

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**MEJORAMIENTO Y PRODUCCIÓN DE LOSAS ALIGERADAS
BAJO EL ENFOQUE DE LEAN CONSTRUCTION, EN LA REGIÓN
LIMA PROVINCIAS 2018.**

PRESENTADO POR:

BACH. GABRIEL LEON, MAYCOL KEVIN

ASESOR:

ING. REQUENA SOTO, ELIAS FILIBERTO

HUACHO - PERÚ

2018

**MEJORAMIENTO Y PRODUCCIÓN DE LOSAS
ALIGERADAS BAJO EL ENFOQUE DE LEAN
CONSTRUCTION, EN LA REGIÓN LIMA PROVINCIAS 2018.**

Ing. Díaz Valladares Cesar Armando
PRESIDENTE

Ing. Barrenechea Alvarado, Julio Cesar
SECRETARIO

Mg. Aguirre Ortiz, Román
VOCAL

Ing. Requena Soto Elias Filiberto
ASESOR

DEDICATORIA

Hago un reconocimiento muy especial y dedico este trabajo a mis padres, con la mayor gratitud y admiración por los esfuerzos realizados para lograr concretar mi carrera profesional, siendo para mí la mayor ilusión y la mejor herencia.

AGRADECIMIENTO

Al término de este Proyecto de Tesis que representa la culminación satisfactoria de mi carrera profesional de Ingeniería Civil, quiero agradecer a Dios por haberme permitido llegar al final de esta etapa, a mis padres, a mi hermano y a mi familia quienes me brindaron su apoyo, ayuda y entusiasmo en todo momento y confiaron siempre en esto.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
MIEMBROS DEL JURADO Y ASESOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE GENERAL.....	v
INDICE DE TABLAS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1. Problema General.....	3
1.2.2. Problemas Específicos.....	3
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
2.2. BASES TEÓRICAS.....	11
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	29
2.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	32
2.4.1. Hipótesis General.....	32
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	33
3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	33
3.1.1. Tipo.....	33
3.1.2. Enfoque.....	33

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	34
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES E INDICADORES.....	36
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	37
3.4.1. Técnicas a emplear.....	37
3.4.2. Descripción de los instrumentos.....	38
3.5. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	38
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	39
4.1. RESULTADOS.....	39
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y	67
RECOMENDACIONES	
5.1. DISCUSIÓN.....	67
5.2. CONCLUSIONES.....	73
5.3. RECOMENDACIONES.....	74
CAPÍTULO VI: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	117
6.1. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.....	75
6.2. FUENTES HEMEROGRÁFICAS.....	80
6.3. FUENTES DOCUMENTALES.....	81
6.4. FUENTES ELECTRÓNICAS.....	84
ANEXOS.....	128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las Variables.....	36
Tabla 2: Carta de Balance del Encofrado - Vivienda 1.....	40
Tabla 3: Resumen de trabajo para el encofrado - Vivienda 1.....	42
Tabla 4: Carta de Balance para la colocación del ladrillo - Vivienda 1.....	43
Tabla 5: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 1.....	45
Tabla 6: Carta de Balance del Acero - Vivienda 1.....	46
Tabla 7: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 1.....	48
Tabla 8: Carta de Balance del concreto - Vivienda 1.....	50
Tabla 9: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 1.....	52
Tabla 10: Promedios de los trabajos en losa aligerada – Vivienda 1.....	53
Tabla 11: Carta de Balance del Encofrado - Vivienda 2.....	54
Tabla 12: Resumen de trabajo para el encofrado - Vivienda 2.....	56
Tabla 13: Carta de Balance para la colocación del ladrillo - Vivienda 2.....	57
Tabla 14: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 2.....	59
Tabla 15: Carta de Balance del Acero - Vivienda 2.....	61
Tabla 16: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 2.....	63
Tabla 17: Carta de Balance del concreto - Vivienda 2.....	64
Tabla 18: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 2.....	66
Tabla 19: Promedios de los trabajos en losa aligerada – Vivienda 2.....	67
Tabla 20: Carta de Balance del Encofrado - Vivienda 3.....	69
Tabla 21: Resumen de trabajo para el encofrado - Vivienda 3.....	71
Tabla 22: Carta de Balance para la colocación del ladrillo - Vivienda 3.....	71
Tabla 23: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 3.....	73
Tabla 24: Carta de Balance del Acero - Vivienda 3.....	75
Tabla 25: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 3.....	77
Tabla 26: Carta de Balance del concreto - Vivienda 3.....	78
Tabla 27: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 3.....	80
Tabla 28: Promedios de los trabajos en losa aligerada – Vivienda 3.....	81
Tabla 29: Carta de Balance del Encofrado - Vivienda 4.....	84
Tabla 30: Resumen de trabajo para el encofrado - Vivienda 4.....	86
Tabla 31: Carta de Balance para la colocación del ladrillo - Vivienda 4.....	87

Tabla 32: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 4.....	89
Tabla 33: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 4.....	92
Tabla 34: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 4.....	96
Tabla 35: Promedios de los trabajos en losa aligerada – Vivienda 4.....	97
Tabla 36: Carta de Balance del Encofrado - Vivienda 5.....	98
Tabla 37: Resumen de trabajo para el encofrado - Vivienda 5.....	100
Tabla 38: Carta de Balance para la colocación del ladrillo - Vivienda 5.....	101
Tabla 39: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 5.....	103
Tabla 40: Carta de Balance del Acero - Vivienda 5.....	105
Tabla 41: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 5.....	107
Tabla 42: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 5.....	111
Tabla 43: Promedios de los trabajos en losa aligerada – Vivienda 5.....	111
Tabla 44: Promedios de los trabajos en losa aligerada de las 5 viviendas.....	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Configuración de la cadena de abastecimiento en la construcción.....	12
Figura 2: Modelo de transformación	16
Figura 3: Producción como un flujo de procesos.....	16
Figura 4: Planificación usual.....	23
Figura 5: Sistema tradicional de planificación.....	24
Figura 6: Sistema de planificación Lean.....	25
Figura 7: Detalle de aligerado.....	26
Gráfico 1: Resumen de trabajo para el encofrado – Vivienda 1.....	40
Gráfico 2: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 1.....	42
Gráfico 3: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 1.....	49
Gráfico 4: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 1.....	52
Gráfico 5: Promedios de los trabajos en losa aligerada - Vivienda 1.....	53
Gráfico 6: Resumen de trabajo para el encofrado – Vivienda 2.....	57
Gráfico 7: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 2.....	59
Gráfico 8: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 2.....	63
Gráfico 9: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 2.....	67
Gráfico 10: Promedios de los trabajos en losa aligerada - Vivienda 2.....	67
Gráfico 11: Resumen de trabajo para el encofrado – Vivienda 3.....	71
Gráfico 12: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 3.....	74
Gráfico 13: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 3.....	77
Gráfico 14: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 3.....	81
Gráfico 15: Promedios de los trabajos en losa aligerada - Vivienda 3.....	81
Gráfico 16: Resumen de trabajo para el encofrado – Vivienda 4.....	86
Gráfico 17: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 4.....	89
Gráfico 18: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 4.....	93
Gráfico 19: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 4.....	96
Gráfico 20: Promedios de los trabajos en losa aligerada - Vivienda 4.....	97
Gráfico 21: Resumen de trabajo para el encofrado – Vivienda 5.....	101
Gráfico 22: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 5.....	104
Gráfico 23: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 5.....	107
Gráfico 24: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 5.....	111

Gráfico 25: Promedios de los trabajos en losa aligerada - Vivienda 5.....112

Gráfico 26: Promedios de los trabajos en losa aligerada de las 5 viviendas...112

Mejoramiento y producción de losas aligeradas bajo el enfoque de lean construction, en la Región Lima Provincias 2018.**Improvement and production of lightened slabs under the lean construction approach, in the Lima Provinces Region 2018.**

RESUMEN

Objetivo: El presente trabajo de investigación tiene como objetivo el determinar el enfoque de Lean construction para la mejora del proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018. **Materiales y Métodos:** El tipo de investigación que se realizó fue pura, de nivel correlacional, de corte transversal. Teniendo una población de 30 construcciones de las cuales se seleccionó 14 construcciones para el posterior estudio de investigación, la técnica que se empleo fue la observación y el instrumento fue la ficha de cotejo para ambas variables. **Resultados:** El periodo de observación de los procesos de datos en gabinete para calcular la productividad de la partida de losas aligeradas evaluadas. Después se obtuvo los resultados promedios en porcentajes para las 14 viviendas de manera general en el proceso de producción de losas aligeradas es TP = 31.3%, TC = 28.7% y TNC = 40.0%. **Conclusiones:** El enfoque de Lean construction, mejorará el proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018.

Palabra Clave: Mejoramiento de losas, losas aligeradas, producción de losas aligeradas, enfoque de construcción de losas aligeradas, Enfoque de Lean Construction.

ABSTRACT

Objective: The objective of this research work is to determine the Lean construction approach for the improvement of the production process of lightened slabs in buildings in the Lima Provincias region in 2018. **Materials and Methods:** The type of research that was carried out It was pure, correlational level, cross-sectional. Having a population of 30 constructions of which 14 constructions were selected for the subsequent research study, the technique that was used was the observation and the instrument was the comparison sheet for both variables. **Results:** The period of observation of the data processes in the cabinet to calculate the productivity of the item of light slabs evaluated. After the average results were obtained in percentages for the 14 dwellings in general in the process of production of lightened slabs is TP = 31.3%, TC = 28.7% y TNC = 40.0%. **Conclusions:** The Lean construction approach will improve the process of production of lightened slabs in buildings of the Lima Provincias region in 2018.

Keyword: Improvement of slabs, lightened slabs, production of lightweight slabs, focus on construction of lightweight slabs, Focus on Lean Construction.

⁽¹⁾ Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho - Perú

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha señalado la importancia de tomar en cuenta la interacción que tiene la losa con las vigas durante el diseño sísmico de marcos dúctiles de concreto reforzado. A partir del enfoque de Lean Construction, puede tomarse en cuenta explícitamente el efecto que tiene la losa en la resistencia a flexión de las vigas para evitar fallas indeseables a nivel local, producto de cortante excesivo en las vigas, mecanismo de viga fuerte/columna débil, y cortante en nudos o conexiones. Sin embargo, esto no es suficiente ya que a través de su interacción con las vigas, la losa incrementa la resistencia y rigidez lateral de una estructura, a la vez que disminuye sus capacidades de deformación lateral y disipación de energía. Por tanto, es necesario estudiar cómo deben modelarse las losas de entrepiso durante el análisis de las estructuras sismorresistentes.

Losas aligeradas de concreto son empleadas cuando por las condiciones de carga y los claros que cubrirán, dan por resultado un peralte exagerado para evitar deflexiones excesivas, Las losas aligeradas al ser por diseño más rígidas que las losas macizas o llenas, son perfectas para estas situaciones de carga y apoyo. Se les llama aligeradas porque se les coloca algunas piezas de material más ligero que el concreto, estos materiales pueden bloques de concreto ligero, barro, o incluso de poliestireno, los ya famosos casetones y bovedillas. Esto da como resultado una losa de mayor peralte, pero de un peso mucho menor que si estuviera en su totalidad rellena de concreto.

El presente trabajo de investigación está estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I. El planteamiento del problema, se presenta la descripción de la realidad problemática, la formulación del problema general, problemas específicos, los objetivos de la investigación general y específicos.

Capítulo II. Marco teórico, se presenta los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, la definición de términos, hipótesis general e hipótesis específicas.

Capítulo III. Metodología, se presenta el diseño de la investigación, técnicas, instrumentos de recolección de datos población, muestra, operacionalización de las variables y técnica de procesamiento de la información.

Capítulo IV. Resultados, los resultados nos muestran la simulación y pruebas de resistencia y flexión de columnas cuadradas.

Capítulo V. Nos muestran la discusión, las conclusiones y las recomendaciones.

Capítulo VI. Fuentes de información, en este capítulo nos muestra las fuentes bibliográficas, las fuentes hemerográficas, las fuentes documentales y las fuentes electrónicas.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En el Perú y el mundo la construcción de edificaciones está en constante crecimiento debido al déficit de infraestructura como viviendas, colegios, universidades, hospitales, clínicas, oficinas, etc. y cuando empezamos a construir algo la mayoría de las empresas se rige por un enfoque de construcción tradicional con procedimientos ineficientes que afecta al sitio y al entorno contaminando al medio ambiente, lo que nos limita a un crecimiento sostenible como país. Entonces lo que se busca es que esta construcción que cada vez es mayor sea sostenible. Para esto en el mundo se empieza a crear Consejos de construcción sostenibles como la U.S. Green Building Council (USGBC), La cual está dedicada a la transformación de la construcción y mantenimiento de los edificios y comunidades verdes. Para lograr este objetivo la USGBC crea el LEED cuya finalidad es definir y medir el grado de sostenibilidad de las edificaciones bajo diferentes tipos y niveles de certificación.

Muchos de los métodos y procesos constructivos se formaron hace siglos y muchas de estos se practican hasta el día de hoy, retrasando la innovación en la industria de la construcción e impidiendo que se resuelvan de raíz sus problemas. Una de las principales iniciativas que ha intentado resolver los problemas crónicos de la construcción, es la industrialización, realizada a través de propuestas como la prefabricación de elementos estructurales, lo que ha sido considerado por muchos investigadores como una dirección de mejora. Sus objetivos están alineados con los objetivos de las mejoras de flujo, ya que la construcción industrializada simplifica los procesos constructivos en la obra, reduciendo los plazos de ejecución y los costos. Ahora bien, debido a que, a pesar de la entrada de elementos prefabricados, la gestión de la producción en la construcción se sigue realizando de forma tradicional, muchas empresas no logran mejorar los costos de construcción ni minimizar sus plazos.

La condición necesaria para que la industrialización sea efectiva es que los flujos de la construcción sean bien controlados.

Durante la construcción tradicional con procesos constructivos ineficientes se produce una inmensa cantidad de residuos que se traduce en desperdicios y/o pérdidas que no solo afecta directamente al Cliente y al Productor en el tema de costos, si no también tiene un impacto negativo con el medio ambiente, entonces lo que se busca es minimizar estos desperdicios. Para esto la filosofía Lean Costruction que está enfocado en agregar valor al producto del cliente y minimizar los desperdicios, propone utilizar herramientas que replantean la forma tradicional de construir para prevenir y controlar estas pérdidas, siendo las herramientas más importantes la Sectorización, Tren de actividades, Last Planner System, Buffers, Curvas de productividad.

En consecuencia se presenta la necesidad de ver nuevas formas de gerenciar estos proyectos de construcción, más allá de los sistemas tradicionales en donde muchas veces, la planificación y el control, son sustituidos por caos e improvisaciones, causando mala comunicación, documentación inadecuada, ausencia o deficiencia en la información de entrada de los procesos que realizamos, desequilibrada asignación de los recursos, falta de coordinación entre disciplinas y errática toma de decisiones. Es por esta razón se plantea la necesidad de mejorar la producción y procesos de losas aligeradas bajo el enfoque de Lean Construction para las construcciones de viviendas en la Región Lima Provincias para el año 2018.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo el enfoque de Lean construction que mejorará el proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es el trabajo productivo fundamentado por el enfoque de Lean construction que mejorará el proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018?

- ¿Cuál es el trabajo contributivo fundamentado por el enfoque de Lean construction que mejorará el proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018?
- ¿Cuál es el trabajo no contributivo fundamentado por el enfoque de Lean construction que no mejorará el proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el enfoque de Lean construction para la mejora del proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el trabajo productivo fundamentado en el enfoque de Lean construction para la mejora del proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018.
- Determinar el trabajo contributivo fundamentado en el enfoque de Lean construction para la mejora del proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018.
- Determinar el trabajo no contributivo fundamentado en el enfoque de Lean construction para no mejorar el proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Giraldo, M. (2013), en su investigación titula: “Mejoramiento de Procesos Constructivos de una Edificación a Partir de Simulación Digital y Videos Time Lapse”, para optar el grado de Magister en Civil de la Pontificia Universidad Javeriana de Colombia, nos menciona:

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo: Establecer propuestas de mejoramiento, de acuerdo a la filosofía Lean Construction, con la realización de un modelo de simulación digital, para el proceso constructivo de la edificación a estudiar. Este proyecto se desarrolló en una construcción ubicada en la ciudad de Bogotá, en la cual se implementó un módulo programable para captura de imágenes digitales que permitieron la recopilación de información en tiempo real de los procesos directamente involucrados en el desarrollo del proyecto. Esta recopilación de información, necesaria para el desarrollo de la investigación, se realizó inicialmente en las etapas de cimentación y estructura. Realizando una simulación en el software Arena, con base en los datos obtenidos en obra, se obtiene la modelación de los aspectos involucrados en los procesos constructivos que se desarrollan en el proyecto. Es importante tener en cuenta que durante la simulación, se realizan tantas corridas del modelo de Arena como sea necesario para considerar válido y estadísticamente adecuado el estudio. Posteriormente, se establecen las propuestas teóricas, que de acuerdo a las simulaciones, ofrecen oportunidades de mejora en ahorro de recursos o simplemente en la disminución de pérdidas. Los resultados obtenidos pueden ser utilizados por empresas constructoras para la planeación de un proyecto de manera que se implemente la filosofía de construcción sin pérdidas, y se puedan conceptualizar proyectos con mejores procedimientos de conversión y evitando sobrecostos en flujos.

Conclusión: Con la simulación del escenario en que se dividen las zonas en dos partes se puede observar que a mayor división de grandes actividades se hace más productivo un sistema y se pueden obtener ahorros en tiempo y dinero. De esta forma se garantiza una mayor repetitividad de las actividades que lleva a una mayor especialización del personal. Sin embargo, para el caso específico de la construcción es importante tener en cuenta aspectos como las juntas de construcción que deben ser planeadas en conjunto con el diseñador estructural.

Montoya, R. (2013), en su investigación titula: “Impacto en el costo de la mano de obra por trabajo en tiempo extraordinario en la construcción”, para optar el grado de Magister en Ingeniería en la Universidad Autónoma de México, nos menciona:

Debido a numerosos factores que hacen impredecible las actividades de construcción, en muchos de los contratos de obra tanto públicos como privados se tiende a aplazar la fecha de terminación, a realizar cambios de proyecto, a rehacer los contratos por un monto superior, y es casi un fenómeno que la obra a desarrollar se termine en el tiempo, la forma y la calidad estipulada. Un factor muy presente en nuestra industria que incide regularmente, es aquel en el que se prolongan las jornadas de trabajo de la mano de obra que interviene directamente en la ejecución del concepto de que se trate, como medida para contrarrestar principalmente los desfases del calendario programado. Por ello, en el siguiente estudio se pretende dar un panorama real del trabajo bajo esta condición, de manera que tanto el cliente como el constructor y la supervisión no desconozcan los efectos monetarios y de productividad que se presentan. El primero de los rubros analizado bajo la plataforma legislativa actual que regula y permite trabajos extraordinarios y adicionales, y auxiliado principalmente por el software de precios unitarios denominado Neodata; el segundo por el contrario, observado con el auxilio de los principales estudios americanos, entre los que destacan los desarrollados por el Instituto de la Industria de la Construcción y el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos.

El objetivo de este trabajo es poner al alcance de la industria de la construcción herramientas para realizar, mediante una manera científica, el análisis del costo y del rendimiento de mano de obra, ya que muchas veces estos se realizan de forma empírica, tendiendo al conformismo de acertar y errar continuamente.

Ribon, J. (2013) en su trabajo de investigación titulado: “Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean (Construcción Esbelta) en proyectos de construcción”, para optar grado de Maestro en Ingeniería en la Universidad Nacional de Colombia, nos menciona:

El objeto de estudio de este documento es la consecución de una metodología que permita aplicar la filosofía Lean a proyectos de construcción colombianos, teniendo en cuenta el modelo de planeación y ejecución tradicional. La investigación se realizó a dos proyectos de construcción en los cuales se encontró que existían las mismas pérdidas y por lo tanto los mismos efectos en la productividad. Los hallazgos encontrados en ellos sirvieron para construir la metodología y luego si aplicarla a un proyecto de construcción el cual arrojó resultados favorables en la disminución de los tiempos no contributivos, logrando así la mejora en la productividad.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Sánchez, A. (2014), en su investigación titula: “Implementación del sistema Lean Construction para la mejora de productividad en la ejecución de los trabajos de estructuras en obras de edificación de viviendas”, para optar en Grado de Magister en Gerencia de la Construcción en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, nos menciona:

Esta investigación nace de la inquietud generada por información encontrada referente productividad en nuestro país en los procesos productivos, específicamente en la industria de la construcción,

rescatamos el siguiente párrafo: En el Perú solo producimos efectivamente el 28% de tiempo. De no mejorar los niveles de ocupación del tiempo y mantenernos en niveles productivos tan bajos, nuestro país no podrá despegar de su condición de nación subdesarrollada, no importa que tan bueno sea el gobierno que nos toque, debemos convencernos de que la mayor parte del cambio está en nuestras manos. El objetivo principal de esta tesis es mejorar la productividad en la ejecución de los trabajos en la parte de estructuras en la edificación de viviendas implementando el sistema de Lean Construction, tomando como referencia a una obra típica en la ciudad de Cusco de la empresa “Ingenius Construcciones S.R.L.” Plantearemos un plan de gestión de producción utilizando las herramientas del sistema de gestión de producción LEAN CONSTRUCTION. Para tal fin, iniciaremos la investigación realizando un diagnóstico de la situación actual de la Obra denominada “Residencial Calicanto” en inicios de ejecución, para definir la cantidad de tiempo ocupado en actividades productivas, contributorias y no contributorias, utilizando la herramienta del sistema de gestión de producción de la filosofía Lean Construction conocida como Nivel General de Actividad. Seguidamente propondremos la implementación de las herramientas del sistema de gestión Lean Construction para la planificación de la ejecución de la obra, desde la planificación general hasta la planificación operacional y las herramientas de control. Así podremos realizar una comparación de indicadores de productividad de la gestión tradicional de obras versus la gestión de obras aplicando las herramientas del sistema de gestión de producción de la filosofía Lean Construction, para demostrar las virtudes de éste y poder implementarlas mostrando no solo fundamentos teóricos, sino que también las dificultades de aplicabilidad que éste pueda tener. Luego de recopilar los datos requeridos en obra, se implementaron las herramientas de gestión Lean construction, a partir de la semana 06 de nuestra intervención, hasta el final del proceso constructivo de la obra. Para analizar los efectos en el proyecto se controlaron las tres

principales partidas de la obra en la parte de estructuras como son: encofrado, acero y concreto. Se tomaron registros semanales del avance físico y de la productividad de estas tres partidas. Además, se controló el porcentaje de actividades completadas y las causas de no cumplimiento observadas en la programación semanal.

Aime, L. (2015), en su investigación titula: “Evaluación de la rentabilidad de losas prefabricadas (prelosas) en edificaciones con la aplicación de Lean Construction comparada con losas convencionales”, para optar en título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Ingeniería, nos menciona:

La presente tesis tiene como objetivo principal evaluar la rentabilidad del uso de prelosas como un sistema que reemplace al sistema de losas convencionales. Para empezar se describirán las características de la prelosa, los tipos, su proceso de fabricación, sus usos, entre otros. Así mismo se describirá la importancia de la aplicación de la filosofía Lean Construction, como metodología innovadora esencial para mejorar la productividad de las prelosas y hacer más rentable los costes y el tiempo de la ejecución de la obra. En el tercer capítulo se desarrollará la planificación y programación del proyecto con el uso de prelosas y bajo la aplicación de la filosofía Lean (1) protegiendo la no paralización del flujo productivo (mediante lookaheads y análisis de restricciones), (2) haciendo eficiente este flujo (mediante la sectorización del edificio) y finalmente (3) buscar hacer eficientes los procesos (por medio propuestas de mejora y de cartas balance). Se comparará el uso de prelosas frente al sistema losas convencionales mostrando las ventajas en cuanto al tiempo de su construcción por la omisión y/o reemplazo de procesos y recursos. Una vez obtenida la programación, será posible cuantificar los costos directos e indirectos del proyecto para la construcción de losas. En el cuarto capítulo se realizará un análisis de la cantidad de recursos usados en obra y se mostrarán los análisis de precios unitarios de cada partida, con el objeto de elaborar una comparación de presupuestos entre ambos sistemas. Finalmente se

mostrarán las ventajas y desventajas que se han podido identificar en distintos proyectos de edificaciones.

Mallma, L. (2015) en su trabajo de investigación titulado: “Aplicación de la filosofía Lean y el concepto Leed en la construcción de una edificación sostenible”, para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional del Centro, nos menciona:

En la presente tesis tuvo con finalidad mostrar cómo se maneja la producción en la construcción de una edificación sostenible aplicando la filosofía LEAN y los procedimientos y requisitos que exige la USGBC (U.S Green Building Council) para su Certificación LEED. En el desarrollo de la investigación se describe los principales conceptos acerca de Lean Construction, Sostenibilidad y LEED, para obtener una base teórica sólida que respalde la aplicación y el análisis de resultados en la construcción del proyecto Biblioteca PUCP. Esta obra fue construida por la empresa constructora PRODUKTIVA del grupo inmobiliario EDIFICA que vienen aplicando Lean Construcción en la ejecución de todos su proyectos y han obtenido resultados alentadores. Para la construcción de este proyecto fast track y complejo como las Biblioteca PUCP se utilizaron las herramientas lean y obtuvimos resultados alentadores, muy diferente a los proyectos de viviendas y oficinas que la empresa realiza. También se explica los requisitos y créditos que se cumplió durante la construcción para obtener una certificación LEED que respalda la sostenibilidad de una edificación, la manera de cómo se agregó valor al Cliente usando el LEAN y el LEED durante la construcción del proyecto. Con los resultados obtenidos procedimos con las conclusiones y recomendaciones para la construcción de futuros proyectos de la empresa o terceros en el marco de mejora continua. Se determinó la relación entre LEAN y LEED dentro de la construcción analizando la viabilidad para su aplicación que reduce considerablemente los impactos negativos al medio ambiente que son generado por la industria de la construcción.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. La logística y su evolución

Los orígenes del término logística se han asociado con la actividad militar en donde se le consideraba como parte del arte militar que se encargaba del transporte y alojamiento de los soldados, así como del almacenamiento y distribución de los alimentos, municiones y armas durante las batallas. El Barón Antonie Henri de Jomini, general del ejército francés comandado por Napoleón Bonaparte, fue el primero en intentar definir la logística como “el arte de mover los ejércitos”. Asimismo, señaló que la logística se derivaba de un puesto en el ejército francés denominado Mariscal de Logística que era responsable de administrar el desplazamiento y alojamiento de las tropas. Posteriormente ya en el siglo XX es donde se le comienza a dar más importancia al concepto de logística. Las principales etapas de evolución de la logística son:

- Gerenciamiento Fragmentado (hasta los años 50): las actividades logísticas (compras, transporte y almacenamiento) eran vistas de forma fragmentada. Las empresas no conocían el concepto de logística integral.
- Gestión Funcional (años 70): las actividades anteriormente fragmentadas son agrupadas en dos áreas (gestión de materiales y distribución física). En 1976, se define a la logística como “la integración de dos o más actividades con el propósito de planear, implementar y controlar el flujo eficiente de las materias primas, productos en proceso y productos terminados y sus informaciones desde el punto de origen hasta el punto de consumo” (National Council of Physical Distribution Management, 1976).
- Integración Interna (años 80): se caracteriza porque la logística comenzó a tomar un enfoque sistémico, es decir se plantea una mayor integración de las actividades de adquisición, producción y distribución. La logística se define como “el proceso de planear, implementar y controlar de manera eficaz y eficiente el flujo y almacenamiento de materias primas, productos en proceso y productos terminados y sus respectivas informaciones, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer plenamente las necesidades del cliente”.

- Integración Externa (años 90): las empresas se preocupan por conseguir una eficiencia del sistema logístico no sólo internamente sino también en sus relaciones con los proveedores y clientes. El Council of Logistics Management define a la logística como “la parte de la gestión de la cadena de abastecimiento que se encarga de la planificación, ejecución y control eficiente y eficaz del flujo y almacenamiento de bienes, servicios e informaciones desde su punto de origen hasta el punto de consumo de manera de satisfacer plenamente las necesidades del cliente”.

Actualmente se define a la logística como “la parte de la gestión de la cadena de abastecimiento que se encarga de la planificación; implementación y control del flujo directo y reverso; y almacenamiento eficaz y eficiente de bienes, servicios e informaciones, desde el punto de origen hasta el punto de consumo de manera de satisfacer plenamente las necesidades del cliente” (Council of Logistics Management, 2004). En esta definición se introduce el término de logística reversa o logística verde que consiste en regresar un producto desechado, ya sea por defecto o porque no se puede utilizar más, del consumidor a la fábrica con la finalidad de ser reciclados y reutilizados.

La logística se encarga de coordinar y planificar diferentes actividades con la finalidad de que el producto llegue al usuario final en el momento oportuno, con las cantidades requeridas, con la calidad demandada y al mínimo costo. Entre las actividades logísticas se encuentran:

- Compras: selección de la fuente de suministro, momento y cantidad de compra.
- Transporte: planificación del transporte de las materias primas y productos terminados.
- Manejo de inventarios: políticas de almacenamiento de materias primas y productos terminados; número, tamaño y localización de los puntos de almacenamiento.
- Flujos de información y procesamiento de pedidos.

De acuerdo a Novaes y Alverenga (1996) la logística puede subdivirse en:

- Logística externa: se encarga del flujo de materias primas e insumos desde afuera para adentro de la empresa. Esta logística es responsable de la compra, recepción y almacenamientos de los materiales a ser usados en la producción.
- Logística interna: se focaliza en el movimiento de los materiales dentro de la empresa. Tienen como responsabilidad el manejo de los flujos de los materiales y gestión del inventario.
- Logística de entrega: se ocupa de distribuir los productos a los clientes. Se encarga del procesamiento de pedidos, despacho, transporte y distribución de los productos terminados.

2.2.2. La logística en la construcción

La logística es un proceso multidisciplinario aplicado a una determinada obra para garantizar el suministro, almacenamiento y distribución de los recursos en los frentes de trabajo, asimismo se encarga de la estimación de las cantidades de los recursos a usar y de la gestión de los flujos físicos de producción. Este proceso se logra mediante las actividades de planificación, ejecución y control que tienen como apoyo principal el flujo de informaciones antes y durante el proceso de producción (Adaptado de Cardoso y Silva, 1998) Cardoso (1996) propone una subdivisión de la logística aplicable a la industria de la construcción:

- Logística Externa (de abastecimiento): se encarga de proveer materiales, equipos y personal necesario para la producción de las edificaciones. Entre las actividades que agrupa están: planeamiento y procesamiento de adquisiciones; calificación, selección y adquisición; transporte de recursos hasta la obra; pago a los proveedores, etc.
- Logística Interna (de obra): se encarga de los flujos físicos y de informaciones necesarios para la ejecución de los procesos constructivos en la obra. Entre las actividades más importantes tenemos el control de flujos físicos ligados a la ejecución; gestión de interface entre los involucrados en el proceso de

producción, es decir proporciona la información necesaria para realizar sus actividades y la gestión del lugar de trabajo, es decir lugares de almacenamiento, manipulación interna, sistemas de transporte, etc.

2.2.3. La gestión de la cadena del abastecimiento

Anteriormente se definió a la logística como parte de la gestión de la cadena de abastecimiento, sin embargo no se ha explicado en qué consiste dicha cadena. En los siguientes párrafos se definirá este concepto. Una cadena de abastecimiento es el conjunto de redes de organizaciones que están envueltas, a través de enlaces corriente arriba y corriente abajo, en los diferentes procesos y actividades que producen valor en forma de productos o servicios en las manos del cliente final (Christopher, 1992)

Tommelein (2003) definió a la gestión de la cadena de abastecimiento (SCM) como la práctica de un grupo de compañías e individuos trabajando colaborativamente en una red de procesos interrelacionados estructurados con el fin de satisfacer las necesidades del cliente final mientras todos los miembros de la cadena se recompensan.

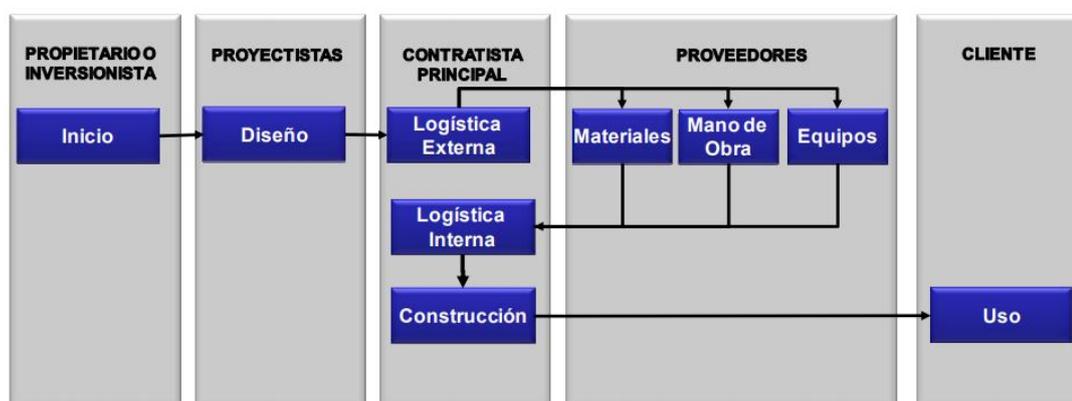


Figura 1. Configuración de la cadena de abastecimiento en la construcción

Nota: Ulloa, K. (2009)

En la figura 1, se aprecia que la cadena de abastecimiento está conformada por el propietario o inversionista, proyectistas, contratista principal, proveedores y clientes. Tradicionalmente un proyecto es enfocado considerando que las etapas de diseño y construcción se encuentran totalmente divorciadas. Esta manera de actuar trae muchos problemas, como por ejemplo: atrasos por diseños incorrectos,

incongruencias en la información, informaciones atrasadas, cambios de último minuto, negociaciones hostiles, subcontratos no ejecutados de acuerdo a lo planeado, etc. Todos estos problemas se pueden evitar si se enfoca la cadena de abastecimiento bajo el SCM, es decir si se entiende que todos los participantes deben estar integrados y no simplemente interrelacionados. Esto implica que los proyectistas trabajen en conjunto con los constructores y proveedores para asegurar que lo que se diseña pueda realmente construirse; y que en la medida de lo posible siempre se busque trabajar siempre con los mismos proveedores de tal manera que se involucre con la política de la empresa y aprenda lo que la empresa espera de él.

2.2.4. Lean Construction (Construcción Lean)

Para poder comprender en qué consiste el Lean Construction es necesario explicar previamente las bases sobre las cuáles se apoya este nuevo enfoque.

Lean Production (Producción Lean)

Lean Production es una nueva filosofía que se basa en el sistema de producción Toyota. Todo comenzó cuando el ingeniero Taichi Ohno reconfiguró el sistema de producción de la Toyota para satisfacer la demanda del mercado japonés que exigía pequeños lotes pero de muchos modelos de productos debido a la escasa demanda después de la Segunda Guerra Mundial. Taichi Ohno después de haber visitado varias plantas americanas de producción en masa de carros buscó la manera de mejorarla. Este tipo de producción hacía que las máquinas trabajaran al máximo de su capacidad ocasionando desperdicios de sobreproducción¹ que muchas veces derivaban en defectos en los carros fabricados. Mientras que en Estados Unidos apuntaban a minimizar el costo de cada parte, el objetivo de Ohno era entregar un producto en el menor tiempo posible cumpliendo con los requerimientos del cliente y sin inventarios (Ballard y Howell, 1999). Para poder conseguir esto, Ohno buscó actuar sobre las causas de variabilidad o desperdicios, es decir sobre lo que no aumenta el valor percibido por el cliente y sobre las causas de inflexibilidad es decir, todo lo que no se adapta a las exigencias del cliente (Womack, Jones y Ross, 1990).

Ohno implementó una serie de medidas tales como:

- Descentralizó la toma de decisiones, es decir los trabajadores paraban la línea de producción si encontraban una parte o producto defectuoso. Asimismo, hizo el proceso más transparente, a todo el personal se les dio información acerca de la producción para que entiendan realmente lo que debían hacer y se comprometían con los objetivos de la organización.
- Reemplazó el sistema centralizado de control de inventario mediante el kanban que consiste en un conjunto de tarjetas y cajas que sirven para jalar los materiales y partes a través de sistemas de producción según las necesidades de los consumidores.
- Diseñó el producto en conjunto con el sistema de producción.
- Involucró a los proveedores mediante la renovación de sus contratos donde se les incentivaba a reducir el costo de sus productos y participar en el proceso de mejora continua del sistema.

En la década de los 80, empresas japonesas, americanas y europeas ya conocían este sistema de producción y lo comenzaron a implantar. Pero no fue hasta el año 1990, cuando J. P. Womack y D. T. Jones publicaron “The Machine that changed the world” un libro que dio a conocer la historia de la manufactura automotriz y presentó un estudio acerca de las plantas de ensamblaje japonesas, estadounidenses y europeas. En este libro documentaron el sistema de producción Toyota al que denominaron “Lean Production”.

Lean Production se puede entender como una nueva manera de pensar y hacer las actividades en contraposición a la forma tradicional de la producción en masa. Esto se consigue mediante la aplicación de técnicas y principios en el diseño, abastecimiento y manufactura que son las actividades centrales para esta filosofía según lo definido por Womack (1990).

La conceptualización del proceso de producción ha evolucionado pasando por tres modelos, el primero ve a la producción como transformación (modelo de transformación), el segundo adiciona a la transformación el flujo (modelo de transformación y flujo) y el tercero adiciona al modelo anterior el valor (modelo de transformación, flujo y valor). El primero modelo o llamado también de

transformación ve a la producción como un proceso de entradas y salidas. Este proceso se puede dividir en subprocesos de conversión y como lo menciona Kokela (1992) el costo total del proceso se puede minimizar mediante la disminución del costo de cada subproceso. Las críticas a este modelo son que ignora los flujos como el movimiento, espera, etc., los cuales afectan la eficiencia de los procesos.

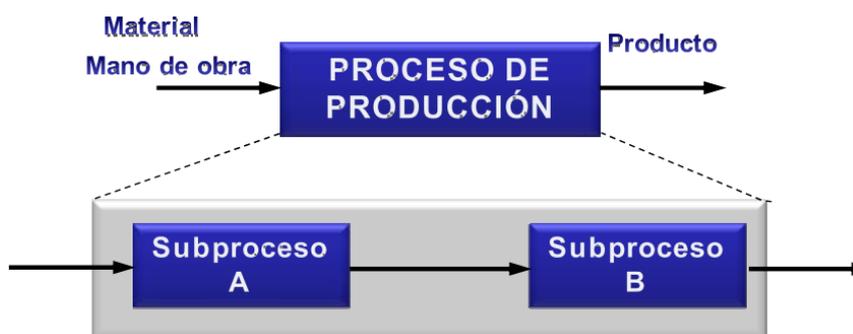


Figura 2. Modelo de transformación

Nota: Koskela (1992)

El segundo modelo define a la producción como un flujo de materiales e información que pasa entre los procesos de producción desde la entrega de las materias primas hasta el producto final. Aquí se hace una distinción entre dos tipos de actividades es decir las que añaden valor y las que no. Las primeras se denominan así porque consumen recursos pero no añaden valor al cliente y son las de actividades de flujo que se deben eliminar o reducir mientras que las segundas son las de conversión que deben ser más eficientes. Esta nueva conceptualización ha dado lugar a la nueva filosofía que se conoce como Lean Production.

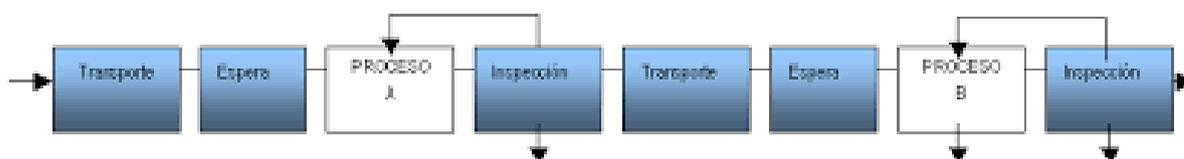


Figura 3. Producción como un flujo de procesos.

Nota: Koskela (1992)

Las raíces teóricas de esta filosofía de producción se encuentran en el JIT (Just in Time o Entrega Justo a Tiempo) y en el TQC (Totally Quality Control o Control Total de Calidad). El primero es de origen japonés y tiene como objetivo eliminar los desperdicios, Shingo (1984) reconoció los siguientes: sobreproducción, espera para el siguiente paso, transporte innecesario, sobreprocesamiento, inventarios excesivos, movimientos innecesarios y productos defectuosos para lo cual busca el mejoramiento continuo de los procesos. El segundo fue introducido por Armand V. Feigenbaum en su libro “Control Total de Calidad” en 1956 y consiste en involucrar a todas las personas de una compañía en un proceso de mejoramiento continuo es decir, con cero defectos y sin desperdicios.

En 1996 James P. Womack y Daniel T. Jones definieron los cinco principios básicos que caracterizan al Lean Production y que se conoce como el Lean Thinking o Pensamiento Lean:

- Especificar los valores de un determinado producto que sólo pueden ser definidos por el cliente.
- Identificar el flujo de valor o cadena de valor para el producto, es decir consiste en analizar si cada paso en el flujo de valor es necesario o no y clasificar las actividades que crean valor y las que no. Esto permitirá tomar acciones para eliminarlas.
- Implementar un flujo continuo, es decir los componentes del producto deben estar en constante movimiento. Esto implica que la empresa se flexibilizará y responderá mejor a las demandas.
- Jalar la producción lo cual significa que sólo se producirá de acuerdo la demanda del cliente. En otras palabras la producción no debería hacerse según las previsiones de ventas sino sólo cuando el cliente lo requiera
- Perseguir la perfección a través del mejoramiento continuo porque para el Lean Production siempre hay una mejor manera de hacer las cosas.

Lean Production con el tiempo ha demostrado ser una filosofía que va más allá de la industria automotriz y que puede ser aplicada en diferentes campos como la

electrónica o la construcción. El reto constante es poder adaptar los principios y técnicas a las características de cada campo.

Lean Construction Institute (Instituto De Laconstrucción Lean)

Lean Construction tiene como raíces al Lean Production y la primera persona en introducir estos conocimientos en el ámbito de la construcción fue Koskela en su tesis de doctorado “Application of the New Production Philosophy to Construction” en 1992. Koskela demostró que al igual que en la industria manufacturera el proceso de conversión es la base del funcionamiento de la construcción.

El control en la construcción apunta a contrastar cada actividad individualmente contra un presupuesto y en caso se encuentren deficiencias en costo o tiempo de las actividades se busca mejorarlas individualmente creyendo que así mejorará el proyecto en conjunto; sin embargo se ignora que dichas actividades se interrelacionan por flujos de materiales, mano de obra e información y que éstos esconden desperdicios que afectarán el desempeño del proyecto. Asimismo, cuando se diseña un proyecto no se hace considerando el proceso constructivo, es decir no se toma en cuenta las restricciones que puedan existir en las fases posteriores del proyecto lo que trae como consecuencia retrabajo y cambios de órdenes.

El punto de partida para mejorar la construcción es cambiar la manera de pensar. Koskela sugiere que la información y los flujos de materiales así como el flujo de trabajo tanto en el diseño como en la construcción deben ser medidos en función de sus desperdicios y del valor que agregan. Asimismo, señala que a pesar de las peculiaridades de la construcción, los principios y técnicas de esta nueva filosofía pueden ser aplicados en mejorar los flujos en la construcción. Lean Construction es una nueva gerencia de producción basada en la entrega de proyectos y que apunta a los siguientes objetivos:

- Maximizar el desempeño del proyecto atendiendo a los requerimientos de los clientes en cada nivel del proceso.
- Diseñar conjuntamente el producto y proceso.

- Aplicar un control de producción desde el diseño del producto hasta la entrega.
- Minimizar o eliminar las actividades que no añaden valor.
- Reducir la incertidumbre asociada al proyecto en cuanto a costos y plazos.

En 1997 Glen Ballard y Greg Howell fundaron el Lean Construction Institute (LCI) o Instituto de Construcción Lean cuyo propósito es reformar la gerencia de producción en el diseño, ingeniería y construcción de proyectos. Lean Construction desarrolló, en el año 2000, a partir de investigaciones el Lean Project Delivery System (LPDS) o Sistema de Entrega de Proyectos Lean.

Este sistema es un marco conceptual que traslada los principios de la manufactura a la construcción. El objetivo es establecer una serie de reglas y herramientas a sistema de producción temporales tal como es el caso de los proyectos de construcción. El LPDS se representa mediante un modelo que tiene cinco fases principales y 14 módulos. Las fases principales son: la definición del proyecto, diseño lean, abastecimiento lean, ensamblaje lean y uso; y cada una de éstas está conformada por tres módulos. Estas fases son interdependientes por lo que comparten un módulo. El control de la producción y la estructuración del trabajo se extienden a lo largo de las cinco fases. La evaluación post-ocupación interconecta el fin de un proyecto con el inicio del siguiente. Las características esenciales del LPDS de acuerdo son (Ballard, 2000):

- El proyecto es estructurado y gerenciado como un proceso que genera valor.
- Los participantes corrientes abajo están involucrados en la planificación y diseño a través de equipos multidisciplinarios.
- El control debe ser una herramienta ejecutada durante todo el proyecto.
- Los esfuerzos de optimización se concentran en hacer el flujo de trabajo confiable y no se enfocan en mejorar la productividad.
- Las técnicas de jalar son usadas para gobernar el flujo de materiales e información.

- Los buffers⁴ de inventario y capacidad son usados para absorber la variabilidad.
- Los lazos de retroalimentación son incorporados en cada fase y apuntan a un rápido ajuste del sistema y al aprendizaje.

Origen

Durante su estancia en la Universidad de Stanford, California, USA, en 1992, el finlandés Lauri Koskela escribió el documento Aplicación de la nueva filosofía de la producción a la construcción, en el que estableció los fundamentos teóricos del nuevo sistema de producción aplicado a la construcción. El trabajo pionero de Koskela fue un hito clave en el desarrollo de una corriente de investigación sobre la aplicación del sistema de producción Toyota y la filosofía Lean a la industria de la construcción. El término Lean Construction fue acuñado por los fundadores del Grupo Internacional de Lean Construction (IGLC) en 1993.

Definición

Lean construction es una filosofía que se orienta hacia la administración de la producción en 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 aplicadas al proceso de ejecución del proyecto y un buen sistema de producción que minimice los residuos. (Lean Construction Institute)

Entendiéndose por residuos todo lo que no genera valor a las actividades necesarias para completar una unidad productiva, LC clasifica los residuos de construcción en siete categorías como veremos a continuación. (Aomar, 2012,Lean Construction Journal, pp.105-121).

- Defectos
- Demora
- Excesos de Procesado
- Exceso de producción
- Inventarios excesivos

- Transporte innecesario
- Movimiento no útil de personas

Lean Construction es una nueva forma de ver la producción, no un modelo o unos pasos establecidos que se deban seguir; lo que se pretende es entender sus principios y aplicarlos en la creación y uso de herramientas “Lean” para la gestión de los proyectos constructivos, en donde las herramientas son la aplicación de los principios teóricos a la práctica profesional. (Lean Construction, 15 de Oct. 2013).

Para la implementación de Lean Construction en los proyectos es necesario iniciar con el compromiso de tener una cultura de mejora continua de la producción para que al aplicar los principios “Lean” correctamente mejoren la seguridad, la calidad y la eficiencia del proyecto (Issa, U.H. (2013)). Es decir, para que LC funcione se deben aplicar sus principios en forma concreta a las actividades del proyecto. Lauri Koskela propone once principios (Botero, L.F):

- Reducción o eliminación de las actividades que no agregan valor
- Incremento del valor del producto
- Reducción de la variabilidad
- Reducción del tiempo del ciclo
- Simplificación de proceso.
- Incremento de la flexibilidad de la producción.
- Transparencia del proceso
- Enfoque del control al proceso completo
- Mejoramiento continuo del proceso
- Balance de mejoramiento de flujo con mejoramiento de conversión
- Referenciación.

Estos principios “Lean” solo son posibles de aplicar plena y eficazmente en la industria de la construcción si el interesado en aplicarlos se centra en la mejora de todo el proceso de gestión del proyecto, en la integración de los interesados en el

proyecto para concebir el nuevo enfoque de producción que proponen los principios de LC.

Objetivos

Las redes orientadas y cerradas siempre tienen actividades con holguras y el objetivo es convertir dichas actividades en críticas (holgura cero) pero teniendo en cuenta los flujos, los mismos que deben ser reducidos al mínimo con el mejoramiento continuo de la disposición en planta (layout plant) que repercute en una mejora en la producción y por ende en la productividad (Ibarra, 2011).

Características

Según (Ibarra, 2011) considera estos principios:

- Trabajo en equipo.
- Comunicación permanente.
- Eficiente uso de recursos.
- Mejoramiento continuo (kaizen).
- Constructabilidad.
- Mejoramiento de la productividad apoyándose en la Ingeniería de Métodos como la Carta de Balance.
- Reducción de los trabajos no contributarios (tiempos muertos), aumento del trabajo productivo y un manejo racional de los trabajos contributarios.
- Utilización del diagrama causa – efecto de Ishikawa (espina de pescado).
- Reducción de los costos de equipo, materiales y servicios.
- Reducción de los costos de producción.
- Reducción de la duración de la obra.
- Las actividades base son críticas y toda holgura es pérdida de costo y tiempo.

Herramientas de Lean Construction

Las herramientas de gestión convencionales abordan principalmente las pérdidas productivas de la construcción y se enfocan en problemas como la calidad del trabajo, confiabilidad en los plazos y aprovechamiento de recursos, pero presentan una

perspectiva anticuada de producción, que falla en entenderla como un flujo de procesos. Este flujo recibe materias primas y a través de una serie de procesos de transformación, produce productos que deben satisfacer las necesidades y requerimientos de sus clientes, lo que se conoce como cadena de valor.

De acuerdo con Womack, 1996 y Picchi F, 1993, entre muchos otros, para que lean construction funcione es necesario el uso de una serie de herramientas que simplifiquen su uso y que permitan llevar los principios teóricos de la filosofía a la práctica profesional. Estas herramientas son:

Sistema del último planificador- sup (Last Planner System):

El Sistema del Último Planificador fue desarrollado por Glenn Ballard y Greg Howell en el marco de los objetivos de la filosofía Lean construction como un sistema de planificación y control de la producción para mejorar la variabilidad en las obras de construcción y reducir la incertidumbre en las actividades programadas (Patel, 2011). Básicamente el SUP es un enfoque práctico en el cual los gerentes de construcción y los jefes de equipo colaboran para preparar planes de trabajo que pueden ser ejecutados con un alto grado de fiabilidad para mejorar la estabilidad del trabajo (Kalsaas, 2012).

El último planificador es la persona o grupo responsable de la planificación operativa, es decir, de la estructuración del diseño de productos para facilitar un mejor flujo de trabajo y el control de las unidades de producción, lo que equivale a la realización de los trabajos individuales en el nivel operativo (Salem O. et al., 2005).



Figura 4. Planificación usual. Tomada de un nuevo enfoque en la gestión: construcción sin pérdidas.

Nota: Alarcón, L. (2001)

Alarcón, L. (2001) establece este hecho gráficamente. Según este, los tres estados teóricos de la planificación son: lo que se debe hacer, lo que se hará y finalmente lo que se puede hacer en obra. A continuación, se mostrará el gráfico de lo impuesto por Alarcón.

Según Ballard el esquema tradicional de planificación de la producción es como se muestra en la siguiente figura:

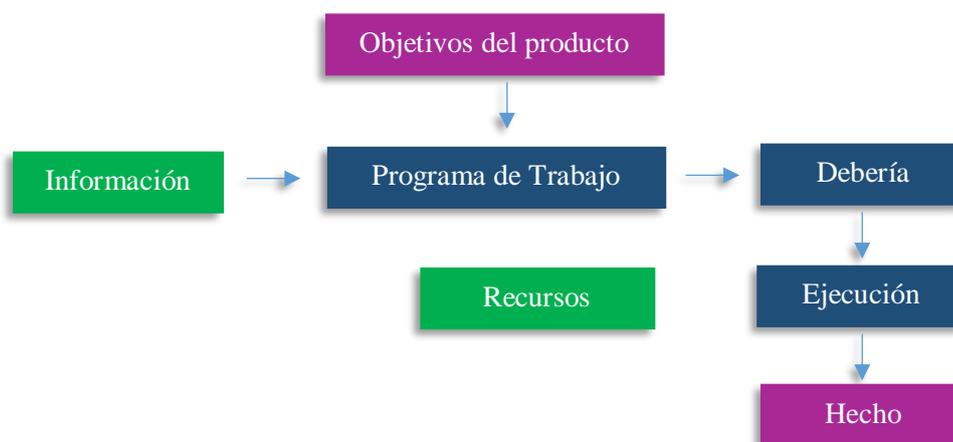


Figura 5. Sistema tradicional de planificación. Tomada de Application of the new production philosophy to construction

Nota: (Koskela, 2000)

Este investigador asegura que el esquema presentado es poco adecuado para enfrentar la incertidumbre y variabilidad en la construcción, ya que la estructura en sí crea gran incertidumbre al no controlar las restricciones que pueden tener las actividades planificadas.

Para realizar el mejoramiento de la selección de actividades que pueden hacerse y así obtener plena confianza de que se harán, Ballard propone el Sistema Último Planificador, modificando así el proceso de programación y el control de obra para aumentar la confiabilidad en la planeación e incrementar el desempeño en obra. A continuación, el gráfico de lo presentado por Ballard.

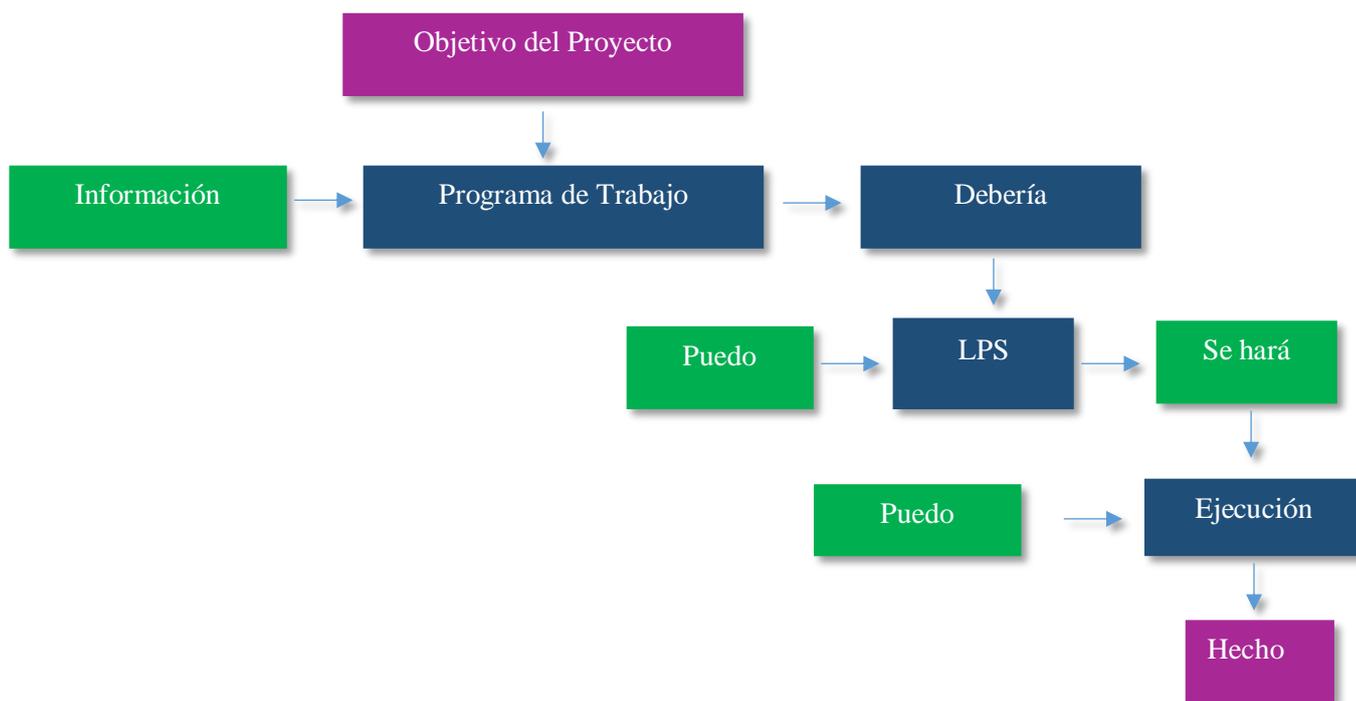


Figura 6. Sistema de Planificación Lean. Tomada de Application of the new production philosophy to construction,
Nota: (Koskela, 2000)

De esta forma el SUP controla de una manera más efectiva la ejecución de las actividades necesarias para completar el proyecto, asegurándose de que lo que se planea hacer en la obra realmente será hecho y así evitar paros en obra que conllevan pérdidas de tiempo que retrasan el proyecto y se traducen en un detrimento económico.

2.2.5. Losas aligeradas

Para Blanco (1994): las losas aligeradas son en esencia losas nervadas, pero tienen como diferencia, que el espacio existente entre las nervaduras o viguetas esté relleno por un ladrillo aligerado (con espacios vacíos tubulares). El encofrado de estas losas está conformado por tablas de madera o viguetas de acero independientes y ubicadas exactamente por debajo de las viguetas a vaciar, sobresaliendo en su ancho 2.5 cm, como mínimo a cada lado, de tal manera de permitir el apoyo de los ladrillos ubicados entre las viguetas.

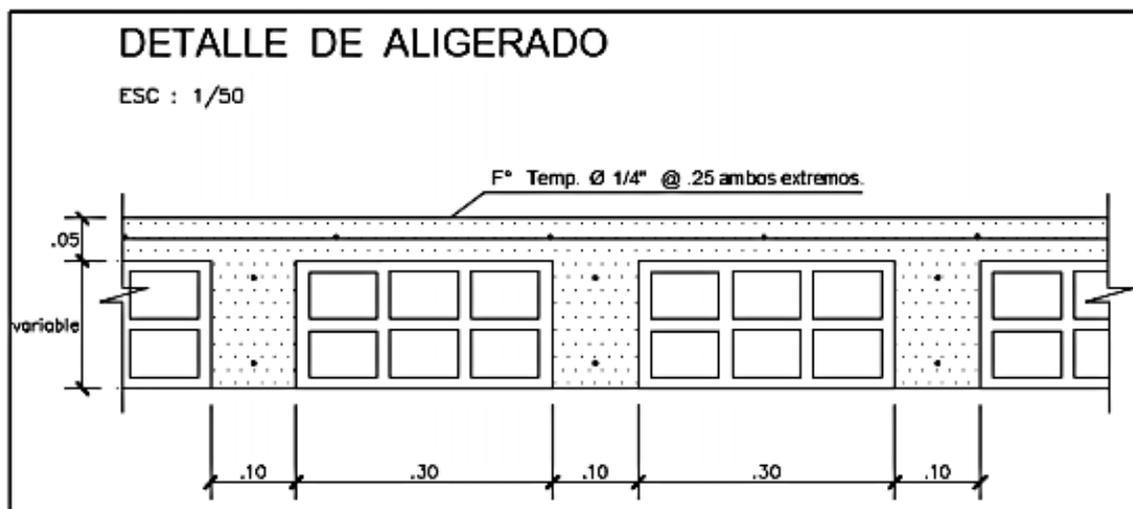


Figura 7. Detalle de aligerado

Nota: (Blanco, 1994)

En el Perú las losas aligeradas se hacen con viguetas de 10cm. de ancho, separadas una distancia libre de 30 cm., debido a que los ladrillos se fabrican con este ancho; en otros países es usual considerar ladrillos de 40 cm. de ancho, lo que permite un mayor espaciamiento entre viguetas.

El espesor de las losas macizas o nervadas es totalmente variable, dependiendo de los requerimientos del diseño. Por el contrario, el espesor de los aligerados está prácticamente regido por el espesor de los ladrillos, ya que es común considerar una losa superior mínima de 5 cms. Así cuando se use un ladrillo de 20 cm. se tendrá un espesor total de la losa aligerada de 25 cms, (20 cm, de ladrillo y 5 cm. de losa superior).

En el Perú los aligerados usuales son de 17cms, 20cms, 25cms y 30cms., considerando que los ladrillos se fabrican en espesores de 12, 15, 20 y 25cms., respectivamente.

Si comparamos los tres tipos de losas en cuanto a su capacidad resistente e inercia (rigidez), es obvio concluir que las losas macizas resultan más resistentes y con

mayor inercia. Sin embargo, la comparación no se debería enfocar desde este punto de vista, sino considerando que al usar losas macizas podríamos especificar un menor espesor en relación a lo que se necesitaría si se usa una losa nervada o aligerada.

En el Perú el uso de las losas aligeradas está muy difundido debido a las siguientes razones:

- a) En hecho de empotrar las tuberías de desagüe en la losa, lo cual obliga a usar como mínimo espesores de 17 y/o 20 cms. En nuestro medio no es común utilizar falsos techos que podrían ocultar las tuberías colgadas, salvo en edificaciones especiales. Si por razones de 8colocación de tuberías de desagüe no se pueden usar espesores de losa menores a los indicados, es evidente que un aligerado de 17 o 20cm., resultaría más económico que una losa maciza del mismo espesor (menos concreto y menos peso, independiente del menor costo del encofrado)
- b) El hecho que la mano de obra sea relativamente económica y que por lo tanto el costo de la colocación de los ladrillos de techo no influya considerablemente en el costo total de la edificación.
- c) El menor costo de un encofrado para losas aligeradas (tablas independientes de 15cms. de ancho) en relación al de un encofrado para losas macizas (tableros o paneles completos). Sin embargo, en determinadas estructuras donde se tienen luces pequeñas (menores a 4.00 mts aproximadamente) y donde el problema de las tuberías de desagüe se soluciona mediante un desnivel o grada en relleno, puede ser rentable el uso de losas macizas de 12 o 13cms, de espesor, frente a aligerados de 17 cms o 20cms. si se considera además que con la solución de losas maciza se puede eliminar el tarrajeo o enlucido del fondo del techo, debido al uso de un encofrado liso y total (paneles, tableros de “triply” o encofrado metálico).

2.2.6. El sistema lean production

El Lean Lexicon define Lean production o producción ajustada como un sistema de negocio, desarrollado inicialmente por Toyota después de la Segunda Guerra Mundial, para organizar y gestionar el desarrollo de un producto, las operaciones y

las relaciones con clientes y proveedores, que requiere menos esfuerzo humano, menos espacio, menos capital y menos tiempo para fabricar productos con menos defectos según los deseos precisos del cliente, comparado con el sistema previo de producción en masa. (Lean Lexicon -Lean Enterprise Institute)

El uso del término Lean obedece al hecho de que este sistema utiliza menos de todo comparado con la producción en masa: la mitad de esfuerzo humano en la fábrica, la mitad de espacio en la fabricación, la mitad de inversión en herramientas, la mitad de horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto en la mitad de tiempo. Además, requiere mantener mucho menos de la mitad del inventario necesario en el sitio, dando lugar a muchos menos defectos y produce una mayor e incluso creciente variedad de productos (Womack, Jones y Ross 1990).

Definición de lean (muda, desperdicio)

Lean es todo lo que no es valor para el cliente es muda o desperdicio que puede ser eliminado o minimizado. Para poder definir a lean con una respuesta más concreta definiremos entonces muda, palabra japonesa que significa desperdicio, en el sentido de toda aquella actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor: fallos que precisan rectificación, producción de artículos que nadie desea y el consiguiente amontonamiento de existencias y productos sobrantes, pasos en el proceso que no son realmente necesarios, movimientos de empleados y transporte de productos de un lugar a otro sin ningún propósito, grupos de personas en una actividad aguas abajo en espera porque una actividad aguas arriba no se ha entregado a tiempo, y bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del cliente (Womack y Jones 1996).

El Sistema de Producción Toyota (TPS)

El Lean Lexicon define el TPS como el sistema de producción desarrollado por la Toyota Motors Company para proporcionar mejor calidad, a un menor coste y con plazos de entrega más cortos mediante la eliminación de desperdicio (improductividad o actividades que no añaden valor). El TPS está compuesto por dos pilares: el Just-in-Time (JIT) que fabrica y entrega justo lo que se necesita, cuándo se necesita y en la cantidad que se necesita y el Jidoka; y se sustenta y perfecciona a

través de iteraciones de trabajo estandarizado y Kaizen o mejora continua, seguido de un plan de acción a través de un PDCA (Plan-Do-Check-Act).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Almacenamiento o acopio:** Es la acción de colocar temporalmente los RCD en recipientes, depósitos contenedores retornables o desechables mientras se procesan para su aprovechamiento, transformación, comercialización o se presentan al servicio de recolección para su tratamiento o disposición final.
- **Aprovechamiento:** Es el proceso mediante el cual a través de la recuperación de los materiales provenientes de los residuos de construcción y demolición, se realiza su reincorporación al ciclo económico productivo en forma ambientalmente eficiente por medio de procesos como la reutilización y el reciclaje
- **Capacidad de Producción:** la cantidad de trabajo que puede llevar a cabo en un determinado tiempo una unidad e producción, ya sea individualmente o como grupo.
- **Centro de acopio:** Lugar donde los residuos sólidos son almacenados y/o separados y clasificados según su potencial de reusó o transformación.
- **Cuadrilla:** Es un grupo de trabajadores que es destinado a realizar un trabajo específico en la construcción.
- **Escombros:** Todo residuo sólido sobrante de la actividad de la construcción, de la realización de obras civiles o de otras actividades conexas complementarias o análogas.
- **Flujo de Trabajo:** el movimiento de información y de materiales a través de la red de unidades de producción, cada uno de las cuales procesa antes de dejarlos pasar a la unidad de corriente abajo.

- **Generador:** Persona natural o jurídica propietaria o administradora del bien público o privado en el que se desarrollen obras de excavación, construcción, demolición y/o remodelación o entidades responsables de la ejecución de obras públicas.
- **Grandes generadores:** Son los usuarios no residenciales que generan y presentan para la recolección residuos sólidos en volumen superior a un metro cúbico mensual. También se considera gran generador las personas jurídicas de derecho público que realizan obras públicas, tales como redes urbanísticas de acueducto, alcantarillado, energía, teléfono, vías, puentes, túneles, canales e interceptores hidráulicos, entre otros.
- **Gestor integral:** Persona natural o jurídica autorizada que realiza actividades de tratamiento, aprovechamiento, disposición final y transporte de RCD aprovechables.
- **Muestreo del Trabajo:** método de medición del nivel de actividad (distribución de la utilización del tiempo) de un proyecto u operación. Técnica de muy bajo costo, alta precisión y gran efectividad para implementar procesos de cambio y mejoramiento de la productividad.
- **Pequeños generadores o generadores domiciliarios:** Los usuarios y/o suscriptores del servicio público de aseo que realizan reformas locativas menores en sus predios de uso habitacional.
- **Pérdidas:** Es toda aquella actividad que tiene un costo, pero no le agrega valor al producto terminado. Ejemplo: esperas, demoras, transporte, etc.
- **Productividad:** Es el cociente de la división de la producción ente los recursos usados para lograr dicha producción.
- **Producción sin pérdidas (lean production):** Es aquel tipo de producción cuyo manejo operacional apunta a la eliminación/reducción de pérdidas. Cuenta con

una serie de herramientas de gestión de la producción que le permiten reducir las pérdidas niveles bastantes bajos.

- **Recolección:** Es la acción y efecto de recoger y retirar los residuos sólidos de uno o varios generadores efectuada por el concesionario del servicio.
- **Residuos de construcción y demolición – RCD:** Se refiere a los residuos de construcción y demolición que se generan durante el desarrollo de un proyecto constructivo, entre los cuales se pueden encontrar los susceptibles de aprovechamiento y aquellos que no lo son.
- **Reutilización:** Es la prolongación de la vida útil de los escombros recuperados que se utilizan nuevamente, sin que para ello se requieran procesos adicionales de transformación.
- **Trabajo Productivo (TP):** Trabajo que aporta en forma directa a la producción. Ejemplo, asentar ladrillos, vaciar concreto, etc.
- **Trabajo Contributorio (TC):** Trabajo de apoyo, que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Actividad aparentemente necesaria, pero que no aporta valor. Es una pérdida de segunda categoría. Ejemplo: recibir o dar instrucciones, leer planos, transporte de materiales, limpieza, etc.
- **Trabajo No Contributorio (TNC):** Cualquier actividad que no genere valor, y que caiga directamente en la categoría de pérdida. Son actividades que no son necesarias, tienen un costo y no agregan valor. Ejemplo: esperas, descanso, trabajo rehecho, viajes, etc.
- **Transportador:** Cualquier persona natural o jurídica que preste servicios de recolección y traslado de RCD en distintos puntos de generación, pudiendo asumir o no la titularidad de los mismos.
- **Tratamiento:** Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos de construcción y

demolición, incrementando sus posibilidades de reutilización o y se minimizan los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana.

- **Trazabilidad:** Conjunto de aquellos procedimientos preestablecidos que permiten conocer el origen, tipo, ubicación, cantidad y la trayectoria, en este caso de los RCD, en un momento dado, a través de unas herramientas determinadas, así como los históricos de origen, tipo, ubicación, cantidad y trayectoria para un periodo de tiempo determinado.
- **Sitio de disposición final:** Lugar autorizado destinado para recibir y acopiar de forma definitiva el material residual del aprovechamiento en las plantas y todo aquel RCD pétreo que por sus características físicas no pudo ser objeto de aprovechamiento.

2.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

El enfoque de Lean construction mejorará el proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo

El tipo de investigación que se realizó en el presente trabajo de tesis fue de tipo Aplicada, concentra su atención en las posibilidades fácticas de llevar a la práctica las teorías generales, y destina sus esfuerzos a resolver los problemas y necesidades que se plantean los hombres en sociedad en un corto, mediano o largo plazo. Es decir, se interesa fundamentalmente por la propuesta de solución en un contexto físico-social específico (Sabino, 1996), este tipo de investigación se caracteriza por el interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta y a las consecuencias prácticas que de ella se deriven; fundamentalmente en el mejoramiento y producción de las losas aligeradas fundamentadas en el método Lean Construction, en la región de Lima Provincias en el 2018.

3.1.2. Enfoque

El nivel de investigación que se realizó en el presente trabajo de tesis fue de nivel correlacional y de diseño no experimental de corte transversal, consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas, definida por Cook y Campbell (1986); que intervienen en el mejoramiento y producción de las losas aligeradas fundamentadas en el método Lean Construction, en la región de Lima Provincias en el 2018.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

Travers y Cooper (1997), entendemos por población a todos los posibles miembros de un grupo de entre los cuales se extrae una muestra. En nuestro caso, la población de estudio en el presente trabajo de investigación lo conformaron 10 viviendas de la región Lima Provincia en el 2018.

3.2.2. Muestra

Travers y Cooper (1997) y Buendía (1993), diremos que la muestra está constituida por las personas o cosas que se toman como un subgrupo que ejemplifica a un público más amplio., esta muestra lo conformaron 5 viviendas de la región Lima Provincia en el 2018, esta información se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 PQN}{E^2(N-1) + Z^2 PQ}$$

Donde:

N: tamaño de la población.

Z: Grado de confianza que se establece.

E: Error absoluto precisión de la estimación de la proporción.

P: Proporción de unidades que poseen el atributo de interés.

Q: la diferencia aritmética de P respecto a la unidad.

Entonces reemplazando tenemos:

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.5)(0.5)(10)}{(0.05)^2 (9) + (1.96)^2 (0.5)(0.5)} = 10 \text{ viviendas.}$$

Tamaño final de muestra (n) corregida por KISH:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

Entonces reemplazando tenemos:

$$n = \frac{10}{1 + \frac{10}{10}} = 5 \text{ viviendas.}$$

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES E INDICADORES

3.3.1. Variable Independiente

Enfoque Lean construction.

Definición Conceptual.-

Productividad es aquel tipo de producción cuyo manejo operacional apunta a la eliminación o reducción de pérdidas. Cuenta con una serie de herramientas de gestión de la producción que le permiten reducir las pérdidas niveles bastantes bajos. Se mide del trabajo realizado en TP, TC y TNC (Ghio, 2001).

3.3.2. Variable Dependiente

Mejoramiento y procesos de producción

Definición Conceptual.-

Es toda aquella actividad que tiene un costo, pero no le agrega valor al producto terminado. Ejemplo de pérdidas: esperas, demoras, transporte, etc. (Ghio, 2001).

Tabla 1. Operacionalización de las Variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Fuente de Verificación
Variable Independiente:	Trabajo productivo	<ul style="list-style-type: none"> • Acero • Encofrado • Colocación de ladrillo • Vaciado 	Observación / Ficha técnica
	Trabajo contributivo	<ul style="list-style-type: none"> • Lectura de planos • Procesar instrucciones • Transporte de materiales 	
Enfoque Lean construction	Trabajo no contributivo	<ul style="list-style-type: none"> • Observar Conversar • Descansar • Permisos 	Observación / Ficha técnica
		<ul style="list-style-type: none"> • Uso de Tecnología no permitida • Uso de S.S.H.H. • Comer en horas de trabajo • Rehacer trabajos 	
Variable Dependiente: Mejoramiento y procesos de producción	Procesos	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionamiento • Control 	Observación / Ficha técnica
	Mejoramiento	<ul style="list-style-type: none"> • Perdidas • Beneficios • Confiabilidad 	

Nota: Elaboración Propia

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Técnicas a emplear

La técnica que se utilizó fue la observación directa a la cuadrilla de trabajadores para 14 viviendas unifamiliares que se encontraran en proceso de construcción. Siguiendo a Taylor y Bogdan (2004) la investigación que involucra la interacción social entre el investigador y los informantes en el milieu (escenario social, ambiente o contexto)

de los últimos, y durante la cual se recogen datos de modo sistemático y no intrusivo. Implica la selección del escenario social, el acceso a ese escenario, normalmente una organización o institución, la interacción con los porteros y con los informantes, y la recolección de los datos.

3.4.2. Descripción de los instrumentos

El instrumento que se aplicó fue unas fichas técnicas que permitirá evaluar las pérdidas en el proceso de producción de losas aligeradas bajo el enfoque de Lean Construction, con una duración de una hora y un intervalo de tiempo cada un minuto, identificando los Trabajos Productivos, Trabajos Contributorios y Trabajos No Contributorios, estos tres tipos de trabajo se basó bajo el criterio de Ghio (2001) Para el proceso de medición se visualizó desde un punto estratégico sin interrumpir sus labores de cada trabajador, la cual se llenó los formatos de acuerdo al tipo de trabajo (TP, TC y TNC) que realizaba cada trabajador.

3.5. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El proceso y producción de losas aligeradas en las diferentes construcciones de la región Lima Provincias en el 2018, serán analizadas y organizadas, según la metodología de Lean construction para todos los casos en estudio, donde se plasmaran diagramas de flujo, diagrama de Ishikawa, los procesos y gráficos circulares y/o barras necesarias para contrastar la hipótesis de estudio.

Procedimiento

- ✓ Primero se inspeccionó y se identificó 04 viviendas unifamiliares de albañilería confinada que estuvo en proceso de construcción en la fase de losas aligeradas.
- ✓ Se diseñó el formato para la toma apropiada de datos, estos formatos se anotan minuto a minuto los trabajos realizados por cada trabajador.
- ✓ Toma de datos en campo. Las mediciones en campo se tomaron para 04 viviendas unifamiliares, ubicándose en un punto estratégico.
- ✓ Trabajo en gabinete.
- ✓ Confeccionar la tabla de los datos tomados en campo, ordenándolas de mayor a menor.

- ✓ Elaboración del diagrama de Pareto.
- ✓ Elaboración del diagrama de Ishikawa
- ✓ Elaboración de la Carta de Balance.
- ✓ Resultados de la mejora de productividad.
- ✓ Comparar los resultados obtenidos para las 14 construcciones.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. RESULTADOS

Caso 1: Vivienda 1

- ✓ **Ubicación** : Pedro P. Herrera Cuadra 3 # 329- Hualmay
- ✓ **Área** : 60.45 m².
- ✓ **Uso** : Vivienda Unifamiliar

ENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 02 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Tomar medidas de las tablas (TT)	TT	
Colocación de las tablas (CCT)	CCT	
Tomar medidas de soleras	TS	
Corte de soleras	CS	
Colocación de solera	CCS	
Tomar medidas de pies derechos	TPD	
Colocación de pies derechos	CCPD	
Colocación de cuñas	CC	
Clavar madera	CM	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	

Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CHT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Nota: Elaboración Propia

✓ Carta de Balance:

Tabla 2: Carta de Balance del Encofrado - Vivienda 1

Nº MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	O	CCT	RI	CCPD
2	TM	RI	TM	RI
3	MV	RI	TM	CCPD
4	MV	RI	TM	O
5	TM	RI	TM	RI
6	TM	RI	TM	CC
7	O	CM	R	CCPD
8	TM	MV	R	CCPD
9	CM	RI	R	CCPD
10	MV	RI	R	RI
11	MV	RI	E	E
12	MV	CCT	E	CC
13	O	CM	CCPD	CCPD
14	TM	CM	E	E
15	TT	CM	E	E
16	O	CHT	E	E
17	TM	CCT	TM	TM
18	O	CCT	E	TM
19	MV	CM	E	E
20	O	RI	RI	CCPD
21	O	RI	TPD	RI
22	C	CM	CCPD	MV
23	C	CM	O	O

24	C	O	R	O
25	TM	O	R	O
26	TM	RI	RI	MV
27	CM	RI	RI	MV
28	CM	RI	TPD	O
29	CM	MV	O	O
30	CCPD	O	TPD	O
31	CM	O	CC	O
32	O	O	O	O
33	TPD	O	E	CM
34	O	CM	E	CCPD
35	TS	RI	RI	R
36	CS	CCT	O	R
37	TM	O	TM	R
38	CM	RI	CCPD	R
39	TM	CCT	TM	R
40	CC	RI	TM	CM
41	CS	O	R	O
42	CM	MV	E	TM
43	TM	CM	RI	TPD
44	MV	CM	CCPD	TPD
45	O	RI	RI	TPD
46	TM	MV	R	TM
47	TM	MV	R	TPD
48	O	RI	RI	TM
49	CCPD	RI	RI	O
50	RI	RI	TM	TPD
51	RI	RI	TM	CCPD
52	RI	RI	TM	E
53	CCS	RI	CC	CCPD
54	CCS	RI	TM	CCPD
55	CCPD	CM	O	CCPD
56	O	CM	O	O

57	O	CM	O	O
58	CCPD	CM	CC	O
59	O	CCT	CC	O
60	O	CCT	O	R

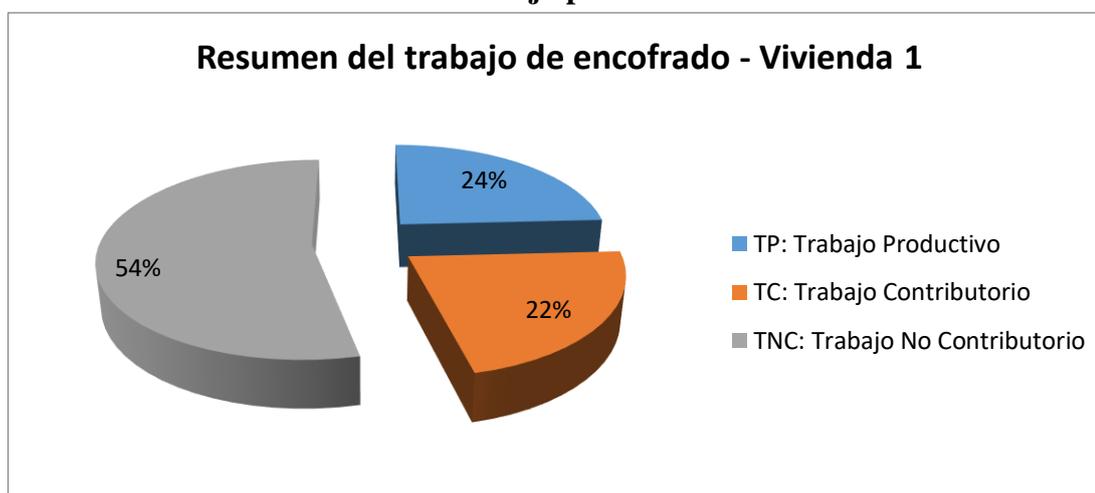
Nota: Elaboración Propia

Tabla 3: Resumen de trabajo para el encofrado - Vivienda 1

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	24.2%
TC	22.1%
TNC	53.7%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 1: Resumen de trabajo para el encofrado – Vivienda 1



Fuente: Elaboración Propia

LADRILLO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 01 PEON
- ✓ **Tipo de Trabajo**

Tabla 4: Carta de Balance para la colocación del ladrillo - Vivienda 1

N° MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01
1	TM	TM	TM
2	TM	TM	TM
3	TM	TM	TM
4	TM	TM	TM
5	TM	TM	TM
6	TM	TM	TM
7	TM	TM	TM
8	TM	TM	TM
9	TM	TM	TM
10	TM	TM	TM
11	TM	TM	TM
12	TM	TM	TM
13	TM	TM	TM
14	TM	TM	TM
15	TM	RT	H
16	CL	RT	R
17	CL	RT	TM
18	CL	RT	RT
19	TM	RT	RT
20	C	RT	RT
21	TM	RT	RT
22	CL	RT	TM
23	C	MV	TM
24	CL	RT	TM
25	MV	RT	R
26	CL	RT	R
27	TM	RT	R
28	TM	RT	R
29	CL	B	R

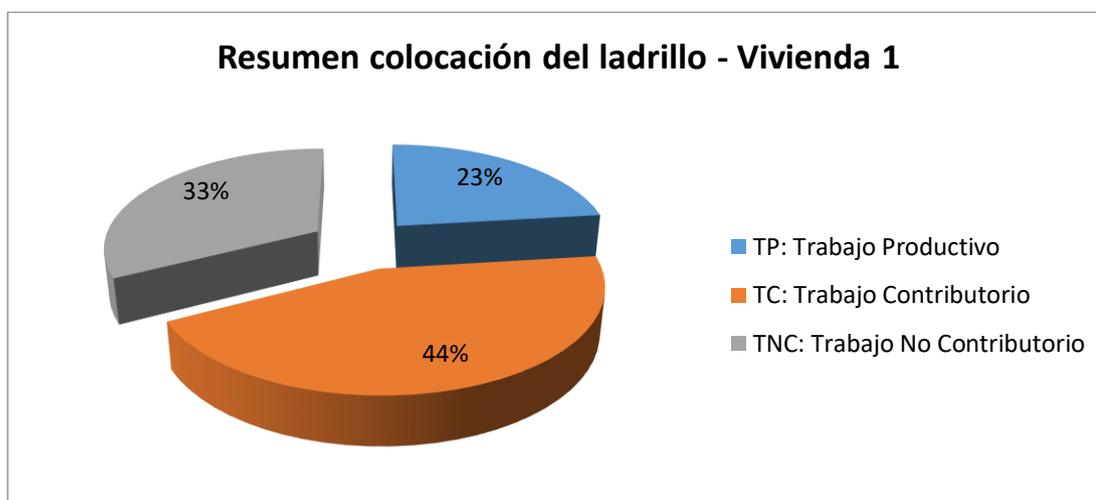
30	TM	B	R
31	CL	RT	CT
32	RI	RT	RI
33	RT	O	R
34	RT	RT	R
35	TM	CL	R
36	TM	RT	R
37	RT	RT	R
38	RT	RT	R
39	CL	RT	TM
40	CL	CL	TM
41	CL	CL	TM
42	CL	CL	TM
43	CL	CL	TM
44	CL	CL	TM
45	H	CL	TM
46	CL	CL	TM
47	CL	CL	R
48	CL	CL	TM
49	CL	HL	TM
50	CL	TM	TM
51	CL	CL	TM
52	O	TM	TM
53	RT	HL	TM
54	CL	O	O
55	CL	MV	TM
56	CL	RT	RT
57	CL	RT	RT
58	CL	RT	TM
59	CL	CL	TM
60	H	CL	TM

Nota: Elaboración Propia

Tabla 5: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 1

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	23.1%
TC	44.3%
TNC	32.6%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 2: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 1

Nota: Elaboración Propia

ACERO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 02 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Tomar medidas del acero	TA	
Corte del acero	CA	
Colocación del acero	CCA	
Amarre del acero	AA	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos	LP	

Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
Doblado del acero	DA	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Nota: Elaboración Propia

✓ **Carta de Balance**

Tabla 6: Carta de Balance del Acero - Vivienda 1

N° MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	RT	TA	CCA	O
2	RT	MV	MV	MV
3	RT	TA	MV	MV
4	RT	TA	O	O
5	RT	TA	CCA	CCA
6	RT	TA	TM	TA
7	RT	MV	MV	MV
8	RT	TM	O	TM
9	RT	CCA	O	CCA
10	RT	CCA	O	CCA
11	RT	CCA	O	CCA
12	RT	CCA	O	O
13	RT	CCA	O	CCA

14	RT	AA	MV	MV
15	RT	MV	MV	MV
16	RT	CCA	CCA	MV
17	RT	CCA	CCA	CCA
18	RT	AA	O	AA
19	RT	CCA	O	CCA
20	RT	CCA	O	CCA
21	RT	CCA	CCA	CCA
22	RT	AA	AA	AA
23	RT	AA	AA	AA
24	RT	AA	AA	AA
25	RT	AA	AA	AA
26	RT	AA	AA	AA
27	RT	AA	AA	AA
28	RT	AA	AA	AA
29	RT	AA	AA	AA
30	RT	AA	AA	AA
31	RT	AA	AA	AA
32	RT	AA	AA	AA
33	RT	AA	O	AA
34	RT	AA	AA	AA
35	RT	AA	AA	AA
36	RT	AA	AA	AA
37	TA	AA	AA	AA
38	TA	AA	AA	AA
39	RT	AA	AA	AA
40	RT	AA	AA	AA
41	RT	AA	AA	AA
42	RT	AA	AA	AA
43	RT	AA	AA	AA
44	RT	RI	RI	AA
45	RT	AA	AA	AA

46	RT	AA	AA	AA
47	RT	AA	AA	AA
48	RT	AA	AA	AA
49	RT	AA	AA	AA
50	RT	AA	AA	AA
51	C	AA	AA	AA
52	C	AA	AA	AA
53	O	TM	AA	AA
54	TM	AA	AA	TM
55	TM	AA	AA	TM
56	TM	AA	AA	TM
57	TM	AA	AA	TM
58	TM	AA	AA	TM
59	TM	AA	AA	TM
60	TM	AA	AA	TM

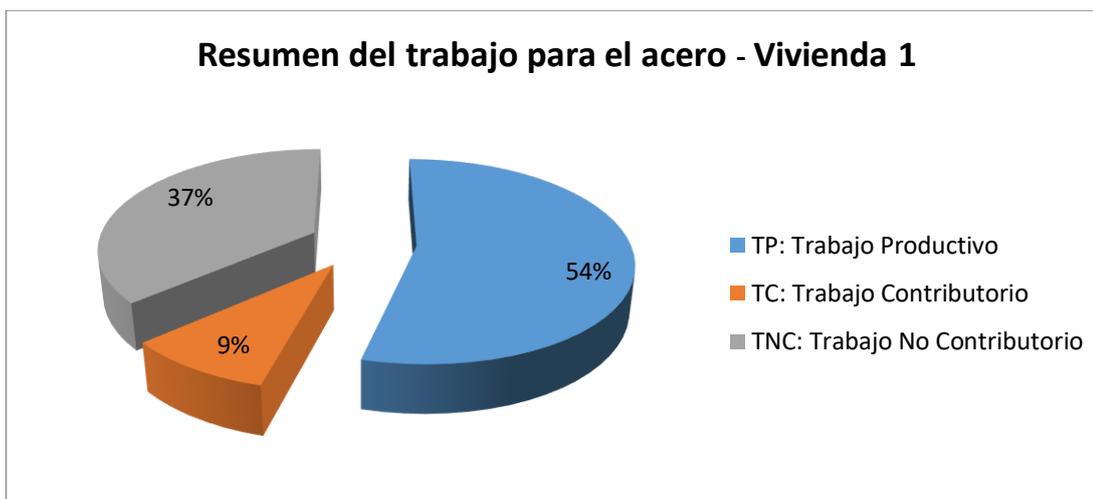
Nota: Elaboración Propia

Tabla 7: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 1

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	54.1%
TC	9.4%
TNC	36.5%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 3: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 1



Nota: Elaboración Propia

CONCRETO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 07 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Mezclado del concreto	MC	
Vaciado del concreto	VC	
Esparcir la mezcla	EM	
Reglear	R	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos (LP)	LP	
Transporte de materiales (TM)	TM	
Transporte del concreto (TC)	TC	
Recibir instrucciones (RI)	RI	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar (O)	O	
Conversar (C)	C	
Descansar (D)	D	
Permisos (P)	P	
Hablar por celular (H)	H	
Fatiga del trabajador (FT)	FT	
Ir a SS.HH (B)	B	
Esperas / hacer colas (E)	E	

Comer en horas de trabajo (CT)	CT	
Caminar con las manos vacías (MV)	MV	
Rehacer trabajos (RT)	RT	

Nota: Elaboración Propia

✓ Carta de Balance

Tabla 8: Carta de Balance del concreto - Vivienda 1

N° MEDICION	OP	OF	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	RT	RI	MV	VC	B	VC	E	O	O
2	RT	EM	VC	TM	TC	VC	TM	TM	TM
3	RT	O	E	TM	TC	E	MC	O	O
4	RT	EM	CT	VC	TM	CT	MC	O	O
5	RT	EM	E	VC	E	E	TM	O	O
6	O	MV	VC	TC	MV	TC	MC	O	O
7	RT	EM	MV	TC	E	VC	TM	O	O
8	RT	EM	TC	TC	TC	E	MC	O	O
9	RT	EM	TC	MV	TC	E	MC	O	O
10	RT	O	E	TC	E	VC	TM	TM	TM
11	RT	O	TC	E	TC	E	MC	O	O
12	RT	EM	TC	E	TC	E	MC	O	O
13	RT	MV	E	MV	E	E	TM	TM	TM
14	RT	O	VC	VC	TC	TC	E	O	O
15	RT	EM	TC	VC	VC	TM	TM	TM	TM
16	RT	EM	E	E	TC	E	MC	O	O
17	O	EM	TC	TC	TC	VC	TM	TM	TM
18	R	O	E	E	TC	TM	MC	O	O
19	R	EM	E	VC	E	E	MC	O	O
20	O	EM	E	E	E	CT	TM	TM	TM
21	RT	RT	TC	E	E	E	O	TM	TM
22	RT	RI	VC	VC	TC	TC	MC	O	O

23	O	O	E	E	E	TM	TM	TM	TM
24	O	O	E	E	B	E	TM	TM	TM
25	B	O	O	TC	TM	O	MC	O	O
26	RI	RI	TM	O	TC	TC	MC	TM	B
27	O	O	TC	TC	E	E	O	TM	O
28	RT	O	E	E	E	RI	TM	TM	TM
29	CT	MV	TC	E	TC	E	MC	O	O
30	RT	RI	E	E	TC	TC	MC	O	O
31	EM	O	VC	TC	VC	TC	O	O	O
32	EM	RI	TC	E	TC	E	TM	TM	TM
33	EM	O	TC	TC	TC	E	MC	O	O
34	MV	MV	TM	TM	TM	E	MC	TM	TM
35	EM	RI	TC	E	TC	TM	O	O	O
36	O	EM	VC	VC	VC	TC	MC	O	O
37	R	O	VC	TC	VC	TC	E	O	O
38	R	EM	E	E	TC	E	MC	O	O
39	R	B	TC	VC	TC	MV	MC	CT	CT
40	R	MV	TC	VC	TC	VC	TM	TM	TM
41	EM	EM	E	E	TC	E	MC	O	O
42	O	EM	TC	VC	TC	E	E	O	O
43	R	EM	TC	E	TC	E	TM	TM	TM
44	O	EM	TC	TC	TC	E	MC	O	O
45	R	EM	TC	TC	E	TC	TM	TM	TM
46	R	O	E	E	E	E	E	TM	TM
47	C	C	VC	TC	TC	VC	MC	O	O
48	EM	EM	VC	E	VC	TC	TM	TM	TM
49	R	O	E	E	TM	CT	MC	O	O
50	R	O	E	TC	VC	E	MC	O	O
51	O	EM	TC	TC	TC	TC	TM	TM	TM
52	O	MV	TC	TC	VC	TC	MC	O	O

53	MV	O	TC	VC	VC	TC	TM	TM	TM
54	R	O	E	E	E	E	TM	TM	TM
55	R	O	VC	E	TC	VC	MC	O	O
56	B	EM	TC	TC	TC	TC	TM	TM	TM
57	MV	O	E	E	TC	E	MC	O	O
58	R	O	E	TC	VC	E	MC	O	O
59	R	EM	E	E	E	E	TM	TM	TM
60	R	O	TC	VC	VC	TC	O	O	O

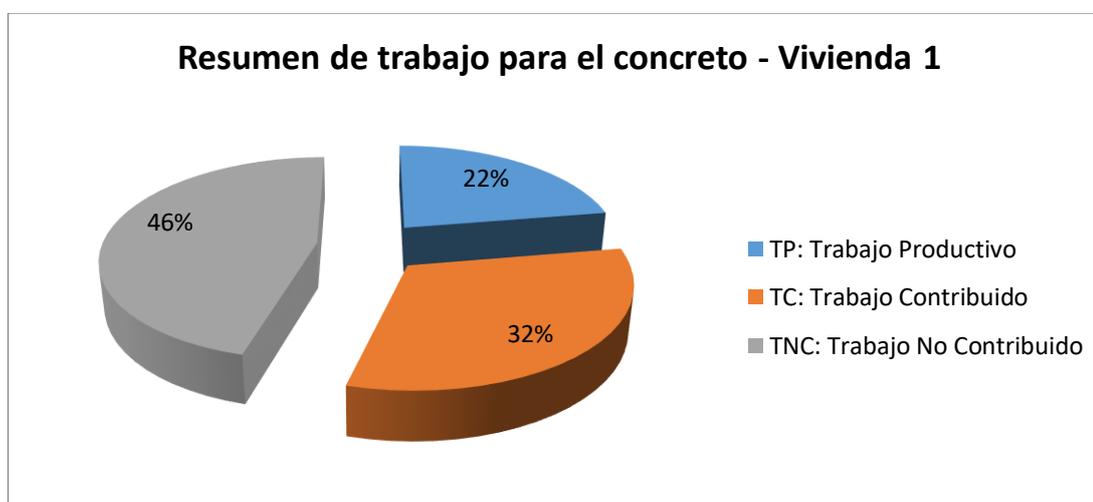
Nota: Elaboración Propia

Tabla 9: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 1

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	22.4%
TC	31.8%
TNC	45.8%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 4: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 1



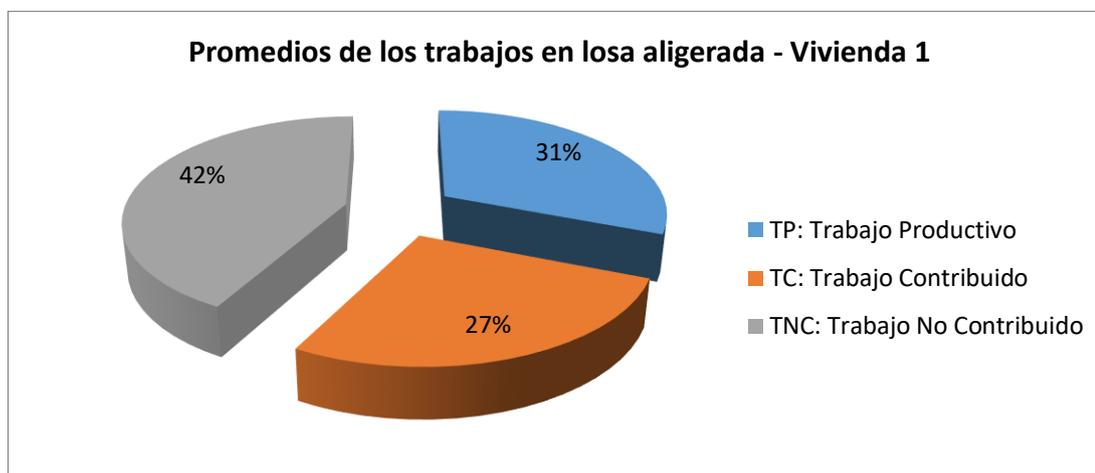
Nota: Elaboración Propia

Tabla 10: Promedio de los trabajos generado por las actividades del encofrado, ladrillo, acero y concreto en losa aligerada – Vivienda 1

Resumen del Trabajo generado por las actividades	
Trabajo	% Participante. Promedio
TP	31.0%
TC	26.9%
TNC	42.1%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 5: Promedios de los trabajos en losa aligerada - Vivienda 1



Nota: Elaboración Propia

Caso 2: Vivienda 2

- ✓ **Ubicación** : Avenida San Martín – Cuadra 4 – Interior 7– Huacho
- ✓ **Área** : 80.00 m².
- ✓ **Uso** : Vivienda Unifamiliar

ENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 02 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Tomar medidas de las tablas (TT)	TT	
Colocación de las tablas (CCT)	CCT	
Tomar medidas de soleras	TS	

Corte de soleras	CS	
Colocación de solera	CCS	
Tomar medidas de pies derechos	TPD	
Colocación de pies derechos	CCPD	
Colocación de cuñas	CC	
Clavar madera	CM	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CHT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Nota: Elaboración Propia

✓ **Carta de Balance:**

Tabla 11: Carta de Balance del Encofrado - Vivienda 2

Nº MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	TM	CCT	R	CCPD
2	TM	RI	R	RI
3	TM	RI	TM	CCPD
4	MV	RI	TM	O
5	TM	CCT	TM	RI
6	TM	RI	TM	CC
7	O	CM	R	CCPD
8	TM	MV	R	CCPD

9	CM	RI	TM	CCPD
10	MV	RI	TM	RI
11	O	RI	TM	E
12	O	CCT	TM	CC
13	O	CM	CCPD	CCPD
14	TM	CM	E	E
15	TT	CHT	E	E
16	O	CHT	E	E
17	TM	CCT	TM	TM
18	O	CCT	E	TM
19	MV	CM	E	E
20	O	RI	RI	CCPD
21	O	RI	TPD	RI
22	CCPD	CM	CCPD	MV
23	TM	CM	O	O
24	TM	O	R	O
25	TM	O	R	TM
26	TM	RI	RI	TM
27	CM	RI	RI	TM
28	CM	RI	TPD	TM
29	CM	MV	O	O
30	CCPD	O	TPD	O
31	CM	O	CC	O
32	O	O	O	O
33	C	O	E	CM
34	O	CM	E	CCPD
35	TS	RI	RI	R
36	CS	CCT	O	R
37	TM	O	TM	R
38	CM	RI	CCPD	R
39	TM	CCT	TM	R
40	CC	RI	TM	CM

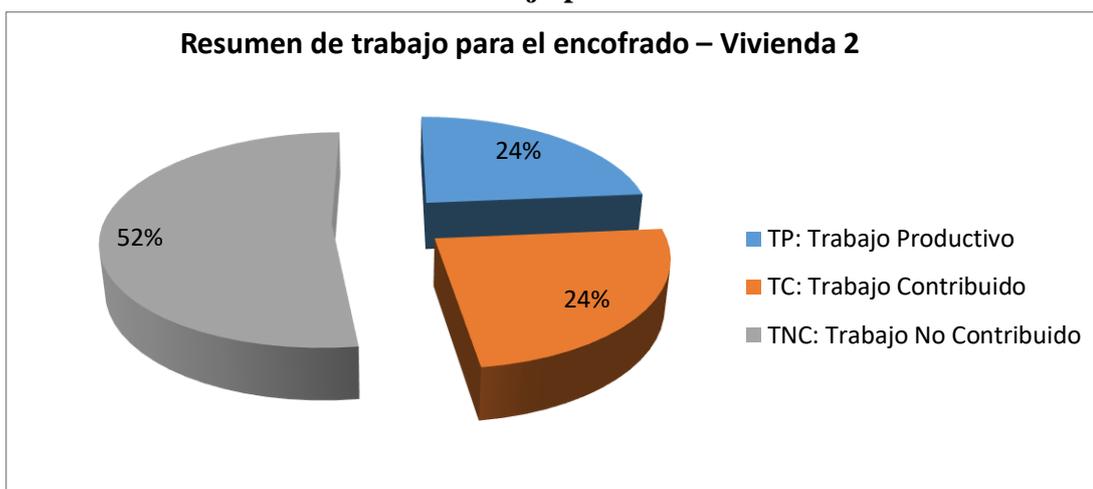
41	CS	O	R	O
42	CM	MV	E	TM
43	TM	CM	RI	TPD
44	MV	CM	CCPD	TM
45	O	RI	RI	TM
46	TM	MV	R	TM
47	TM	O	R	TPD
48	O	O	RI	TM
49	CCPD	O	RI	O
50	RI	RI	TM	O
51	RI	RI	TM	O
52	RI	RI	TM	O
53	CCS	RI	CC	CCPD
54	TM	CCT	TM	CCPD
55	TM	CCT	O	O
56	O	CM	O	O
57	O	CCT	O	O
58	CCPD	CCT	CC	O
59	O	CCT	CC	O
60	CCS	CCT	O	CCPD

Nota: Elaboración Propia

Tabla 12: Resumen de trabajo para el encofrado - Vivienda 2

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	23.6%
TC	24.2%
TNC	52.2%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 6: Resumen de trabajo para el encofrado – Vivienda 2

Fuente: Elaboración Propia

LADRILLO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 01 PEON
- ✓ **Tipo de Trabajo**

Tabla 13: Carta de Balance para la colocación del ladrillo - Vivienda 2

N° MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	TM	TM	TM	TM
2	TM	TM	TM	TM
3	TM	TM	TM	TM
4	TM	TM	TM	TM
5	CL	TM	TM	TM
6	TM	TM	TM	TM
7	TM	TM	TM	TM
8	TM	TM	TM	TM
9	TM	TM	TM	TM
10	TM	TM	TM	TM
11	TM	B	TM	TM
12	TM	TM	TM	TM
13	TM	TM	TM	TM
14	TM	TM	TM	TM

15	TM	RT	H	H
16	CL	RT	R	R
17	CL	RT	TM	TM
18	CL	RT	RT	RT
19	TM	O	RT	RT
20	C	RT	RT	RT
21	TM	RT	RT	RT
22	CL	RT	TM	TM
23	C	MV	TM	TM
24	CL	RT	TM	TM
25	MV	RT	R	R
26	CL	RT	R	R
27	TM	RT	O	O
28	TM	RT	R	R
29	CL	B	R	R
30	TM	B	R	R
31	CL	RT	CT	CT
32	RI	RT	RI	RI
33	RT	O	R	R
34	RT	RT	R	R
35	TM	CL	R	R
36	TM	RT	R	R
37	RT	RT	R	R
38	RT	RT	R	R
39	CL	RT	TM	TM
40	CL	CL	TM	TM
41	CL	CL	TM	TM
42	CL	CL	O	O
43	O	CL	TM	TM
44	CL	CL	TM	TM
45	H	CL	TM	TM
46	CL	CL	TM	TM

47	CL	CL	R	R
48	CL	CL	TM	TM
49	CL	HL	TM	TM
50	CL	TM	TM	TM
51	CL	CL	TM	TM
52	O	TM	TM	TM
53	RT	HL	TM	TM
54	CL	O	O	O
55	CL	MV	TM	TM
56	CL	RT	RT	RT
57	O	O	RT	RT
58	CL	RT	TM	TM
59	CL	CL	TM	TM
60	H	CL	TM	TM

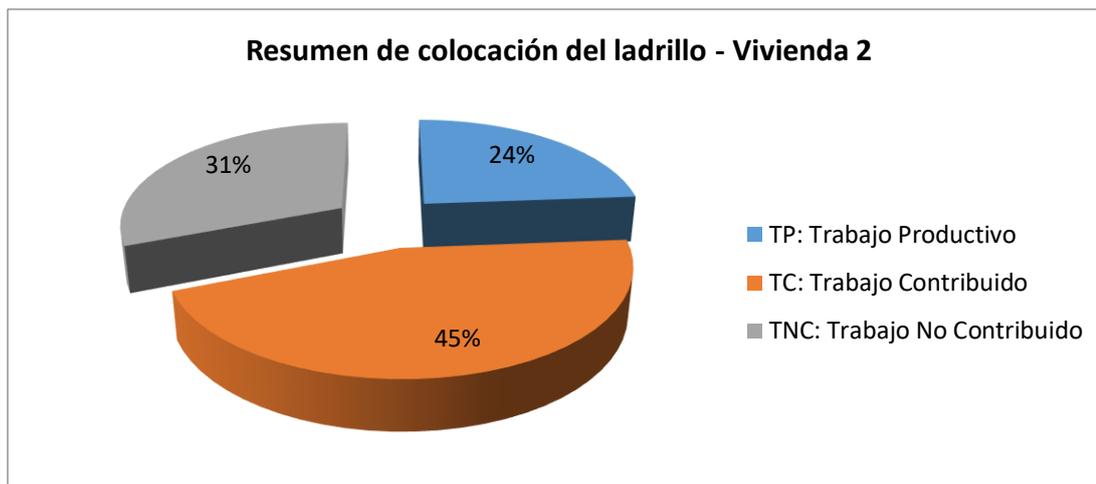
Nota: Elaboración Propia

Tabla 14: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 2

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	23.8%
TC	45.2%
TNC	31.0%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 7: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 2



Nota: Elaboración Propia

ACERO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 02 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Tomar medidas del acero	TA	
Corte del acero	CA	
Colocación del acero	CCA	
Amarre del acero	AA	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
Doblado del acero	DA	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Nota: Elaboración Propia

✓ **Carta de Balance****Tabla 15: Carta de Balance del Acero - Vivienda 2**

N° MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	TM	TA	DA	O
2	TM	AA	DA	MV
3	TM	AA	DA	AA
4	TM	AA	DA	AA
5	TM	AA	DA	AA
6	TM	AA	DA	AA
7	TM	AA	DA	AA
8	TM	AA	DA	AA
9	TM	AA	DA	AA
10	TM	AA	DA	AA
11	TM	AA	O	CCA
12	TM	CCA	O	O
13	RT	CCA	O	CCA
14	RT	AA	MV	MV
15	RT	MV	MV	MV
16	RT	CCA	CCA	MV
17	RT	CCA	CCA	CCA
18	RT	AA	O	AA
19	RT	CCA	O	CCA
20	RT	CCA	O	CCA
21	RT	CCA	CCA	CCA
22	RT	AA	AA	AA
23	RT	AA	AA	AA
24	RT	AA	AA	AA
25	RT	AA	AA	AA
26	RT	AA	AA	AA
27	RT	AA	AA	AA
28	RT	AA	AA	AA

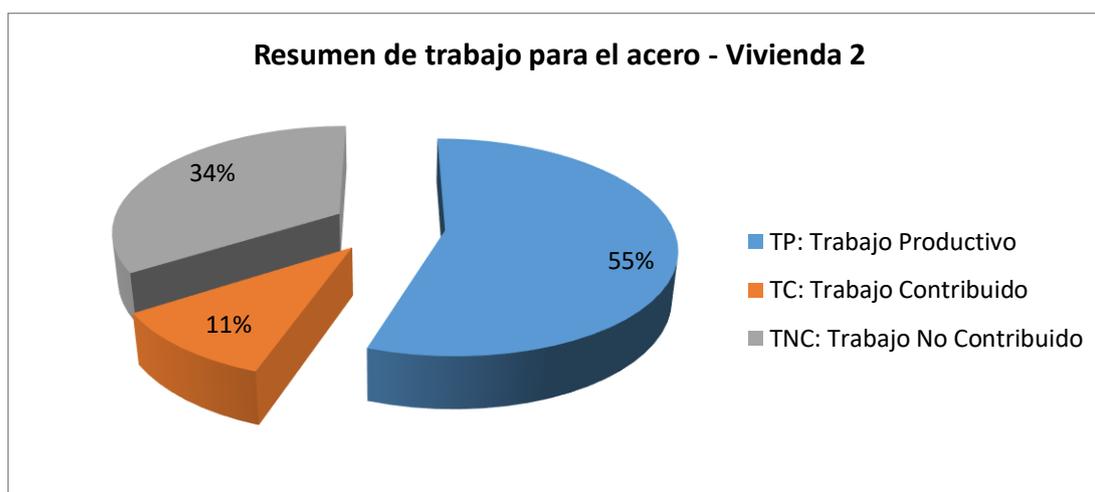
29	RT	AA	AA	AA
30	RT	AA	AA	AA
31	RT	AA	AA	AA
32	RT	AA	AA	AA
33	RT	AA	O	AA
34	RT	AA	AA	AA
35	RT	AA	AA	AA
36	RT	AA	AA	AA
37	TA	AA	AA	AA
38	TA	AA	AA	AA
39	RT	AA	AA	AA
40	RT	AA	AA	AA
41	RT	AA	AA	AA
42	RT	AA	AA	AA
43	RT	AA	AA	AA
44	RT	RI	RI	AA
45	RT	AA	AA	AA
46	RT	AA	AA	AA
47	O	O	AA	AA
48	RT	AA	AA	AA
49	RT	AA	AA	AA
50	RT	AA	AA	AA
51	C	AA	AA	AA
52	C	AA	AA	AA
53	O	TM	AA	AA
54	TM	AA	AA	TM
55	TM	AA	AA	TM
56	TM	AA	AA	TM
57	TM	AA	O	O
58	TM	AA	AA	TM
59	TM	AA	AA	TM
60	TM	AA	AA	TM

Nota: Elaboración Propia

Tabla 16: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 2

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	55.3%
TC	10.6%
TNC	34.1%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 8: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 2

Nota: Elaboración Propia

CONCRETO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 07 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Mezclado del concreto	MC	
Vaciado del concreto	VC	
Esparcir la mezcla	EM	
Reglear	R	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		

Leer planos (LP)	LP	
Transporte de materiales (TM)	TM	
Transporte del concreto (TC)	TC	
Recibir instrucciones (RI)	RI	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar (O)	O	
Conversar (C)	C	
Descansar (D)	D	
Permisos (P)	P	
Hablar por celular (H)	H	
Fatiga del trabajador (FT)	FT	
Ir a SS.HH (B)	B	
Esperas / hacer colas (E)	E	
Comer en horas de trabajo (CT)	CT	
Caminar con las manos vacías (MV)	MV	
Rehacer trabajos (RT)	RT	

Nota: Elaboración Propia

✓ **Carta de Balance**

Tabla 17: Carta de Balance del concreto - Vivienda 2

N° MEDICION	OP	OF	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	RT	EM	MV	VC	B	VC	E	O	O
2	O	EM	VC	TM	TC	VC	TM	TM	TM
3	RT	O	E	TM	TC	E	MC	O	O
4	RT	EM	CT	VC	TM	CT	MC	O	O
5	RT	EM	E	VC	E	E	TM	TM	TM
6	O	MV	VC	TC	MV	TC	MC	TM	TM
7	RT	EM	MV	TC	E	VC	TM	O	O
8	RT	EM	TC	TM	TC	E	MC	O	O
9	RT	EM	TC	TM	TC	TC	MC	O	O
10	RT	O	E	TC	E	TC	TM	TM	TM
11	RT	O	TC	E	TC	TC	MC	O	O

12	RT	EM	TC	E	TC	E	MC	O	O
13	RT	MV	E	MV	E	E	TM	TM	TM
14	RT	O	VC	VC	TC	TC	E	O	O
15	RT	EM	TC	VC	VC	TM	TM	TM	TM
16	RT	EM	E	E	TC	E	MC	O	O
17	O	EM	TC	TC	TC	VC	TM	TM	TM
18	R	O	E	E	TC	TM	MC	O	O
19	R	EM	E	VC	E	E	MC	O	O
20	O	EM	E	E	E	CT	TM	TM	TM
21	RT	RT	TC	E	E	E	O	TM	TM
22	RT	RI	VC	VC	TC	TC	MC	O	O
23	O	O	E	E	E	TM	TM	TM	TM
24	O	O	E	E	B	E	TM	TM	TM
25	B	O	O	TC	TM	O	MC	O	O
26	RI	RI	TM	O	TC	TC	MC	TM	B
27	O	O	TC	TC	E	E	O	TM	O
28	RT	O	E	E	E	RI	TM	TM	TM
29	CT	MV	TC	E	TC	E	MC	O	O
30	RT	RI	E	E	TC	TC	MC	O	O
31	EM	O	VC	TC	VC	TC	O	O	O
32	EM	RI	TC	E	TC	E	TM	TM	TM
33	EM	O	TC	TC	TC	E	MC	O	O
34	MV	MV	E	TM	TM	E	MC	TM	TM
35	EM	RI	E	E	TC	TM	O	O	O
36	O	EM	VC	VC	VC	TC	MC	O	O
37	R	O	VC	TC	VC	TC	E	O	O
38	R	EM	E	E	TC	E	MC	O	O
39	R	B	TC	VC	TC	MV	MC	CT	CT
40	R	MV	TC	VC	TC	TC	TM	TM	TM
41	EM	EM	E	E	TC	TC	MC	O	O

42	O	EM	TC	VC	TC	E	E	O	O
43	R	EM	TC	E	TC	E	TM	TM	TM
44	O	EM	TC	TC	TC	E	MC	O	O
45	R	EM	TC	TC	E	TC	TM	TM	TM
46	R	O	E	E	E	E	E	TM	TM
47	C	C	VC	TC	TC	VC	MC	O	O
48	EM	EM	VC	E	VC	TC	TM	TM	TM
49	R	O	E	E	TM	CT	MC	O	O
50	R	O	E	TC	VC	E	E	O	O
51	O	EM	TC	TC	TC	TC	E	TM	TM
52	O	MV	TC	TC	VC	TC	E	O	O
53	MV	O	TC	VC	TC	TC	TM	TM	TM
54	R	O	E	E	TC	E	TM	TM	TM
55	R	O	VC	E	TC	VC	MC	O	O
56	R	EM	TC	TC	TC	TC	TM	TM	TM
57	R	O	E	E	TC	E	MC	O	O
58	R	O	E	TC	VC	E	MC	O	O
59	R	EM	E	E	E	E	TM	TM	TM
60	R	O	TC	VC	VC	TC	O	O	O

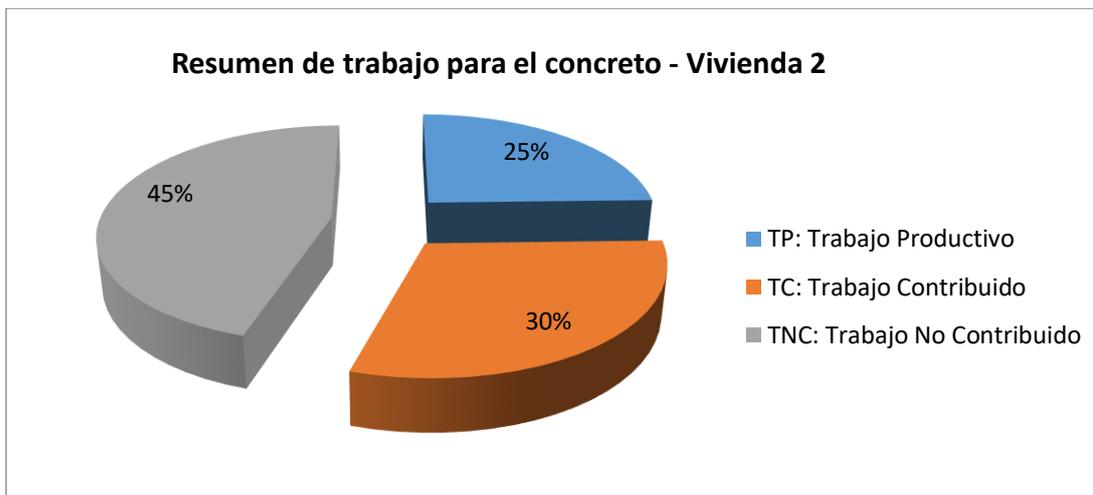
Nota: Elaboración Propia

Tabla 18: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 2

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	24.6%
TC	30.1%
TNC	45.3%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 9: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 2



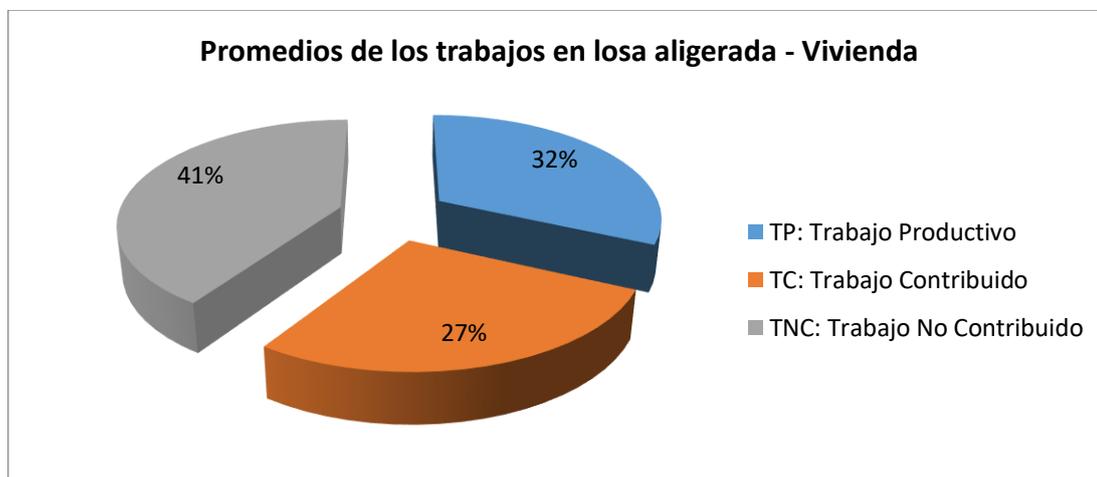
Nota: Elaboración Propia

Tabla 19: Promedio de los trabajos generado por las actividades del encofrado, ladrillo, acero y concreto en losa aligerada – Vivienda 2

Resumen del Trabajo generado por las actividades	
Trabajo	% Participante. Promedio
TP	31.8%
TC	27.5%
TNC	40.7%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 10: Promedios de los trabajos en losa aligerada - Vivienda 2



Nota: Elaboración Propia

Caso 3: Vivienda 3

- ✓ **Ubicación** : Calle las delicias – Cuadra 2 N°286– Barranca
- ✓ **Área** : 95.42 m².
- ✓ **Uso** : Vivienda Unifamiliar

ENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 02 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Tomar medidas de las tablas (TT)	TT	
Colocación de las tablas (CCT)	CCT	
Tomar medidas de soleras	TS	
Corte de soleras	CS	
Colocación de solera	CCS	
Tomar medidas de pies derechos	TPD	
Colocación de pies derechos	CCPD	
Colocación de cuñas	CC	
Clavar madera	CM	
TC: TRABAJO CONTRIBUTIVO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTIVO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CHT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Nota: Elaboración Propia

✓ Carta de Balance:

Tabla 20: Carta de Balance del Encofrado - Vivienda 3

Nº MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	TM	CCT	TM	CCPD
2	TM	RI	TM	RI
3	TM	RI	TM	RI
4	TM	RI	TM	RI
5	TM	CCT	TM	RI
6	TM	RI	TM	RI
7	TM	CM	R	RI
8	TM	MV	R	CCPD
9	TM	RI	TM	CCPD
10	TM	RI	TM	RI
11	TM	RI	TM	E
12	TM	CCT	TM	CC
13	O	CM	CCPD	CCPD
14	TM	CM	E	E
15	TT	CHT	E	E
16	O	CHT	TM	E
17	TM	CCT	TM	TM
18	O	CCT	TM	TM
19	MV	CM	E	E
20	O	RI	RI	CCPD
21	O	RI	TPD	RI
22	CCPD	CM	CCPD	MV
23	TM	CM	O	O
24	TM	O	R	O
25	TM	O	R	TM
26	TM	RI	RI	TM
27	CM	RI	RI	TM
28	CM	RI	TPD	TM

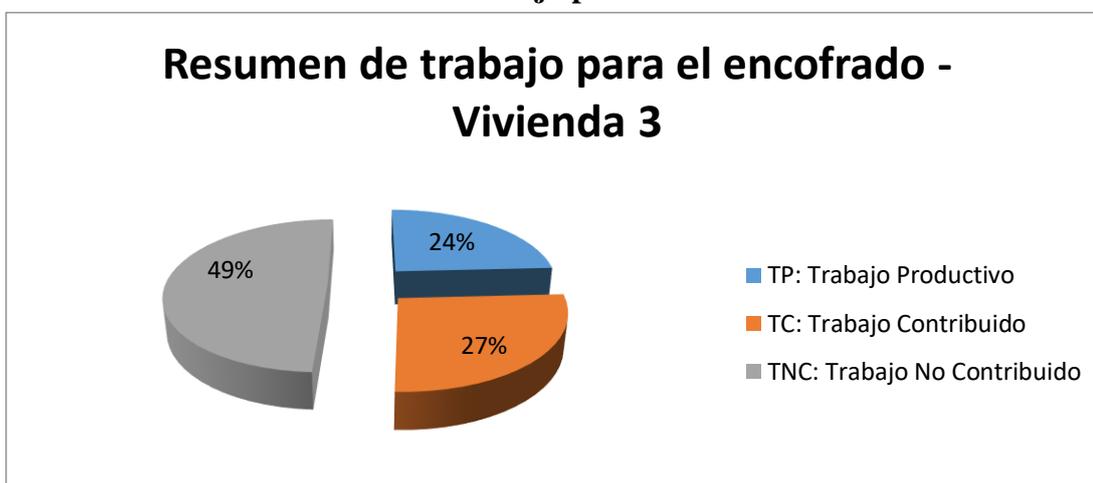
29	CM	MV	O	O
30	CCPD	O	TPD	O
31	CM	O	CC	O
32	O	O	O	O
33	C	CHT	E	CM
34	O	CHT	E	CCPD
35	TS	RI	RI	R
36	CS	CCT	O	R
37	TM	O	TM	R
38	CM	RI	CCPD	R
39	TM	CCT	TM	R
40	CC	RI	TM	CM
41	CS	O	R	O
42	CM	MV	E	TM
43	TM	CM	RI	TPD
44	MV	CM	CCPD	TM
45	O	RI	RI	TM
46	TM	MV	R	TM
47	TM	O	R	TPD
48	O	O	RI	TM
49	CS	O	RI	O
50	RI	RI	TM	O
51	RI	RI	TM	O
52	RI	RI	TM	O
53	CCS	RI	CC	CCPD
54	TM	CCT	TM	CCPD
55	TM	CCT	O	O
56	O	CM	O	O
57	O	CCT	CCPD	CCPD
58	CCPD	RI	CC	O
59	O	RI	CC	O
60	CCS	CCT	O	CCPD

Nota: Elaboración Propia

Tabla 21: Resumen de trabajo para el encofrado - Vivienda 3

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	24.2%
TC	26.5%
TNC	49.3%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 11: Resumen de trabajo para el encofrado – Vivienda 3

Fuente: Elaboración Propia

LADRILLO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 01 PEON
- ✓ **Tipo de Trabajo**

Tabla 22: Carta de Balance para la colocación del ladrillo - Vivienda 3

Nº MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	TM	TM	TM	TM
2	TM	TM	TM	TM
3	CL	TM	H	TM
4	TM	RT	TM	TM
5	TM	CL	TM	H

6	TM	TM	TM	TM
7	TM	TM	TM	TM
8	TM	TM	TM	TM
9	TM	TM	TM	TM
10	TM	TM	TM	TM
11	CL	CL	TM	TM
12	TM	TM	TM	TM
13	TM	TM	TM	TM
14	TM	TM	TM	TM
15	TM	TM	H	H
16	CL	TM	R	R
17	CL	TM	TM	TM
18	CL	RT	RT	RT
19	TM	O	RT	RT
20	C	RT	R	RT
21	TM	O	R	R
22	CL	O	TM	R
23	C	MV	TM	TM
24	CL	RT	TM	TM
25	MV	RT	R	R
26	CL	RT	R	R
27	TM	RT	O	O
28	TM	RT	R	R
29	CL	B	R	R
30	TM	B	R	R
31	CL	RT	CT	CT
32	RI	RT	RI	RI
33	RT	O	R	R
34	RT	RT	R	R
35	TM	CL	R	R
36	TM	RT	R	R

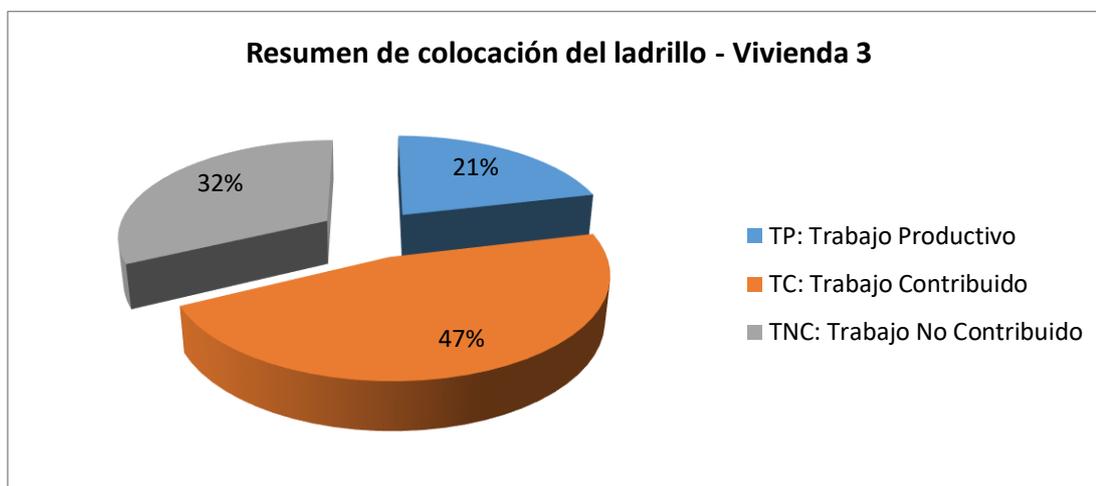
37	RT	RT	R	R
38	RT	RT	R	R
39	CL	RT	TM	TM
40	CL	CL	TM	TM
41	CL	CL	TM	TM
42	CL	CL	O	O
43	O	HL	TM	TM
44	CL	CL	TM	TM
45	H	CL	TM	TM
46	CL	CL	TM	TM
47	CL	CL	R	R
48	CL	CL	TM	TM
49	CL	HL	TM	TM
50	CL	TM	TM	TM
51	CL	CL	TM	TM
52	O	TM	TM	TM
53	RT	HL	TM	TM
54	CL	O	O	O
55	CL	MV	TM	TM
56	CL	RT	RT	RT
57	O	O	RT	RT
58	CL	RT	TM	TM
59	CL	CL	TM	TM
60	CL	HL	TM	TM

Nota: Elaboración Propia

Tabla 23: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 3

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	21.3%
TC	46.5%
TNC	32.2%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 12: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 3

Nota: Elaboración Propia

ACERO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 02 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Tomar medidas del acero	TA	
Corte del acero	CA	
Colocación del acero	CCA	
Amarre del acero	AA	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	

Doblado del acero	DA	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Nota: Elaboración Propia

✓ **Carta de Balance**

Tabla 24: Carta de Balance del Acero - Vivienda 3

N° MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	TM	TA	AA	AA
2	TM	AA	AA	AA
3	TM	AA	AA	AA
4	TM	AA	DA	AA
5	TM	AA	MV	MV
6	TM	AA	MV	MV
7	TM	AA	DA	AA
8	TM	AA	DA	AA
9	TM	AA	DA	AA
10	TM	AA	DA	AA
11	TM	AA	O	CCA
12	TM	CCA	O	O
13	RT	CCA	AA	AA
14	RT	AA	AA	AA
15	RT	MV	AA	AA

16	RT	CCA	AA	AA
17	RT	CCA	AA	AA
18	RT	AA	AA	AA
19	RT	CCA	AA	AA
20	RT	CCA	O	CCA
21	RT	CCA	CCA	CCA
22	RT	AA	AA	AA
23	RT	AA	AA	AA
24	RT	AA	AA	AA
25	RT	AA	AA	AA
26	RT	AA	AA	AA
27	RT	AA	AA	AA
28	RT	AA	AA	AA
29	TM	AA	AA	AA
30	TM	AA	AA	AA
31	TM	AA	AA	AA
32	RT	AA	AA	AA
33	RT	AA	O	AA
34	RT	AA	AA	AA
35	RT	AA	AA	AA
36	RT	AA	AA	AA
37	TA	AA	AA	AA
38	TA	AA	O	AA
39	RT	AA	O	AA
40	RT	AA	AA	AA
41	RT	AA	AA	AA
42	RT	AA	AA	AA
43	RT	AA	AA	O
44	RT	RI	RI	O
45	RT	AA	AA	AA
46	TM	AA	AA	AA
47	TM	O	AA	AA

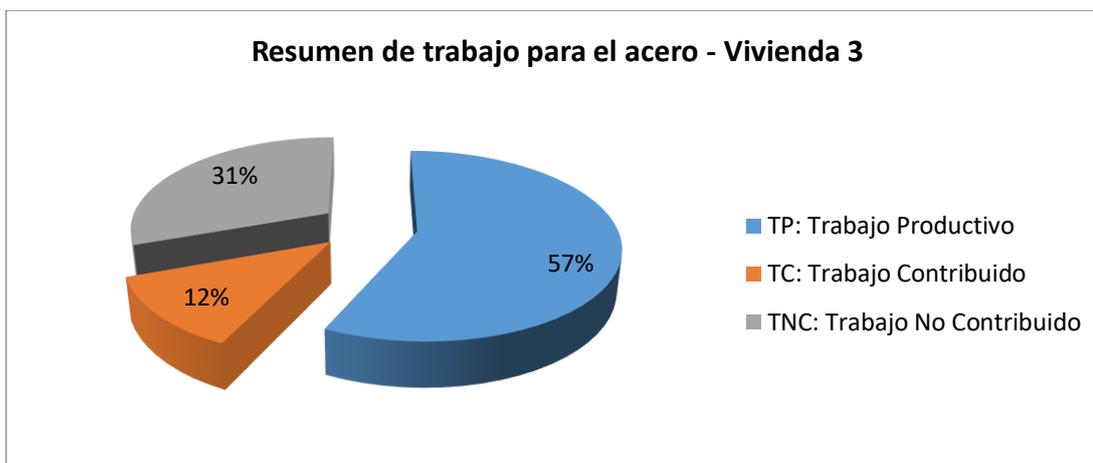
48	TM	AA	AA	AA
49	RT	AA	AA	AA
50	RT	AA	AA	AA
51	C	AA	AA	AA
52	C	AA	AA	AA
53	O	TM	AA	AA
54	TM	AA	AA	TM
55	TM	AA	AA	TM
56	TM	AA	AA	TM
57	TM	AA	O	O
58	TM	AA	AA	TM
59	TM	AA	AA	TM
60	TM	AA	AA	TM

Nota: Elaboración Propia

Tabla 25: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 3

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	57.1%
TC	12.3%
TNC	30.6%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 13: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 3

Nota: Elaboración Propia

CONCRETO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 07 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Mezclado del concreto	MC	
Vaciado del concreto	VC	
Esparcir la mezcla	EM	
Reglear	R	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos (LP)	LP	
Transporte de materiales (TM)	TM	
Transporte del concreto (TC)	TC	
Recibir instrucciones (RI)	RI	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar (O)	O	
Conversar (C)	C	
Descansar (D)	D	
Permisos (P)	P	
Hablar por celular (H)	H	
Fatiga del trabajador (FT)	FT	
Ir a SS.HH (B)	B	
Esperas / hacer colas (E)	E	

Comer en horas de trabajo (CT)	CT	
Caminar con las manos vacías (MV)	MV	
Rehacer trabajos (RT)	RT	

Nota: Elaboración Propia

✓ Carta de Balance

Tabla 26: Carta de Balance del concreto - Vivienda 3

N° MEDICION	OP	OF	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	RT	EM	MV	VC	B	VC	TM	TM	TM
2	EM	EM	VC	TM	TC	VC	TM	TM	TM
3	EM	O	E	TM	TC	E	MC	O	O
4	RT	EM	CT	VC	TM	CT	MC	O	O
5	RT	O	E	VC	E	E	TM	TM	TM
6	O	O	VC	TC	MV	TC	E	TM	TM
7	RT	O	MV	TC	E	VC	E	O	O
8	RT	EM	TC	TM	TC	E	MC	O	O
9	MV	EM	TC	TM	TC	TC	MC	O	O
10	MV	O	E	TC	E	TC	TM	TM	TM
11	RT	O	TC	E	TC	TC	MC	O	O
12	RT	EM	TC	E	TC	E	MC	O	O
13	RT	MV	E	MV	E	E	TM	TM	TM
14	RT	O	VC	VC	TC	TC	E	O	O
15	RT	EM	TC	VC	VC	TM	TM	TM	TM
16	RT	B	E	E	TC	E	MC	O	O
17	O	EM	TC	TC	TC	VC	TM	TM	TM
18	R	O	E	TC	TC	TM	MC	O	O
19	R	EM	E	TC	E	E	MC	O	O
20	O	EM	E	TC	E	CT	TM	TM	TM
21	RT	RT	TC	E	E	E	O	TM	TM
22	RT	RI	VC	VC	TC	TC	MC	O	O

23	O	O	E	E	E	TC	TM	TM	TM
24	O	MV	E	E	B	TC	TM	TM	TM
25	B	MV	O	TC	TM	TC	MC	O	O
26	RI	RI	TM	VC	TC	TC	MC	TM	B
27	O	O	TC	VC	E	VC	O	TM	O
28	RT	O	E	VC	E	VC	TM	TM	TM
29	CT	MV	TC	E	TC	VC	MC	TM	O
30	RT	RI	E	E	TC	TC	MC	TM	O
31	EM	O	VC	TC	VC	TC	O	TM	O
32	EM	RI	TC	E	TC	E	TM	TM	TM
33	EM	O	TC	TC	TC	E	MC	TM	O
34	MV	MV	E	TC	TM	E	MC	TM	TM
35	EM	RI	E	TC	TC	TM	O	O	O
36	O	EM	VC	TC	VC	TC	MC	O	O
37	R	O	VC	TC	VC	TC	E	O	O
38	R	EM	E	TC	TC	E	MC	O	TM
39	R	B	TC	TC	TC	MV	MC	CT	TM
40	R	MV	TC	VC	TC	TC	TM	TM	TM
41	EM	EM	E	E	TC	TC	MC	O	O
42	O	EM	TC	VC	TC	E	E	O	O
43	R	EM	TC	E	TC	E	TM	TM	TM
44	O	EM	TC	TC	TC	E	MC	O	O
45	R	EM	TC	TC	E	TC	TM	TM	TM
46	R	O	E	E	E	E	E	TM	TM
47	C	C	VC	TC	TC	VC	MC	O	O
48	EM	EM	VC	E	VC	TC	TM	TM	TM
49	R	O	E	E	TM	CT	MC	O	O
50	R	O	E	TC	VC	E	E	O	O
51	O	EM	TC	TC	TC	TC	E	TM	TM
52	O	MV	TC	TC	E	TC	E	O	O

53	MV	O	TC	VC	E	TC	TM	TM	TM
54	R	O	E	E	TC	E	TM	TM	TM
55	R	O	VC	E	TC	VC	MC	O	O
56	C	EM	TC	TC	TC	TC	TM	TM	TM
57	R	O	E	E	TC	E	MC	O	O
58	R	O	E	TC	VC	E	MC	O	O
59	MV	MV	E	E	E	E	TM	TM	TM
60	R	O	TC	VC	VC	TC	O	O	O

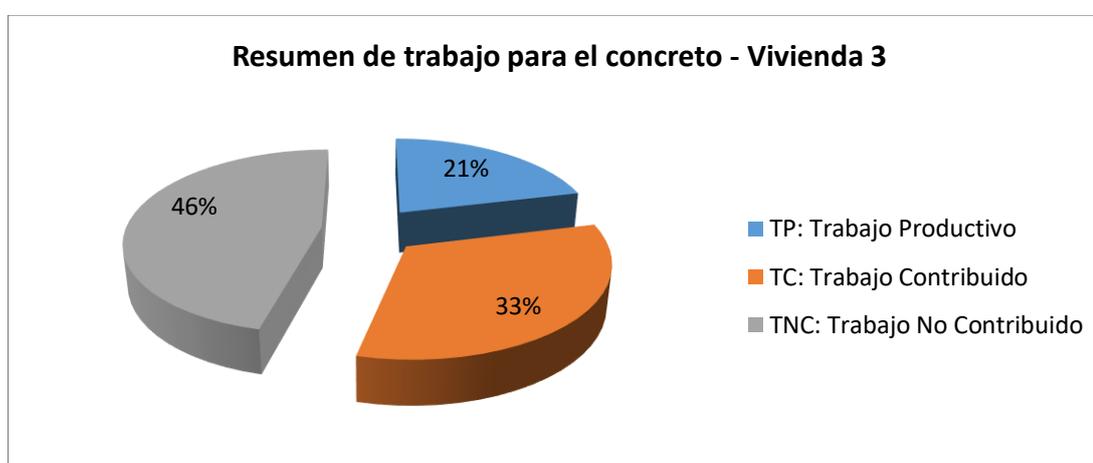
Nota: Elaboración Propia

Tabla 27: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 3

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	21.2%
TC	32.6%
TNC	46.2%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 14: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 3



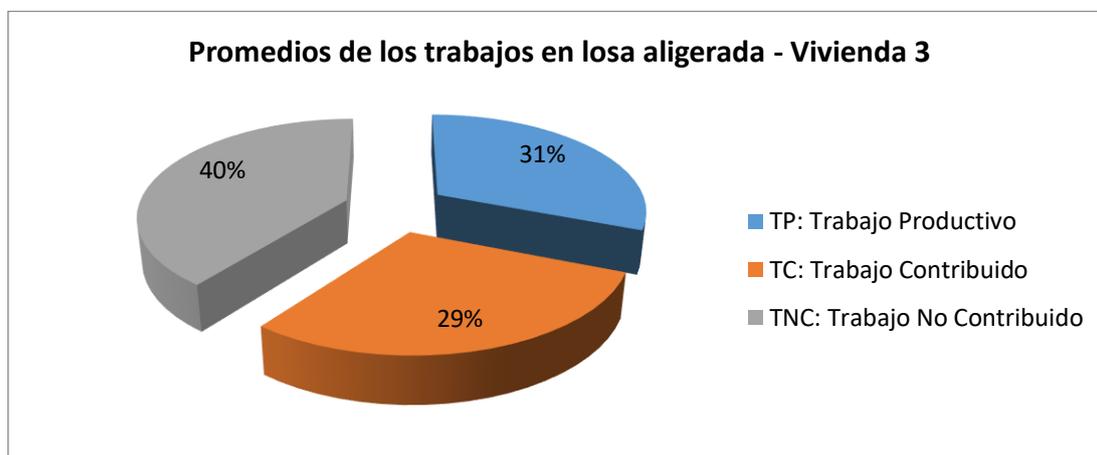
Nota: Elaboración Propia

Tabla 28: Promedio de los trabajos generado por las actividades del encofrado, ladrillo, acero y concreto en losa aligerada – Vivienda 3

Resumen del Trabajo generado por las actividades	
Trabajo	% Participante. Promedio
TP	31.0%
TC	29.5%
TNC	39.5%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 15: Promedios de los trabajos en losa aligerada - Vivienda 3



Nota: Elaboración Propia

Caso 4: Vivienda 4

- ✓ **Ubicación** : Calle los Cedros N°429 – Interior 5B – Huaral
- ✓ **Área** : 68.30 m².
- ✓ **Uso** : Vivienda Unifamiliar

ENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 02 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Tomar medidas de las tablas (TT)	TT	
Colocación de las tablas (CCT)	CCT	
Tomar medidas de soleras	TS	

Corte de soleras	CS	
Colocación de solera	CCS	
Tomar medidas de pies derechos	TPD	
Colocación de pies derechos	CCPD	
Colocación de cuñas	CC	
Clavar madera	CM	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CHT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Nota: Elaboración Propia

✓ **Carta de Balance:**

Tabla 29: Carta de Balance del Encofrado - Vivienda 4

Nº MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	TM	CCT	TM	CCPD
2	TM	RI	TM	RI
3	TM	RI	TM	RI
4	TT	RI	TM	RI
5	TM	CCT	TM	RI
6	TM	RI	TM	RI
7	TM	CM	R	RI
8	O	O	R	CCPD

9	TM	RI	TM	CCPD
10	TM	RI	TM	RI
11	TM	RI	TM	E
12	TM	CCT	TM	CC
13	TM	RI	CCPD	CCPD
14	TM	RI	E	R
15	TM	RI	E	R
16	TM	CHT	TM	E
17	TM	CCT	TM	TM
18	TM	CCT	TM	TM
19	MV	CM	E	E
20	O	RI	RI	CCPD
21	O	RI	TPD	RI
22	CCPD	CM	CCPD	MV
23	TM	CM	O	O
24	TM	O	R	E
25	TM	O	R	E
26	TM	RI	RI	E
27	CM	RI	E	TM
28	CM	RI	E	TM
29	CM	MV	E	O
30	CCPD	O	TPD	O
31	CM	O	CC	O
32	O	O	O	E
33	C	CHT	E	E
34	O	CHT	E	TM
35	TS	RI	RI	TM
36	CS	CCT	O	TM
37	TM	O	TM	TM
38	CM	RI	CCPD	TM
39	TM	CCT	TM	R
40	CC	RI	TM	CM

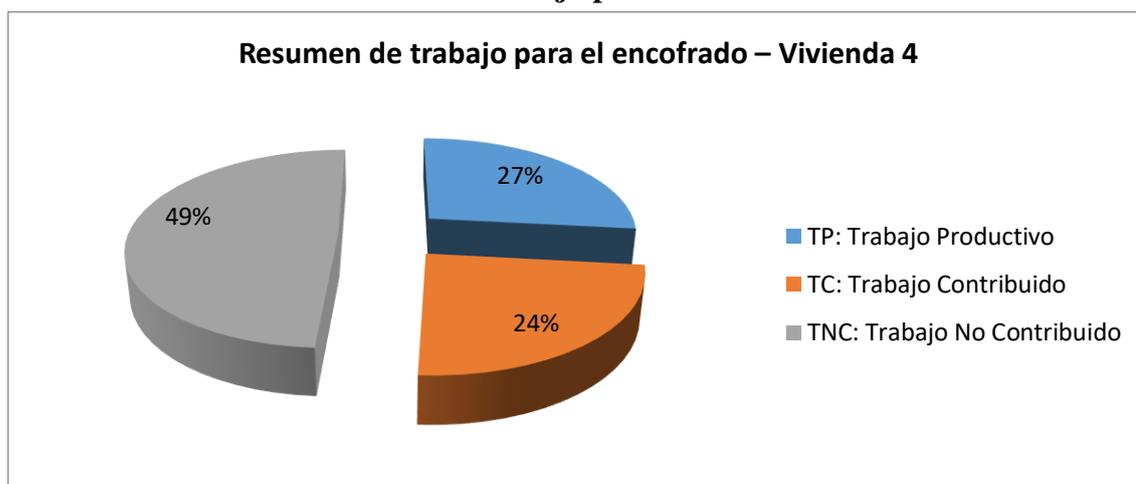
41	CS	O	R	O
42	CM	MV	E	TM
43	TM	CM	RI	TPD
44	MV	CM	TM	TM
45	O	RI	TM	TM
46	TM	CCT	TM	CCPD
47	TM	CCT	TM	TPD
48	O	O	RI	TM
49	CS	O	RI	O
50	RI	RI	TM	O
51	RI	RI	TM	O
52	RI	CCT	TM	O
53	CCS	CCT	CC	CCPD
54	TM	CCT	TM	CCPD
55	TM	CCT	O	TM
56	O	CM	O	TM
57	TM	CCT	CCPD	TM
58	TM	RI	CC	TM
59	O	RI	CC	O
60	CCS	CCT	O	CCPD

Nota: Elaboración Propia

Tabla 30: Resumen de trabajo para el encofrado - Vivienda 4

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	26.7%
TC	24.2%
TNC	49.1%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 16: Resumen de trabajo para el encofrado – Vivienda 4

Fuente: Elaboración Propia

LADRILLO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 01 PEON
- ✓ **Tipo de Trabajo**

Tabla 31: Carta de Balance para la colocación del ladrillo - Vivienda 4

Nº MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	TM	TM	TM	TM
2	TM	TM	TM	TM
3	CL	TM	H	TM
4	TM	CL	TM	TM
5	TM	CL	TM	H
6	TM	CL	TM	TM
7	TM	CL	H	H
8	CL	TM	H	H
9	CL	TM	H	H
10	TM	TM	H	H
11	CL	CL	H	H
12	TM	TM	TM	TM
13	TM	TM	TM	TM
14	TM	TM	TM	TM

15	TM	TM	H	H
16	CL	TM	R	R
17	CL	TM	TM	TM
18	CL	CL	RT	RT
19	TM	CL	RT	RT
20	CL	CL	R	RT
21	TM	CL	O	O
22	CL	O	O	O
23	C	MV	TM	TM
24	CL	RT	TM	TM
25	MV	RT	R	R
26	CL	RT	R	R
27	TM	RT	O	O
28	TM	RT	R	R
29	CL	B	R	R
30	TM	B	R	R
31	CL	RT	CT	CT
32	RI	RT	RI	RI
33	RT	O	R	R
34	RT	RT	R	R
35	TM	CL	R	R
36	TM	RT	R	R
37	RT	RT	O	O
38	RT	RT	O	O
39	CL	RT	O	O
40	CL	CL	TM	TM
41	CL	O	TM	TM
42	CL	O	O	O
43	O	O	TM	TM
44	CL	O	TM	TM
45	H	CL	TM	TM
46	CL	CL	TM	TM

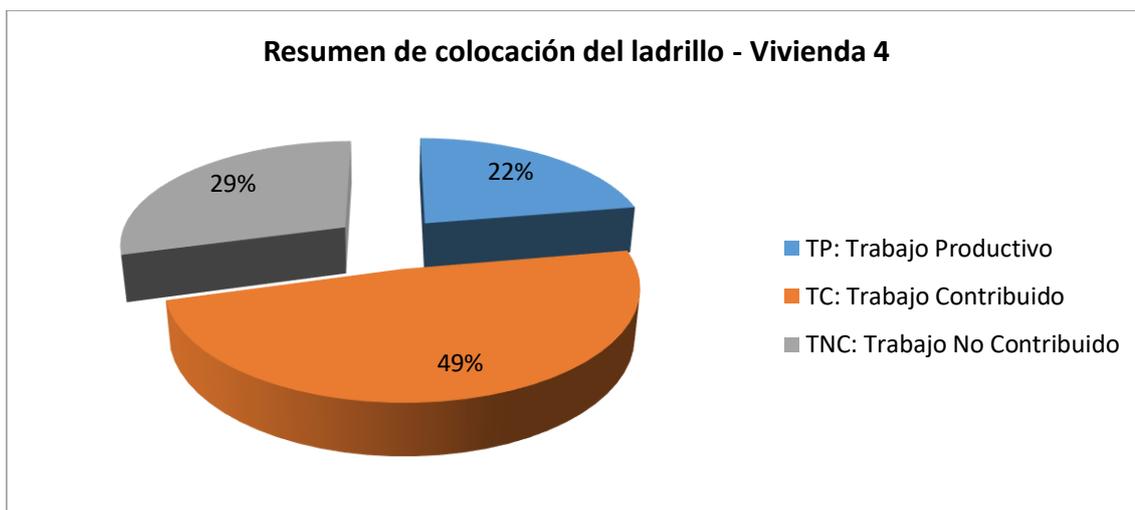
47	CL	CL	R	R
48	CL	CL	TM	TM
49	CL	HL	TM	TM
50	CL	TM	TM	TM
51	CL	CL	TM	TM
52	O	TM	TM	TM
53	RT	HL	TM	TM
54	CL	O	TM	TM
55	CL	MV	TM	TM
56	CL	RT	TM	TM
57	O	O	TM	TM
58	CL	RT	TM	TM
59	CL	CL	TM	TM
60	CL	TM	TM	TM

Nota: Elaboración Propia

Tabla 32: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 4

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	22.3%
TC	48.4%
TNC	29.3%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 17: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 4

Nota: Elaboración Propia

ACERO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 02 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Tomar medidas del acero	TA	
Corte del acero	CA	
Colocación del acero	CCA	
Amarre del acero	AA	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
Doblado del acero	DA	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CT	

Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Nota: Elaboración Propia

✓ **Carta de Balance**

Tabla 33: Carta de Balance del Acero - Vivienda 4

Nº MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	TM	TA	AA	AA
2	TM	AA	AA	AA
3	TM	AA	AA	DA
4	TM	AA	DA	DA
5	TM	AA	MV	DA
6	TM	AA	MV	MV
7	TM	TA	DA	AA
8	TA	TA	DA	AA
9	TA	TA	DA	AA
10	TM	AA	DA	AA
11	TM	AA	O	CCA
12	TM	CCA	O	O
13	RT	CCA	AA	AA
14	RT	AA	AA	AA
15	RT	MV	AA	AA
16	RT	CCA	AA	AA
17	O	CCA	AA	AA
18	O	AA	AA	AA
19	RT	CCA	TA	AA
20	RT	CCA	TA	CCA
21	RT	CCA	TA	CCA
22	RT	AA	TA	AA
23	RT	AA	AA	AA
24	RT	O	AA	AA

25	RT	O	AA	AA
26	RT	AA	AA	O
27	RT	AA	AA	O
28	RT	AA	AA	O
29	TM	AA	AA	AA
30	TM	AA	AA	AA
31	TM	AA	AA	AA
32	RT	AA	AA	AA
33	RT	AA	O	AA
34	RT	AA	AA	AA
35	RT	AA	AA	AA
36	RT	AA	AA	AA
37	TA	AA	AA	AA
38	TA	AA	O	AA
39	RT	AA	O	AA
40	RT	AA	AA	AA
41	RT	AA	AA	AA
42	RT	AA	AA	AA
43	RT	AA	AA	O
44	RT	RI	RI	O
45	RT	AA	AA	AA
46	TM	AA	AA	AA
47	TM	O	AA	AA
48	TM	AA	AA	AA
49	RT	AA	AA	AA
50	TM	AA	AA	AA
51	TM	AA	AA	AA
52	TM	CCA	AA	AA
53	TM	CCA	AA	AA
54	TM	AA	AA	TM
55	TM	AA	AA	TM
56	TM	AA	AA	TM
57	TM	AA	O	O

58	TM	AA	AA	TM
59	TM	AA	AA	TM
60	TM	AA	AA	TM

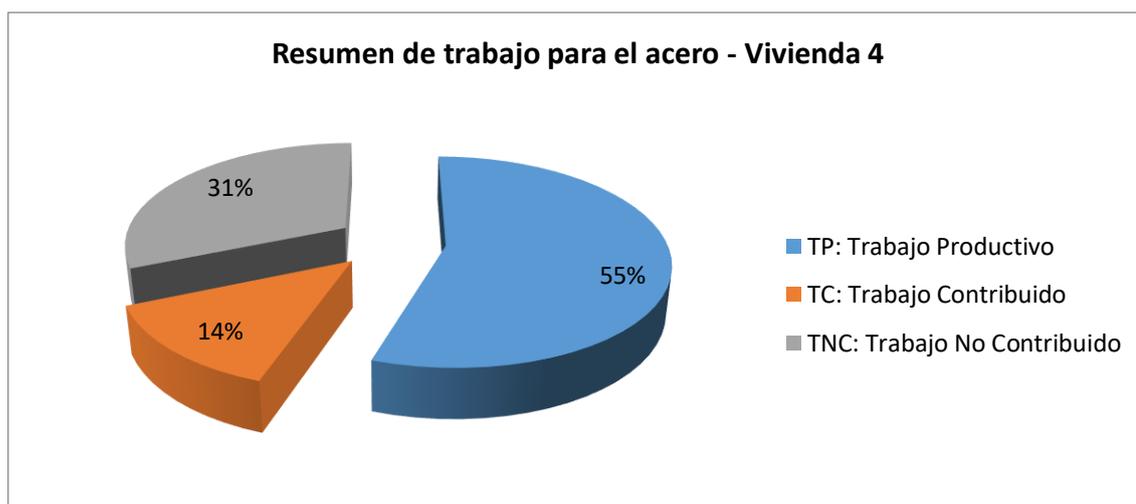
Nota: Elaboración Propia

Tabla 33: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 4

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	55.2%
TC	13.4%
TNC	31.4%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 18: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 4



Nota: Elaboración Propia

CONCRETO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 07 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Mezclado del concreto	MC	
Vaciado del concreto	VC	
Esparcir la mezcla	EM	
Reglear	R	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos (LP)	LP	
Transporte de materiales (TM)	TM	
Transporte del concreto (TC)	TC	
Recibir instrucciones (RI)	RI	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar (O)	O	
Conversar (C)	C	
Descansar (D)	D	
Permisos (P)	P	
Hablar por celular (H)	H	
Fatiga del trabajador (FT)	FT	
Ir a SS.HH (B)	B	
Esperas / hacer colas (E)	E	
Comer en horas de trabajo (CT)	CT	
Caminar con las manos vacías (MV)	MV	
Rehacer trabajos (RT)	RT	

Nota: Elaboración Propia

- ✓ **Carta de Balance**

Tabla 34: Carta de Balance del concreto - Vivienda 4

Nº MEDICION	OP	OF	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	RT	EM	MV	VC	B	VC	TM	TM	TM
2	EM	EM	VC	TM	TC	VC	TM	TM	TM
3	O	O	E	TM	TC	E	MC	O	O

4	R	EM	CT	VC	TM	CT	MC	O	O
5	R	O	E	VC	E	TM	TM	TM	TM
6	O	O	VC	TC	MV	TM	TM	TM	TM
7	RT	O	MV	TC	E	VC	E	O	O
8	RT	EM	TC	TM	TC	E	MC	O	O
9	MV	EM	TC	TM	TC	TC	MC	O	O
10	MV	O	E	TC	E	TC	TM	TM	TM
11	RT	O	TC	E	TC	TC	MC	O	O
12	RT	EM	TC	E	TC	E	MC	O	O
13	RT	MV	E	MV	E	E	TM	TM	TM
14	RT	O	VC	VC	TC	TC	E	TM	TM
15	RT	EM	TC	VC	TM	TM	TM	TM	TM
16	RT	B	E	E	TM	E	MC	O	O
17	O	EM	TC	TC	TM	VC	TM	TM	TM
18	R	O	E	TC	TC	TM	MC	O	O
19	R	EM	E	TC	E	E	MC	O	O
20	O	EM	E	TC	E	CT	TM	TM	TM
21	RT	RT	TC	E	E	E	O	TM	TM
22	RT	RI	VC	VC	TC	TC	MC	O	O
23	O	O	E	E	E	TC	TM	TM	TM
24	O	MV	E	E	B	TC	TM	TM	TM
25	B	MV	O	TC	TM	TC	MC	O	O
26	RI	RI	TM	VC	TC	TC	MC	TM	B
27	O	O	TC	VC	E	VC	O	TM	O
28	RT	O	E	VC	E	VC	TM	TM	TM
29	CT	MV	TC	E	TC	VC	MC	TM	O
30	RT	RI	E	E	TC	TC	MC	TM	O
31	EM	O	VC	TC	VC	TC	O	TM	O
32	EM	RI	TC	E	TC	E	TM	TM	TM
33	EM	O	TC	TC	TC	E	MC	TM	O

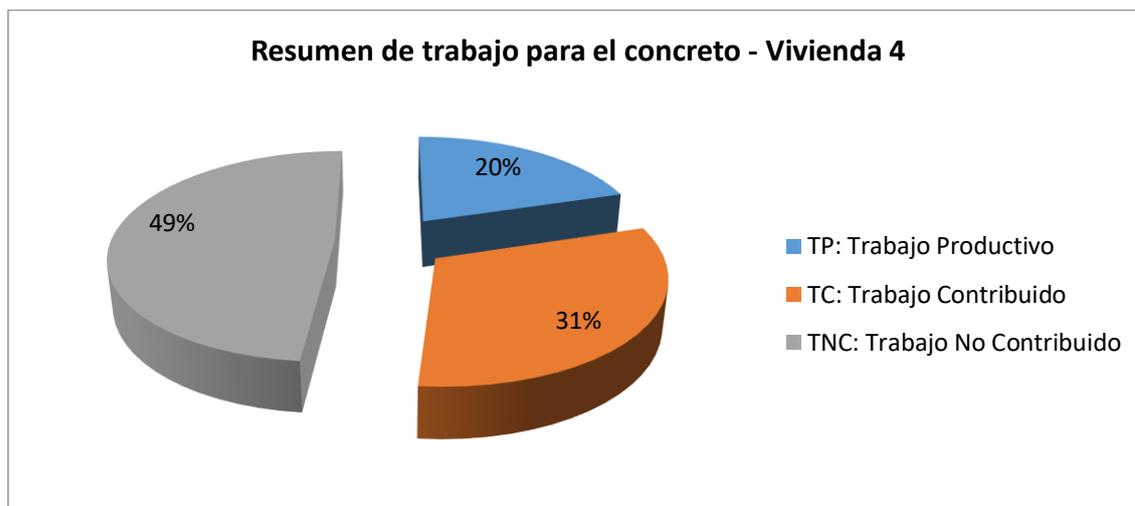
34	MV	MV	E	TC	TM	TC	MC	TM	TM
35	EM	RI	E	TC	TC	TC	O	O	O
36	O	EM	VC	TC	VC	TC	MC	O	O
37	R	O	VC	TC	VC	TC	E	O	O
38	R	EM	E	TC	TC	TC	MC	O	TM
39	R	B	TC	TC	TC	TC	MC	CT	TM
40	R	MV	TC	VC	TC	TC	TM	TM	TM
41	EM	EM	E	E	TC	TC	MC	O	O
42	O	EM	TC	VC	TC	E	E	O	O
43	R	EM	TC	TC	TC	E	TM	TM	TM
44	O	EM	TC	TC	TC	E	MC	O	O
45	R	EM	TC	TC	E	TC	TM	TM	TM
46	R	O	E	TC	E	E	E	TM	TM
47	C	MV	VC	TC	TC	VC	MC	O	O
48	EM	EM	VC	TC	VC	TC	TC	TM	TM
49	R	O	E	TC	TM	CT	TC	O	O
50	R	O	E	TC	VC	E	TC	O	O
51	O	EM	TC	TC	TC	TC	TC	TM	TM
52	O	MV	TC	TC	E	TC	E	O	O
53	MV	R	TC	VC	E	TC	TM	TM	TM
54	R	R	TC	E	TC	E	TM	TM	TM
55	R	O	TC	E	TC	VC	MC	O	O
56	C	EM	TC	TC	TC	TC	TM	TM	TM
57	R	O	TC	E	TC	E	MC	O	O
58	R	O	TC	TC	VC	TC	MC	O	O
59	MV	MV	TC	E	E	TC	TM	TM	TM
60	R	O	TC	VC	VC	TC	O	O	O

Nota: Elaboración Propia

Tabla 34: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 4

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	20.3%
TC	31.2%
TNC	48.5%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 19: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 4

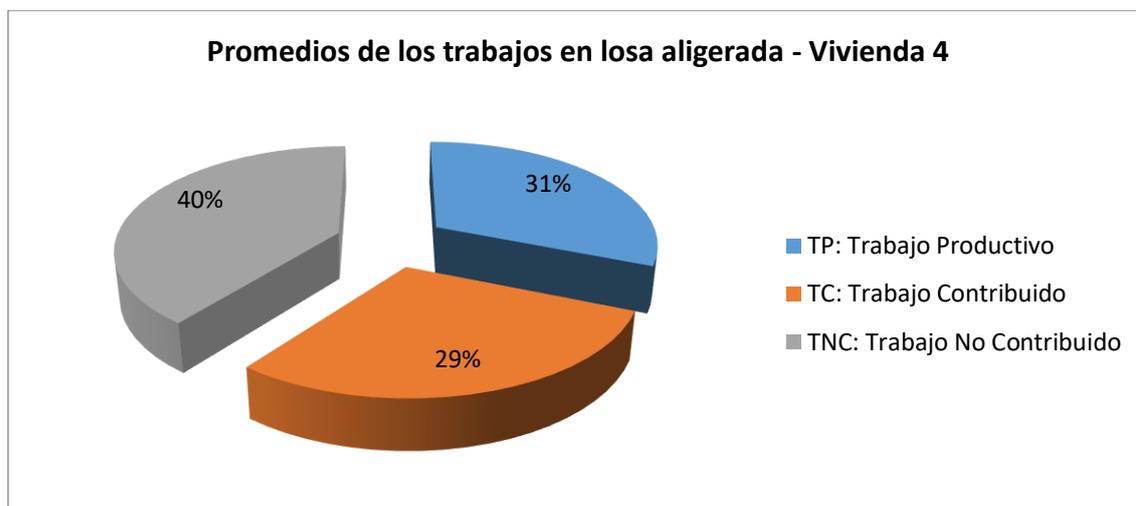
Nota: Elaboración Propia

Tabla 35: Promedio de los trabajos generado por las actividades del encofrado, ladrillo, acero y concreto en losa aligerada – Vivienda 4

Resumen del Trabajo generado por las actividades	
Trabajo	% Participante. Promedio
TP	31.1%
TC	29.3%
TNC	39.6%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 20: Promedios de los trabajos en losa aligerada - Vivienda 4



Nota: Elaboración Propia

Caso 5: Vivienda 5

- ✓ **Ubicación** : Prolongación Atahualpa N°104 – Chancay
- ✓ **Área** : 75.62 m².
- ✓ **Uso** : Vivienda Unifamiliar

ENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 02 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Tomar medidas de las tablas (TT)	TT	
Colocación de las tablas (CCT)	CCT	
Tomar medidas de soleras	TS	
Corte de soleras	CS	
Colocación de solera	CCS	
Tomar medidas de pies derechos	TPD	
Colocación de pies derechos	CCPD	
Colocación de cuñas	CC	
Clavar madera	CM	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	

TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CHT	
Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Nota: Elaboración Propia

✓ **Carta de Balance:**

Tabla 36: Carta de Balance del Encofrado - Vivienda 5

Nº MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	TM	RI	TM	CCPD
2	TM	RI	TM	RI
3	TM	RI	TM	RI
4	TM	RI	TM	RI
5	TM	CHT	TM	RI
6	TM	RI	TM	RI
7	TM	CM	R	RI
8	TM	O	R	CCPD
9	TM	RI	TM	CCPD
10	TM	RI	TM	RI
11	TM	RI	TM	E
12	TM	CCT	TM	CC
13	TM	RI	CCPD	CCPD
14	TM	RI	E	R
15	TM	RI	E	R
16	TM	CHT	TM	E

17	TM	RI	TM	TM
18	TM	RI	TM	TM
19	MV	RI	E	E
20	O	RI	RI	CCPD
21	O	RI	TPD	RI
22	CCPD	CM	CCPD	MV
23	TM	CM	O	O
24	TM	O	R	E
25	TM	O	R	E
26	TM	RI	RI	E
27	CM	RI	E	TM
28	CM	RI	E	TM
29	CM	RI	E	O
30	CCPD	RI	TPD	O
31	CM	RI	CC	O
32	O	RI	O	E
33	C	CHT	E	E
34	O	CHT	E	TM
35	TS	RI	RI	TM
36	CS	CCT	O	TM
37	TM	O	TM	TM
38	CM	RI	CCPD	TM
39	TM	CCT	TM	R
40	TM	RI	TM	CC
41	TM	O	R	CC
42	TM	MV	O	TM
43	TM	CM	O	TPD
44	TM	MV	TM	TM
45	O	MV	TM	TM
46	TM	MV	TM	O
47	TM	CCT	TM	O
48	O	O	RI	TM

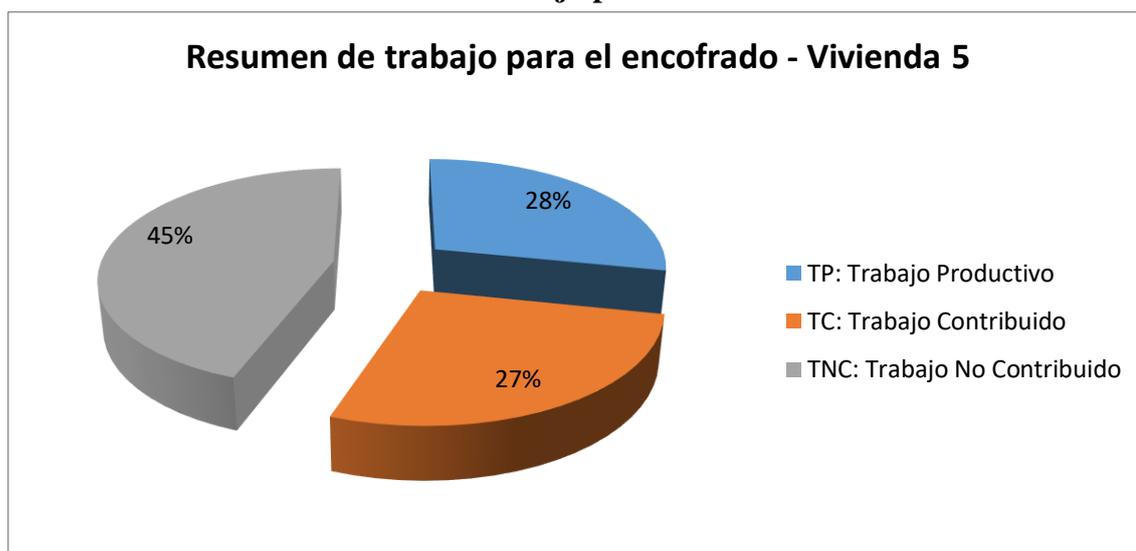
49	CS	O	E	E
50	RI	RI	E	E
51	RI	RI	TM	TM
52	RI	CCT	TM	TM
53	CCS	CCT	CC	TM
54	TM	CCT	TM	TM
55	TM	CCT	O	TM
56	TM	CM	O	TM
57	TM	CCT	CCPD	TM
58	TM	RI	CC	TM
59	TM	RI	CC	O
60	TM	CM	O	CCPD

Nota: Elaboración Propia

Tabla 37: Resumen de trabajo para el encofrado - Vivienda 5

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	28.2%
TC	27.3%
TNC	44.5%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 21: Resumen de trabajo para el encofrado – Vivienda 5

Fuente: Elaboración Propia

LADRILLO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 01 PEON
- ✓ **Tipo de Trabajo**

Tabla 38: Carta de Balance para la colocación del ladrillo - Vivienda 5

Nº MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	TM	TM	TM	TM
2	TM	TM	TM	TM
3	TM	TM	TM	TM
4	TM	TM	TM	TM
5	TM	TM	TM	H
6	TM	TM	TM	TM
7	TM	TM	TM	H
8	TM	TM	TM	H
9	CL	TM	H	H
10	TM	TM	H	H
11	CL	CL	TM	TM
12	TM	TM	TM	TM
13	TM	TM	TM	TM

14	TM	TM	TM	TM
15	TM	TM	H	H
16	CL	TM	R	R
17	CL	TM	TM	TM
18	CL	CL	RT	RT
19	TM	CL	RT	RT
20	CL	CL	R	RT
21	TM	CL	O	O
22	CL	O	O	O
23	B	MV	TM	TM
24	B	RT	TM	TM
25	MV	RT	R	R
26	CL	RT	R	R
27	TM	RT	O	O
28	TM	RT	R	R
29	CL	B	TM	TM
30	TM	B	TM	TM
31	CL	RT	TM	TM
32	RI	CL	TM	TM
33	RT	CL	TM	TM
34	CL	CL	R	R
35	CL	CL	R	R
36	TM	RT	R	R
37	RT	RT	O	O
38	RT	RT	O	O
39	CL	RT	O	O
40	CL	CL	TM	TM
41	CL	O	TM	TM
42	CL	O	O	O
43	O	O	TM	TM
44	CL	O	TM	TM
45	H	CL	TM	TM

46	CL	TM	TM	TM
47	CL	TM	R	R
48	CL	TM	TM	TM
49	CL	TM	TM	TM
50	CL	O	O	TM
51	TM	CL	TM	TM
52	TM	TM	TM	TM
53	TM	HL	TM	TM
54	TM	O	TM	TM
55	CL	MV	TM	TM
56	CL	RT	TM	TM
57	O	O	TM	O
58	CL	RT	TM	O
59	CL	CL	TM	TM
60	CL	TM	TM	TM

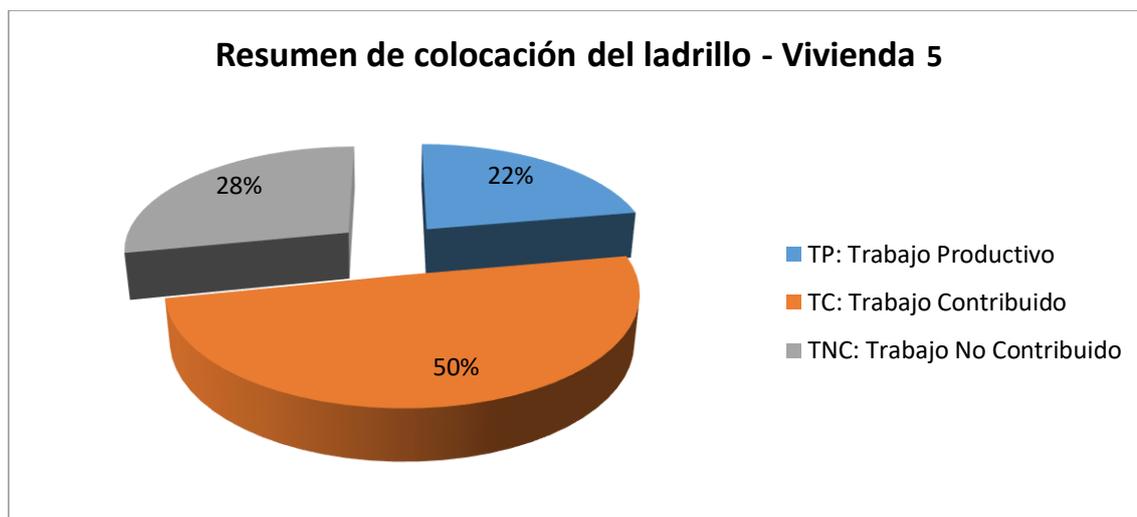
Nota: Elaboración Propia

Tabla 39: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 5

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	22.2%
TC	49.6%
TNC	28.2%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 22: Resumen de colocación del ladrillo - Vivienda 5



Nota: Elaboración Propia

ACERO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 02 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Tomar medidas del acero	TA	
Corte del acero	CA	
Colocación del acero	CCA	
Amarre del acero	AA	
TC: TRABAJO CONTRIBUTIVO		
Leer planos	LP	
Recibir / Dar instrucciones	RI	
Transporte de materiales	TM	
Doblado del acero	DA	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTIVO		
Observar	O	
Conversar	C	
Descansar	D	
Permisos	P	
Hablar por celular	H	
Fatiga del trabajador	FT	
Ir a SS.HH	B	
Esperas / hacer colas	E	
Realizar mandado	R	
Comer en horas de trabajo	CT	

Caminar con las manos vacías	MV	
Rehacer trabajos	RT	

Nota: Elaboración Propia

✓ **Carta de Balance**

Tabla 40: Carta de Balance del Acero - Vivienda 5

Nº MEDICION	Operario	Oficial	Peón 01	Peón 02
1	TM	TA	AA	AA
2	TM	AA	AA	AA
3	TM	AA	AA	DA
4	TM	AA	AA	DA
5	TM	AA	AA	AA
6	TM	AA	AA	AA
7	TM	TA	AA	AA
8	TA	TA	AA	AA
9	TA	TA	DA	AA
10	TM	AA	DA	AA
11	TM	AA	O	CCA
12	TM	CCA	O	O
13	RT	CCA	AA	AA
14	RT	AA	AA	AA
15	RT	MV	AA	AA
16	RT	CCA	AA	AA
17	O	CCA	AA	AA
18	O	AA	AA	AA
19	RT	CCA	TA	AA
20	RT	CCA	TA	CCA
21	RT	CCA	TA	CCA
22	RT	AA	TA	AA
23	RT	AA	AA	AA
24	RT	O	AA	AA

25	RT	O	AA	AA
26	RT	AA	AA	O
27	RT	AA	AA	O
28	RT	AA	AA	O
29	TM	AA	AA	AA
30	TM	AA	AA	AA
31	TM	AA	AA	AA
32	RT	AA	AA	AA
33	RT	AA	O	AA
34	RT	AA	AA	AA
35	RT	AA	AA	AA
36	RT	AA	AA	AA
37	TA	AA	AA	AA
38	TA	AA	O	AA
39	RT	AA	O	AA
40	RT	CCA	AA	AA
41	RT	CCA	AA	AA
42	RT	AA	AA	AA
43	RT	AA	AA	O
44	RT	RI	RI	O
45	RT	AA	CCA	AA
46	TM	AA	AA	AA
47	TM	O	AA	AA
48	TM	AA	AA	AA
49	RT	AA	AA	AA
50	TM	AA	AA	AA
51	TM	AA	AA	CCA
52	TM	CCA	AA	AA
53	TM	CCA	AA	AA
54	TM	AA	AA	TM
55	TM	AA	AA	TM
56	TM	AA	AA	TM
57	TM	AA	O	O

58	TM	AA	AA	TM
59	TM	AA	AA	TM
60	RT	AA	AA	O

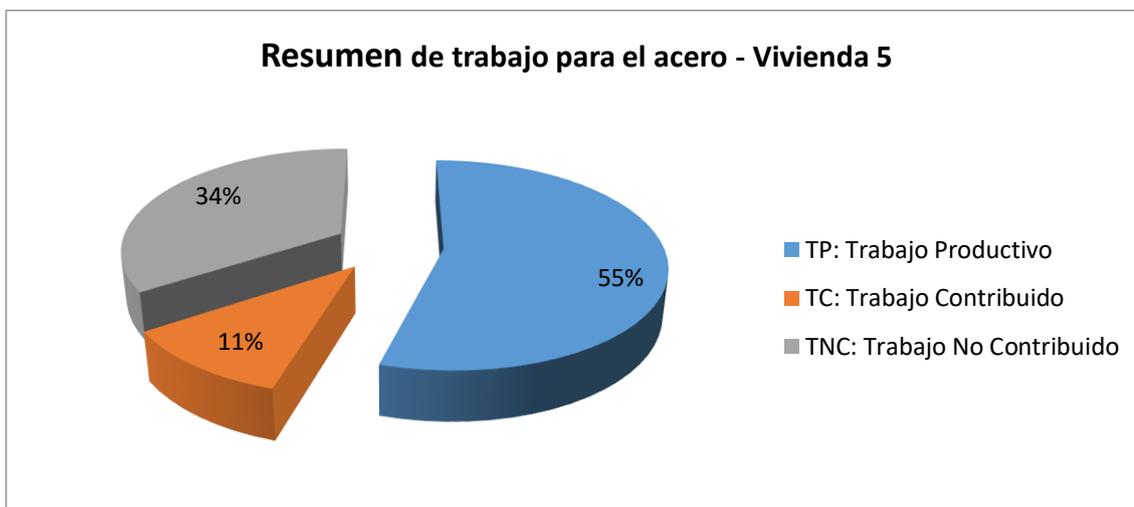
Nota: Elaboración Propia

Tabla 41: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 5

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	54.6%
TC	11.1%
TNC	34.3%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 23: Resumen de trabajo para el acero - Vivienda 5



Nota: Elaboración Propia

CONCRETO EN LOSA ALIGERADA

- ✓ **Número de Cuadrilla:** 01 OP + 01 OF + 07 PEONES
- ✓ **Tipo de Trabajo**

TP: TRABAJO PRODUCTIVO	Simb.	Color
Mezclado del concreto	MC	
Vaciado del concreto	VC	
Esparcir la mezcla	EM	
Reglear	R	
TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO		
Leer planos (LP)	LP	
Transporte de materiales (TM)	TM	
Transporte del concreto (TC)	TC	
Recibir instrucciones (RI)	RI	
TNC: TRAB. NO CONTRIBUTORIO		
Observar (O)	O	
Conversar (C)	C	
Descansar (D)	D	
Permisos (P)	P	
Hablar por celular (H)	H	
Fatiga del trabajador (FT)	FT	
Ir a SS.HH (B)	B	
Esperas / hacer colas (E)	E	
Comer en horas de trabajo (CT)	CT	
Caminar con las manos vacías (MV)	MV	
Rehacer trabajos (RT)	RT	

Nota: Elaboración Propia

✓ **Carta de Balance**

Tabla 42: Carta de Balance del concreto - Vivienda 4

Nº MEDICION	OP	OF	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	EM	EM	MV	VC	B	VC	TM	TM	TM
2	EM	EM	VC	TM	TC	VC	TM	TM	TM
3	O	O	E	TM	TC	E	MC	TM	O
4	R	EM	CT	TM	TM	CT	MC	TM	O
5	R	O	E	TM	E	TM	TM	TM	TM
6	O	EM	VC	TM	MV	TM	TM	TM	TM

7	RT	O	MV	TC	E	VC	E	O	O
8	RT	EM	TC	TM	TC	E	MC	O	O
9	MV	EM	TC	TM	TC	TC	MC	O	O
10	MV	O	E	TC	E	TC	TM	TM	TM
11	EM	O	TC	E	TC	TC	MC	O	O
12	EM	EM	TC	E	TC	E	VC	O	O
13	RT	MV	E	MV	E	E	VC	TM	TM
14	RT	O	O	VC	TC	TC	E	TM	TM
15	RT	EM	O	VC	TM	TM	TM	TM	E
16	RT	B	E	E	TM	E	MC	O	E
17	O	EM	TC	TC	TM	VC	TM	TM	TM
18	R	O	E	TC	TC	TM	MC	O	O
19	R	EM	E	TC	E	E	MC	O	O
20	O	EM	E	O	E	CT	TM	TM	TM
21	RT	RT	TC	O	E	E	O	VC	TM
22	RT	RI	VC	VC	TC	TC	MC	VC	O
23	O	O	E	E	VC	TC	TM	TM	TM
24	O	MV	E	E	VC	TC	VC	TM	TM
25	B	R	O	TC	TM	TC	VC	O	O
26	RI	R	TM	VC	TC	TC	MC	TM	B
27	O	R	TC	VC	E	VC	O	TM	O
28	RT	O	E	VC	E	B	TM	TM	TM
29	CT	MV	TC	E	TC	VC	MC	E	E
30	RT	RI	E	E	TC	TC	MC	E	E
31	EM	O	VC	TC	VC	TC	O	TM	O
32	EM	RI	TC	E	TC	E	TM	TM	TM
33	EM	O	TC	TC	TC	E	MC	B	O
34	MV	MV	E	TC	TM	TC	MC	TM	TM
35	EM	RI	E	TC	TC	TC	O	O	O
36	O	EM	VC	TC	VC	TC	MC	O	O

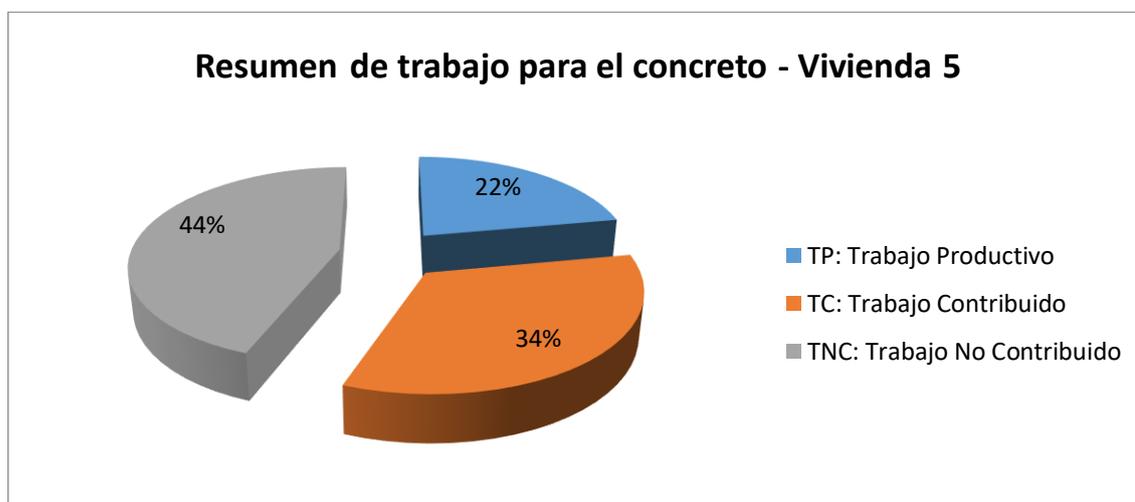
37	R	O	VC	TC	VC	TC	E	O	O
38	R	EM	E	TC	TC	TC	MC	O	TM
39	R	R	TC	TC	TC	TC	MC	CT	TM
40	R	R	TC	VC	E	TC	TM	TM	TM
41	EM	MV	E	E	E	TC	MC	O	O
42	O	R	TC	VC	TC	E	E	O	O
43	R	EM	TC	TC	TC	E	TM	TM	TM
44	O	EM	TC	TC	TC	E	MC	O	O
45	R	EM	TC	TC	E	TC	TM	TM	TM
46	R	O	E	TC	E	E	E	TM	TM
47	C	MV	VC	TC	TC	VC	MC	O	O
48	EM	EM	VC	TC	VC	TC	TC	TM	TM
49	R	C	E	TC	TM	CT	TC	O	O
50	R	C	E	TC	VC	E	TC	E	O
51	O	EM	TC	TC	TC	TC	TC	E	TM
52	O	MV	TC	TC	E	TC	E	O	O
53	MV	R	TC	VC	E	TC	TM	TM	TM
54	R	R	TC	E	TC	E	TM	TM	E
55	R	O	TC	E	TC	VC	MC	O	E
56	R	EM	TC	TC	TC	TC	TM	TM	TM
57	R	O	TC	E	TC	E	MC	O	O
58	MV	MV	TC	TC	VC	TC	MC	O	O
59	MV	MV	TC	E	E	TC	TM	TM	TM
60	R	O	TC	VC	VC	TC	O	O	O

Nota: Elaboración Propia

Tabla 42: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 5

Resumen del Trabajo de la Cuadrilla	
Trabajo	% Participante Promedio
TP	22.1%
TC	33.6%
TNC	44.3%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 24: Resumen de trabajo para el concreto - Vivienda 5

Nota: Elaboración Propia

Tabla 43: Promedio de los trabajos generado por las actividades del encofrado, ladrillo, acero y concreto en losa aligerada – Vivienda 5

Resumen del Trabajo generado por las actividades	
Trabajo	% Participante. Promedio
TP	31.8%
TC	30.4%
TNC	37.8%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 25: Promedios de los trabajos en losa aligerada - Vivienda 5



Nota: Elaboración Propia

Tabla 44: Promedio de los trabajos generado por las actividades del encofrado, ladrillo, acero y concreto en losa aligerada de las 5 viviendas

Resumen del Trabajo generado por las actividades	
Trabajo	% Participante. Promedio
TP	31.3%
TC	28.7%
TNC	40.0%
Total	100%

Nota: Elaboración Propia

Gráfico 26: Promedios de los trabajos en losa aligerada de las 5 viviendas



Nota: Elaboración Propia

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos en las 5 viviendas en estudio y bajo el enfoque metodología de Lean Construction, se demostró que el enfoque de Lean construction mejorará el proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018. Esto basado en el Promedio de los trabajos generado por las actividades del encofrado, ladrillo, acero y concreto en losa aligerada de las 5 viviendas, TP = 31.3% (Trabajo Productivo), TC= 28.7% (Trabajo Contribuido) y TNC= 40.0% (Trabajo No Contribuido). Además, podemos mencionar los 5 casos de estudio en los siguientes resultados:

- ✓ Promedio de los trabajos generado por las actividades del encofrado, ladrillo, acero y concreto en losa aligerada de la Vivienda 1, TP = 31.0% (Trabajo Productivo), TC= 26.9% (Trabajo Contribuido) y TNC= 42.2% (Trabajo No Contribuido).
- ✓ Promedio de los trabajos generado por las actividades del encofrado, ladrillo, acero y concreto en losa aligerada de la Vivienda 2, TP = 31.8% (Trabajo Productivo), TC= 27.5% (Trabajo Contribuido) y TNC= 40.7% (Trabajo No Contribuido).
- ✓ Promedio de los trabajos generado por las actividades del encofrado, ladrillo, acero y concreto en losa aligerada de la Vivienda 3, TP = 31.0% (Trabajo Productivo), TC= 29.5% (Trabajo Contribuido) y TNC= 39.6% (Trabajo No Contribuido).
- ✓ Promedio de los trabajos generado por las actividades del encofrado, ladrillo, acero y concreto en losa aligerada de la Vivienda 4, TP = 31.1% (Trabajo Productivo), TC= 29.3% (Trabajo Contribuido) y TNC= 39.6% (Trabajo No Contribuido).

- ✓ Promedio de los trabajos generados por las actividades del encofrado, ladrillo, acero y concreto en losa aligerada de la Vivienda 5, TP = 31.8% (Trabajo Productivo), TC= 30.4% (Trabajo Contribuido) y TNC= 37.8% (Trabajo No Contribuido).

5.2 CONCLUSIONES

- El enfoque de Lean construction mejorará el proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018; estos proceso fueron evaluados en 5 viviendas de la Región Lima Provincia.
- La elaboración de la Carta de Balanceen los 5 diferentes casos nos arroja un promedio de TP = 31.3%, TC = 28.7% y TNC = 40.0%, lo que quiere decir que los resultados obtenidos cumplen con la hipótesis.
- Se mejoraron diferentes tipos de fallas dentro del proceso de las obras en los diferentes casos, llevando un control optimo en los procesos de construcción como defecto producido en el proceso constructivos de losa aligerada es el encofrado y vaciado de concreto, la causa de estas fallas se debe a la fatiga del trabajador, rehacer trabajos, transporte y conversar; estos casos enfocados en viviendas unifamiliares.

5.3 RECOMENDACIONES

- Implementar un centro de investigación de especialistas en el área de la construcción, con el fin de establecer parámetros de mejoramiento en la construcción de losas aligeradas en las diferentes regiones de nuestro país.
- Analizar el comportamiento de la construcción de losas aligeradas bajo este enfoque en construcciones de mayor envergadura en nuestra región.
- Desarrollar software's o app's, que ayuden analizar el comportamiento de la construcción de losas aligeradas, requiriendo un control constante de resultados bajo el enfoque de Lean Construction, cumpliendo los parámetros establecidos por la constructora.

CAPÍTULO VI

FUENTES DE INFORMACIÓN

6.1. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Adrian, J. (2000) *Buy or Rent?*. The Aberdeen Group a division of HanleyWood.

Agarwal, C. (2003) *Lean Logistics*. TCI. E.E.U.U..

Alarcon, F. et al. (2011) *La gestión de la obra desde la perspectiva del último planificador*. pp. 35-44. En: Revista de Obras Públicas. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 158(4408).

Alvarenga, A. C. y Novaes, A. G. (2000) *Logística aplicada: suprimento e distribuição física*. 3.ed. São Paulo: Edgard Blucher. 210p.

Arbulu, Roberto; Ballard, Glenn. (2004) *Lean Supply Systems in Construction*. International Group for Lean Construction. Conpenhague, Dinamarca,

Ballard, Glenn; Howell, Greg.(1999) *What Kind of Production is Construction?*. International Group for Lean Construction. Guarujá, Brasil.

Ballard, Glenn. (2000) *Lean Project Delivery System*. Lean Construction Institute,

Ballard, Glenn. (2008) *The Lean Project Delivery System: An Update*. Lean Construction Journal.

Campins, E. (1994). *La gestión de los residuos peligrosos en la comunidad Europea*. Madrid: Civitas. Recuperado el Diciembre 19 de 2017

Cconislla, J. (2014). *Caracterización de los residuos de la construcción*. Civilizate, 25-27.

- Contreras, M. (2009). *Planta de tratamiento integral de residuos de la construcción y demolición*. Santiago de Chile.
- Córdova, M. (2003). *Estadística descriptiva e inferencial* (Vol. V). Lima. Recuperado el 16 de Marzo de 2018
- Digesa. (2006). *Gestión de residuos peligrosos del Perú*. Lima, Perú. Recuperado el 23 de enero de 2018
- Dominguez, L., & Martinez, E. (2007). *Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas*. Redalyc, 43.
- Elias, X. (2009). *Reciclaje de residuos industriales*. Madrid: Diaz de Santos. European
- Formoso, C., Soilbelman, L., & De Casare, C. (2002). *Material and waste building industry: Main causes and prevention*. *Journal of construction engineering and management*. Recuperado el 27 de Diciembre de 2017
- Garcia, L. (2004). *Aplicación del análisis multicriterio en la evaluación de impactos ambientales*. Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña. Recuperado el 22 de Abril de 2018
- Garcia, S. (2012). *Utilización de hormigón reciclado (rca) como árido para microaglomerados asfálticos en frío destinados a tratamientos de mantención de pavimentos*.
- Glinka, M., Vedoya, D., & Pilar, C. (2006). *Estrategias de reciclaje y reutilización de residuos sólidos de construcción*. Corrientes.
- Gómez, D. (2003). *Evaluación de impacto ambiental* (Vol. II). Madrid, España: Ediciones MundiPrensa. Recuperado el 1 de Marzo de 2018

- Guarin, N., Montenegro, L., Walteros, L., & Reyes, S. (2015). *Estudio comparativo en la gestión de residuos de construcción y demolición en Brasil y Colombia*.
- Hao, J.L., Hills, M.J., Huang, T. (2007). *A simulation model using system dynamic method for construction and demolition waste management in Hong Kong*. *Construction Innovation* 7 (1): 7–21.
- Hao, J.L., Hills, M.J., Tam, V.W.Y. (2008). *The effectiveness of Hong Kong's construction waste disposal charging scheme*. *Waste Management and Research* 26 (6), 553– 558.
- Hassan L. Ahzahar N, Fauzi, Eman J. (2012). *Waste Management Issues in the Northern Region of Malaysia* *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 42: 175-181
- Kiwitt-López, U. (2009). *Caracterización y categorización de los botaderos en Lima*. Lima: Deutscher Entwicklungsdienst.
- Kofoworola, O.F., Gheewala, S.H. (2009). *Estimation of construction waste generation and management in Thailand*. *Waste Management* 29 (2), 731–738.
- Kulatunga U, Amaratunga D, Haigh R, Rameezdeen R. (2006) *Attitudes and perceptions of construction workforce on construction waste in Sri Lanka*. *Management of Environmental Quality: An International Journal* 2006; 17:57–72.
- Leigh N.G, Patterson L.M. (2005). *Construction and demolition debris recycling for environmental protection and economic development*. Southeast Regional Environmental Finance Center. USA.
- Lingard, H., Graham, P., Smithers, G. (2000). *Employee perceptions of the solid waste management system operation in a large Australia contracting organization: implications for company policy implementation*. *Construction Management and Economics* 18 (4): 383–393.

- Lu Ws & Yuam H., (2010). *Exploring critical success factors for waste management in construction projects of China*. *Journal of Construction*. Resources, Conservation and Recycling 55: 201–208
- Marquez My, Hidalgo H. (2008). *Identification of behavior patterns in household solid waste generation in Mexicali's city: study case*. Resources, Conservation and Recycling 52:1299–306.
- Martel, G. (2008). *Caracterización de residuos de la construcción y demolición de edificaciones y su aprovechamiento*. Ciudad de México, México: UNAM. Recuperado el 17 de Enero de 2018
- Maycox A. (2003). *The village initiative project: achieving household waste minimization in the rural locale*. *Chartered Institution of Wastes Management (CIWM)*. Scientific and Technical Review 4:10–7
- Mercante, I. (2007). *Caracterización de residuos de la construcción. Aplicación a los índices de generación a la gestión ambiental*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2017, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/iswa2005/mendoza.pdf>
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system*. Japon.
- Orihuela, P. (2008) *Aplicación de la teoría de restricciones a un proceso constructivo*. Boletín No 1, Corporación Aceros Arequipa.
- Orihuela, P. (2009). *Integración de las exigencias del cliente con el diseño del producto*. Lima, Perú
- Orihuela, P. y Ulloa, K. (2011). *La planificación de las obras y el sistema last planner*. Boletín No 12, Corporación aceros Arequipa.
- Polat, G., & Ballard, G. (2004). *Waste in Turkish construction need for lean construction techniques*.

- Quezada, C. (2008). *Desarrollo de un modelo de valor para clientes de un producto inmobiliario mediante la metodología kano*. Santiago, Chile.
- Reinoso, L. (2013). *Criterios para la elaboración de estudios de impacto ambiental*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 22 de Abril de 2018
- Rojas, R. (2005) *La construcción: Estudio e implementación de una nueva filosofía de planificación de proyectos "Lean Construction"*. Chile.
- Sabino, C. (1996). *El proceso de investigación*. Colombia: Cometa de Papel.
- Salvador, G. (2010). *Gestión del Diseño y del Valor*, Monterrey, México
- Serpell, A. (2002) *Administración de operaciones de construcción*. 2a ed. México, D.F: Alfaomega.
- Serpell, A. y Alarcón, L. (2001) *Planificación y control de proyectos*. Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Solminihac, H., & Thenoux, G. (2003). *Procesos y técnicas de construcción*. México: Alfaomega. Recuperado el 11 de Febrero de 2018
- Thompson. (1990). Determining impact significance in EIA: a review of 24 methodologies. Recuperado el 22 de Abril de 2018
- Tamayo, A (2001). *Auditoría de Sistemas – Una visión práctica*, Colombia: UNCSM
- Villegas, N., Souza, J., & Sacapuca, L. (2013). *El desarrollo de infraestructura como indicador de crecimiento de un país*. Iguazu: FLAE.
- Virgilio, C. (2001) “*Productividad en Obras de Construcción*” Primera edición 2001.

6.2. FUENTES HEMEROGRÁFICAS

Alarcón C. Luis F., Nartínez C. Luis Felipe, José Mguel Santana V., (2000) *Experiencias en el estudio de la productividad en la construcción*, Revista de Ingeniería de Construcción No 8: Departamento Ingeniería de Construcción - Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago – Chile.

Asto Vilcas Jhonson (2014) *Sistema de Losas Prefabricadas (Prelosas) como Mejora en el Proceso Constructivo del Edificio de Oficinas Link Tower*, Informe de Suficiencia: Facultad de Ingeniería Civil - Universidad Nacional de Ingeniería, Lima- Perú.

Berasategui L., F. Parés y L. G. Renart (2003) Caso Imaginarium. M-1173, IESE Business

Escrig P. (2010) *Evolución de los Sistemas de Construcción Industrializados a Base de Elementos Prefabricados de Hormigón*, Paper: Departamento de Resistencia de Materiales y Estructuras a la Ingeniería - Universidad de Politécnica de Cataluña, Cataluña –España.

Omran A, Mahmood A, Aziz A, Robinson Gm. (2009). *Investigating household's attitudes toward recycling of solid waste in Malaysia: a case study*. International Journal of Environmental Resources 3:275–88.

Osmani, M. (2011). *Construction Waste*. En *Waste A Handbook for Management*. Pages 207–218. Elsevier press.

Osmani, M., Glass J., Price, A.D.F. (2006). *Architect and Contractor Attitudes to Waste Minimization*. In: *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*. Waste and Resource Management 159 (2):65–72.

Osmani, M., Glass J., Price, A.D.F, (2008). *Architects perspectives on construction waste reduction by design*. Waste Management 28: 1147-1158

Ostrom E. (1990). *Governing the commons. The evolution of institutions for collective action*. New York: Cambridge University Press

Pons, J. (2014) *Introducción a Lean Construction*, Fundación Laboral de la Construcción, Santiago- Chile, marzo 2014.

Puigpelat, Barrado. (2012) *Desarrollo de una herramienta para la implantación de Lean Construction*, Tesina: Infraestructura, Transporte y Territorio- Universidad de Politécnica de Cataluña, Cataluña- España.

Vivanco Pecho Deisy (2014) *Filosofías de Gestión"*, Paper: GyM S.A., Lima- Perú,

6.3. FUENTES DOCUMENTALES

Aime, L. (2015) *Evaluación de la rentabilidad de losas prefabricadas (prelosas) en edificaciones con la aplicación de Lean Construction comparada con losas convencionales* (tesis pregrado), Universidad Nacional de Ingeniería, Lima

Aldana, J., & Serpell, A. 2012). *Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: un metaanálisis*.

Bazán, I. (2018) *Caracterización de residuos de construcción de Lima y Callao (estudio de caso)*, (tesis pregrado) Pontificia Universidad Católica del Perú: Lima

Bazán, I. (2018) *Caracterización de residuos de construcción de Lima y Callao (estudio de caso)*”, para optar en título de Ingeniero Civil Pontificia Universidad Católica del Perú, nos menciona:

Bueno, C., et al. (2014). *Caracterización cuantitativa y cualitativa de los residuos de la construcción sólida para nuevas construcciones de edificios*. Recuperado el 7 de Marzo de 2018, de http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini_2013/trabajos/COA41_TC.pdf

- Buleje, K. (2012). *Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean*". (Tesis pregrado), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Burgos, D. (2010). *Guía para la gestión y tratamiento de residuos y desperdicios de proyectos de construcción y demolición*. Valdivia: Universidad austral de Chile. Recuperado el 19 de Diciembre de 2017
- Carranza, R. (2012). *Edificio sustentable de oficinas para venta*, (Tesis posgrado), Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- Comisión Europea. (2011). *European Comission*. Obtenido de http://ec.europa.eu/index_en.htm
- Condori, Y. (2014). *Reutilización de Agregados en la Producción del Concreto para Edificaciones en la Ciudad de Juliaca*. Lima. Obtenido de <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/84>
- Conesa, V. (2010). *Guía metodológica de evaluación ambiental*. Madrid: Mundi - Prensa. Conoma. (17 de Enero de 2010). Fundación Conoma. Recuperado el 15 de Diciembre de 2017, de www.conama.org
- Cyma. (2007). *Plan de residuos sólidos de Costa Rica*. San Jose, Costa Rica: Instituto fomento y asesoría municipal. Recuperado el 13 de Enero de 2018
- Del Castillo, I. (2014). *Inventario de herramientas del sistema de entrega de proyectos Lean (LPDS)*. (Tesis pregrado), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú
- Environmental Protection Department (EPD) Hong Kong. (2012). *The legislation for the Construction Waste Disposal Charging Scheme (Charging Scheme)*. Recuperado de: <http://www.epd.gov.hk/epd/misc/cdm/scheme.htm#a>

- Escandón M, J.C. (2011). *Diagnóstico técnico económico del aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en edificaciones en Santa Fe de Bogotá*. Pontificia Universidad Javeriana. Tesis de pregrado. 108p
- Giraldo, M. (2013) *Mejoramiento de Procesos Constructivos de una Edificación a Partir de Simulación Digital y Videos Time Lapse* (tesis posgrado) Pontificia Universidad Javeriana: Colombia.
- González, E. (2016). *Ministerio de ambiente y desarrollo sustentable Argentina*. Obtenido de <http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/descargas/gaudiano01.pdf>
- INEI. (2014). INEI. Obtenido de <https://www.inei.gov.pe/estadisticas/indice-tematico/housing/>
- La República. (11 de Marzo de 2015). *Solo hay diez rellenos sanitarios para 30 millones de habitantes*. Recuperado el 24 de Junio de 2017, de <http://larepublica.pe/11-03-2015/solo-hay-diez-rellenos-sanitarios-para-30-millones-de-habitantes>
- Li, W. (2002). *Composition analysis of construction and demolition Waste in construction industry in Hong Kong*. Hong Kong, China: The Hong Kong Polytechnic University. Recuperado el 11 de Enero de 2018
- Libera, B. (2007). *Biblioteca virtual de salud de Cuba*. Recuperado el 6 de enero de 2018, de BVSCUBA: http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol15_3_07/aci08307.htm
- Luna, D. (2012). *Universidad nacional autónoma de México*. Recuperado el 02 de Febrero de 2018, de UNAM: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2398/Tesis.pdf?sequence=1>
- Mallma, L. (2015) en su trabajo de investigación titulado: “*Aplicación de la filosofía Lean y el concepto Leed en la construcción de una edificación sostenible* (tesis pregrado) Universidad Nacional del Centro: Huancayo.

- Medina, M. (2015) *Implementación de metodologías para la gestión de residuos de construcción y demolición en edificaciones de vivienda de material noble en Lima* (tesis pregrado) Universidad Ricardo Palma: Lima
- Montoya, R. (2013) *Impacto en el costo de la mano de obra por trabajo en tiempo extraordinario en la construcción Lapse* (tesis posgrado) Universidad Autónoma: México
- Ramírez, J. (2014) *Instrumentos para el mejoramiento en la gestión de la política de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en Bogotá D.C. a partir de las percepciones de los constructores de obras públicas* (tesis pregrado) Pontificia Universidad Javeriana: Colombia,
- Rocha, C. (2015) *Aprovechamiento y revalorización de residuos de la construcción y demolición generados por un evento adverso para la construcción de obras civiles sostenibles* (tesis pregrado) Universidad Católica de Manizales: Colombia,
- Ribon, J. (2013) *Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean (Construcción Esbelta) en proyectos de construcción* (tesis posgrado), Universidad Nacional de Colombia
- Sánchez, A. (2014) *Implementación del sistema lean construction para la mejora de productividad en la ejecución de los trabajos de estructuras en obras de edificación de viviendas* (tesis posgrado) Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima:
- Silva, G. (2016) *Creación de una empresa para el reciclaje de residuos de la construcción y demolición* (tesis posgrado) Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas: Lima
- Ulloa, K. (2009) *Técnicas y herramientas para la gestión del abastecimiento.* (tesis pregrado) Pontificia Universidad Católica del Perú: Lima

6.4. FUENTES ELECTRÓNICAS

Casal, J., & Mateu, E. (2003). *Tipos de muestreo. Obtenido de Mat:*
<http://www.mat.uson.mx/~ftapia/TiposMuestreo1.pdf>

Lean Construction Institute. <http://www.leanconstruction.org/>

Lean Enterprise Institute. <http://www.lean.org/>

Pérez, C. (2013). *Foromic*. Recuperado el 15 de enero de 2018, de http://www.fomin-events.com/pppamericas/2013/_upload/panelistas/2_0GIFQ.pdf

PWC. (2012). PWC. Recuperado el 15 de enero de 2018, de <https://www.pwc.es/es/sectorpublico/assets/brochure-estudios-impacto-economico.pdf>

Romero, E. (2006). *Residuos de construcción y demolición*. Recuperado el 6 de Febrero de 2015, de UHU: <http://www.uhu.es/emilio.romero/docencia/Residuos%20Construccion.pdf>

<http://www.edifica.com.pe/>

<http://www.produktiva.com.pe/>

<http://www.leanperu.com.pe/>

<http://www.pucp.edu.pe/>

ANEXO

ANEXO N° 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

MEJORAMIENTO Y PRODUCCIÓN DE LOSAS ALIGERADAS BAJO EL ENFOQUE DE LEAN CONSTRUCTION, EN LA REGIÓN LIMA PROVINCIAS 2018.

Problema	Objetivos	Hipótesis	variables	Indicadores	Metodología
<p>Problema General ¿Cómo el enfoque de Lean construction que mejorará el proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018?</p> <p>Problema Específicos 1) ¿Cuál es el trabajo productivo fundamentado por el enfoque de Lean construction que mejorará el proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018? 2) ¿Cuál es el trabajo contributivo fundamentado por el enfoque de Lean construction que mejorará el proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018?</p>	<p>Objetivo General Determinar el enfoque de Lean construction para la mejora del proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018.</p> <p>Objetivos Específicos 1) Determinar el trabajo productivo fundamentado en el enfoque de Lean construction para la mejora del proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018. 2) Determinar el trabajo contributivo fundamentado en el enfoque de Lean construction para la mejora del proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018.</p>	<p>Hipótesis General El enfoque de Lean construction mejorará el proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018.</p>	<p>Variable Independiente: Enfoque Lean construction.</p> <p>Dimensiones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo productivo X₁ • Trabajo contributivo X₂ • Trabajo no contributivo X₃ 	<p>X_{1.1}. Acero X_{1.2}. Encofrado X_{1.3}. Colocación de ladrillo X_{1.4}. Vaciado</p> <p>X_{2.1}. Lectura de planos X_{2.2}. Procesar instrucciones X_{2.3} Transporte de materiales</p> <p>X_{3.1}. Observar X_{3.2}. Conversar X_{3.3}. Descansar X_{3.4}. Permisos X_{3.5}. Uso de Tecnología no permitida X_{3.6}. Uso de S.S.H.H. X_{3.7}. Comer en horas de trabajo X_{3.8}. Rehacer trabajos.</p>	<p>Población : 10 construcciones</p> <p>Muestra: 5 construcciones</p> <p>Nivel de Investigación: Correlacional</p> <p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Método de investigación: Inductivo</p> <p>Diseño: No experimental</p> <p>Instrumentos: Para medir la variable X e Y: Observación/ Ficha técnica</p>

<p>3) ¿Cuál es el trabajo no tributario fundamentado por el enfoque de Lean construction que no mejorará el proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018?</p>	<p>3) Determinar el trabajo no tributario fundamentado en el enfoque de Lean construction para no mejorar el proceso de producción de losas aligeradas en construcciones de la región Lima Provincias en el 2018.</p>		<p>Variable Dependiente: Mejoramiento y procesos de producción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procesos Y₁ • Mejoramiento Y₂ 	<p>Y_{1.1}. Funcionamiento Y_{1.2}. Control</p> <p>Y_{2.1}. Perdidas Y_{2.2}. Beneficios Y_{2.3}. Confiabilidad</p>	
--	---	--	--	---	--

