la información la misma que se registró y se tabulo, permitiendo analizar la información estadística sobre las pérdidas obtenidas, estableciendo estrategias de mejoras y volviendo a medir la productividad de las mismas, y para complementar a esta filosofía se aplicó la técnica de “Last Planner” (el último planificador), desarrollando una planeación de largo plazo (plan maestro), planeación a mediano plazo (plan intermedio), y la planeación a corto plazo (plan semanal). Consiguiendo de esta manera el cumplimiento de las tareas de las planificaciones y reduciendo la incertidumbre que se produce en los proyectos.

Arévalo (2018) en su tesis denominada Implementación de la metodología lean construction en la productividad de la construcción del proyecto casa Club Recrea Las Magnolias-Breña. Tesis para optar al Grado de Maestro en Gerencia de Proyectos de Ingeniería. Universidad Nacional Federico Villarreal. Su objetivo general fue determinar la influencia significativa de la implementación de la metodología Lean Construction para mejorar la productividad en la construcción del proyecto Casa Club Recrea Las Magnolias. La investigación fue de tipo descriptiva correlacional en la medida que pretende cuantificar relaciones entre las variables. La implementación de la metodología Lean Construction y la productividad en la construcción del Proyecto Casa Club Recrea Las Magnolias. on ello se determinó el rechazo de la hipótesis nula (H_0) Para $\mu = 85\%$, no existe diferencia significativa de la mejora en la productividad de la construcción del proyecto Casa Club Las Magnolias-Breña con la implementación de la metodología Lean Construction; es decir, $\mu = 85\%$. Y la aceptación de la hipótesis alterna (H_1 =Para la media porcentual mínima o estandarizada de trabajos realizados $\mu = 85\%$ sí existe diferencia significativa de la mejora en la productividad de la construcción del proyecto Casa Club Las Magnolias Breña con la implementación de la metodología Lean Construction; es decir, $\mu \neq 85\%$). Se determinó la influencia significativa de la implementación de la metodología Lean Construction para mejorar la productividad en la construcción del proyecto Casa Club Recrea Las Magnolias.

Cotrina (2017) en su tesis Aplicación del Lean Construction para optimizar la productividad en una obra de ampliación del pabellón educativo en Ñaña – Lurigancho – Lima 2017. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú. Cuyo objetivo fue demostrar que la aplicación de Lean Construcción generó la optimización de la productividad. Apoyado de Virgilio Ghio C. para el Lean Construcción y concordando con las herramientas mínimas seleccionadas a criterio del investigador: Last Planner, Look Ahead, así mismo de Walter Rodríguez C. y Otros en lo que se refiere a la Productividad, utilizando para ello la medición, evaluación y planificación de la misma, teniéndose como metodología utilizada nivel exploratorio y diseño Pre experimental con pre y post test de un solo grupo, con lo cual mediante el manejo y operación de las variables seleccionadas, que la Aplicación del lean construction para optimizar la productividad, cuya muestra estuvo representada por la ampliación del pabellón educativo de la Institución Educativa N° 314604 - Nuestra Señora de la Sabiduría, extraída de una población de 106 instituciones educativas de la Ugel 06 del nivel primaria y secundaria, se utilizó la ficha técnica como instrumento para la recolección de datos. Obteniéndose la siguiente conclusión: Se demostró que la selección de herramientas Last Planner y Look Ahead propuestas y aplicadas del Lean Construction en la presente investigación optimizó la productividad en la muestra de estudio en 14%.

Quispe (2017) en su tesis titulada Aplicación de lean construction para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017. Tesis para optar al Grado Académico de Maestro en Ingeniería Civil. Universidad Cesar Vallejo. Investigación que tuvo como objetivo determinar la influencia de la aplicación de las técnicas de Lean Construction en la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la zona de Huancavelica en el período 2017, la investigación fue de tipo explicativo; corte transversal; tipo de estudio experimental; diseño cuasi experimental; se ha empleado una población muestral no probabilístico, definido por dos grupos, a los cuales se les aplico mediante técnica de la encuesta, a través de un cuestionario con 20 preguntas dirigidas, la recolección de datos se aplicó la técnica de la observación de campo y el análisis de documentación. Para la discusión, se utilizó la técnica de observación aplicado al proyecto, mediante formatos de campo para identificar los tiempos de los tres tipos de trabajos productivos (TP), contributorios (TC) y no

contributorios (TNC), realizando el diagnóstico inicial, mediante el nivel general de actividad (TP 31%, TC 41% y TNC 27%) aplicando las teorías y técnicas de lean construction se plantean las mejoras proponiendo soluciones claras y directas para el aumento de la productividad (TP 39%, TC 37% y TNC 24%), realizando el seguimiento para evaluar la efectividad del proceso y realizando la mejora continua, demostrando el aumento del trabajo productivo en 8% y con la carta de balance se mejora la productividad en 3%.

Manrique (2017) en su investigación 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. Tesis para optar el grado académico de Maestro en Ingeniería Industrial con mención en Planeamiento y Gestión Empresarial. Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú. Esta investigación su objetivo fue crear un nuevo modelo de gestión denominado LC y A para mejorar la rentabilidad de los proyectos de construcción de las obras civiles en este caso Pariachi. Esta investigación trató de la combinación de dos modelos de gestión empresarial y mejoramiento continuo, se habla en ambos casos de las herramientas Lean para alcanzar nuestros objetivos: Lean Construction utilizadas para la mejora de la Gestión de Producción y las herramientas de Lean Accounting que ha permitido mejorar la Gestión Contable para tener un mejor control de los costos; lo cual nos da como resultado la Mejora de la Rentabilidad del proyecto de construcción. La implementación del modelo de gestión LC y A se ha probado en una etapa de un proyecto de construcción que duró 24 meses, es un modelo permisible de mejora, pero también podemos concluir que el modelo pueda replicarse en otras empresas del sector con características similares.

Rómulo & De la Cruz (2015) en su estudio Aplicación de la filosofía lean construction en una obra de edificación (Caso: Condominio Casa Club Recrea – El Agustino). Tesis para Optar el título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad San Martin de Porres. Lima, Perú. Tuvo como objetivo general demostrar los beneficios que se consiguen al aplicar conceptos y métodos de la filosofía Lean Construction en una obra de edificación, optimizando la productividad, el costo y cumplimiento de la programación en la ejecución de las partidas desarrolladas por personal propio de la empresa. Se describe la teoría acerca de Lean Construction además de la metodología del Sistema Last Planner la cual se aplicó en la etapa de construcción (denominado ensamblaje sin

pérdidas) de la sub estructura de la obra Condominio Casa Club Recrea, ubicada en El Agustino y construido por la empresa Inconstructora SAC. Además, los rendimientos reales de las actividades más influyentes dentro del presupuesto serán registrados, medidos y analizados en un Informe Semanal de Producción (formato ISP), el cual, refleja la curva de aprendizaje del personal obrero a través del tiempo. Finalmente se mostrará un estudio de productividad realizado a una actividad de relleno fluido, mediante la herramienta de “Cartas Balance” se propone soluciones claras y directas para el aumento de la productividad de dicha partida. La aplicación de la filosofía Lean Construction en el proyecto mencionado demuestra que, al usar herramientas simples monitoreadas continuamente, se reflejan positivamente en la obra pudiendo estas ser aplicadas en cualquier tipo de construcción, no solo de edificación.

Meza (2017) en su tesis denominada Propuesta de aplicación de la filosofía lean construction en un proyecto de edificación de albañilería confinada para reducir costos de ejecución. Trabajo de grado para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada De Trujillo. Trujillo – Perú. Investigación cuyo objetivo fue la aplicación de la filosofía Lean construction, en el proceso constructivo. Para una mejora de este, planificación de labores y una reducción de costos a lo largo de todo el proyecto. Se tomo como ejemplo una construcción de vivienda multifamiliar residencial Las Flores ubicado en la ciudad de Chiclayo, urb. Monterrico II Mz “E” Lt “24”. El cual se construyó sin tomar estas consideraciones. Este proyecto está dividido en diferentes capítulos. Como conclusión el autor señaló que, al implementar la filosofía lean construction en el proyecto multifamiliar Residencial Las Flores, hubo una reducción considerable de los tiempos no contributorios reduciendo de un 31.6% a un 14.5% y mejorando los tiempos productivos de 34.8% a 47.6%, siendo este una mejora considerable en la ocupación del tiempo de trabajo. Utilizando constantemente estas herramientas de control se reduce los tiempos no productivos pues estos nos indica los principales factores y la manera como eliminarlos.

1.6. Bases Teóricas

1.6.1. Definición de Lean construction

Según Botero (2002) Construcción sin pérdidas; como estrategia de gestión en proyectos de construcción. Presentación de Diapositivas. Universidad EAFIT, Medellín. (2014) afirma que “Lean es un término que se refiere a una forma de hacer negocios donde se centraliza en maximizar el valor para los clientes eliminando todas las pérdidas de las actividades que no generan valor. Para obtener la eficiencia en las actividades se evalúa el desempeño en calidad, tiempo, costo del proyecto.

La filosofía de Lean Construction se fundamenta en la optimización de los procesos productivos mediante la identificación y eliminación de desperdicios, y el análisis de la cadena de valor, para lograr un flujo de material estable, constante, en la cantidad adecuada, con la calidad asegurada y en el momento en que ésta filosofía sea necesario, es decir, tener la flexibilidad y fiabilidad de que el producto sea fabricado en el tiempo en que lo solicite el cliente, sin producir más o menos de lo requerido (Pérez, 2011).

Según el Lean Construction Institute (ILC) refiere que es una filosofía que se orienta hacia la administración de la producción en la construcción y su objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto y optimizar las actividades que sí lo hacen, por ello se enfoca principalmente en crear herramientas específicas que ayuden a generar un sistema de producción efectivo que minimice los residuos (Koskela, 2000).

Entendiéndose por residuos todo lo que no añade valor a las actividades necesarias para completar una unidad productiva. Estos últimos (residuos), en la gestión tradicional no se tienen en cuenta por que el concepto de producción actual es erróneo al considerarla como un proceso de solo transformación en donde entran materiales y se obtienen unidades productivas, olvidando optimizar los flujos que esos materiales tienen que seguir para poder obtener el producto (Koskela, 2000).

Figura 1

Productividad en la construcción.



Fuente: Buleje Kevin

1.6.2. Orígenes del concepto lean construction

Ballard & Howell (1998) consideran que el pensamiento Lean, es una nueva forma de administrar la construcción y aplica las técnicas de manufactura a la construcción, tratando de lograr mayor estandarización a los proyectos, considerando la dinámica existente de la construcción.

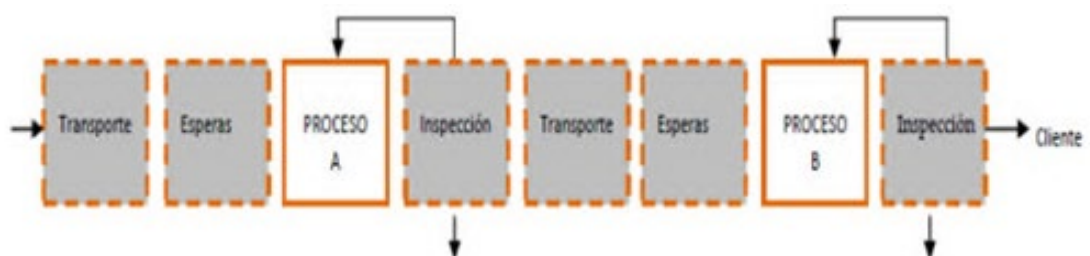
Howell (1998) explica que la administración de la construcción bajo el pensamiento Lean, es diferente de la práctica habitual motivado a que:

- Se tienen claros los objetivos de los procesos.
- Contribuye a maximizar el desempeño del cliente en el proyecto.
- Se diseña el producto y el proceso.
- Aplicar el control de la producción durante todo el ciclo del proyecto.

Koskela (1992) explica el nuevo concepto de la producción mediante el flujo de materiales y/o información desde las materias primas hasta el producto final. En este flujo, el material es procesado o transformado, inspeccionado, permanece en espera o en movimiento. Estas actividades son inherentemente diferentes. El procesamiento representa el aspecto de transformación de la producción, en cambio, la inspección, el movimiento, y la espera representan el aspecto de flujo de la producción.

Figura 2

Esquema conceptual de producción Lean como un flujo de procesos



La nueva conceptualización implica una visión dual de producción, que consiste en transformaciones y flujos. La eficiencia de la producción es atribuible a la eficiencia de las actividades de transformación y a la eficiencia de los flujos de actividades (a los que pertenecen las actividades de transformación). Todas las actividades implican costos y consumen tiempo, pero es importante distinguir aquellas actividades que agregan valor y las que no lo hacen.

Koskela (1992) indica que la filosofía Lean Construction logra captar las peculiaridades de los sistemas productivos en la industria de la construcción, proponiendo diferentes herramientas para enfrentar acertadamente el dinamismo, la variabilidad, y la temporalidad de los proyectos.

Tabla 1

Filosofía tradicional versus el nuevo concepto de construcción.

	Concepto tradicional de producción	Nuevo concepto de la producción
Objetivo	Afecta a los productos y servicios.	Afecta a todas las actividades de la empresa.
Alcance	Actividades de control.	Gestión, asesoramiento, control.
Modo de aplicación	Impuesto por la dirección.	Por convencimiento y participación.
Metodología	Detectar y corregir.	Provenir.
Responsabilidad	Del departamento de calidad.	Compromiso de todos los miembros de la empresa.
Clientes	Ajenos a la empresa.	Internos y externos
Conceptualización de la producción	La producción está compuesta por una serie de actividades de conversión que todas añaden valor al producto.	La producción está compuesta por actividades que no agregan valor de los flujos
Control de producción	Dirigido al costo de las actividades.	Dirigido al tiempo, costo y valor de los flujos
Mejoramiento	Incremento de la eficiencia de las conversiones a través de la utilización de nueva tecnología.	Eliminación de las actividades que no agregan valor (perdidas), incrementando la eficiencia de las actividades que lo generan, a través del mejoramiento continuo y la implementación de la nueva tecnología.

Fuente: Koskela, 1992.

Ghio (2001) considera que la diferencia de Lean Construction de las prácticas tradicionales es su enfoque en las pérdidas y en la reducción de las mismas, mientras que Koskela (1992) añade que el segundo punto fundamental es el manejo del modelo de flujos propuesto por en contraposición del modelo de conversión. El modelo de flujo de procesos permite visualizar las abundantes pérdidas que usualmente se encuentran

en la construcción y que el modelo de conversión no permite ver.

Koskela (1992) considera que dentro de la producción Lean, las actividades que no agregan valor son expresamente identificadas. Es posible iniciar la reducción significativa de los costos de las actividades que no agregan valor, a través de la medición y la aplicación de los principios para el mejoramiento del control de flujo propuesto. Las actividades que agregan valor son mejoradas a través del mejoramiento continuo interno y un mejor uso del equipamiento existente. Solo después que este mejoramiento se podría considerar las inversiones en nuevas tecnologías.

1.6.3. Teoría TVF (transformación-flujo-valor)

Koskela (2000) plantea que la producción puede ser conceptualizada en tres maneras, como transformación, como flujo y valor y que en la producción estos valores debieran ser simultáneamente utilizados.

Los conceptos de Transformación, Flujo y Valor de producción, no son alternativas excluyentes o teorías de producción competidoras, sino más bien parciales y complementarias. Cada una de éstas se focaliza en un cierto aspecto del fenómeno de producción: el concepto de transformación en la transformación para generar valor; el concepto de flujo en las actividades que no agregan valor; y el concepto de generación de valor se centra en el control de la producción desde el punto de vista del cliente.

Koskela (1999) propone que sufrimos por las deficiencias encontradas en la realidad en el área de la construcción; y piensa que hay tres amplias repercusiones. En primer lugar, los problemas de rendimiento crónico. En segundo lugar, la falta de teoría explícita, ha sido difícil de aplicar métodos de gestión de flujo y la gestión de valor en la construcción. En tercer lugar, nuestros esfuerzos por desarrollar procesos usando la tecnología de información o industrialización, han sido obstaculizados por la falta de una teoría.

Tabla 2

Integración de la perspectiva TFV (transformación-flujo-valor)

	Perspectivas de conversión	Perspectiva de flujo	Perspectivas de generación de valor
Conceptualización de la producción	Como transformación de inputs en outputs.	Como un flujo de materiales, compuesto de transformaciones, inspecciones, transporte y esperas.	Como un producto donde el valor, para el cliente es generado a partir de la satisfacción de sus necesidades.
Principios principales	Hacer la producción en forma eficiente.	Eliminación de pérdidas (actividades que no agregan valor)	Eliminación de pérdidas de valor.
Métodos y prácticas	WBS, MRP, OBS.	Flujo continuo de producción pull, mejoramiento continuo.	Método de captura de requerimientos, despliegue de la función calidad.
Contribución practica	Cuidar lo que hay que hacer.	Cuida de que lo innecesario es realizado lo menos posible	Cuidar de lo que requiere el cliente es satisfecho de lo mejor posible.
Nombre sugerido para la aplicación práctica de la perspectiva	Task Management.	Flow Management.	Value Management.

Fuente: Koskela, 2000

Koskela (2000) refiere que la teoría TFV como una metodología para el diseño, control y mejoramiento de la producción y deben llevarse a cabo como una integración de transformación, flujo y conceptos de valor y no como conceptos alternativos.

Tsao (2005) explica que la visión de los planificadores de proyecto acerca de la producción relacionada con le teoría TFV es la siguiente: la Producción como la transformación de inputs y outputs enfocando la minimización de costos de cada transformación en forma independiente, la producción como el flujo de materiales resultantes de la transformación, inspección, movimiento y esperas, la producción como generación de valor como un proceso donde el valor es creado para sus clientes cumpliendo sus requerimientos.

Koskela (2000) expone que, para lograr las metas de producción, los tres conceptos deben estar en forma balanceada y sus interacciones controladas para evitar anomalías. Evidentemente, un Sistema de Producción donde los principios de los tres

conceptos han sido implementados en todos los niveles de administración tendrá mejores desempeños que uno donde los conceptos han sido implementados en menor forma.

Tabla 3

Interacciones entre TFV

	Impacto de Conversión	Impacto en Flujo	Impacto en Valor
Impacto de C en otro concepto		Tecnología de transformación más cara proveerá una menor variabilidad.	Inputs más costosos contribuirán a obtener un mejor resultado.
Impacto de F en otro concepto	Flujos con menor variabilidad requieren una menor capacidad. Es más fácil introducir tecnologías de transformación si existe menos variabilidad.		Sistemas de producción más flexibles permiten cumplir con los patrones de demanda. Sistemas de producción con menor variabilidad interna, son capaces de producir productos de mejor calidad.
Impacto de V en otro concepto	Modelo de demanda más variables permiten beneficios a escala y mayor utilización.	Perfeccionamiento de la relación entre el cliente interno y los proveedores contribuye a reducir pérdidas.	

Fuente: Koskela, 2000

1.6.4. Beneficios de Lean

Según lo expresado por Botero (2012), Lean Construction (Construcción sin pérdidas); Como estrategia de gestión en proyectos de construcción. Diapositivas de presentación, universidad EAFIT, Medellín. (2014) indica que la reducción de los costos de operación es a través de la minimización de actividades sin valor. Ser capaz de entregar el proyecto con mayor rapidez, con un flujo de trabajo más consistente, la realización de un producto de calidad adecuada y estableciendo una cultura que trabaje continuamente en el mejoramiento del desempeño.

Por lo que, Lean Construction trata de alcanzar estos objetivos en todas las fases del ciclo de vida de un proyecto de edificación, contando con todos los agentes sociales que intervienen en el proceso de diseño y construcción y con todas las personas y empresas que participan en la cadena entera de suministro y en cada flujo de valor, sin

dejar a nadie fuera e integrando a todos bajo una meta común según los principios del sistema Lean. Lean Construction es un enfoque basado en la gestión de la producción para la entrega de un proyecto, una nueva manera de diseñar y construir edificios e infraestructuras. La gestión de la producción Lean ha provocado una revolución en el diseño, suministro y montaje del sector industrial. Aplicado a la gestión integral de proyectos, desde su diseño hasta su entrega, Lean cambia la forma en que se realiza el trabajo a través de todo el proceso de entrega (Arboleda, 2014).

1.6.5. Principios de Lean

El pensamiento Lean contempla los siguientes principios básicos que fueron definidos por Koskela (2000), para las etapas de diseño y control de la producción. Por otra parte, Liker (2006) definió los 14 principios del Sistema de Producción Toyota. A continuación, describimos estos principios básicos del pensamiento Lean, más la transparencia, la capacitación y la mejora continua:

a) Identificar actividades que no agregan valor

Se identifican las actividades que no agregan valor y se busca reducirlas y, en el mejor de los casos, eliminarlas para generar ganancias al proyecto, estas pueden ser en costo, tiempo, etc. Por lo tanto, identificar estas actividades es primordial para reducir las pérdidas.

b) Incrementar el valor del producto

Los beneficios obtenidos de eliminar las pérdidas en general deben enfocarse en incrementar el valor del producto para el cliente final, esto se puede lograr poniéndonos en perspectiva del cliente y haciendo que nuestro producto iguale y en el mejor de los casos supere las expectativas que estos tienen sobre el producto.

c) Reducir la variabilidad

La variabilidad afecta negativamente todos los ámbitos de la producción y también es algo negativo para el cliente, por lo cual es importante la reducción de la variabilidad para evitar problemas con las programaciones y la satisfacción del cliente.

d) Reducción del ciclo de producción

El tiempo que dura un ciclo de producción se puede reducir con la teoría de lotes de producción y lotes de transferencia, la cual nos dice que si dividimos nuestra producción (lote de producción) en lotes pequeños (lotes de transferencia) que vamos transfiriendo de proceso a proceso, nuestro ciclo tendrá una duración menor que si introducimos todo el lote a un proceso y esperamos a que todo el paquete esté listo para llevarlo al siguiente proceso o actividad.

e) Simplificación de procesos

La simplificación de procesos consiste en mejorar el flujo por medio de la reducción de los procesos involucrados para de ese modo controlar mejor estos procesos y reducir la variabilidad y el costo de realización de cada proceso.

f) Incrementar la transparencia en los procesos

La transparencia es un estímulo muy importante para todos (subcontratistas, proveedores de primer nivel, ensambladores, distribuidores, consumidores y empleados) ya que al tener acceso a más información resulta más fácil descubrir mejores metodologías para la creación de valor. Además, se produce un feedback casi instantáneo y altamente positivo para los empleados que hacen mejoras, un rasgo clave del trabajo Lean y un estímulo poderoso para seguir haciendo esfuerzos por mejorar. La descentralización en la toma de decisiones a través de la transparencia y la potenciación de habilidades, significa proporcionar a los participantes del proyecto información sobre el estado de los sistemas de producción, dándoles el poder de tomar acción.

g) Capacitación

Lean exige por parte de todos los empleados de la cadena o flujo de valor que haya una atención continua para mantener el flujo y eliminar el desperdicio. Para lograr este objetivo debemos entregar a los empleados la información correcta de manera puntual y darles la autoridad para solucionar los problemas y trabajar en la mejora continua. Esta búsqueda de la perfección no puede lograrse solo a través del trabajo de los gerentes; todos los empleados deben estar comprometidos y capacitados para atender las demandas de los clientes, crear más valor, eliminar desperdicio e

incrementar la rentabilidad del negocio. Hay un nuevo y poderoso potencial para una mejora radical cuando estos trabajadores capacitados trabajan de manera colaborativa con sus compañeros a través de toda la cadena de valor.

h) Mejora continua

Este principio está basado en la filosofía japonesa Kaisen, esta se basa en la identificación de las causas de no cumplimiento de las actividades para tratar de solucionarlas en siguientes proyectos y así ir mejorando continuamente.

1.6.6. La construcción según el enfoque Lean

Pons (2014) explica las principales diferencias de enfoque y planteamiento entre un sistema tradicional de gestión de proyectos (izquierda del gráfico), donde el desperdicio o improductividad no ha sido considerado desde un punto de vista económico, y el sistema según un enfoque Lean (derecha de gráfico) en él que, desde el inicio del proyecto, todos los agentes y actores involucrados en él, trabajan para maximizar el valor del cliente y minimizar todas aquellas actividades, gestiones y transacciones inútiles que no añaden valor, teniendo en cuenta los intereses generales de todos y no los particulares de cada parte.

1.6.7. Implementación de Lean Construction

Porras (2014) precisa que, Lean Construction no debe ser concebido como un modelo o sistema en el cual solo se siguen unos pasos, sino como un pensamiento dirigido a la creación de herramientas que generen valor a las actividades, fases y etapas de los proyectos de construcción.

Una de estas herramientas “Lean” es la denominada Last Planner System o como se conoce actualmente en Latinoamérica Sistema del Ultimo Planificador (SUP), desarrollada por Glenn Ballard y Greg Howell, con el objetivo de mejorar el proceso de programación de obra proponiendo la renovación del concepto de planificación de obra tradicional, en donde las actividades que se espera ejecutar son mayores que las que se pueden realmente hacerse en obra.

Como parte del desarrollo de la filosofía Lean Construction en el marco de crear herramientas Lean para la mejora de la gestión en los proyectos de construcción, se crea

el modelo de gestión LPDS (Lean Project Delivery System) o sistema de entrega de proyectos Lean, cuya misión es desarrollar el mejor camino posible para diseñar y construir infraestructuras. LPDS fue desarrollado para abarcar todo el ciclo de vida de los proyectos desde el inicio hasta la entrega, y propone gestionar los proyectos de construcción considerando cinco fases y catorce módulos, utilizando conceptos y técnicas destinadas a maximizar el valor para el cliente y minimizar las pérdidas en la producción.

El liderazgo es fundamental para lograr un cambio de mentalidad a nivel general. Liderazgo que está representado en la alta gerencia, sin el cual se crean barreras naturales que detienen cualquier esfuerzo a diferentes niveles de la organización. El cambio debe ser aceptado e interiorizado desde el nivel más alto de la organización, con lo que se logra un mejor entendimiento del mismo por parte de las personas involucradas, logrando paso a paso un cambio cultural.

La gestión se debe enfocar en la medición de los procesos y el mejoramiento de los mismos y no en el desarrollo de las capacidades. Se deben tener indicadores reales de los procesos que permitan identificar las causas de las pérdidas. Para la implementación del nuevo modelo de producción, debe existir participación de los empleados, los equipos de trabajo pueden aportar ideas para el mejoramiento de los procesos.

1.6.8. Características de Lean Construction

- a) Trabajo en equipo.
- b) Comunicación permanente.
- c) Eficiente uso de recursos
- d) Mejoramiento continuo (kaizen).
- e) Constructabilidad
- f) Mejoramiento de la productividad apoyándose en la Ingeniería de Métodos como las cartas de balance.
- g) Reducción de los trabajos no contributivos (tiempos muertos), aumento del trabajo productivo y un manejo racional de los trabajos contributivos.
- h) Utilización del diagrama causa-efecto de Ishikawa (espina de pescado).
- i) Reducción de los costos de equipos, materiales y servicios.

- j) Reducción de los costos de construcción
- k) Reducción de la duración de la obra.
- l) Las actividades base son críticas y toda holgura es pérdida de costo y tiempo.

1.6.9. Los 7 desperdicios básicos del Lean

Para Villamizar & Ortiz (2016) existen siete tipos de despilfarros que se pueden encontrar en toda organización, más uno que se introdujo últimamente:

a) Sobreproducción

Producir más de lo demandado o producir algo antes de que sea necesario. Se hace visible en el inventario de material. Esto no solo se refiere a producto terminado, se puede sobre producir en cualquier proceso, es decir, producir más de lo necesario para el siguiente proceso, producir antes de que lo necesite el siguiente proceso o producir más rápido de lo que requiere el siguiente proceso. Las principales causas de la sobreproducción son: una lógica “just in case”: producir más de lo necesario por si acaso, hacer un mal uso de la automatización y dejar que las maquinas trabajen al máximo de su capacidad, una mala planificación de la producción, una distribución de la producción no equilibrada en el tiempo.

b) Tiempo de espera

La espera a que las maquinas haga el proceso debe ser eliminada. En vez de maximizar la utilización de las maquinas, lo que se tiene que promover es maximizar la eficiencia del trabajador. Las causas de la espera pueden ser: hacer un mal uso de la automatización: dejar que las maquinas trabajen y que el operador esté a su servicio cuando debería ser lo contrario, un mantenimiento no planeado que obligue a parar la línea para limpiar o arreglar una avería, un largo tiempo de arranque del proceso, una mala planificación de la producción, una distribución de la producción no equilibrada en el tiempo, problemas de calidad en los procesos anteriores.

c) Transporte

No añade ningún valor al producto. En vez de mejorar el transporte, éste debe ser minimizado o eliminado cuando sea necesario, por medio de celdas de trabajo, por ejemplo, el transporte de material puede ser causado por: una mala distribución en la planta, el producto no fluye continuamente, grandes lotes de producción, largos tiempos de suministro y grandes áreas de almacenamiento.

d) Procesos

Tienen que ser eliminados haciéndose la pregunta, por qué un proceso es necesario y por qué un producto es producido. Todos los procesos innecesarios tienen que ser eliminados. Las posibles causas de este tipo de pérdidas son: una lógica “just in case”: hacer algo “por si acaso”, un cambio en el producto sin que haya un cambio en el proceso, los requerimientos del cliente no son claros, una mala comunicación, aprobaciones o supervisiones innecesarias, una información excesiva que haga hacer copias extra.

e) Inventario o existencias

Es la existencia de material entre diferentes operaciones debido a lotes de producción muy grandes o de procesos con un tiempo de ciclo muy grande. Las causas de esta pérdida pueden ser: prevenir la compañía de posibles casos de ineficiencia o problemas inesperados en el proceso, un producto complejo que pueda ocasionar problemas, una mala planificación de la producción, prevenir la compañía de posibles faltas de material por ineficiencia de los proveedores, una mala comunicación, una lógica “just in case”: tener stock “por si acaso”.

f) Movimientos

Movimiento de los trabajadores, de las máquinas o del producto. Las causas más comunes de movimiento innecesario son: eficiencia baja de los trabajadores (por ejemplo, no aprovechan un viaje a una zona de mala accesibilidad para hacer todo lo necesario allí, en vez de ir dos veces), malos métodos de trabajo, mala distribución en la planta, falta de orden, limpieza y organización (por ejemplo, si no se encuentran las herramientas es necesario un movimiento de los operadores para buscarlas).

g) Defectos

Prevenir los defectos, en vez de buscarlos y eliminarlos. Las causas de estos defectos pueden ser: falta de control en el proceso, baja calidad, un mantenimiento mal planeado, entrenamiento de los operadores insuficiente, mal diseño del producto.

h) Competencias

No aprovechar las habilidades de la gente, por diferentes causas como: una cultura y política de empresa anticuada que subestima a los operadores, insuficiente entrenamiento a los trabajadores, salarios bajos que no motiven a los trabajadores.

1.6.10. Importancia presente y futura de la Metodología Lean

Lean es realmente un nuevo modelo de negocio que ofrece ahora un rendimiento superior para los clientes, empleados, accionistas y sociedad en general. Inicialmente, este rendimiento superior entrega exactamente lo que quieren los clientes sin problemas, demoras, molestias, errores y sin necesitar de apagafuegos. Muy rápidamente también libera capacidad de entregar un tercio más de valor, con los recursos existentes con pocos costes adicionales (Rodríguez, 2012).

Por su parte, Tercero (2015) considera que realmente se trata de aprender a reconfigurar a estos activos y las relaciones con los participantes de la cadena de suministro para dar un paso adelante en la creación de valor adicional para los clientes. Siendo capaz de organizar, por ejemplo, el diagnóstico y el tratamiento médico no urgente en cuestión de horas cuando al resto del mundo lleva varios meses. O ser capaz de comprimir la típica cadena de suministro desde las materias primas a los consumidores finales de 11 meses a 30 días, mientras se realiza cada entrega a tiempo y completa.

En los próximos diez años este modelo de negocio lea reemplazará el modelo de negocios imperante desarrollado originalmente por Alfred Sloan en General Motors, analizado y descrito en muchos libros de Peter Drucker y posteriormente refinado por Jack Welch en GE. El poder de lean es el creciente reconocimiento, por las principales organizaciones de todo tipo de sectores, que Toyota, el iniciador del lean, es el modelo de referencia para nuestra época. Con razón, una aspiración común es convertirse en el Toyota de su sector (Tercero, 2015).

La idea fundamental detrás del lean es ver que el valor del cliente es creado por las acciones de diferentes personas a través de muchos departamentos y organizaciones. La conexión de estos sin fisuras de extremo a extremo, o valor de flujo de proceso, para cada familia de productos, revela literalmente, cientos de oportunidades para acelerar el flujo, eliminando los pasos que no añaden valor y alineando la creación de flujo de valor con la demanda de los clientes. Esto es lean en las operaciones, a las que la mayoría de las personas ya están familiarizadas (Rodríguez, 2012).

Por lo que, se aplica en toda la organización, no sólo en la planta. Todas las actividades de apoyo en la oficina pueden ser rediseñadas utilizando los mismos principios y herramientas. De hecho, tenemos que aprender a ver nuestras

organizaciones como un conjunto de procesos horizontales o de corrientes de valor, así como de la más familiar organización vertical de funciones y departamentos. Las funciones verticales son adecuadas para organizar el conocimiento, pero el valor es creado por flujos horizontales de valor.

La creciente interdependencia de cada paso en cada uno de los flujos de valor revelará todos los problemas y los retos de un mercado que cambia. Para poder resolver las causas raíz, los problemas deben ser visibles y no ocultos. El verdadero poder de una organización lean es cuando todos los empleados pueden tomar la iniciativa para resolver problemas y mejorar su puesto de trabajo, de forma que proporcione valor para los clientes y prosperidad para la organización (Serpell, 2002).

1.6.11. Lean Construction en el Perú

Ghio (2001) es considerado el padre de Lean Construction en el Perú, en su libro “Productividad en Obras de Construcción: Diagnostico, Critica y Propuesta realiza una crítica descarnada de las «taras» que, según su opinión, tienen postergado el desarrollo de la Ingeniería Civil en el Perú; pero su aporte no se reduce a esto. Señala en forma clara y detallada los caminos que, a su juicio, deben seguirse para superar la situación actual de esta profesión.

Asimismo, en forma generosa expone con detalle los métodos que supo adaptar e implementar en su empresa para mejorar la productividad. Aunque el termino Lean Construction se está volviendo más común, su correcto entendimiento sigue siendo limitado, hay muy poca difusión académica y recién se viene implementando en las empresas constructoras.

El 15 de febrero del 2011 se creó el Capitulo peruano de Lean Contruction Institute (LCI), integrado por 6 empresas y una universidad.

Graña y Montero

Edifica

Copracsa

Coinsa

Mobiliaria y constructora Marcan

Consultoría Diseño y Construcción Motiva

Pontificia Universidad Católica del Perú

1.6.12. Viviendas de interés social

Alarcón (2002) manifiesta que la vivienda de interés social, se presenta como la solución para las familias de ingresos bajos. Son las viviendas destinadas a ser las moradas de los estratos bajo-bajo y bajo. Para el gobierno, las políticas de vivienda de interés social intervienen un mercado cada vez más deficitario. A través de entidades como Metrovivienda, el Distrito lidera los procesos de adecuación de suelos urbanizables para la ejecución de proyectos de vivienda de interés social, aun así, las políticas de vivienda no logran causar un impacto apreciable y la realidad es que los déficits aumentan constantemente mientras que la calidad habitacional de las soluciones producidas decae en forma permanente.

Según Moser (2005) ubica la vivienda como parte del capital físico, considerándola el activo productivo más importante para los pobres urbanos. Amartya Sen, por su parte, la considera un bien de mérito “pues es a su vez un derecho y una mercancía” (Giraldo, García, Ferrari y Bateman, 2009, p.51), el informe de UN Hábitat, Urbanización para el desarrollo humano define la vivienda como un bien complejo: “cuando se adquiere una, además de la construcción que se va a habitar, se adquiere la posibilidad de habitar una ciudad particular y una localización dentro de esa ciudad, con todos los atributos de su entorno. Es, además un bien que tiene un precio tan alto en relación con los ingresos que hace casi indispensable acudir al crédito.

Las pérdidas constantes en el ámbito de la vivienda causadas por los desastres naturales y los efectos del conflicto armado, sumadas con la acumulación del déficit que viene desde hace algunas décadas, agregan dimensiones y complejidad al caso colombiano. Este problema involucra variables de ordenes diversos: tecnológicos, ambientales, sociales, financieros y de gestión, que se enmarcan dentro de un contexto de una economía que algunos llaman débil, a las puertas del proceso de globalización y dentro de la dinámica de un sector de la construcción que presenta un bajo contenido tecnológico e industrial (Botero, 2006).

1.6.13. Productividad laboral

Van Der (2005) Explica que la productividad laboral es como el acto más valioso de la empresa en el capital humano, pero especialmente los colaboradores que utilizan su experiencia y conocimientos en el cambio, la innovación continua, la calidad

del trabajo, mejores productos y servicios lo cual conlleva a un incremento de la productividad de la organización, pues en ellos está asegurado el futuro y el crecimiento de la empresa por lo tanto se debe considerar como un activo, no como un costo para tener en cuenta sus resultados y no un salario, pero para hacerlos más productivos, la gerencia y la organización deben cambiar de actitud.

La productividad laboral es la relación entre lo producido y lo gastado en ello. Es una medida de eficiencia y efectividad, puesto que mediante la productividad se puede determinar la forma en que se administran los recursos consumidos (hh, tiempo, horas máquina, bls, unds, S/., U\$, etc.) para obtener un resultado, el cual se desarrolla en un plazo determinado y con estándares de calidad dados (Brioso, 2015).

$$PRODUCTIVIDAD = \frac{RESULTADOS}{ESFUERZOS} = \frac{CANTIDAD PRODUCIDA}{RECURSOS EMPLEADOS}$$

Según Cantú, Mereano, Gallina y García (2009) autores del paper Productividad real en obras civiles – Análisis de un caso; la productividad siempre va asociada a los procesos de transformación: a este proceso ingresan recursos necesarios para producir un material, un bien o dar un servicio y posteriormente, a través del proceso, se obtiene un producto o un servicio determinado.

Un sistema o un proceso es más eficiente cuanto menos recurso consuma para obtener un resultado dado. Así, un indicador de productividad podría ser la cantidad de m² construidos por S/. gastados o el número de viviendas por la cantidad de dinero invertida para la construcción de estas viviendas. Los ejemplos anteriores son a su vez indicadores globales, ya que proveen información que respalda las decisiones de carácter estratégico (Brioso, 2015).

En consecuencias, si se quisiera mejorar la eficiencia de un sistema o proyecto, sería necesario implementar técnicas que vayan direccionadas a la optimización de los procesos, de tal forma que pueda hacerse un análisis detallado de cada uno a fin de incrementar la producción de los mismos y reducir los recursos utilizados.

1.6.14. Rendimiento

En el lenguaje coloquial, en general se usan indistintamente las palabras rendimiento y productividad, sin embargo, es importante aclarar que el rendimiento es definido como la inversa de la productividad, es decir:

$$RENDIMIENTO = \frac{ESFUERZOS}{RESULTADOS} = \frac{RECURSOS EMPLEADOS}{CANTIDAD PRODUCIDA}$$

Así, ejemplos de indicadores de rendimiento (o ratios) pueden ser: hh/m², bls/m³, etc. Los ejemplos antes mencionados son a la vez indicadores operacionales específicos, ya que sirven para tomar decisiones de mejoramiento operacional y se refieren a algún proceso productivo específico que se desea medir (Brioso, 2015).

a) Pérdidas

Alarcón (2002) refiere que se considera pérdidas, todo lo que sea distinto de los recursos mínimos absolutos de materiales, máquinas y mano de obra necesarios para agregar valor al producto.

b) Trabajo Productivo (TP)

Trabajo que aporta en forma directa a la producción.

c) Trabajo Contributorio (TC)

Trabajo de apoyo. Debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo, pero no aporta valor.

d) Trabajo no Contributorio (TNC)

Cualquier actividad que no genere valor y que entre en la categoría de pérdida. Son actividades que no son necesarias, tienen un costo y no agregan valor.

1.6.15. Factores que afectan la productividad laboral

Botero (2006) expone que muchos son los agentes que afectan la productividad en la obra construcción. En una obra, lo más relevante será determinar cuáles son los agentes más negativos para poder tomar medidas respecto a ellos y así poder disminuir su impacto. De igual forma, será importante identificar los factores que impactan de forma positiva a fin de incrementar su efecto.

Existen factores que influyen de variadas formas la productividad en la construcción. Entre los factores que afectan negativa y positivamente la productividad se encuentran descrito en la siguiente figura;

Figura 3

Factores que inciden sobre la productividad



Fuente: Botero, 2006

1.6.16. Factores de incidencia negativa sobre la productividad laboral

Contreras (2012), explica que la incidencia sobre la baja productividad en los trabajadores son los siguientes:

- Errores en los diseños y falta de especificaciones.
- Modificaciones a los diseños durante la ejecución del proyecto.
- Ejecución de obra con diseños incompletos.
- Falta de supervisión de los trabajadores.
- Agrupamiento de trabajadores en espacios muy reducidos (sobrepoblación en el trabajo).
- Alta rotación de trabajadores.
- Ausentismo de los trabajadores.
- Pobres condiciones de seguridad industrial que generan altas tasas de accidentes.
- Composición inadecuada de las cuadrillas de trabajo.
- Disputas entre cuadrillas.
- Distribución inadecuada de los materiales en obra.
- Falta de materiales requeridos.
- Falta de suministros de equipos y herramientas.
- Pobre mantenimiento de los equipos.
- Dificiles condiciones de acceso de la obra por su ubicación.
- Lotes con condiciones difíciles para su desarrollo.
- Excesivo control de calidad.

- Exceso de tiempo en la toma de decisiones.
- Interrupciones no planificadas ni controladas (refrigerios de trabajadores, ida a servicios sanitarios).
- Características de duración y tamaño de la obra que no motivan al personal
- Algunas horas de día y días de la semana que causan variaciones en el desempeño de la mano de obra (comienzo y final de la semana, final del día, mediodía).
- Clima y condiciones adversas en la obra.

1.6.17. Factores de incidencia positiva sobre la productividad laboral

Contreras (2012) explica que la incidencia positiva sobre la productividad en los trabajadores son los siguientes:

- Programa permanente de capacitación de la mano de obra.
- Programa de seguridad industrial en la obra.
- Buenas disposiciones de los materiales en el sitio de trabajo.
- Utilización de técnicas de planificación por los administradores de obra.
- Utilización de partes prefabricados y estandarización de elementos.
- Utilización de ayudas computacionales (Uso de software para construcción).
- Búsqueda permanente de Motivación a los trabajos.
- Revisión de diseños para una ejecución más simple.
- Buena supervisión de los trabajadores.
- Sana competencia entre las cuadrillas.
- Estudios de tiempos y métodos de las actividades.
- Aplicación de herramientas de la Ingeniería Industrial a la construcción.
- Uso de incentivos en contratos de obra.
- Utilización eficiente de los subcontratistas.

1.6.18. Productividad laboral en el sector construcción

Botero (2006) explica que las características presentes en la industria de la construcción son los siguientes:

- Curva de aprendizaje limitada, relacionada con la alta rotación del personal.
- Influencia de las condiciones climáticas.
- Trabajo permanente bajo presión.
- Fragmentación del proyecto e incentivos negativos.

- Poca capacitación, debido a la alta rotación y predominio del empirismo.
- Relaciones opuestas entre quienes intervienen.
- Deficiente planificación o ausencia de la misma.
- Actividad basada en la experiencia.
- Falta investigación y desarrollo, tendientes a mejorar los procesos constructivos y la administración de los mismos.
- Actitud mental del sector, que considera eficiente los métodos actuales.

1.6.19. Mejoramiento de productividad laboral en la construcción

Botero y Álvarez (2004) propusieron que teniendo en cuenta los factores que inciden negativamente en la productividad, el administrador de la obra debe adoptar acciones correctivas contundentes a la solución de los problemas identificados, como objeto de mejoramiento de la productividad. Para realizar lo anterior, se recomienda seguir el ciclo de mejoramiento de la productividad.

Las diferentes etapas para el mejoramiento, requieren la realización de distintas actividades en el proyecto.

- Medición de la productividad, realizada mediante la toma de datos y su posterior procesamiento y análisis estadístico. Para ello se utilizan formatos diseñados para tal fin, denominados formulario de muestreo general de trabajo.
- Evaluación de la productividad, utilizando los datos obtenidos para diagnosticar la situación de la obra identificando los problemas. De esta forma se puede determinar el plan de acción a seguir una vez evaluadas las diferentes alternativas.
- Implementación de planos de mejoramiento, formulando estrategias y acciones de mejoramiento, con seguimiento permanente para evaluar la eficacia y los resultados obtenidos.

Figura 4

Ciclo de mejoramiento de la productividad.



Fuente: Ghio, 2001.

1.6.20. Métodos para evaluar y controlar la productividad

Entre las herramientas sugeridas para la optimización de la productividad están:

a) Time-Lapse como herramienta de captura de información

La técnica “Time-Lapse” es una herramienta útil para el mejoramiento de la productividad en proyectos de construcción, pues reproduce en un tiempo menor lo sucedido en una obra en un periodo captado en tiempo real. Esta técnica permite captar detalles de las operaciones de obra como: desempeño de equipos, impacto del clima, causas de accidentes, conformación de cuadrillas de trabajo, evaluación de productividad, pérdidas de materiales, trabajo no contributivo, entre otros. Sin embargo, la técnica tiene limitaciones como el extenso tiempo de reproducción y la gran cantidad de espacio requerida en unidad de memoria para el almacenamiento (Botero, 2006).

De acuerdo a Céspedes (2010) mediante la utilización de la herramienta time-lapse, se puede hacer el seguimiento en un intervalo de tiempo muy corto, donde se pueden identificar los recursos dentro del proceso, analizar montaje, tiempo y movimiento del personal. Cabe aclarar que el seguimiento se puede realizar con cámaras fotográficas o cámaras de video, convirtiendo días de trabajo en minutos de grabación.

Según Oglesby (1989) las fotografías que se pueden obtener mediante este sistema pueden ser utilizadas para el análisis de operaciones de construcción, debido a que, ofrecen la más efectiva y entendible forma para identificar las actividades ya sea de una persona, de un grupo de personas o una máquina, como también refleja la interacción entre ellas. Adicionalmente, se resalta que comparado con técnicas

generadas de manera escrita o por medio de números, la fotografía tiene la ventaja de ser entendible y creíble para aquellos que no tienen un estudio en los análisis de datos escritos o numéricos, como también a los que cuestionan los reportes verbales o escritos. De igual importancia, la utilización de videos Time-Lapse aparece como una alternativa a las metodologías de captura de información tradicionalmente usadas, las cuales sirven para la caracterización de los flujos de trabajo. “Una deficiente planeación y captura puede llevar a videos confusos o difíciles de analizar y que en ultimas no aportan información (Vargas et al., 2008).

b) Aplicación de la herramienta (Vargas, 2008)

El Time Lapse como herramienta, permite generar un registro de información importante en el desarrollo de un proceso constructivo. Además, se obtiene una representación del flujo de trabajo y las relaciones entre las actividades. También el registro de los videos trae ventajas como es la posibilidad de tener un menor error sistemático al que se obtiene con el muestreo en campo, por cuanto el video se puede observar varias veces. Además, se puede obtener a mayor detalle el balance de cuadrillas y el personal sobre - asignado a las actividades. Para terminar, esta herramienta puede contribuir a la capacitación y aprendizaje de los procesos constructivos, al igual que presenta la oportunidad de mejoras en las condiciones de trabajo y en el aumento de rendimientos.

1.2.1 Técnica del muestreo del trabajo

Permite establecer una base numérica para la toma de decisiones. La identificación de pérdidas, a través de esta sencilla técnica ha sido utilizada como medida indirecta de la productividad, ya que se asume que al identificar las categorías y causas de las pérdidas en la construcción y reducirlas, se incrementa la productividad (Alarcón, 1993).

Dentro de los objetivos de esta metodología está el detectar y reducir:

- a. Trabajos no contributorios (esperas, viajes con manos vacías, tiempos ociosos, etc.)
- b. Interferencias con otras actividades.
- c. Uso inadecuado de recursos
- d. Esta técnica requiere de numerosas observaciones corta de la labor de los operarios en su sitio de trabajo y categoriza en tres grupos principales el trabajo

realizado por los obreros (TP, TC, TNC, ya definido anteriormente). Así mismo, requiere un mínimo de 384 observaciones para ser considerada como estadísticamente válida, con un margen de confiabilidad de 95% y un error de 5%.

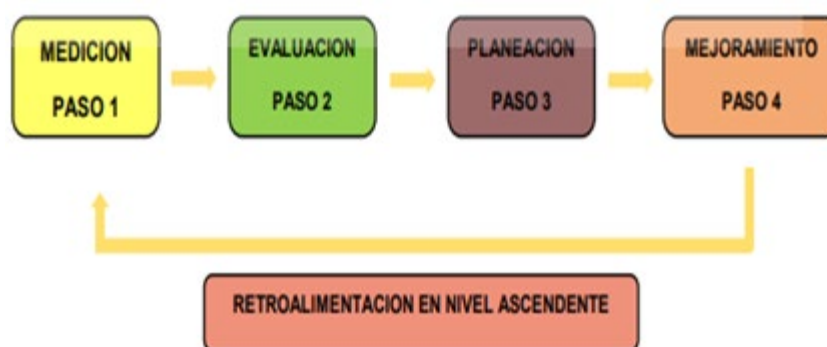
1.2.2 El ciclo de la productividad

Rodríguez (2012) Tiene como finalidad obtener el Mejoramiento de la productividad

- a. **Medición:** en el campo (obra), tomamos datos de la producción diaria de cada cuadrilla de trabajo, así como las horas trabajadas.
- b. **Evaluación:** en base a los datos anteriores calculamos las productividades reales diarias y luego lo dividimos cada valor entre la productividad base para determinar los correspondientes índices de productividad diario. Luego lo graficamos, teniendo como ejes de abscisas (eje x) el tiempo y en el eje y (ordenada) los índices de productividad (IP).
- c. **Planeación:** de los niveles futuros de productividad (metas).
- d. **Mejoramiento:** implantación de metodología planeada para mejorar, como una mejor distribución de los insumos, distancias mínimas para acortar el tiempo de transporte.

Figura 5

Ciclo de la productividad



Fuente: Rodríguez, 2012.

1.2.3 Elemento de la producción en la construcción

La nueva filosofía de producción considera los siguientes elementos dentro de su diseño y control de la producción (Koskela, 1992).

a. Identificar actividades que no agregan valor

Se identifican las actividades que no agregan valor y se tratan de reducir y en el mejor de los casos eliminar para generarle ganancias al proyecto, estas pueden ser en costo, tiempo, etc. Por lo tanto, identificar estas actividades es primordial para reducir las pérdidas.

b. Incrementar el valor del producto

Los beneficios obtenidos de eliminar las pérdidas en general deben enfocarse en incrementar el valor del producto para el cliente final, esto se puede lograr poniéndonos en perspectiva del cliente y haciendo que nuestro producto iguale y en el mejor de los casos supere las expectativas que estos tienen sobre el producto.

c. Reducir la variabilidad

La variabilidad afecta negativamente todos los ámbitos de la producción y también es algo negativo para el cliente, por lo cual es importante la reducción de la variabilidad para evitar problemas con las programaciones y la satisfacción del cliente.

d. Reducción del tiempo del ciclo

El tiempo que dura un ciclo se puede reducir con la teoría de lotes de producción y lotes de transferencia, la cual nos dice que si dividimos nuestra producción (lote de producción) en lotes pequeños (lotes de transferencia) que vamos transfiriendo de proceso a proceso, nuestro ciclo tendrá una duración menor que si introducimos todo el lote a un proceso y esperamos a que todo el paquete esté listo para llevarlo al siguiente proceso o actividad.

e. Simplificación de procesos

La simplificación de procesos consiste en mejorar el flujo por medio de la reducción de los procesos involucrados para de ese modo controlar mejor estos procesos y reducir la variabilidad y el costo de realización de cada proceso.

f. Incrementar la transparencia en los procesos

Mientras mayor sea la transparencia de un proceso serán mayores las posibilidades de inspeccionarlo y así evitar errores que pasaran a ser trabajos rehechos, los cuales son pérdidas para el proyecto.

g. Mejoramiento continuo

Este principio está basado en la filosofía japonesa Kaisen, esta se basa en la identificación de las causas de no cumplimiento de las actividades para tratar de solucionarlas en siguientes proyectos y así ir mejorando continuamente.

h. Referenciar los procesos (Benchmarking)

Esto se basa en comparar nuestros procesos con los procesos de la empresa líder en nuestro campo de acción para tener ideas de mejora basándonos en el potencial de las empresas de la competencia. Como podemos observar todos estos principios tienen un fin común que es la mejora de todo el proceso de producción y la reducción de todas las actividades que no agregan valor, con el fin de lograr un flujo simple, uniforme y un tiempo de ejecución menor. Las actividades que no agregan valor son definidas como Pérdidas que según el Lean Production se divide en 7 tipos (Koskela, 1992).

1.2.4 Técnicas de captura de datos sobre productividad empleadas por lean construction

Oglesby, Parker y Howell (1989) propusieron las tres principales categorías de trabajo utilizadas para las mediciones de productividad:

- Trabajo productivo (T.P.) (agrega valor): aquel que aporta en forma directa a una unidad de producción. Por ejemplo: vibrar el hormigón, colocar ladrillos, pintar, etc.
- Trabajo contributorio (T.C.) (no agrega valor): aquel que debe realizarse para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Por ejemplo: transporte de material, recepción o entrega de instrucciones, lectura de planos, mediciones, etc.
- Trabajo no contributorio (T.N.C.) (no agrega valor): cualquier actividad que no corresponde a las categorías anteriores. Por ejemplo: ocio, esperas, interrupciones no autorizadas, traslado de un lugar a otro, actividades personales, etc.

1.2.5 Indicadores de productividad laboral

Koontz y Weihrich (2004) señalan que existen tres criterios comúnmente utilizados en la evaluación del desempeño de un sistema, los cuales están relacionados

con la productividad.

a. Eficiencia

Chiavenato (2004) en su libro introducción a la teoría general de la administración, define la eficiencia como la utilización correcta de los recursos disponibles. En términos generales, la eficiencia se refiere a los recursos empleados y los resultados obtenidos. Asimismo, representa una capacidad o cualidad importante de las empresas u organizaciones, cuyo propósito siempre es alcanzar metas, aunque impliquen situaciones complejas y muy competitivas. La pregunta básica de este concepto es: ¿cómo podemos hacer mejor nuestra labor? Por otra parte, la eficiencia se enfoca principalmente en los medios para resolver problemas, ahorrar gastos, cumplir tareas y obligaciones, así como en capacitar a los subordinados por medio de un enfoque reactivo para que cumplan con las labores establecidas.

La eficiencia está vinculada en la productividad; pero si sólo se utilizara este indicador como medición de la productividad únicamente se asociaría la productividad al uso de los recursos, sólo se tomaría en cuenta la cantidad y no la calidad de lo producido, se pone un énfasis mayor hacia adentro de la organización buscar a toda costa ser más eficiente y obtener un estilo eficientista para toda la organización que se materializaría en un análisis y control riguroso del cumplimiento de los presupuestos de gastos, el uso de las horas disponibles.

b. Efectividad

Es la relación entre los resultados logrados y los resultados propuestos, permite medir el grado de cumplimiento de los objetivos planificados. Se considera la cantidad como único criterio, se cae en estilos efectivitas, aquellos donde lo importante es el resultado, no importa a qué costo. La efectividad se vincula con la productividad a través de impactar en el logro de mayores y mejores productos.

c. Eficacia

La eficacia se relaciona con el concepto de productividades y agrega una idea de expectación o deseabilidad. Hacer lo que está bien. Otra definición de eficacia es obtener el efecto deseado o producir el resultado esperado.

La eficacia o efectividad hace énfasis en los resultados, es decir, en hacer las cosas correctas, lograr objetivos y crear más valores. Este concepto busca el para qué se hacen las cosas, cuáles son los resultados que se persiguen. La pregunta básica

es: ¿qué se debería estar haciendo?

De lo que se trata es de tener claro a qué debemos darle prioridad en el momento de definir nuestra estrategia e identificar lo que debemos hacer antes de ocuparnos de solucionar aquello que llevamos a cabo. En pocas palabras, eficacia es hacer bien las cosas maximizando los esfuerzos y recursos orientados al cumplimiento de objetivos y metas bien definidas. Valora el impacto de lo que se hace, del producto o servicio que se presta. No basta con producir con 100% de efectividad el servicio o producto que se fija, tanto en cantidad y calidad, sino que es necesario que el mismo sea el adecuado; aquel que logrará realmente satisfacer al cliente o impactar en el mercado. Del análisis de estos tres indicadores se desprende que no pueden ser considerados ninguno de ellos de forma independiente, ya que cada uno brinda una medición parcial de los resultados. Es por ello que deben ser considerados como indicadores que sirven para medir de forma integral la productividad.

1.7. Definición de términos básicos

- 1.7.1. **Actividad de construcción:** serie de acciones, desplazamientos y esperas, ejecutadas en forma continua y metódica, por una cuadrilla de uno o varios obreros, con el fin de producir, adecuar, ensamblar materiales, con la ayuda de herramientas y equipos, para adelantar un proceso constructivo.
- 1.7.2. **Asignación:** orden dada a un obrero o cuadrilla para que ejecute una cantidad de obra determinada o es una directiva asignada a una persona de su ejecución.
- 1.7.3. **Calidad:** es el conjunto de características o especificaciones de un producto que determina el grado de satisfacción cumpliendo las exigencias de un cliente.
- 1.7.4. **Consumo de mano de obra:** cantidad de recurso, expresado en horas – Hombre, empleado por una cuadrilla para ejecutar completamente una cantidad unitaria de una determinada actividad construida.
- 1.7.5. **Construcción:** es el área que engloba a los profesionales destinados a planificar, supervisar y erigir infraestructuras, tomando en cuenta las rigurosas normas de control de Calidad al país que pertenezca.
- 1.7.6. **Cuadrilla:** grupo pequeño de trabajadores destinados a cumplir una tarea específica en la construcción.
- 1.7.7. **Flujo de trabajo:** Es el movimiento de información y materiales a través de la red

de unidades de producción.

- 1.7.8. Flujo de trabajo:** es el movimiento de información y materiales a través de la red de unidades de producción.
- 1.7.9. Eficacia:** capacidad del método o procedimiento para ejecutar una actividad, de cumplir su cometido.
- 1.7.10. Eficiencia:** característica del método o procedimiento para ejecutar una actividad, que lo hace óptimo por el mínimo consumo de los recursos, tiempo y costo, o por el máximo rendimiento de los mismos. La ejecución de una actividad puede hacerse utilizando diferentes métodos eficaces, con distintos grados de eficiencia, pero solo uno de ellos será el más eficiente respecto a alguno de los recursos.
- 1.7.11. Estructura:** es toda construcción destinada a soportar su propio peso y la presencia de acciones exteriores, tales como las fuerzas, momentos, cargas térmicas, etc., sin perder las condiciones de funcionalidad para las que fue concebida ésta. Adicionalmente tiene un número de grados de libertad negativo o cero, por lo que los únicos desplazamientos que puede sufrir son resultado de deformaciones internas.
- 1.7.12. Ejecutor:** persona o conjunto de personas que realizan una tarea.
- 1.7.13. Last Planner:** el sistema Last Planner apunta fundamentalmente a aumentar la fiabilidad de la planificación y con eso a mejorar los desempeños.
- 1.7.14. Lean Construction:** su traducción al español es la construcción sin Pérdidas en español, la cual es un enfoque dirigido a la gestión de proyectos de construcción. Se originó en el Lean Production Management, el cual produjo una revolución en el diseño y producción industrial en el siglo XX. Este ha cambiado la forma de construir los proyectos. Este enfoque maximiza el valor y minimiza las pérdidas de los proyectos mediante la aplicación de técnicas conducentes al incremento de la productividad de los procesos de construcción.
- 1.7.15. Planificación:** es el deseo de la forma en la que se llevará a cabo el proyecto en la realidad, en la cual se invierte mucho tiempo y recursos en planificaciones de obra. Es decir, contiene el diseño del sistema de producción y los aspectos organizativos y estratégicos.
- 1.7.16. Proceso:** es un conjunto de actividades o eventos, coordinados u organizados, que se realizan suceden de forma alternativa o simultánea, con un fin determinado.
- 1.7.17. Partida:** conjunto de procesos agrupados con la finalidad de llevar un control de costos y ejecución de un proyecto.

1.7.18. Productividad: es la capacidad de una organización para agregar valor a los recursos que consume. Es hacer más (productos o servicios) con menos recursos. Es una medida del progreso técnico.

1.7.19. Rendimiento de mano de obra: cantidad de obra, expresada por unidad de medida, de alguna actividad realizada por unja cuadrilla, por unidad de recurso humano expresada en h.H. (Inverso del Consumo de mano de obra).

1.7.20. Sub-ciclo: repetición de algunas acciones dentro de un ciclo en el método para ejecutar una actividad. Pueden presentarse nuevos sub-ciclos dentro de un sub-ciclo.

1.7.21. Trabajo productivo (TP): acción de un trabajador o una actividad que agrega valor, y este se ve reflejado en el producto final.

1.7.22. Trabajo contributorio (TC): trabajo de apoyo que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo pero que no agrega valor al producto.

1.7.23. Trabajo no contributorio (TNC): cualquier actividad que no agrega valor al producto. Son actividades que no son necesarias y tienen un costo.

1.8. Formulación de la hipótesis

¿El enfoque Lean Construction aplicado en la construcción de viviendas de interés social contribuye significativamente a mejorar la productividad en obra, Trujillo 2021?

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Material

2.1.1. Humanos.

Dentro del recurso humano estamos los alumnos **Luna Victoria Vittery Segundo Alberto; Soncco Puma, Guillermo y Jara Quispe, Jose A.** y mi asesor el **Ing. MBA Enrique Durand Bazan.**

2.1.2. Materiales.

Los materiales a emplearse son los que se indican en la tabla de presupuesto (ver Tabla N.º 4).

2.1.3. Servicios.

De la misma forma, los servicios a emplearse son los que también se muestran en la tabla de presupuesto (ver Tabla N.º 4).

2.1.4. Presupuesto

Tabla N.º 4

Detalle del presupuesto estimado.

NATURALEZA DEL GASTO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1. Papelería en general y útiles y materiales de oficina	Papel bond (A4)	millar	1	23	23.00
	Lápices	unidad	2	1	2.00
	Lapiceros	unidad	3	1.5	4.50
	USB	unidad	1	35	35.00
	Grapas	caja	0.5	10	5.00
	Grapadora	unidad	1	15	15.00
	Archivador	unidad	1	6.5	6.50
SUB TOTAL					91.00
2. Adquisición de Equipos Informáticos y de Comunicaciones	Tinta impresora	unidad	1	180	180.00
SUB TOTAL					180.00
3. Servicios de Impresiones, encuadernados y empastados	Digitación e impresión del proyecto	unidad	50	0.6	30.00
	Fotocopias Proy	unidad	50	0.2	10.00
	Digitación e impresión informe Proyecto	unidad	150	0.6	90.00
	Fotocopias Info	unidad	300	0.2	60.00
	Empastados	unidad	2	60	120.00
SUB TOTAL					310.00
4. servicio de asesoría	Asesor externo		1	2000	2,000.00
SUB TOTAL					2,000.00

5. Servicios Básicos, Comunicaciones y Difusión	Servicio de energía eléctrica				50.00
	Servicio de telefonía celular				100.00
	Servicio de internet				100.00
SUB TOTAL					250.00
6. Pasajes y gastos de transporte	Movilidad a zonas de estudio		10	20	200.00
SUB TOTAL					600.00
TOTAL					3,031.00

2.2. Material de estudio

2.2.1. Población

La población es el conjunto de unidades para las que se desea conseguir cierta información, la cual vendrá dictada por los objetivos de la investigación, han de mencionarse las características esenciales que la ubiquen en un espacio y en un tiempo concreto (Cea, 1999). La población de esta investigación está conformada por los obreros, ingenieros y arquitectos que trabajan en la construcción de viviendas de interés social en la ciudad de Trujillo.

2.2.2. Muestra

Parra (2003) define como parte de la población, obtenida con el propósito de investigar propiedades que posee la población, dicho subconjunto represente a la población de la cual se extrajo. La muestra de esta investigación está conformada por los obreros, ingenieros y arquitectos que trabajan en la construcción de viviendas de interés social en la ciudad de Trujillo. En la muestra se considera censal pues se seleccionará el 100% de la población al considerarla un número manejable de sujetos. En este sentido Ramírez (1997) establece la muestra censal es aquella donde todas las unidades de investigación son consideradas como muestra. De allí, que la población a estudiar se precise como censal por ser simultáneamente universo, población y muestra.

2.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos

2.3.1. Para recolectar datos

La encuesta; permite la recolección de información por medio de un cuestionario, se aplican a la muestra de la población objeto de estudio, en esta investigación permitirá obtener información de los ingenieros y arquitectos que trabajan en las edificaciones de la ciudad de Trujillo seleccionados como muestra; con el objetivo de recolectar todo lo

referido a la aplicación de lean construction y la productividad en la ejecución de obras de edificación; por ello se aplicarán dos cuestionarios.

Cea (1999) define la encuesta como la aplicación o puesta en práctica de un procedimiento estandarizado para recabar información (oral o escrita) de una muestra amplia de sujetos. La muestra ha de ser representativa de la población de interés y la información recogida se limita a la delineada por las preguntas que componen el cuestionario pre codificado, diseñado al efecto.

El cuestionario: es un medio útil y eficaz para recoger información en un tiempo relativamente breve y consiste en un conjunto de preguntas respecto de las dos variables a medir, este se aplicará a los ingenieros y arquitectos que trabajan en la edificación de viviendas de interés social ubicadas en la ciudad de Trujillo. Este permitirá recoger información de las variables analizadas: Enfoque Lean Construction en la ejecución de obras de edificación y productividad en la ejecución de obras.

Según Sierra (1994) este instrumento consiste en aplicar a un universo definido de individuos una serie de preguntas o ítems sobre un determinado problema de investigación del que deseamos conocer algo. Aunque el cuestionario usualmente es un procedimiento escrito para recabar datos, es posible aplicarlo verbalmente.

El cuestionario para la variable independiente será: Enfoque Lean Construction en la ejecución de obras de edificación, horas efectivas de trabajo, tiempo de descanso, entradas y salidas, horarios de refrigerio y trenes de cuadrillas.

El cuestionario para la variable dependiente: Productividad laboral será: eficiencia, eficacia, adaptabilidad, efectividad e innovación.

Cartas de Balance: la productividad de la mano de obra es un tema de suma relevancia ya que de esta dependen tanto el avance y costos en la construcción. Con esta técnica, podremos medir la productividad de los trabajadores y aplicar mejoras para incrementar esta. En pocas palabras, es una herramienta estadística que nos deja poder describir, en forma detallada, cual es el proceso de cualquier operación y buscar su optimización.

Guía de observación: según Ortiz (2004) es un instrumento de la técnica de observación; su estructura corresponde con la sistematicidad de los aspectos que se prevé

registrar acerca del objeto. Este instrumento permite registrar los datos con un orden cronológico, práctico y concreto para derivar de ellos el análisis de una situación o problema determinado; permitirán registrar los procesos de construcción realizados por los obreros y tomar el tiempo que tarda en ejecutarse cada uno de ellos.

La observación participante es pues algo más que una técnica, es la base de la investigación etnográfica, que se ocupa del estudio de los diferentes componentes culturales de las personas en su medio: las relaciones con el grupo, sus creencias, sus símbolos y rituales, los objetos que utilizan, sus costumbres, sus valores, etc. Esta investigación permitirá observar los procesos de construcción realizados por los obreros y tomar el tiempo que tarda en ejecutarse cada uno de ellos, así como los tiempos muertos, horas libres y refrigerios de los trabajadores entre tareas, los mismos que serán registrados en las guías de observación y en las cartas de balance.

2.3.2. Para procesar datos

Las técnicas a usar para realizar el análisis de los datos en esta investigación, son las que se describen a continuación:

a. Estadística descriptiva

- Matriz de puntuaciones con las dimensiones de las variables independiente y dependiente.
- Construcción de tablas para la distribución de frecuencias.
- Elaboración de figuras estadísticas de los resultados de las cartas de balance.

b. Estadística inferencial

- El procesamiento de los resultados y la contrastación de las hipótesis, se realizará usando el software de estadística para ciencias sociales (SPSS V23).
- Se usará la Prueba de Kolmogorov - Smirnov con nivel de significancia al 5%, para el análisis de la distribución de la muestra, así como el tipo de pruebas que se deben usar.

c. Procedimiento

Para la etapa inicial del desarrollo del cuerpo de la tesis que es la recolección de datos, se efectuará mediante la asistencia a las edificaciones de viviendas de interés social ubicadas en la ciudad de Trujillo, y a través de la observación directa

se llevará un registro de partidas, metrado y el personal obrero involucrado en la ejecución de estas partidas; usando además los registros de las cartas de balance.

La recolección de datos se coordinará con el ingeniero residente y con el arquitecto encargado del área logística, se realizará en los meses de mayo y junio del 2021, ya que será el tiempo necesario para recolectar todos los datos de campo además del material técnico, es decir planos, metrados, presupuesto y el cronograma general de la obra por parte del ingeniero Residente.

Finalmente, se realizarán las encuestas a los ingenieros y arquitectos que trabajan en las viviendas de interés social ubicadas en la ciudad de Trujillo. La información procedente de las cartas de balance será unida a la de las encuestas para una mejor contrastación de hipótesis y desarrollo de objetivos, los que se analizarán y discutirán.

2.4. Operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>Variable independiente:</p> <p>Enfoque Lean Construction en la construcción de viviendas</p>	<p>La filosofía Lean Construction considera la construcción ya no como solo una transformación, sino como un flujo de materiales y recursos para la obtención de un producto, para que de esta manera se puedan aplicar los principios de la producción lean, ya que según Ballard el modelo de flujo de procesos permite visualizar las abundantes perdidas que usualmente se encuentran en la construcción y que el modelo de conversión no nos permite ver (Guzmán, 2014).</p>	<p>Esta variable ha sido operacionalizada a través de 5 dimensiones: horas efectivas de trabajo, tiempo de descanso, entradas y salidas, horarios de refrigerio y trenes de cuadrilla; lo que nos permitirá determinar si el enfoque Lean Construction aplicado en la construcción de viviendas de interés social contribuye a mejorar la productividad laboral, Trujillo 2021. Para su posterior medición se aplicará un cuestionario constituido por 25 ítems y una entrevista acorde a las dimensiones analizadas.</p>	<p>Horas efectivas de trabajo</p>	<p>Horarios establecidos Actividad real Rendimiento general Rendimiento promedio Duración de la jornada</p>	<p>Ordinal de tipo Likert</p> <p>Excelente Bueno Regular Malo</p>
			<p>Tiempo de descanso</p>	<p>Horas establecidas Horas diarias Descanso mínimo Descanso semanal</p>	
			<p>Entradas y salidas</p>	<p>Puntualidad Control de horario Comienzo de jornada Termino de jornada Fichaje del trabajador</p>	
			<p>Horarios de refrigerio</p>	<p>Ingesta de alimentos Tiempo establecido Espacio determinado Hora fijada Suspensión de labores</p>	
			<p>Trenes de cuadrillas</p>	<p>Trabajo organizado Tareas específicas Turno rotativo Especialización Organización del tiempo</p>	
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN

<p>Variable dependiente:</p> <p>Productividad en obra</p>	<p>La productividad en obra es una relación entre la cantidad producida y los recursos usados dentro de una actividad o rubro ejecutado, o el seguimiento de la eficiencia con que los recursos son supervisados para terminar un producto, logrando el cumplimiento de los objetivos impuestos. La importancia de la productividad en la construcción radica en la optimización de los recursos empleados para la ejecución de una actividad, para generar una mayor cantidad del rubro realizado con un recurso menor o similar al empleando anteriormente, lo que significa una ganancia en el tiempo de ejecución y en el uso del recurso, beneficiando así en la disminución del tiempo de la ejecución de la obra (Suárez, 2015).</p>	<p>Esta variable ha sido operacionalizada a través de 5 dimensiones: eficiencia, eficacia, adaptabilidad, efectividad e innovación; lo que nos permitirá determinar si el enfoque Lean Construction aplicado en la ejecución de obras de edificación de la vivienda de interés social contribuye a mejorar la productividad laboral, Trujillo- 2020. Para su posterior medición se aplicará un cuestionario constituido por 25 ítems y una entrevista acorde a las dimensiones analizadas.</p>	<p>Eficiencia</p>	<p>Menor inversión Mayor rentabilidad Viabilidad del proyecto Mano de obra calificada Menor desperdicio de material Calidad del proceso</p>	<p>Ordinal de tipo Likert</p> <p>Excelente Bueno Regular Malo</p>
			<p>Eficacia</p>	<p>Reducción de costos Cumplimiento de plazos Cronograma de obra Entrega puntual Cumplimiento de contrato Satisfacción del cliente</p>	
			<p>Adaptabilidad</p>	<p>Capacidad del trabajador Orientación a los cambios Mano de obra Alto desempeño Organización de tareas Eficiencia y eficacia</p>	
			<p>Efectividad</p>	<p>Productividad del recurso humano Herramientas tecnológicas Competitividad Eficiencia en la productividad Resultado armonioso</p>	
			<p>Innovación</p>	<p>Promover competencia Promover inversión Investigación Mejora de adaptación de tecnología existente. Gestión de la calidad Ventaja competitiva</p>	

III.RESULTADOS

3.1. Datos estadísticos

Debido a la gran cantidad de datos que se deben procesar, la computadora utiliza análisis cuantitativo de datos estadísticos, este proceso permite optimizar el tiempo de análisis y enfocarse en los resultados en base a Hernández et al. (2006) señaló: Interpretación de los resultados del método analítico (p. 408).

El análisis se logra cargando la matriz de la base de datos en una tabla y cargándola en el paquete estadístico SPSS 22. La matriz se ejecuta organizando los datos del instrumento de medición a través de una hoja de cálculo o Excel. El dato descrito es el valor medio del valor de respuesta en la escala de medida propuesta por el instrumento, es decir:

Tabla 5

Codificación de datos para el análisis estadístico SPSS

Respuesta	Valor	Rango
Nunca	1	[0 - 5]
Casi nunca	2	[6 - 10]
A veces	3	[11 - 13]
Casi siempre	4	[14 - 17]
Siempre	5	[18 - 20]

Hernandez (2004) revela la etapa de análisis de los resultados de los instrumentos de medición. En esta investigación se siguió el siguiente contenido:

1. Seleccioné el programa estadístico: seleccioné el programa de análisis estadístico SPSS 26 versión, porque contiene una vista de variables y una vista de datos.
2. Ejecuté el programa SPSS: cargué la matriz de resultados de respuesta al cuestionario generada por Excel y analicé la tabla de medición de confianza para generar el siguiente informe:
 - El resumen de procesamiento de cada elemento.
 - Análisis de confiabilidad o alfa de Cronbach.

- Estadísticas para cada elemento.
 - Resumen estadístico de cada elemento.
3. Evaluación de la confiabilidad: utilice el informe Alpha de Cronbach.
 4. Realizar el análisis de la prueba t de Student en muestras independientes y comparar la hipótesis del investigador utilizando la base de datos requerida para el análisis de las dimensiones de las variables independientes.
 5. Una vez determinados los pasos a seguir en el procedimiento estadístico, se presentarán los resultados.

3.2. Análisis descriptivo de las dimensiones del cuestionario

3.2.1. Resultados de las pruebas aplicadas al grupo de control.

3.2.1.1. Resultados del nivel general de actividad G.C.

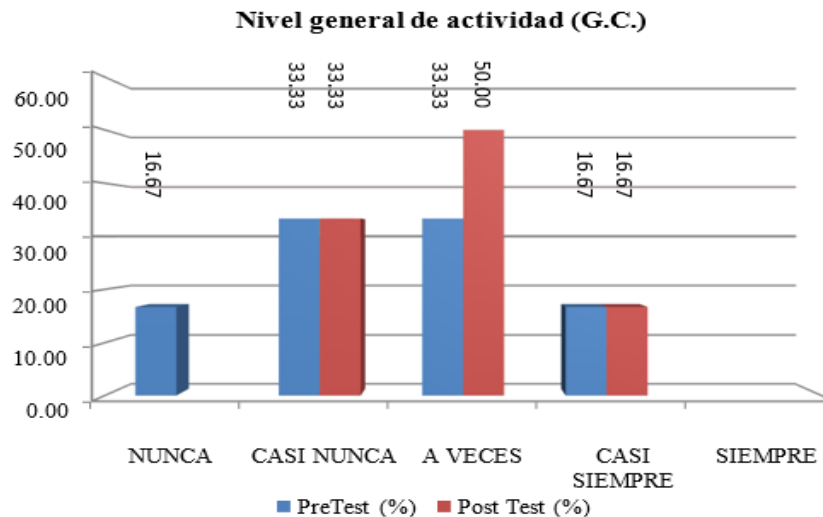
Tabla 6

Frecuencia del nivel general de actividad del grupo de control (pre y post test)

Nivel general de actividad(NGA)	Grupo de Control			
	PreTest		Post Test	
	Frecuencia (fi)	Porcentaje (%)	Frecuencia (fi)	Porcentaje (%)
Nunca	1	16.67		
Casi nunca	2	33.33	2	33.33
A veces	2	33.33	3	50.00
Casi siempre	1	16.67	1	16.67
Siempre				
Total	6	100.00	6	100.00

Figura 6

Nivel general de actividad del grupo de control (pre y post test)



A partir del análisis de la tabla, la respuesta al nivel general de actividad laboral, según el pre-test del grupo control, arrojó que el 16,67% (1) se encontraban en los niveles nunca y casi siempre respectivamente; mientras que el 33,33% (2) fue casi del post-test, nunca apareció, a veces apareció por separado, 33,33% (2) casi nunca apareció, 50,00% (3) a veces y 16,67% (1) casi siempre.

3.2.1.2. Resultados de la carta de balance G.C.

Analizado de la tabla a continuación, la respuesta de la cuadrilla al nivel de letras balanceadas se basa en la predicción del grupo de control; muestra que el 16.67% (1) nunca y casi siempre muestra un nivel respectivamente; mientras que el 33.33% (2) casi nunca y a veces muestran un nivel respectivamente nivel. En pruebas posteriores, el 16,67% (1) casi nunca apareció; el 66,67% (4) a veces y el 16,67% (1) casi siempre.

Los resultados presentados indican que el problema radica en el desconocimiento de la teoría y tecnología aplicadas a nivel de balance, que es un indicador que ayuda a incrementar la productividad de la cuadrilla.

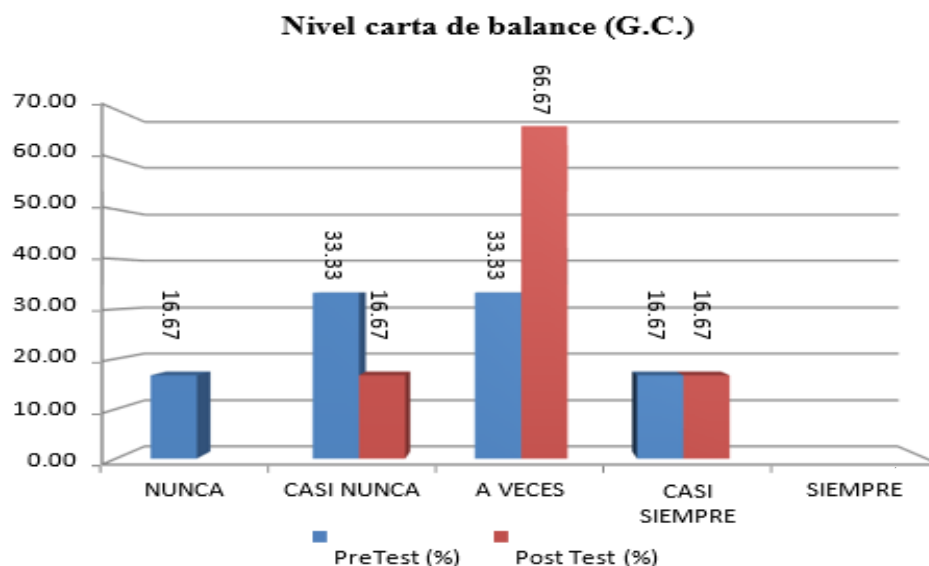
Tabla 19

Frecuencia del nivel carta de balance del grupo de control (pre y post test)

Nivel carta de balance(NCB)	Grupo de Control			
	PreTest		Post Test	
	Frecuencia (fi)	Porcentaje (%)	Frecuencia (fi)	Porcentaje (%)
Nunca	1	16.67		
Casi nunca	2	33.33	1	16.67
A veces	2	33.33	4	66.67
Casi siempre	1	16.67	1	16.67
Siempre				
Total	6	100.00	6	100.00

Figura 12.

Nivel carta de balance del grupo de control (pre y post test)



3.2.1.3. Prueba de los cinco minutos G.C.

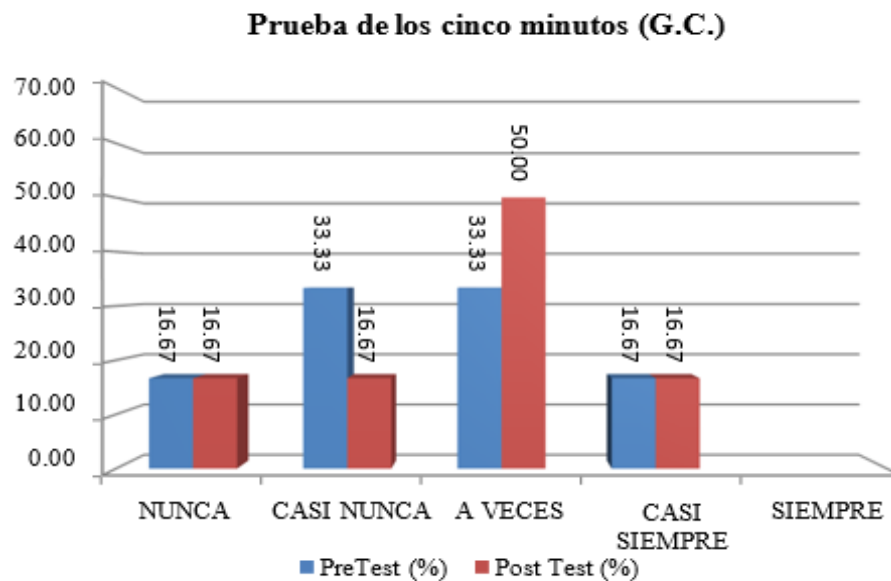
Tabla 20

Frecuencia de la prueba de los cinco minutos del grupo de control (pre y post test)

Prueba de los cinco minutos (PCM)	Grupo de Control			
	PreTest		Post Test	
	Frecuencia (fi)	Porcentaje (%)	Frecuencia (fi)	Porcentaje (%)
Nunca	1	16.67	1	16.67
Casi nunca	2	33.33	1	16.67
A veces	2	33.33	3	50.00
Casi siempre	1	16.67	1	16.67
Siempre				
Total	6	100.00	6	100.00

Figura 13.

Prueba de los cinco minutos del grupo de control (pre y post test)



Analizada de la tabla anterior, la respuesta de la prueba de cinco minutos se basa en la predicción del grupo de control; muestra que el 16.67% (1) apareció en un nivel nunca, mientras que el 33.33% (2) apareció en un nivel casi nunca, a veces respectivamente y 16.67% (1) casi siempre. En pruebas posteriores, el 16,67% (1) casi nunca apareció; el 50,00% (3) a veces y el 16,67% (1) casi siempre.

A partir de los resultados, el problema es la falta de comprensión de la teoría y la tecnología aplicadas en la prueba de cinco minutos, que es un indicador de la mejora de la productividad de la cuadrilla.

3.2.1.4. Resultados de productividad G.C.

Tabla 14

Productividad

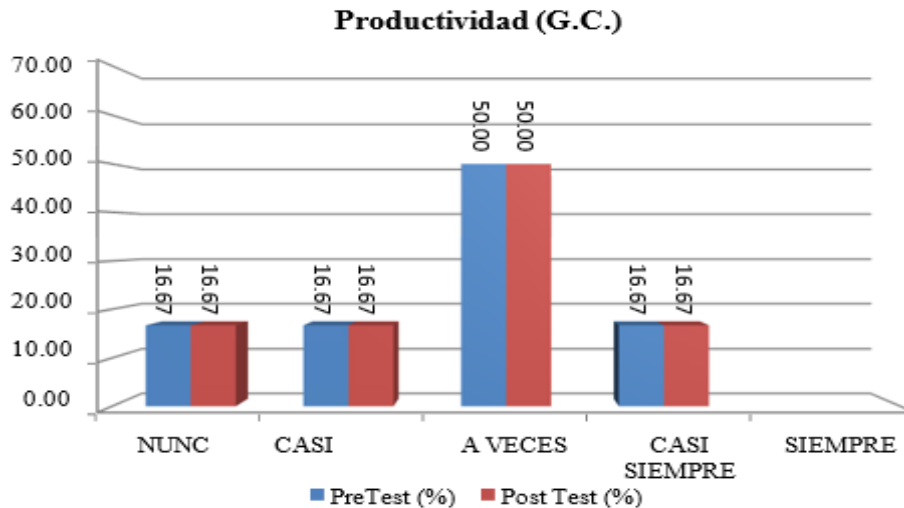
Productividad (P)	Grupo de Control			
	PreTest		Post Test	
	Frecuencia (fi)	Porcentaje (%)	Frecuencia (fi)	Porcentaje (%)
Nunca	1	16.67	1	16.67
Casi nunca	1	16.67	1	16.67
A veces	3	50.00	3	50.00
Casi siempre	1	16.67	1	16.67
Siempre				
Total	6	100.00	6	100.00

A partir del análisis de la Tabla 14, el porcentaje de respuesta de la productividad del trabajo, según la pre prueba del grupo control; indica 16.67% (1) presenta un nivel nunca y casi nunca respectivamente, el 50% (3) presenta un nivel a veces y el 16.67% (1) un nivel casi siempre respectivamente. En el post test presenta la misma variación.

Antes de determinar los resultados, el problema es no entender la teoría de los porcentajes de productividad en obra, lo que nos permite compararnos con estándares nacionales e internacionales.

Figura 14

Productividad



Verificación del nivel general de actividades laborales.

a) Planteamiento de Hipótesis

Hipótesis Nula (H_0):

Durante la construcción de vivienda social en Trujillo, la aplicación de los niveles de actividad laboral general no afectará significativamente la productividad.

Hipótesis Alterna (H_1):

Durante la construcción de la vivienda social en Trujillo, la aplicación de los niveles de actividad laboral en general afectó significativamente la productividad.

b) Nivel de significancia o riesgo

Utilicé el valor de significancia = 0.05 para probar la hipótesis, donde se estima que el 95% de los grupos de probabilidad son diferentes entre sí, y el valor y los grados de libertad se verifican en la clave "tc" y la tabla de comparación con los cálculos anteriores.

Nivel de significancia (α)= 0.05

Valor crítico de "tc"

Tamaño de la muestra para la variable: $N=6$ Grados de libertad: $N - 1 = 6 - 1 = 5$

Valor critico de $t_c = 2.0150$

c) Regla de decisión

Si $\text{Sig.} < 0,05$; entonces rechazar la hipótesis nula (H_0)

Si $\text{Sig.} \geq 0,05$; entonces NO rechazar la hipótesis nula (H_0)

d) Cálculo del estadístico de prueba del post test

De la prueba posterior de la dimensión del nivel de actividad general, tenemos $t = -2.301$ y $p\text{-valor} = 0.044$.

e) Decisión estadística

De acuerdo con el análisis de la prueba t , se concluye que al nivel de significancia del 5%, el valor de $t = -2.301$ cae fuera del rango aceptable de ± 2.015 . De igual forma, según la regla de decisión ($0.044 < 0.05$), el $p\text{-valor}$ calculado es menor que el valor de significancia = 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis específica (H_1) de la investigación.

f) Conclusión estadística:

La conclusión es que la aplicación del nivel de actividad laboral general afecta significativamente la productividad durante la construcción de vivienda social para mejorar la obra de construcción en Trujillo.

Comprobación del nivel de carta de balance de cuadrilla.

a) Planteamiento de Hipótesis

Hipótesis Nula (H_0): La aplicación del nivel de la tabla de equilibrio de la tripulación afecta significativamente la productividad durante la construcción.

Hipótesis Alterna (H_2): La aplicación del nivel de la tabla de equilibrio de la tripulación afecta significativamente la productividad durante la construcción.

b) Nivel de significancia o riesgo

Utilicé el valor de significancia $\alpha = 0.05$ para probar la hipótesis, donde se estima que el 95% de los grupos de verosimilitud son diferentes entre sí, este valor y grados de libertad están en la clave " t_c " y se compara con el calculado previamente. valor.

Nivel de significancia (α)= 0.05

Valor crítico de “tc”

Tamaño de la muestra para la variable: N= 6

Grados de libertad: $N - 1 = 6 - 1 = 5$ Valor crítico de tc (tablas): 2.0150

c) Regla de decisión

Si Sig. < 0,05; entonces rechazar la hipótesis nula (H0)

Si Sig. \geq 0,05; entonces NO rechazar la hipótesis nula (H0)

d) Cálculo del estadístico de prueba del post test

De la prueba del post test para la dimensión nivel de carta de balance se tiene $t = -3.162$ y $p\text{-valor} = 0.010$.

e) Decisión estadística

De acuerdo con el análisis de la prueba t, se concluye que al nivel de significancia del 5%, el valor de $t = -3.162$ cae fuera del rango aceptable de ± 2.0150 . Asimismo, de acuerdo con la regla de decisión ($0.010 < 0.05$), el p-valor calculado es menor que el valor de significancia = 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis específica (H2) de la investigación.

f) Conclusión estadística:

La conclusión a la que se llega es que en la aplicación del nivel de balance afecta significativamente la productividad durante la construcción.

Comprobación de la prueba de los cinco minutos.

a) Planteamiento de Hipótesis

Hipótesis Nula (Ho): La aplicación de la prueba de cinco minutos afecta significativamente la productividad durante la construcción.

Hipótesis Alterna (H3): La aplicación de la prueba de cinco minutos no afectará significativamente la productividad durante la construcción.

b) Nivel de significancia o riesgo

Utilicé un valor de significancia = 0.05 para probar la hipótesis, donde se estima que el 95% de los grupos de probabilidad son diferentes entre sí, y el valor y el

grado de libertad son una de las verificaciones y cálculos en la tabla de comparación y "tc" clave.

Nivel de significancia (α)= 0.05

Valor crítico de "tc"

Tamaño de la muestra para la variable: $N= 6$ Grados de libertad: $N - 1 = 6 - 1 = 5$

Valor crítico de tc (tablas): 2.0150

c) Regla de decisión

Si Sig. < 0,05; entonces rechazar la hipótesis nula (H_0)

Si Sig. \geq 0,05; entonces NO rechazar la hipótesis nula (H_0)

d) Cálculo del estadístico de prueba del post test

De la prueba del post test para la dimensión prueba de cinco minutos se tiene $t = -2.875$ y un p-valor = 0.017.

e) Decisión estadística

De acuerdo con el análisis de la prueba t, se concluye que al nivel de significancia del 5%, el valor de $t = -2.875$ cae fuera del rango aceptable de ± 2.0150 . De igual forma, según la regla de decisión ($0.017 < 0.05$), el p-valor calculado es menor que el valor de significancia = 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis específica de la encuesta (H_3).

Conclusión estadística:

La conclusión es que la aplicación de la prueba de cinco minutos afecta significativamente la productividad durante la construcción de vivienda social para incrementar la productividad en sitio en Trujillo.

Análisis de productividad del caso de estudio.

Conté con las muestras de medición para evaluar la productividad y el desempeño del departamento de construcción.

En el caso de la productividad, las mediciones se toman de forma aleatoria en el caso de estudio, y estas mediciones se toman en todos los días de trabajo y en diferentes momentos de la jornada laboral.

Resultados de la medición del nivel general de actividad.

Para medir la productividad, se tomaron mediciones aleatorias de todas las actividades laborales realizadas durante la semana para determinar el nivel general de las actividades laborales actuales, lo que nos permite compararnos con los estándares nacionales e internacionales, estas mediciones también nos ayudarán a identificar y detectar cuáles son las principales pérdidas, cuantificarlas y reducirlas.

Diagnóstico actual de la productividad de la obra.

A continuación, se introduce el proceso de medición del estudio de caso, el número y la fecha de las mediciones in situ.

Para el muestreo de tipos de trabajo, se inicia en marzo y utiliza el formato de nivel de actividad general, en el que se puede observar que se recolectan datos aproximadamente cada cuarto de hora para observar las diferentes actividades que se realizan en campo. Esta información ayuda a generar nuevas condiciones para establecer nuevas recomendaciones para ser aplicadas al proceso de desarrollo continuo.

SEMANA 1					
DÍA1	DÍA2	DÍA3	DÍA4	DÍA5	DÍA6
1°	2°	3°	4°	5°	6°
medición	medición	medición	medición	medición	medición

a) Datos recopilados en campo día 01.

Ingreso de datos: Planilla.

Clasificación	Código	Proceso
TC	1	Transporte de material
	2	Replanteo
	3	Limpieza del terreno
	4	Especificaciones
	5	Preliminares
	6	Equipamiento
	7	Procedimiento
	8	Proceso constructivo
	9	Montaje
	10	Desmontaje

TNC	1	Break
	2	Receso
	3	Reprocesos
	4	Permisos
	5	Descanso
	6	Traslado
	7	Imprevistos

Resumen del nivel general de actividad (día 1)

Código	Actividad	Clasificación	Total	Porcentaje
1	Acero-encofrado-concreto	TP	209	41.47%
1	Transporte de material	TC	22	4.37%
2	Replanteo	TC	35	6.94%
3	Limpieza del terreno	TC	31	6.15%
4	Especificaciones	TC	14	2.78%
5	Preliminares	TC	0	0.00%
6	Equipamiento	TC	10	1.98%
7	Procedimiento	TC	13	2.58%
8	Proceso constructivo	TC	4	0.79%
9	Montaje	TC	2	0.40%
10	Desmontaje	TC	0	0.00%
1	Break	TNC	12	2.38%
2	Receso	TNC	41	8.13%
3	Reprocesos	TNC	32	6.35%
4	Permisos	TNC	9	1.79%
5	Descanso	TNC	19	3.77%
6	Traslado	TNC	51	10.12%
7	Imprevistos	TNC	0	0.00%
			504	100.00%

b) Análisis e interpretación de los resultados

Se probaron todas las actividades y los demás días de muestreo también se probaron de manera similar.

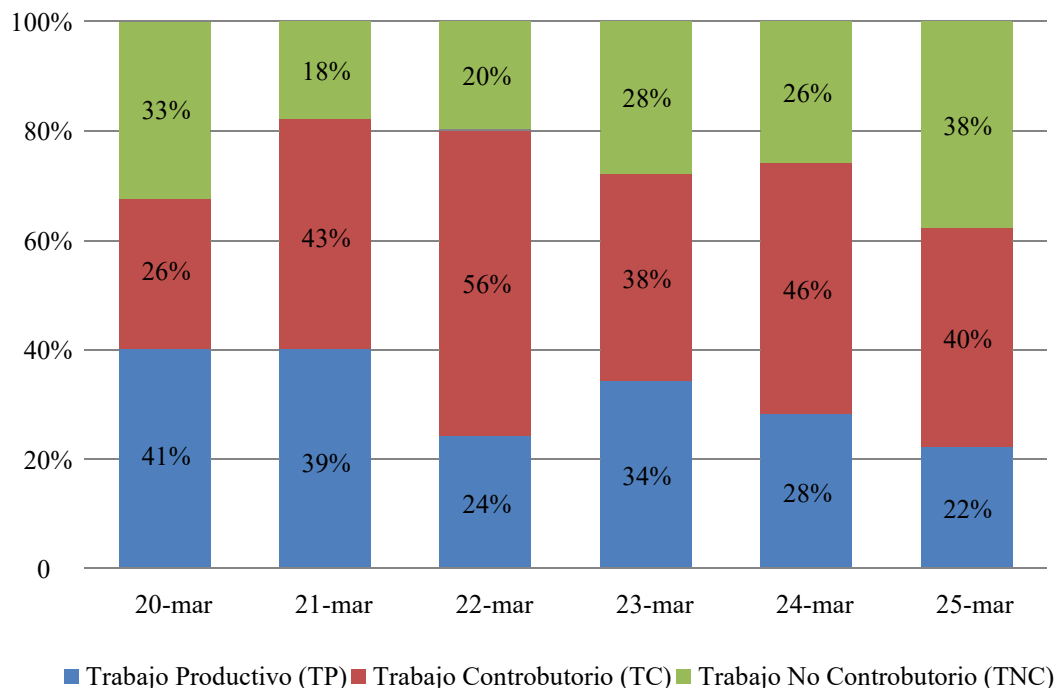
Resultado promedio del nivel general de actividad actual

Descripción	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Promedio
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	
Trabajo Productivo (TP)	41%	39%	24%	34%	28%	22%	31%
Trabajo Contributorio (TC)	26%	43%	56%	38%	46%	40%	41%
Trabajo No Contributorio (TNC)	33%	18%	20%	28%	26%	38%	27%

Figura

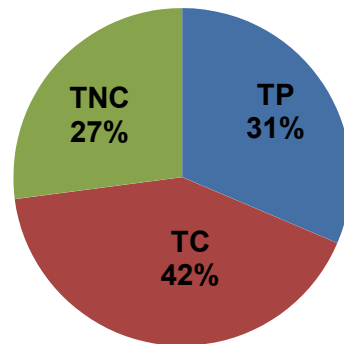
Tendencia del diagnóstico actual de actividad

Análisis general de Actividad (NGA) diagnóstico actual



Figura

Consolidado del diagnóstico actual de la distribución del trabajo



■ Trabajo Productivo (TP) ■ Trabajo Contributorio (TC) ■ Trabajo No Contributorio (TNC)

c) Medición de los trabajos productivos, contributorio y no contributorio

A partir de la información procesada y los cálculos correspondientes realizados, el promedio global de la investigación de trabajo para el trabajo analizado proporciona el 31% de los resultados del trabajo productivo. El trabajo no contributivo produjo el 27% de los resultados y el trabajo contributivo produjo el 41%. Los resultados muestran que se ha superado, pero está muy por debajo de los porcentajes óptimos, es decir, 60% de TP, 15% de TNC y 25% de TC.

Tabla

Porcentaje estadístico del nivel general de actividad y productividad

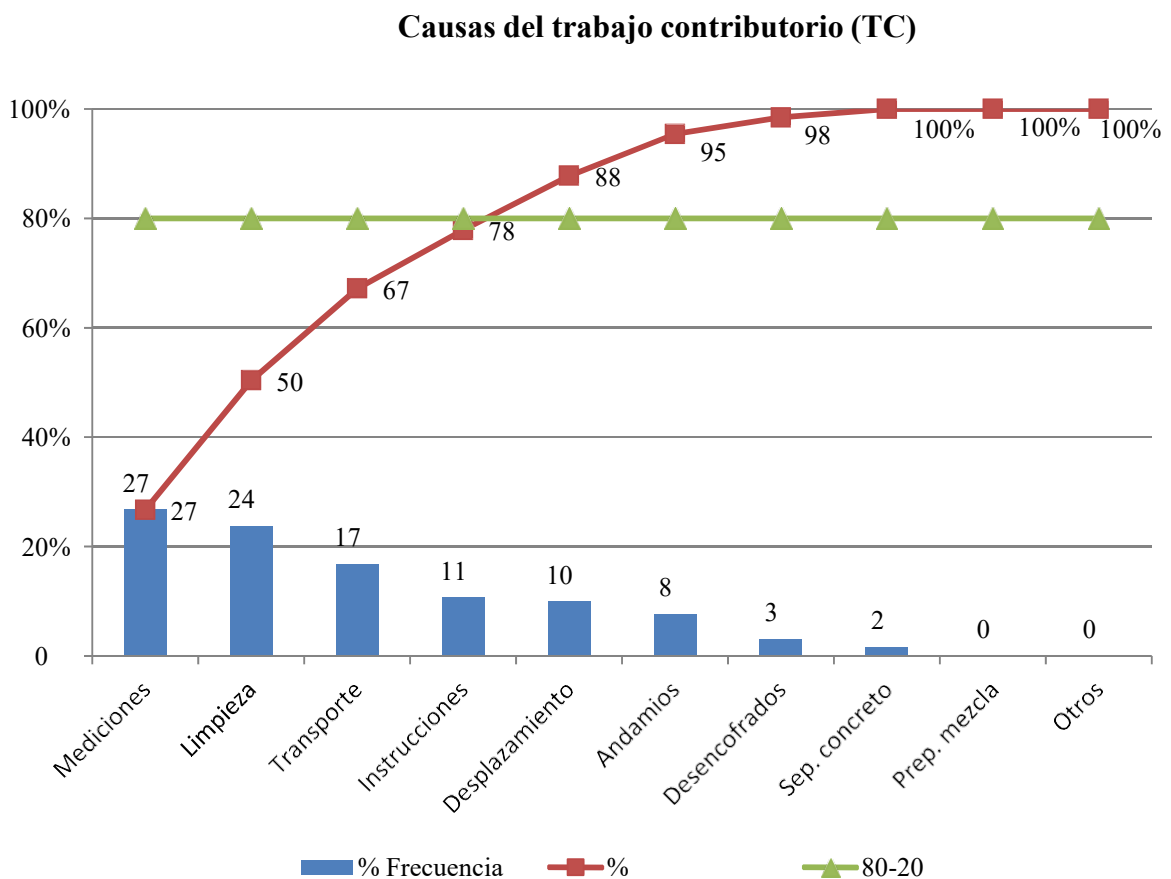
Tipo de trabajo	Porcentaje actual	Según Cotrina	Porcentaje Optimo
Trabajo productivo (TP)	31%	28%	60%
Trabajo contributorio (TC)	41%	36%	25%
Trabajo no contributorio (TNC)	27%	36%	15%

Fuente: Según Cotrina 2018, una tabla comparativa de porcentaje de trabajo en obra y porcentaje de productividad.

Análisis de factores que inciden en la no productividad.

Figura

Diagrama de Pareto de trabajo de contributorio.

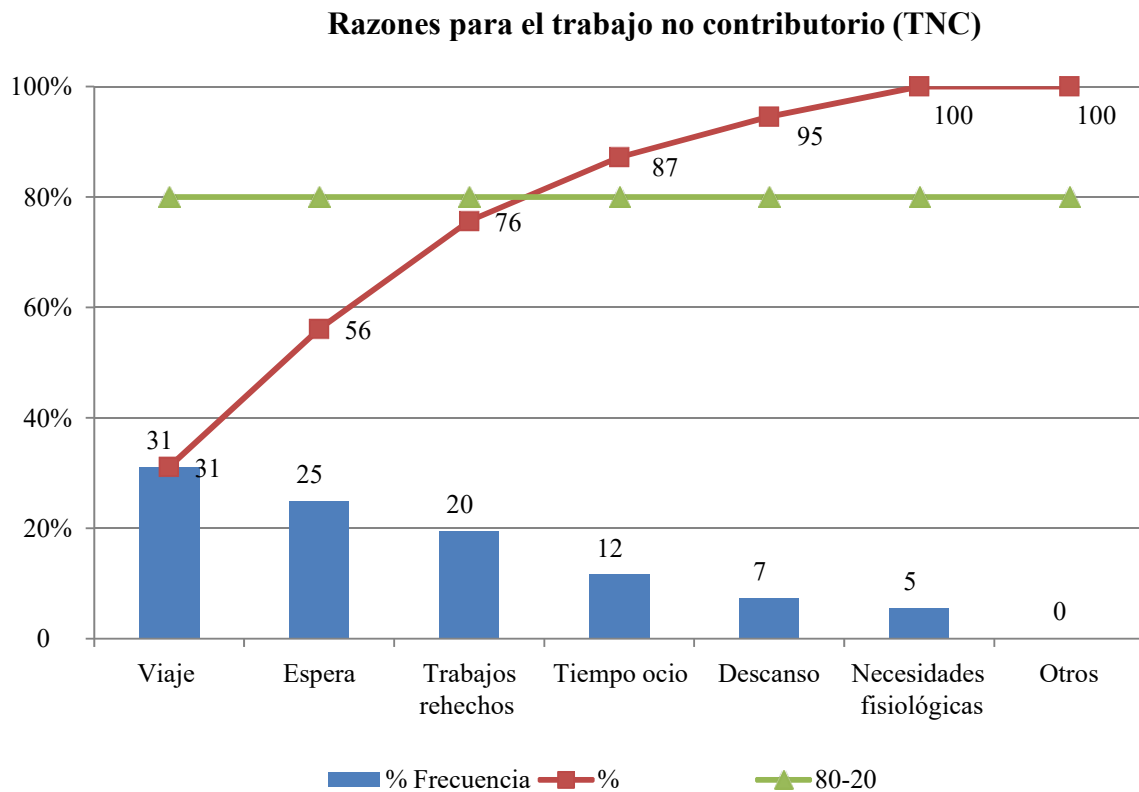


A partir del diagrama de Pareto, se analizan y determinan las principales razones del trabajo de cotización (CT); la medición representa el 27%, la limpieza el 24%, el transporte el 17% y las instrucciones el 11%. Se deben considerar mejoras para reducir tiempo de actividad.

El día de la medición, el tiempo de los operarios fue en general de limpieza en comparación con los días anteriores, debido a que los trabajos de procedimiento se realizaron por etapas en trabajos de concreto, dejando algunos trabajos complementarios que debían prepararse con antelación. Se considera prever todo tipo de trabajos de limpieza la próxima vez.

Figura

Diagrama de Pareto para el trabajo no contributivo



Las principales razones para el trabajo no contributivo (TNC) se analizaron y determinaron a partir del diagrama de Pareto, lo que representa que los viajes representaron el 31%, las esperas el 25% y el retrabajo el 20%. Se deben considerar mejoras para reducir el número de actividades.

En el día de la medición de horas de trabajo, las mayores pérdidas son los trenes generales, que se manifiestan específicamente en el transporte de material, trenes al almacén y trenes al área de almacenamiento de plantillas.

Propuesta de mejora de la investigación.

Teniendo en cuenta la gran cantidad de tareas diferentes realizadas en el proyecto, se seleccionaron tareas más complejas, más caras o que consumen más recursos.

Se recomienda evaluar primero las siguientes actividades:

- a. Habilitación del acero de refuerzo en la construcción.
- b. Encofrado y desencofrado normal con madera.
- c. Vaciado de concreto premezclado.

Con base en las actividades, aportes y no aportes investigados como resultado del muestreo de trabajo, se han propuesto medidas para minimizar el impacto de las pérdidas en sitio, reducir el trabajo no productivo y las paros o esperas, que se han considerado controlables. La siguiente es una lista de ellos.

- a. Considere una mejor coordinación con los proveedores de materiales para evitar el tiempo de inactividad del personal y el equipo.
- b. Planifique las tareas de manera realista, de modo que solo se requieran aquellos que realmente realizan el trabajo.
- c. El ingeniero de primera línea a cargo y el capataz regional prepararán una "lista de proyectos ejecutables", que incluirá todas las actividades no restringidas, cuyo desarrollo traerá avances en la obra.
- d. Valorar la posibilidad de suministrar líquidos a los trabajadores a través de bebederos o dispensadores para evitar que salgan a comprar bebidas y evitar la aparición de basura o desperdicios.
- e. Si no hay una recomendación previa, implemente contenedores de basura o grava en cada departamento o nivel de trabajo para concentrar las actividades de limpieza.
- f. Definir departamentos específicos para la recolección de materiales cercanos al lugar de trabajo.
- g. Mejorar el control de aquellas tareas que se definen como críticas.
- h. Recompensa la productividad.
- i. Se recomienda ejecutar y completar "tareas" diaria o semanalmente.

Algunas de las recomendaciones anteriores se basan en un estudio realizado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad UNCUYO de la ciudad de Mendoza de Argentina

Diagnóstico final después de aplicar la mejora.

Asimismo, para demostrar que se puede obtener un resultado positivo después de aplicar las sugerencias anteriores, se sugiere al ingeniero a cargo del front-end que reorganice y estandarice el proceso de investigación para reevaluar el nivel de actividad en el sitio y obtener los siguientes resultados

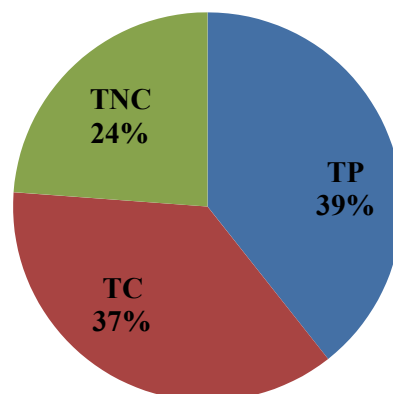
Tabla

Resultado del nivel general de actividad mejorado

Descripción	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Promedio
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	
Trabajo Productivo (TP)	41%	43%	37%	40%	39%	36%	39%
Trabajo Contributorio (TC)	32%	39%	43%	36%	36%	35%	37%
Trabajo No Contributorio (TNC)	27%	18%	20%	24%	25%	29%	24%

Figura

Nivel de actividad general después de sugerencias de mejora



Tabla

Incremento del porcentaje estadístico del nivel de actividad general y la productividad

Tipo de trabajo	Porcentaje actual	Porcentaje mejorado	Según Cotrina	Porcentaje Optimo
Trabajo productivo (TP)	31%	39%	28%	60%
Trabajo contributorio (TC)	41%	37%	36%	25%
Trabajo no contributorio (TNC)	27%	24%	36%	15%

Se puede observar que, en nuestro gráfico de niveles de actividad, el trabajo productivo se ha incrementado en un 8%. Este valor supera al obtenido por Cotrina en su estudio de productividad, el cual es un porcentaje importante considerando que las mejoras propuestas se implementan gradualmente en 3 semanas. Si bien se puede reducir el porcentaje de trabajo no contributivo, las recomendaciones in situ deben continuar implementándose al 100% para obtener mejores resultados de optimización.

IV.DISCUSIÓN

Se encontró que solo mediante el uso de herramientas de planificación y control para implementar conceptos de construcción ajustada en el trabajo, el trabajo productivo (TP) aumentó a un promedio de 44%, TC 38% y TNC 18%. Si utilizamos el diagrama de Pareto para gestionar algún trabajo contributivo (TC) y reducir o eliminar algún trabajo no contributivo (TNC), podemos alcanzar un nivel más alto de productividad. En el siguiente proyecto, se alcanzó el nivel óptimo de TP 60%, TC 25% y TNC 15%.

Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, mediante el uso de técnicas de construcción ajustada, como el nivel general de actividades de trabajo, en el que se muestrean todas las actividades en ejecución para medir los tres tipos de obra, que es del 31% en el diagnóstico inicial de El tiempo de análisis corresponde a trabajo productivo, el 41% corresponde a trabajo contributivo y el 27% corresponde a trabajo no contributivo. Al usar el diagrama de Pareto, se pueden identificar pérdidas o desperdicios y se pueden hacer recomendaciones para la mejora del proceso. Se volvieron a realizar mediciones y se verificaron los siguientes resultados a través de casos de estudio: TP 39%, TC 37%, TNC 24%, demostrando que la optimización del proceso constructivo puede incrementar la productividad.

Durante el desarrollo de esta investigación se pueden utilizar técnicas de construcción ajustada como el nivel de diagramas de balance de cuadrilla, y se han estudiado las actividades de vertido de concreto en los muros. En el diagnóstico preliminar, el 30% del tiempo de análisis corresponde a trabajo productivo, 36 % del tiempo trabajo contributorio y 34% trabajo no contributorio. El diagnóstico final después de la mejora es trabajo productivo TP 33%, TC 43% y TNC 24% Al utilizar herramientas de construcción ajustadas para planificar bien el proceso se pueden optimizar los recursos y mejorar los proyectos de eficiencia productiva.

En las actividades de investigación de este proyecto, se propone mejorar el proceso constructivo por parte de ingenieros, áreas técnicas y personal. Es necesario establecer y formular planes a corto plazo, con el objetivo de establecer la asignación de recursos importantes y ejecutar el proceso sin ningún tipo de inconveniencia Variabilidad y mejor control del trabajo. En el caso de esta investigación, en la evaluación y diagnóstico se puede

verificar la inexistencia formal del proceso productivo, se programa en base a la experiencia de ingenieros y técnicos, además es una situación conocida y aceptada por parte de los participantes del proyecto. Es concebible que productos de baja productividad con una organización insuficiente y un estricto control del cumplimiento de los planes de trabajo, así como el uso de herramientas de aplicación de construcción ajustada y la aplicación de sugerencias de mejora, ayuden a mejorar el desempeño y control de actividades planificadas.

V. CONCLUSIONES

Para la hipótesis específica, es decir, la aplicación del nivel de actividad laboral global, afectó significativamente la productividad durante la ejecución del proyecto de construcción en Huancavelica durante 2017. Esta hipótesis se obtuvo del grupo experimental y el p-valor calculado fue bajo ($0.044 < 0.044 < \alpha = 0.05$) es mayor que el valor en el nivel de significancia de 0.05 y $t = -2.301$.

Se verificó la segunda hipótesis específica, es decir, la aplicación del nivel de crédito del saldo de la tripulación, que afectó significativamente la productividad durante la ejecución del proyecto de construcción en Huancavelica durante 2017. Esta hipótesis se obtuvo del grupo experimental, y se calculó el p-valor valores menores ($0.010 < \alpha = 0.05$) que el nivel de significancia de 0.05 y $t = -3.162$.

La aplicación de la prueba de cinco minutos afectó significativamente la productividad durante la ejecución del proyecto de construcción en Huancavelica durante 2017, la cual se obtuvo del grupo experimental, y el valor p calculado ($0.017 < \alpha = 0.05$) fue menor que la significancia valor El nivel es 0.05 y $t = -2.875$.

VI.RECOMENDACIONES

Facilitar el uso de niveles generales de actividad porque permite evaluar la productividad y desempeño laboral del sector de la construcción. Y al estudiar el tiempo de cada trabajador de forma aleatoria, estaba ejecutando en ese momento. Puede garantizar el éxito del proyecto mediante una planificación adecuada y el uso de buenos métodos para optimizar los recursos.

Usando el diagrama de equilibrio de la cuadrilla, cuando desee innovar en el proceso de construcción o realizar un trabajo que se repetirá muchas veces en el futuro, puede ajustar adecuadamente el tamaño de la cuadrilla y realizar el tiempo de la actividad de investigación del trabajo y determinar la pérdida (diagrama de Pareto) y plantear sugerencias para mejorar la actividad. Sucede esto en el caso de la investigación de productividad, es la primera vez que se realiza el proceso de vertido de hormigón combinando mampostería y muros armados, se puede observar claramente en el diagrama de balance que el tamaño de la cuadrilla no es el óptimo.

Se recomienda realizar la prueba de cinco minutos, pues su aplicación nos permite analizar la frecuencia de producción, tiempo de contribución y no contribución, y tomar decisiones de mejora en base a estas estadísticas para reducir las pérdidas de proceso en el aprendizaje. Se recomienda continuar investigando este problema y continuar haciendo sugerencias de mejora para obtener procedimientos que reduzcan las pérdidas mejorando la eficiencia del trabajo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alpízar, G. (2017). Aplicación de Lean Construction a través de la metodología Last Planner a proyectos de vivienda social de FUPROVI. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería en Construcción. Costa Rica.
- Álvarez, M. (2012). Déficit actual de vivienda de interés social prioritaria en Bogotá, Colombia.
- Arévalo (2018). Implementación de la metodología lean construction en la productividad de la construcción del proyecto Casa Club Recrea Las Magnolias-Breña. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú.
- Arboleda (2014). Análisis de productividad, rendimiento y consumo de mano de obra en procesos constructivos. Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
- Alarcón, F. (1997). Herramientas para la Reducción de Pérdidas en Proyectos de Construcción. Revista de Ingeniería, (15) (1), 37-45.
- Baladrón (2017). Evaluación de impactos de la implementación de metodologías lean en proyectos de desarrollo minero en construcción. Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. Chile.
- Ballard & Howell, G. (1998). Shielding production: Essential step in production control. Journal of Management in Engineering, (1), 11–17.
- Brioso (2015). El análisis de la construcción sin pérdidas (Lean Construction) y su relación con el Project & Construction management: propuesta de regulación en España y su inclusión en la Ley de la ordenación de la edificación. . Universidad Politécnica de Madrid. España.
- Botero L. (2006). Construcción sin perdidas: Análisis de procesos y filosofía Lean Construcción. (2ª Ed.). Colombia: LEGIS S.A.
- Botero, L. (2014) Diez años de implementación lean en Colombia: Logros y dificultades (Construcción sin pérdidas). Medellín: Universidad EAFIT. 47 p.
- Botero & Álvarez M. (2003). Identificación de pérdidas en el proceso productivo de la construcción. Revista Universidad EAFIT N° 130, (1), 66-78.
- Burneo, L. (2013). Mejora de la productividad en el mantenimiento rutinario de una carretera aplicando filosofía Lean Construction. Universidad de Piura. Perú.
- Botero, L. & Álvarez M. (2003). Identificación de pérdidas en el proceso productivo de la construcción. Revista Universidad EAFIT N° 130, (1), 66-78.

- Botero, L. y Álvarez M. (2003). Identificación de pérdidas en el proceso productivo de la construcción. *Revista Universidad EAFIT* N° 130, (1), 66-78.
- Ballard, G. y Howell, G. (1998). Shielding production: Essential step in production control. *Journal of Management in Engineering*, (1), 11–17.
- Cisneros, L., (2011). Metodología para la reducción de pérdidas en la etapa de ejecución de un proyecto de construcción, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Collachagua (2017). Aplicación de la filosofía Lean Construction en la construcción de departamentos multifamiliares La Toscana; como herramienta de mejora de la productividad. Universidad Continental. Huancayo, Perú.
- Chávez (2016). Aplicación de herramientas Lean en la ejecución de obras civiles para la instalación de estaciones base celular. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Chávez & De la Cruz (2014). Aplicación de la filosofía Lean Construction en una obra de edificación (caso: condominio Casa Club Recrea – El Agustino). Universidad San Martín de Porres. Lima, Perú
- CENAC. (2011). Problemas habitacionales y pobreza en Colombia. La necesidad de una política de subsidios. (pág. 105). Bogotá: Universidad de los Andes.
- Crespo, M. (2015) Mejora en la productividad en la construcción de edificaciones en la ciudad de Quito, aplicando lean construcción. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Cotrina (2017). Aplicación del Lean Construction para optimizar la productividad en una obra de ampliación del pabellón educativo en Ñaña – Lurigancho – Lima 2017. Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.
- Correa M. (2014). Análisis y aplicación del sistema Lean Construction en la construcción de viviendas del Ecuador (Master's thesis). Quito: 1-136 pp.
- Flores (2016) Aplicación de la filosofía lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de la construcción del Estadio de la UNA – Puno. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Formoso, C., Dos Santos, A. y Powell, J. (2002). An exploratory study on the applicability of process transparency in construction sites. *Journal for Construction Research*. (3)(1), 35-54

- Ghio, V. (2000). Diagnóstico y evaluación de la productividad en la construcción de obras en Lima Metropolitana. Lima: Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Ghio, V. (2001). Productividad en obras de construcción: Diagnostico, crítica y propuesta. Lima: Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Guzmán (2014). Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- Gutiérrez, N. (2017). Implementación del sistema last planner en edificación en altura en una empresa constructora: Estudio de casos de dos edificios en las comunas de Las Condes y San Miguel. Universidad Andrés Bello. Santiago, Chile.
- Guzmán (2014). Aplicación de la filosofía lean construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos. Facultad de Ciencias e Ingeniería Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- Galarza, L. (2011). Desperdicio de Materiales en Obras de Construcción Civil: Métodos de Medición y Control. Pontificia Universidad Católica de Perú. Lima: 1-89pp.
- Howell, G. (1999). What is Lean Construction. Proceeding 7th Annual Conference International Group Of Lean Construction, (1), 26-28.
- Heim, J., y Compton, W. D. (1992). Manufacturing systems: foundations of worldclass practice. Manufacturing systems: foundations of world-class practice. National Academy Press. Washington, DC. 63-80.
- Ibarra (2014). Lean Construction. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Izquierdo, J. (2012). Taller de conceptos Lean en la industria de la construcción. Conferencia presentada en el 1er. Congreso Nacional Lean Construction, Perú.
- Koskela, L. (1999). Management of production in Construction: A Theoretical View. Proceedings of the 7th International Group for Lean Construction Conference, (1), 26-28.
- Koskela, L. (2000). An exploration towards a production theory and its application to construction Ph.D. Thesis, Helsinki University of Technology, Helsinki, Finland.

- Koskela, L. (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction. Technical Report No. 72, Center for integrated facility engineering CIFE. Department of civil, Stanford University, (1), 75.
- Koskela, L. (1999). Management of production in Construction: A Theoretical View. Proceedings of the 7th International Group for Lean Construction Conference, (1), 26-28
- Merino (2015). Aplicación de la filosofía lean para la mejora de la productividad en la estructura: reservorio elevado de la obra: instalación, ampliación y mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado en los AA.HH. de las cuencas 1,2 y 3 de la zona alta de la ciudad de Paita-Provincia de Paita Piura, en el año 2014. Universidad Señor de Sipán. Lima, Perú.
- Meza (2017). Propuesta de aplicación de la filosofía lean construction en un proyecto de edificación de albañilería confinada para reducir costos de ejecución. Universidad Privada De Trujillo. Trujillo – Perú.
- Murillo, W. (2008). La investigación científica.
- Ohno, T. (1993). Production System: Beyond Large-Scale Production. Productivity Press, Portland, (1), 143.
- Puigpelat, P. (2012). Desarrollo de una herramienta para la implantación de Lean Construction. (Tesina de Especialidad). Escuela Superior de Ingeniería y Caminos. Barcelona: 1-126pp.
- RAE (2018). Real Academia de la Lengua Española. Obtenido de Academias de Lengua española.
- Rodriguez, C. (2012). Mejoramiento de la productividad en la construcción de obras con Lean Construction, Trenchless, Cyclone, Ezstrobe, BIM. Lima: Cultura abierta E.I.R.L.
- Serpell, B. & Verbal, R. (1990). Análisis de operaciones mediante cartas de balance. Revista Ingeniería de Construcción N°9, (1), 1-16.
- Soibelman, L. (2000). Material de desperdicio en la industria de la construcción: Incidencia y control. México: Cuaderno FICA.
- Tercero (2015). Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean Construcción Esbelta en proyectos de construcción. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

- Tsao, C. (2005). Use of Work Structuring To Increase Performance of Project Based Production Systems, Doctoral Dissertation, University of California, Berkeley, EE.UU.
- Valencia, G. (2018) Aplicación de lean construcción al sector de la infraestructura vial en Colombia. Fundación Universidad de América. Bogotá, Colombia.
- Villamizar, J. & Ortiz, H. (2016) 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. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.
- Valderrama & Morachimo (2014). Optimización de la productividad en tres (03) obras típicas con la aplicación de la filosofía lean construction. Universidad Nacional del Santa. Perú.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). The machine that changed the World: The triumph of lean production. Rawson Macmillan. New York.

ANEXOS

Anexo 1

Cuestionario sobre el enfoque Lean Construction y la productividad en obra

Instrucciones:

En el presente cuestionario, Usted encontrará 20 preguntas relacionadas con el uso de la tecnología de construcción ajustada y la productividad en el sitio. Utilice (X) en la hoja de respuestas para marcar la más conveniente. Según la escala de evaluación, los resultados de la encuesta deben ser basados en la empresa (Basado en la situación real). Cabe señalar que el cuestionario es estrictamente anónimo, es decir, no debe ingresar su nombre ni el nombre de la empresa bajo investigación, y solo solicitará cierta información con fines de investigación. La información proporcionada se mantendrá estrictamente confidencial y se utilizará con fines académicos.

Gracias por invertir su valioso tiempo en esta valiosa herramienta de investigación. Recuerde la siguiente nomenclatura.

Escala de valorización					
Calificación	Nunca	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Siempre
Índice	1	2	3	4	5
Rango	0 - 5	6 - 10	11 - 13	14 - 17	18 - 20

Ítem	Preguntas	Puntuación				
	DIMENSIÓN 1: Nivel general de actividad (NGA)					
1	¿Se mide la productividad actual de las actividades de construcción mediante el nivel general de actividad?					
2	¿Se elabora fichas diseñados para el muestreo de datos de las tres principales categorías de trabajo productivo, contributorio y no contributorio?					
3	¿Se realiza la tabulación de las mediciones para la obtención de la estadística sobre las pérdidas más frecuentes en cada uno de los procesos constructivos?					
4	¿Se identifica los porcentajes de pérdidas mediante la descomposición del trabajo contributorio y no contributorio para su evaluación y reducir las actividades que no generen valor?					
5	¿Se analiza la información y se proponen mejoras para reducir las pérdidas en las actividades del trabajo contributorio y no contributorio?					
6	¿Se aplican las mejoras y se hace el seguimiento realizando nuevas mediciones para evaluar la efectividad de la estrategia, realizando la mejora continua del proceso?					
	DIMENSIÓN 2: Nivel de carta de balance (NCB)					
7	¿Se analiza la eficiencia del método constructivo de la actividad mediante la carta de balance de cuadrilla?					

8	¿Se elabora fichas diseñadas para el muestreo de la actividad identificando las tres categorías de trabajo productivo, contributorio y no contributorio?				
9	¿Se registra y tabula las condiciones reales de trabajo de los recursos para la identificación de las pérdidas más frecuentes de la actividad?				
10	¿Se descompone la cuadrilla por trabajo contributorio y no contributorio para reducir las actividades que no generen valor?				
11	¿Se analiza la información y se plantean las mejoras de la actividad estudiada para reducir las pérdidas del trabajo contributorio y no contributorio?				
12	¿Se aplica las mejoras y se realiza el seguimiento con nuevas mediciones del muestreo del trabajo para evaluar la efectividad, realizando la mejora continua del proceso?				
DIMENSIÓN 3: Prueba de los cinco minutos (PCM)					
13	¿Se analiza el control del método constructivo de la actividad mediante la prueba de cinco minutos?				
14	¿Se elabora formatos y registro de los tiempos del trabajo productivo, contributorio y no contributorio de la actividad a medir?				
15	¿Se cuantifica los tiempos productivos o de pérdidas, analizando cuáles son las frecuencias de las causas de estos tiempos?				
16	¿Se realiza la mejora mediante iteraciones de medición y análisis de los datos, procurando disminuir o eliminar los tiempos contributivos y no contributivos de cada actividad?				
17	¿Se realiza la mejora mediante iteraciones de medición y análisis de los datos, procurando disminuir o eliminar los tiempos contributivos y no contributivos de cada actividad?				
18	¿Se realiza el control y seguimiento de las mejoras propuestas de la actividad?				
DIMENSIÓN 4: Promedio general de productividad en obras en Trujillo					
18	¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los porcentajes estadístico de productividad por categoría de trabajo (TP=28%, TC=36% y TNC=36%) a nivel local (Cotrina, 2018)?				
DIMENSIÓN 5: Promedio óptimo de productividad en obras a nivel nacional					
19	¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los estándares óptimos de productividad por categoría de trabajo (TP=60%, TC=25% y TNC=15%) para la industria de la construcción (Cotrina, 2018)?				
DIMENSIÓN 6: Promedio general de productividad en obras a nivel nacional					
20	¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los estándares internacionales de productividad por categoría de trabajo de obras locales TP=38%, TC=36% y TNC=26%, (Cotrina, 2018) y de obras nacionales TP=49%, TC=28% y TNC=23%, (Cotrina, 2018)?				

Anexo 2: INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE E INDEPENDIENTE

**ENFOQUE LEAN CONSTRUCTION EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN OBRA, TRUJILLO 2021**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: Nivel general de actividades							
1	¿Se mide la productividad actual de las actividades de construcción mediante el nivel general de actividad?							
2	¿Se elabora fichas diseñados para el muestreo de datos de las tres principales categorías de trabajo productivo, contributorio y no contributorio?							
3	¿Se realiza la tabulación de las mediciones para la obtención de la estadística sobre las pérdidas más frecuentes en cada uno de los procesos constructivos?							
4	¿Se identifica los porcentajes de pérdidas mediante la descomposición del trabajo contributorio y no contributorio para su evaluación y reducir las actividades que no generen valor?							
5	¿Se analiza la información y se proponen mejoras para reducir las pérdidas en las actividades del trabajo contributorio y no contributorio?							
6	¿Se aplican las mejoras y se realiza el seguimiento con nuevas mediciones para evaluar la efectividad de la estrategia, realizando la mejora continua de los procesos?							
	DIMENSIÓN 2: Nivel de Carta de balance							
7	¿Se analiza la eficiencia del método constructivo de la actividad mediante la carta de balance de cuadrilla?							
8	¿Se elabora fichas diseñadas para el muestreo de la actividad identificando las tres categorías de trabajo productivo, contributorio y no contributorio?							
9	¿Se registra y tabula las condiciones reales de trabajo de los recursos para la identificación de las pérdidas más frecuentes de la actividad?							
10	¿Se descompone la cuadrilla por trabajo contributorio y no contributorio para reducir las actividades que no generen valor?							

11	¿Se analiza la información y se plantean las mejoras de la actividad estudiada para reducirlas pérdidas del trabajo contributorio y no contributorio?							
12	¿Se aplica las mejoras y se realiza el seguimiento con nuevas mediciones del muestreo del trabajo para evaluar la efectividad, realizando la mejora continua del proceso de estudio?							
DIMENSIÓN 3: Prueba de los cinco minutos								
13	¿Se analiza el control del método constructivo de la actividad mediante la prueba de cinco minutos?							
14	¿Se elabora formatos y registro de los tiempos del trabajo productivo, contributorio y no contributorio de la actividad a medir?							
15	¿Se cuantifica los tiempos productivos o de pérdidas, analizando cuáles son las frecuencias de las causas de estos tiempos?							
16	¿Se realiza la mejora mediante iteraciones de medición y análisis de los datos, procurando disminuir o eliminar los tiempos contributivos y no contributivos de cada actividad?							
17	¿Se realiza el control y seguimiento de las mejoras propuestas de la actividad?							
DIMENSIÓN 4: Promedio general de productividad en obras en Trujillo.								
18	¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los porcentajes estadístico de productividad por categoría de trabajo (TP=28%, TC=36% y TNC=36%) a nivel local (Cotrina, 2018)?							
DIMENSIÓN 5: Promedio óptimo de productividad en obras a nivel internacional.								
19	¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los estándares óptimos de productividad por categoría de trabajo (TP=60%, TC=25% y TNC=15%) para la industria de la construcción (Cotrina, 2018)?							
DIMENSIÓN 6: Promedio general de productividad en obras a nivel nacional.								
20	¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los estándares internacionales de productividad por categoría de trabajo de obras locales TP=38%, TC=36% y TNC=26%, (Cotrina, 2018) y de obras nacionales TP=49%, TC=28% y TNC=23%, (Cotrina, 2018)?							