



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y
URBANISMO, INGENIERÍAS Y DISEÑO Y ARTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS LEAN
CONSTRUCTION PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN
LA EDIFICACIÓN DEL HOSPITAL SANTA MARÍA NIVEL II-1,
CUTERVO – CAJAMARCA, 2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Bach. Pamela Natali Heredia Rodríguez

ASESOR:

Mg. Ing. César Antonio Idrogo Pérez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación y Diseño de Construcciones Sostenibles

PRIORIDAD:

Gerencia y Administración de Obras Civiles

CHICLAYO – PERÚ

2020

Página del Jurado

Presidente

Secretario

Vocal

Dedicatoria

A mis padres, expreso mi gratitud y amor por ustedes, y pongo en sus manos el fruto de largos años de estudio, de largos meses de distanciamiento y largos días de aprendizaje.

A mis hermanos y a todos mis familiares, como muestra de mi más profundo aprecio encuentren en esta obra un modesto testimonio de mi admiración y gratitud, mi más sincero afecto y mi más profundo apego.

A mis amigos, compañeros y estudiantes de ingeniería, que han participado directa o indirectamente en mi formación.

Pamela Natali Heredia Rodríguez

Agradecimiento

A Dios, Todopoderoso y Misericordioso, que me dio la fuerza, la inteligencia y la paciencia para realizar este modesto trabajo.

A todas las autoridades y personal de la Universidad Particular de Chiclayo, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento educativo.

A mis docentes, quienes me apoyaron y guiaron en mis estudios y me ayudaron a encontrar soluciones para seguir adelante.

Declaratoria de Autenticidad

Yo, **Heredia Rodríguez Pamela Natali**, adscrito a la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo, Ingeniería, Diseño & Arte de la Universidad Particular de Chiclayo, identificado con **DNI N° 71393728**, con tesis titulada “Aplicación de las herramientas Lean Construction para mejorar la productividad en la edificación del hospital Santa María Nivel II-1, Cutervo – Cajamarca, 2019”.

Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiada; es decir no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normativa vigente de la Universidad Particular de Chiclayo.

Pimentel, 20 de diciembre del 2019

Bach. Heredia Rodríguez Pamela Natali
DNI N° 71393728

Presentación

Señores Miembros del Jurado:

La presente investigación titulada “Aplicación de las herramientas Lean Construction para mejorar la productividad en la edificación del hospital Santa María Nivel II-1, Cutervo – Cajamarca, 2019” se pone a consideración de los señores miembros del Jurado Calificador en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Particular de Chiclayo, y para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

La información se ha estructurado en nueve capítulos teniendo en cuenta el esquema de investigación sugerido por la universidad.

En el primer capítulo se ha considerado la introducción a la investigación. La base teórica se registra en el Capítulo 2. El tercer capítulo presenta el marco del método empleado. El capítulo 4 muestra los resultados del procesamiento de la información recopilada. El capítulo 5 analiza la discusión de los resultados. El capítulo 6 resume la conclusión. Las recomendaciones están contenidas en el Capítulo 7. El capítulo 8 considera la bibliografía. Finalmente, el Capítulo 9 presenta el anexo de la investigación.

El Autor.

Índice

Página del Jurado.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Presentación.....	vi
Resumen	xiv
Abstract.....	xv
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Realidad Problemática	16
1.2. Formulación del problema	19
1.3. Hipótesis	19
1.3.1. General.....	19
1.3.2. Específicas	19
1.4. Objetivos.....	19
1.4.1. General.....	19
1.4.2. Específicos	20
II. BASES TEÓRICAS	21
2.1. Antecedentes.....	21
2.2. Marco Teórico	25
2.2.1. Variable dependiente	25
2.2.2. Variable independiente	36
2.3. Definición de Términos	45
III. MARCO METODOLÓGICO	49
3.1. Identificación de Variables	49
3.2. Operacionalización de variables	50
3.3. Metodología.....	52
3.4. Tipo de Estudio.....	52
3.5. Diseño	52
3.6. Población, Muestra y Muestreo	53
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	54
3.8. Validación y confiabilidad del instrumento.....	56
3.9. Aspectos Éticos.....	57

IV.	RESULTADOS	59
4.1.	Recopilación de Datos	59
4.2.	Resultados - Equipo de Observación	59
4.2.1.	Pruebas al Equipo de observación - Nivel frecuente de tarea (NGA)	59
4.2.2.	Pruebas al Equipo de observación - Nivel Carta de Balance (NCB).....	65
4.2.3.	Pruebas al Equipo de observación – Prueba 5 minutos (PCM)	70
4.2.4.	Pruebas al Equipo de observación – Promedio de Productividad en obras (PPO) ..	75
4.3.	Resultados - Equipo de ensayo	77
4.3.1.	Pruebas al Equipo de ensayo - Nivel frecuente de tarea (NGA)	77
4.3.2.	Pruebas al Equipo de ensayo - Nivel Carta de Balance (NCB)	82
4.3.3.	Pruebas al Equipo de ensayo – Prueba 5 minutos (PCM)	86
4.3.4.	Pruebas al Equipo de ensayo – Promedio de Productividad en obras (PPO)	90
4.4.	Coeficiente Alfa de Cronbach - Equipo de Observación.....	92
4.4.1.	Análisis de confiabilidad Equipo de Observación Pre test	92
4.4.2.	Análisis de confiabilidad Equipo de Observación Post test	95
4.5.	Coeficiente por Alfa de Cronbach - Equipo de ensayo	98
4.5.1.	Análisis de confiabilidad Equipo de ensayo Pre test	98
4.5.2.	Coeficiente Alfa de Cronbach Equipo de ensayo Post test.....	100
4.6.	Análisis de la productividad	103
4.6.1.	Resultados - Nivel frecuente de tarea	103
4.6.2.	Resultados Nivel de carta de balance	112
V.	DISCUSIÓN	117
VI.	CONCLUSIONES	118
VII.	RECOMENDACIONES.....	119
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	120
IX.	ANEXOS	123
	Anexo 01: IBM SPSS Statistics 22	123
	Anexo 02: Instrumento de recolección de datos.....	127
	Anexo 03: Matriz de operacionalización de las variables	130

Índice de Tablas

Tabla 1: Operacionalización de variables.....	50
Tabla 2: Escala de valoración de Likert	57
Tabla 3: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P1NGA1	59
Tabla 4: Frecuencia Equipo de Observación Post test P1NGA1.....	59
Tabla 5: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P2NGA2	60
Tabla 6: Frecuencia Equipo de Observación Post test P2NGA2.....	60
Tabla 7: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P3NGA3	61
Tabla 8: Frecuencia Equipo de Observación Post test P3NGA3.....	61
Tabla 9: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P4NGA4	62
Tabla 10: Frecuencia Equipo de Observación Post test P4NGA4.....	62
Tabla 11: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P5NGA5	63
Tabla 12: Frecuencia Equipo de Observación Post test P5NGA5.....	63
Tabla 13: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P6NGA6	64
Tabla 14: Frecuencia Equipo de Observación Post test P6NGA6.....	64
Tabla 15: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P1NCB1.....	65
Tabla 16: Frecuencia Equipo de Observación Post test P1NCB1	65
Tabla 17: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P2NCB2.....	66
Tabla 18: Frecuencia Equipo de Observación Post test P2NCB2	66
Tabla 19: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P3NCB3.....	67
Tabla 20: Frecuencia Equipo de Observación Post test P3NCB3	67
Tabla 21: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P4NCB4.....	68
Tabla 22: Frecuencia Equipo de Observación Post test P4NCB4.....	68
Tabla 23: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P5NCB5.....	68
Tabla 24: Frecuencia Equipo de Observación Post test P5NCB5.....	69
Tabla 25: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P6NCB6.....	69
Tabla 26: Frecuencia Equipo de Observación Post test P6NCB6.....	70
Tabla 27: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P1PCM1	70
Tabla 28: Frecuencia Equipo de Observación Post test P1PCM1.....	71
Tabla 29: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P2PCM2	71
Tabla 30: Frecuencia Equipo de Observación Post test P2PCM2.....	72
Tabla 31: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P3PCM3	72

Tabla 32: Frecuencia Equipo de Observación Post test P3PCM3.....	73
Tabla 33: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P4PCM4	73
Tabla 34: Frecuencia Equipo de Observación Post test P4PCM4.....	73
Tabla 35: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P5PCM5	74
Tabla 36: Frecuencia Equipo de Observación Post test P5PCM5.....	74
Tabla 37: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P1PPO1	75
Tabla 38: Frecuencia Equipo de Observación Post test P1PPO1.....	75
Tabla 39: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P2PPO2	76
Tabla 40: Frecuencia Equipo de Observación Post test P2PPO2.....	76
Tabla 41: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P3PPO3	76
Tabla 42: Frecuencia Equipo de Observación Post test P3PPO3.....	77
Tabla 43: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P1NGA1	77
Tabla 44: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P1NGA1.....	77
Tabla 45: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P2NGA2	78
Tabla 46: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P2NGA2.....	78
Tabla 47: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P3NGA3	79
Tabla 48: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P3NGA3.....	79
Tabla 49: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P4NGA4	79
Tabla 50: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P4NGA4.....	80
Tabla 51: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P5NGA5	80
Tabla 52: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P5NGA5.....	80
Tabla 53: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P6NGA6	81
Tabla 54: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P6NGA6.....	81
Tabla 55: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P1NCB1.....	82
Tabla 56: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P1NCB1	82
Tabla 57: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P2NCB2.....	82
Tabla 58: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P2NCB2	83
Tabla 59: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P3NCB3.....	83
Tabla 60: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P3NCB3	83
Tabla 61: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P4NCB4.....	84
Tabla 62: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P4NCB4	84
Tabla 63: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P5NCB5.....	84
Tabla 64: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P5NCB5	85

Tabla 65: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P6NCB6.....	85
Tabla 66: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P6NCB6	86
Tabla 67: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P1PCM1	86
Tabla 68: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P1PCM1	87
Tabla 69: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P2PCM2	87
Tabla 70: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P2PCM2	87
Tabla 71: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P3PCM3	88
Tabla 72: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P3PCM3.....	88
Tabla 73: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P4PCM4	89
Tabla 74: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P4PCM4.....	89
Tabla 75: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P5PCM5	89
Tabla 76: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P5PCM5.....	90
Tabla 77: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P1PPO1.....	90
Tabla 78: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P1PPO1	90
Tabla 79: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P2PPO2.....	91
Tabla 80: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P2PPO2	91
Tabla 81: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P3PPO3.....	91
Tabla 82: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P3PPO3	92
Tabla 83: Estadística de fiabilidad Pre test.....	92
Tabla 84: Estadística de elemento Pre test	93
Tabla 85: Estadística de elemento de resumen Pre test	93
Tabla 86: Estadística de total de elemento Pre test	94
Tabla 87: Estadística de fiabilidad Post test	95
Tabla 88: Estadística de elemento Post test.....	96
Tabla 89: Estadística de elemento de resumen Post test	96
Tabla 90: Estadística de total de elemento Post test.....	97
Tabla 91: Estadística de fiabilidad Pre test.....	98
Tabla 92: Estadística de elemento pre test.....	98
Tabla 93: Estadística de elemento de resumen pre test	99
Tabla 94: Estadística de total de elemento pre test.....	99
Tabla 95: Estadística de fiabilidad Post test	100
Tabla 96: Estadística de elemento Post test.....	101
Tabla 97: Estadística de elemento de resumen Post test	101

Tabla 98: Estadística de total de elemento Post test.....	102
Tabla 99: Planilla de ingreso de datos	104
Tabla 100: Formato del Nivel frecuente de tarea (NGA).....	105
Tabla 101: Resultado promedio del Nivel frecuente de tarea actual.....	106
Tabla 102: Nivel frecuente de tarea - porcentajes de productividad	107
Tabla 103: Actividades contributorias y no contributorias	107
Tabla 104: Resultado promedio del Nivel frecuente de tarea mejorado	111
Tabla 105: Nivel frecuente de tarea mejorado versus porcentajes estadísticos de productividad.....	112
Tabla 106: Nivel de actividad real y participación (diagnostico actual)	115
Tabla 107: Nivel de actividad real y participación (diagnostico actual y después de la mejora).....	116

Índice de Figuras

Figura 1: Extracto de la disposición del trabajo	106
Figura 2: Diagrama de Pareto para el trabajo contributivo	108
Figura 3: Diagrama de Pareto para el trabajo no contributivo	109
Figura 4: Consolidado de la distribución del trabajo (diagnostico mejorado)	111
Figura 5: Nivel de carta de balance de actividad promedio (antes).....	114
Figura 6: Nivel de carta de balance de actividad promedio (antes y después).....	115

Resumen

El objetivo principal del proyecto de investigación propuesto es mejorar la eficiencia del trabajo mediante la aplicación de herramientas Lean Construction, con el fin de mejorar el nivel de productividad del hospital Santa María Nivel II-1, Cutervo – Cajamarca, en el período 2019.

La investigación es de tipo explicativo y transversal. El tipo de diseño utilizado es cuasi-experimental. Para la población muestral no probabilística definida por los dos grupos, las técnicas de encuesta se aplican a través del método de encuesta por cuestionario. En la recolección de datos se aplican técnicas de observación de campo y se utilizan estadísticas descriptivas para analizar los documentos y datos obtenidos.

En la técnica de observación, los formatos de campo empleados para diversos tipos de trabajo fueron: productivo (TP), aporte o contributorio (TC) y no aporte (TNC) para evaluar la efectividad del proceso y realizar mejoras continuas durante la ejecución.

En el proceso de desarrollo de la investigación se utilizó la técnica Lean Construction como el nivel de carta de balance de cuadrilla. Se estudió la actividad de concreto en muros. En el diagnóstico preliminar se obtuvo el 40,4% del tiempo de análisis correspondiente al trabajo productivo, el trabajo de contribución en 32,7% y el trabajo no contributivo en 26,9%. El diagnóstico final después de la mejora es que el trabajo de producción TP es 49,9%, TC es 33,7% y TNC es 16,5%, y el proceso está bien planificado, lográndose optimizar los recursos y aumentar la productividad del proyecto.

Palabras Clave: Productividad, Lean Construction, Carta de Balance.

Abstract

The main objective of the proposed research project is to improve work efficiency through the application of Lean Construction tools, in order to improve the productivity level of the Santa María Level II-1 hospital, Cutervo - Cajamarca, in the period 2019.

The research is explanatory and transversal. The type of design used is quasi-experimental. For the non-probabilistic sample population defined by the two groups, the survey techniques are applied through the questionnaire survey method. In the data collection, field observation techniques are applied and descriptive statistics are used to analyze the documents and data obtained.

In the observation technique, the field formats used for various types of work were: productive (TP), contribution or contributory (TC) and non-contribution (TNC) to evaluate the effectiveness of the process and make continuous improvements during execution.

In the research development process, the Lean Construction technique was used as the level of the crew balance chart. The activity of concrete in walls was studied. In the preliminary diagnosis, 40.4% of the analysis time corresponding to productive work was obtained, contribution work 32.7% and non-contributory work 26.9%. The final diagnosis after the improvement is that the production work TP is 49.9%, TC is 33.7% and TNC is 16.5%, and the process is well planned, optimizing resources and increasing the productivity of the draft.

Keywords: Productivity, Lean Construction, Balance Sheet.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

A Nivel Internacional

En España, el Grupo Sando forma parte del mayor proyecto urbanístico del país, que se lleva a cabo según un método de Lean Construction, el proyecto Intu Costa del Sol. El nuevo centro se convertirá en el mayor parque comercial y de ocio del sur de Europa y Europa. Se basará en el concepto japonés de plan "Lean". El sistema "Lean" aboga por la eliminación de elementos que no agregarán valor al proyecto y la mejora continua para minimizar las pérdidas y maximizar el valor del producto final. De esta forma, se optimiza la producción utilizando la menor cantidad de recursos posible y se aumenta la eficiencia. La aplicación de Lean Construction en el proyecto Intu Costa del Sol ha convertido este método en el desarrollo urbanístico más importante de España. (Interempresas, 2019)

En México, la industria de la construcción es una industria sujeta a la experiencia y conocimiento de capataces y desorden comunes manejadas por arquitectos, más que una industria basada en la eficiencia y productividad. A nivel gubernamental, estos problemas están aumentando exponencialmente.

Lean Construction México es una empresa de consultoría dedicada a la implementación de los conocimientos adquiridos en las escuelas de Lean Construction. Se centra en analizar el ciclo del proyecto desde la preconstrucción hasta la construcción en sí para garantizar que todos los involucrados puedan comunicarse mejor, definir claramente las tareas y garantizar un proceso estructurado.

Actualmente, la industria de la construcción mexicana está dominada por un proceso empírico. El equipo de gestión de construcción, desde una modesta vivienda hasta un centro comercial asigna a un capataz tareas específicas, como pintar la fachada. El tiempo que llevará esta tarea depende del estilo personal del operario, incluido su estado de ánimo. El problema con esto es que no puede cumplir de manera natural y completa los objetivos y plazos específicos del cronograma, y no puede establecer estándares. Esto crea costos adicionales e ineficiencia.

Todavía queda mucho trabajo por hacer para educar a la fuerza laboral para que comprendan cómo crear un acuerdo de trabajo, cómo comenzar, qué herramientas usar y cómo completar el trabajo. Lo que está sucediendo en sí mismo es la mayor participación de los gerentes (ya sean arquitectos o supervisores) en el comportamiento constructivo. (Ramírez, 2019)

Según el índice más alto de la doctrina y la visión del investigador Lauri Koskela, la gestión de proyectos basada en la ruta crítica (gráfico PERT) se ha convertido en un método de aplicación para los requisitos del cliente, pero está desactualizado. Esta solución se denomina Lean Construction, y es un concepto desarrollado en España desde principios del siglo XXI. Esto se debe a la necesidad de crear sistemas en la construcción para revelar y solucionar los problemas que se están produciendo, así como para difundir información dentro de la organización. Recordemos que Lean se aplica a cualquier campo con particularidad propia y siempre se basa en los mismos principios: identificación, evaluación, corrección, mejora y repetición. El único propósito de todo esto es maximizar el valor agregado de las actividades clave y eliminar aquellas actividades que apenas agregan valor o dañan el proceso. (Detea, 2017)

Nacional

En Perú, en los últimos años, la intensidad y la forma se han vuelto cada vez más estrictas, y se han planteado algunas prácticas para la aplicación de Lean Construction en diversos tipos de proyectos de construcción (carreteras, edificaciones, ingeniería sanitaria, infraestructura minera, etc.). El objetivo principal del concepto Lean es eliminar las actividades que no producen valor durante el proceso de construcción. Se basa en principios como el control de calidad puntual (a tiempo) y total basado en procesos de mejora continua, y también implementa herramientas de planificación, como el sistema Last Planner modificado (sistema Last Planner) sistema tradicional de ingeniería de planificación y control (Calongos & Reátegui, 2017)

Seis empresas en el Perú: Graña y Montero, Coinsa, Copracsa, Edifica, Marcan y Motiva, que en los últimos años han aplicado las técnicas de la filosofía Lean a la gestión de sus proyectos de construcción con la Universidad Católica del Perú, decidieron unir fuerzas.

El principal objetivo de compartir conocimientos y difundir estos principios en la industria de la construcción de nuestro país es promover el nivel profesional y la eficiencia de la industria. Con este fin, recientemente crearon la sucursal en Perú del Lean Construction Institute, que es reconocida y apoyada por el American Lean Construction Institute. (Orihuela, Orihuela, & Pacheco, 2018)

El concepto Lean busca maximizar el valor del producto y minimizar las pérdidas. Esta filosofía se originó en la década de 1940. Sin embargo, se concentró en la construcción a principios de la década del 90, y en Perú, su aplicación en la construcción se inició en 1998 con el regreso del ingeniero Virgilio Ghio al país. Hay siete tipos de estas pérdidas que intentan eliminar o al menos minimizar: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, sobreprocesamiento, inventario, movimiento y defectos. Por lo tanto, el concepto propone algunos cambios a la forma arquitectónica tradicional para reducir estas pérdidas y satisfacer las necesidades del cliente tanto como sea posible. Esto se logra mediante el uso de herramientas ajustadas, que pueden controlar la alta variabilidad de la industria y su impacto en el trabajo. (Guzmán & Rubio, 2016)

Local

En nuestro entorno, tomemos como ejemplo la construcción de la residencia plurifamiliar "Residencia Las Flores" en el casco urbano de Chiclayo, Monterrico II Mz "E" Lt "24", donde su construcción no consideró el tema Lean Construction. El proyecto presenta una realidad problemática de que muchos edificios se construyen utilizando métodos tradicionales sin ningún tipo de planificación o control. Hay varios problemas: mano de obra insuficiente, falla de la máquina, suministro insuficiente de ciertos materiales, otros. Cualquiera de ellos es fatal para la producción y puede ocurrir en el caso de pérdida de ventas de departamentos. En algunos proyectos hay excedentes de materiales que, aunque no se almacenan, han incurrido en altos costos, pero los costos de producción han aumentado. (Meza, 2017)

Ahora bien, para determinar la causa de los problemas que enfrenta la entidad o empresa responsable del diseño y planificación del proyecto, la mejor forma es preguntarse

y analizar qué sucedió, aunque en algunos casos esto es ambiguo, no todos están bajo investigación. Todos reconocen las fallas en su comportamiento diario.

Con base en los resultados de la encuesta y el modelo revisado, se puede determinar que no todos los programas involucran una estructura de procedimiento clara, sino que se enfocan en los objetivos del plan general, y en realidad se basan en la naturaleza empírica del proyecto basado en él. Los resultados reflejan los puntos clave en los que se debe mejorar la planificación y el diseño del proyecto, que se pueden resumir en una falta de coordinación.

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera la aplicación de las herramientas Lean Construction influye en la mejora de la productividad en la ejecución del Hospital Santa María Nivel II-1?

1.3. Hipótesis

1.3.1. General

- Si se aplica herramientas Lean Construction, puede aumentar la productividad de los proyectos de construcción de edificaciones

1.3.2. Específicas

- La implementación de estas herramientas en el entorno del concepto de Lean Construction puede promover el desarrollo constructivo oportuno del proyecto.

- La aplicación de nuevas tecnologías y nuevas estrategias en el entorno de los conceptos de Lean Construction puede optimizar los recursos en la construcción de proyectos.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

- Determinar el impacto del uso de herramientas Lean Construction en la mejora de la productividad de construcción de edificios.

1.4.2. Específicos

- Implementar herramientas en el contexto de conceptos de Lean Construction para promover el desarrollo adecuado de la construcción de edificios.
- La aplicación de nuevas tecnologías y estrategias en el entorno de los conceptos de Lean Construction puede optimizar los recursos de construcción.
- Describir las herramientas propuestas por Lean Construction para incrementar la productividad de la construcción de edificios.
- Comprender las actividades constructivas involucradas.
- Definir el evento con mayor incidencia en el sitio.
- Evaluar las actividades que componen el proyecto de investigación.
- Determinar las pérdidas incurridas en el proyecto de evaluación: cuáles son pérdidas que agregan valor al proyecto y cuáles no son pérdidas que agregan valor al proyecto.
- Aplicar técnicas de muestreo para definir problemas que afectan la productividad.
- Encontrar las causas de los problemas en el proceso de producción y que afectan la productividad.
- Aplicar el programa de control a la actividad en estudio.
- Utilizar herramientas propuestas por Lean Construction para transferir los resultados.

II. BASES TEÓRICAS

2.1. Antecedentes

A Nivel Internacional

(Koladiya, 2017) en su investigación titulada “*Research trends of Lean Construction and its compliance with Toyota Production System for year 2016 (Investigación de las tendencias de Lean Construction y su cumplimiento con el Sistema de Producción Toyota para el año 2016)*”, para obtener el grado de Magister en la University of Applied Sciences, USA, se señaló que el propósito de este estudio fue estructurar los procedimientos de la reunión del Grupo Internacional de Construcción Lean (IGLC) y verificar su cumplimiento con el Sistema de Producción Toyota (TPS). Al revisar 123 artículos de investigación publicados por IGLC en 2016, el método utilizado fue el análisis de contenido.

Los resultados del análisis muestran que, en general, el 54% de las investigaciones en LC (Lean Construction) siguen completamente el marco de TPS. El sistema Last Planner (22%) es la herramienta Lean más utilizada, seguida de la ejecución de proyectos LPD (21%) y la reducción occidental WR (9%). La encuesta realizada después del TPS se divide en las cuatro categorías principales: TPS (Filosofía (15%), Proceso (69%), Personas y socios (4%) y Resolución de problemas (13%) y Otros (50%), a los cuales se le asigna una categoría No-TPS según su contexto. Otras tendencias se presentan en forma gráfica, como estudios de casos (43%) y estudios de literatura (24%).

Los resultados brindan una guía para los futuros investigadores de LC, requiriéndoles que adopten la metodología ajustada como un aspecto humano del campo de la investigación de la construcción para hacer requisitos estrictos, y sugieren que su trabajo no se limiten a industrias de la construcción específicas, como la construcción de viviendas (40%) e infraestructura (5%).

(Crespo, 2015) en su investigación “*Mejora de la productividad en la construcción de edificaciones en la ciudad de Quito, aplicando Lean Construction*” para obtener el grado de Magister en la Universidad Central del Ecuador, Ecuador, señala que el propósito de esta investigación es implementar una nueva idea denominada "Arquitectura Lean" (Arquitectura

sin pérdidas) en el campo de la construcción en el proyecto de aplicación de esta investigación en Quito. Este método tiene como objetivo mejorar la eficiencia de la gestión de la obra civil y minimizar el tiempo dedicado a actividades que no aumentan el valor del producto final.

Para dar cumplimiento a este nuevo concepto, la investigación realizó un diagnóstico general del estado de cada proyecto en la etapa inicial, diagnosticó la productividad de las actividades generadoras de residuos, luego procesó la información, la registró y la convirtió en una tabla para analizar la información estadística de la pérdida obtenida, formular estrategias de mejora y volver a medir su productividad, y para complementar este concepto, aplicar la tecnología "last planner" (last planner), planificación a largo plazo (Plan general), plan a mediano plazo (plan intermedio) y plan a corto plazo (plan semanal). De esta forma, se pueden completar las tareas planificadas y se puede reducir la incertidumbre en el proyecto.

(Cassiano, 2017) en su investigación *“Lean Construction – Exemplos e teses para aplicação dos princípios da “construção enxuta” no Brasil”* para obtener el grado de Bachiller en la Universidad Privada en Lorena, Brasil, manifiesta señala que la construcción ajustada es un método innovador en la industria de la construcción, y sus métodos de producción se han ajustado para mejorar la eficiencia. Por ello, en este trabajo se realiza una investigación bibliográfica sobre "Lean Construction" y su aplicación.

El primer procedimiento utilizado es la investigación teórica y bibliográfica del método "Lean Construction", y su aplicación y significado en la edificación civil. Luego de realizar una investigación teórica, comenzó a estudiar el campo de aplicación de SLJ Constructora e Inc. para verificar la implementación del método en la construcción actual en Brasil. Para ello, trató de obtener una visión general de los problemas y limitaciones específicos de cada cultura regional a través de entrevistas con los empleados de la empresa. Se caracterizó por ser una empresa constructora con unos 25 empleados, entre albañiles, empleados, yeseros y pintores subcontratados.

La conclusión es que no se puede planificar todo con el más mínimo detalle, pero sí se puede minimizar la incertidumbre mediante un control efectivo y efectivo, lo que nos

lleva a concluir que esta es la “clave de toda construcción esbelta”. La implementación de la construcción ajustada LC es factible y debe entenderse como una filosofía que busca en primer lugar mejorar el proceso de gestión productiva, consolidando así un nuevo tipo de competitividad sostenible en un entorno de incertidumbre y alto riesgo. La implementación exitosa de los principios de LC depende del compromiso de la alta dirección, priorizando las necesidades en el sitio y capacitando a los clientes internos (empleados) y a todos los involucrados en el proceso.

A Nivel Nacional

(Meza, 2017) en su investigación titulada “*Propuesta de aplicación de la filosofía Lean Construction en un proyecto de edificación de albañilería confinada para reducir costos de ejecución*” para obtener el Título profesional en la Universidad Privada de Trujillo, Perú, cuyo propósito fue aplicar conceptos de construcción ajustada en el proceso de construcción para realizar mejoras, planes de trabajo y reducir costos en todo el proyecto. Por ejemplo, la construcción de una casa plurifamiliar "Casa Las Flores" ubicada en la ciudad de Chiclayo, Urb. Monterrico II Mz "E" Lt "24" se ejecutó sin considerar estos factores. La conclusión es que el tiempo NC se ha reducido considerablemente, del 31,6% al 14,5%, y el tiempo de producción se ha reducido del 34,8% al 47,6%, lo que ha mejorado mucho la jornada laboral.

(Quispe, 2017) en su investigación titulada “*Aplicación de “Lean Construction” para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017*” para obtener el grado de Magister en la Universidad César Vallejo, Lima, Perú, señala que el proyecto de investigación tiene como objetivo determinar el impacto de la aplicación de tecnología de construcción ajustada en la productividad durante proyectos de edificaciones en Huancavelica durante 2017. La investigación es explicativa; transversal; tipo experimental y diseño cuasi-experimental; utilizando dos grupos La población muestral no probabilística definida se aplicó a través de la tecnología de encuestas, y la recopilación de datos se aplicó a la tecnología de observación de campo y al análisis de documentos a través de un cuestionario que contenía 20 preguntas específicas.

Se utilizó estadística descriptiva para analizar los datos obtenidos, con Alfa de Cronbach para determinar que el instrumento tiene alta confiabilidad, y para comparar la hipótesis propuesta, se usa prueba de normalidad, prueba de varianza igual y prueba t para independencia. La muestra de estudiantes se determina según el resultado del valor p. Si la técnica, el nivel general de actividad, el nivel de letras equilibradas, la prueba de cinco minutos y la hipótesis específica tienen un impacto estadísticamente significativo, entonces se realizará la inspección.

En la discusión, la tecnología de observación aplicada al proyecto se utilizó para identificar los tipos de tiempo productivo (TP), contributivo (TC) y no contributivo (TNC) a través del formato de campo, y el diagnóstico preliminar se realizó mediante los siguientes métodos: El nivel de actividad global (TP 31%, TC 41% y TNC 27%), aplicando la teoría y tecnología LC, planteando sugerencias de mejora y soluciones claras y directas para incrementar la productividad (TP 39%, TC 37% y TNC (24%), trabajo de seguimiento para evaluar la efectividad del proceso y realizar una mejora continua, lo que comprueba que la mano de obra de producción ha aumentado un 8%, y en el balance, la productividad ha aumentado un 3%.

(Flores, 2016) en su investigación titulada *“Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de la construcción del estadio de la UNA-Puno”* para obtener el Título profesional en la Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú, muestra que la investigación fue técnica y aplicada; se realiza exploración, descripción e interpretación al mismo tiempo; se enfoca en la aplicación propuesta de conceptos de construcción ajustada como métodos de planificación, programación, ejecución y control en la construcción del Estadio Universitario Nacional Altiplano-Puno. A lo largo del trabajo de investigación, se describen los principales conceptos y herramientas de la Filosofía Lean para generar una base teórica sólida que sustente la aplicación de la herramienta propuesta.

Por otro lado, se analizan los resultados de productividad y se obtienen los siguientes resultados promedio: trabajo productivo (TP) 36%, trabajo cotizado (TC) 44% y trabajo no contributivo (TNC) 20%. Y en comparación con los estándares de construcción nacionales e internacionales. Finalmente, analizar el desarrollo y desempeño del proyecto con el fin de

sacar conclusiones y hacer sugerencias de mejora, estas conclusiones y sugerencias pueden ser utilizadas para el trabajo en estudio.

A Nivel Local

(Saavedra, 2018) en su investigación titulada “*Evaluación de la productividad aplicando la filosofía “Lean Construction” en la etapa de la conservación periódica del tramo Yanaoca-Yauri que une las provincias de Canas y Espinar del proyecto red vial 01 – Cusco*” para obtener el título profesional en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú, señaló que su propósito es evaluar la productividad de las actividades aplicando conceptos de construcción ajustada durante el período de protección regular de la parte Yanaoca-Yauri del proyecto Red Vial 01-Región Cusco, y comprender qué acciones están obstaculizando la mejora de la productividad.

El enfoque del desarrollo está en la base de un sistema de producción efectivo que prioriza el monitoreo de flujo a través de los tres pasos de control de la gestión de pedidos de producción y la implementación de las herramientas LC. Finalmente, el planificador se enfoca en determinar las variables que afectan la producción, planificar y controlar la cadena de actividades para eliminar holguras, y medir la eficiencia de los recursos utilizados de acuerdo con los ratios establecidos reportados.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Variable dependiente

Definición conceptual de la variable dependiente: Productividad en la edificación del Hospital Santa María Nivel II-1, según (Serpell, Administración de operaciones de construcción, 2010) indica que la productividad es una medida de la eficiencia de la gestión de recursos para completar productos.

a) Productividad

“Serpell (2002) explica que la productividad es una medida de la eficiencia de la gestión de recursos para completar un producto específico dentro de un cierto período de tiempo y bajo un estándar de calidad dado.” (Quispe, 2017)

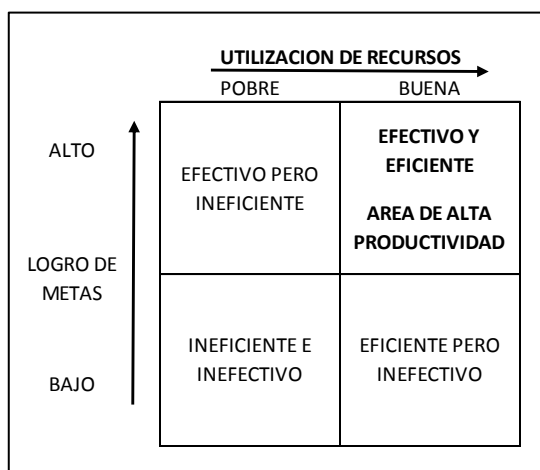
En otras palabras, la productividad incluye tanto la eficiencia como la eficacia, porque si existen serios problemas de calidad, no es importante la cantidad ante la baja calidad.

“Brioso (2015) piensa en la productividad como la relación entre lo que se produce y lo que se gasta en ello. Ésta es una medida de eficiencia y eficacia, porque la productividad puede determinar la forma de gestionar los recursos consumidos para obtener resultados, los cuales se desarrollan en un plazo determinado con unos estándares de calidad dados. Para esta investigación se utilizará un modelo de productividad orientado a la actividad, que propone la relación entre el costo y el objeto obtenido.” (Quispe, 2017)

$$Productividad = \frac{\text{Costo de la mano de obra (hh)}}{\text{Objeto de salida (m2, m3, kg, etc)}}$$

Por tanto, si se quiere mejorar la eficiencia de un sistema o proyecto, es necesario implementar técnicas orientadas a optimizar los procesos para que cada proceso pueda ser analizado en detalle para incrementar su producción. Y reducir los recursos utilizados.

Gráfico 1: Relación entre eficiencia, efectividad y productividad



Fuente: (Quispe, 2017)

b) Pérdidas en los sistemas de producción

La definición de pérdida se interpreta como aquellas actividades que incurren en costos, ya sean directos o indirectos, que no aumentan el valor ni el avance de la obra. Estas

pérdidas se miden en términos de sus costos (incluidos los costos de oportunidad). (Maldonado & Ysique, 2017)

c) Productividad del trabajo

Señala que trabajo son todas las operaciones realizadas por los participantes del sistema para convertir recursos en productos parciales o finales (o, en pocas palabras, para generar valor). La productividad laboral se mide con base en el contenido del trabajo productivo, el cual se ve afectado por actividades contributivas y no contributivas, las cuales restan tiempo al tiempo disponible para realizar el trabajo mencionado. (Curi, 2016)

d) Rendimiento y Velocidad

Rendimiento: En el coloquialismo, los términos desempeño y productividad a menudo se usan indistintamente, pero es importante aclarar que el desempeño se define como el inverso de la productividad, es decir, la cantidad de recursos utilizados para ejecutar una unidad de producción.

Velocidad: La cantidad de producción completada por unidad de tiempo.

e) Variabilidad

En la construcción, esta capacidad es muy amplia y algunas de las razones de la variabilidad son:

- El lunes, el operador del equipo de instalación de esmalte no estuvo presente.
- La empresa de concreto premezclado llegó una hora tarde al trabajo.
- La hormigonera no funciona correctamente.
- El trabajo se detuvo debido a una huelga sindical.
- Falta de materiales para empezar a trabajar a tiempo.
- Alféizares de ventanas de diferentes tamaños.

- Edificios con planta irregular.

Es importante mencionar la variabilidad positiva y negativa, pero en este proyecto de tesis, cuando se menciona el término "variabilidad", se mencionará la variabilidad negativa. A mayor variabilidad de la obra, mayor impacto en la calidad, presupuesto y tiempo de ejecución de la obra.

f) Factores que afectan la productividad

Se señala que muchos factores afectan la productividad del trabajo de construcción. En el trabajo, lo más relevante es determinar cuáles son los factores más desfavorables para actuar sobre ellos y reducir su impacto. (Quispe, 2017),

Factores negativos en la productividad

- Errores de diseño y falta de especificaciones.
- Modificaciones al diseño durante la ejecución del proyecto.
- Realización de un trabajo de diseño incompleto.
- Falta de supervisión del trabajador.
- Trabajadores en grupo en un espacio muy estrecho (hacinamiento en el trabajo).
- La tasa de rotación de trabajadores es alta.
- Las malas condiciones de seguridad industrial pueden provocar altas tasas de accidentes.
- Composición del personal insuficiente.
- Distribución de material insuficiente en el sitio.
- Suministro insuficiente de equipos y herramientas.

- Debido a su ubicación, la obra es de difícil acceso.
- Control de calidad excesivo.
- Interrupciones no planificadas y no controladas (trabajadores comiendo, yendo al baño).

Factores positivos en la productividad

- Programa de formación permanente de la fuerza laboral.
- Plan de seguridad industrial in situ.
- Buen manejo de materiales en el lugar de trabajo.
- Utilizar piezas prefabricadas y estandarización de elementos.
- Utilizar ayudas informáticas (software de construcción).
- Buscar constantemente la motivación para el trabajo.
- Revisión de diseño para simplificar la implementación.
- Competencia sana entre los miembros de los equipos de trabajo.
- Aplicar herramientas de ingeniería industrial en la construcción.
- Utilizar incentivos en los contratos de trabajo.
- Emplear eficazmente a los subcontratistas.

Características de la productividad

- La curva de aprendizaje limitada está relacionada con la alta tasa de rotación.
- Influencia de las condiciones climáticas.
- Trabajo bajo presión a largo plazo.
- Fragmentación de proyectos.
- Incentivos negativos.
- Debido a la alta tasa de rotación y al dominio empírico, casi no hay capacitación.
- La relación antagónica entre las personas involucradas.
- Planificación deficiente o falta de planificación.
- Realización de actividades basadas en la experiencia.
- La mentalidad del departamento cree que el método actual es efectivo.

Mejoramiento de la productividad

Teniendo en cuenta los factores que tienen un impacto negativo en la productividad, los administradores del sitio deben tomar fuertes medidas correctivas para resolver los problemas encontrados para aumentar la productividad. Por este motivo, se recomienda seguir el ciclo de mejora de la productividad. Las diferentes etapas de mejora requieren que se realicen diferentes actividades en el proyecto (Quispe, 2017)

- La medición de la productividad se lleva a cabo mediante la recopilación de datos y su posterior procesamiento y análisis estadístico. Para ello, se utilizan los formatos desarrollados a tal efecto, conocidos como Formulario Estándar de Trabajo General.
- Evaluación de la productividad, utilizando los datos obtenidos para diagnosticar la situación laboral mediante la identificación de problemas. De esta forma se puede determinar el curso de acción a seguir una vez evaluadas las distintas alternativas.

- Implementación de planes de mejora, formulación de estrategias y medidas de mejora con seguimiento constante para evaluar la efectividad y los resultados obtenidos.

El sistema de implantación para medir la productividad tiene los siguientes objetivos:

- Evaluar objetivamente el desempeño del proyecto.
- Consultar el ciclo de mejora en la siguiente fase de construcción.
- Realizar análisis de tendencias, prediciendo los resultados para trabajos futuros y complementando el trabajo.
- Determinar por qué un trabajo o actividad es más productivo que otros trabajos o actividades similares.

g) Técnicas de recopilación de datos de productividad utilizadas por Lean Construction

Oglesby, Parker & Howell (1989, citado por Quispe, 2017) sugirió las tres categorías principales de trabajo utilizadas para las medidas de productividad:

- Trabajo productivo (T.P.) (agrega valor): trabajo que contribuye directamente a una unidad de producción. Por ejemplo: hormigón vibrado, colocación de ladrillos, pintura, etc.
- Trabajo contributorio (T.C.) (no agrega valor): lo que se necesita hacer para realizar un trabajo productivo. Por ejemplo: manipulación de materiales, recepción o entrega de instrucciones, lectura de planos, medidas, etc.
- Trabajo no contributorio (T.N.C.) (no agrega valor): cualquier actividad que no coincida con la categoría anterior. Por ejemplo: ocio, interrupción de trabajo no autorizada, desplazamiento de un lugar a otro sin permiso, asuntos personales, etc.

Estas tres categorías son utilizadas para los muestreos del trabajo y para las cartas de balance.

Muestreo del trabajo

“La muestra de trabajo se utiliza para medir el porcentaje de jornales y uso de equipo en ciertas categorías predeterminadas de una actividad.” (Serpell, 2002, citado por Quispe, 2017)

El objetivo general es compilar estadísticas y determinar las horas de trabajo del personal y equipo de construcción. Las categorías principales y más utilizadas son: trabajo productivo, trabajo con contribución y trabajo sin contribución. Algunas de las características que definen esta herramienta en particular son:

- Es una medida de análisis cuantitativo en términos de tiempo de desempeño de los recursos.
- Esto se aplica principalmente al trabajo o al equipo.
- Las observaciones de muestra deben hacerse al azar.
- Deben establecerse categorías predefinidas de actividades, en las que se comparten las observaciones de recursos.
- Los resultados permiten sacar conclusiones estadísticas sobre las actividades de los recursos.

El problema con esta medición es que es difícil hacer un diagnóstico en base a los resultados obtenidos, el porcentaje de trabajo productivo, trabajo contributivo y trabajo no contributivo.

Esta herramienta es la mejor para determinar si hay algún problema y si lo hay, tomar otra acción como: Por ejemplo, un gráfico de balance para obtener una descripción clara de la actividad y hacer un diagnóstico preciso para mejorar la productividad.

Con una muestra representativa de un tamaño lo suficientemente grande como para ser estadísticamente válida, se pueden predecir ciertas características del proyecto. Esta predicción no es precisa, pero si la muestra es representativa, el resultado se acerca mucho a la situación real. Estadísticamente hablando, una muestra puede probarse en base a tres

conceptos: confianza, límite de error y proporción por categoría. El primero da la fiabilidad del resultado, el segundo la precisión del valor estimado y el último la proporción esperada de la muestra, es decir la distribución de las respuestas de la muestra. El número de muestras para las condiciones requeridas es calculado con la ecuación siguiente:

$$N = \frac{Z^2 P (1 - P)}{L^2}$$

Donde 'N' es el tamaño de la muestra, 'Z' es el valor derivado de la tabla estadística según el intervalo de confianza, 'P' es la proporción de cada categoría y 'L' es el límite de error requerido. Suponga que la distribución esperada entre trabajo productivo y no productivo es 50:50. Se considera razonable considerar que el nivel de confianza es del 95% y el límite de error es del 5% para representar la distribución de un trabajo completo.

Nivel general de actividad de obra

Es un indicador que muestra la productividad del personal en función del tiempo que se tarda en completar un trabajo que se clasifica como productivo, contributivo y no contributivo. Podemos trabajar con los datos obtenidos en el balance y, mediante gráficos seccionales, visualizar el tiempo que dedica cada empleado a los distintos tipos de trabajo. El resultado de este análisis es el porcentaje de tiempo que los trabajadores han dedicado a estas actividades.

Carta de balance de cuadrilla

El diagrama de equilibrio es un gráfico de barras con ordenadas y abscisas de tiempo, que indica los diferentes recursos involucrados en la actividad investigadora. Con el tiempo, representando las diferentes actividades que realiza el recurso, se obtiene un gráfico de barras que muestra la secuencia de tareas para cada recurso. Dado que todos los recursos están representados en un mismo período de tiempo, es posible observar la relación entre ellos y determinar los patrones que afectan la actividad por comparación.

Un tema muy importante a considerar es dirigir el estudio para reducir la disfunción, es decir, aumentar el rendimiento y los niveles reales del trabajo. Serpell (2002, citado por Quispe, 2017) sugirió una secuencia que se menciona a continuación:

Gráfico 2: Ejemplo de una carta de balance de la cuadrilla

CLASIFICACION DE TRABAJO - Encofrados			CLASIFICACION DE TRABAJO - Vaciado de Losa		
AP	APOYO	TNC	ED	Esperas y descanso	TNC
T	TRANSPORTE		ST	Simulacion de Trabajo	
E	ESPERA		V	Viajes	
C	COLOCACION	TP	MM	Manejo de Manguera	TP
S	SEGREGACION		V	Vibrado de Concreto	
TR	TRAZO		AL	Acabado de Losa	
H	HABILITACION		R	Reglear	
A	ASEGURADO	TC	I	Instrucciones	TC
L	LIBERACION		L	Lampear	
OT	OTROS		TM	Traslado de Manguera	
I	INFORMACION		N	Nivel	
V	VERIFICACION		M	Traslado de Materiales	

Fuente: (Quispe, 2017)

- Revise el método de construcción elegido y luego busque otro método que pueda cuestionar aún más su simplicidad.
- Previamente se cuantificó la utilización eficiente de mano de obra, maquinaria y equipo, materiales, energía y otros recursos en el proceso seleccionado.
- Analizar con más detalle el diagrama de flujo de los recursos, especialmente en las actividades realizadas en grandes espacios.
- Pruebe la operación y determine las condiciones de trabajo reales del recurso.
- Deben tomarse no menos de tres muestras en fechas diferentes.
- Procesar información, resumir y discutir resultados.
- Identificar las mejoras necesarias y describir los procedimientos de mejora propuestos en el balance general ideal.

Todos estos pasos se deben utilizar para formular un plan de mejora adecuado, se debe analizar el proceso de construcción, se debe cuantificar el uso de recursos, se debe analizar en detalle el esquema del proceso y se debe muestrear y procesar la información para tener una buena imagen del problema.

Una de las ventajas de esta técnica es que, como muy pocas, da respuesta en cuanto se realiza una operación por primera vez y proporciona herramientas básicas para agilizar la ejecución de las operaciones más importantes de un trabajo.

Consideraciones

- Observar y comprender la actividad que se está estudiando.
- Identifique a cada miembro de la tripulación. Por lo tanto, se les puede proporcionar cascos, camisetas, cintas, chalecos, etc. de varios colores para que se puedan distinguir fácilmente durante la investigación.
- El intervalo de muestreo recomendado es de un minuto, al menos treinta observaciones (30 minutos), o al menos el tiempo requerido para observar dos ciclos consecutivos completos.
- El equipo de observación puede tener hasta 8 a 10 miembros.
- Se recomienda tomar notas adicionales sobre cómo se realiza el trabajo, qué materiales, herramientas o equipos se utilizan, qué interrupciones se han producido, cuánto se ha avanzado, etc. de esta forma, puede obtener información sobre lo que sucederá durante la medición y optimizar personas o recursos.

Procedimiento

- Antes del muestreo, es necesario determinar los subprocesos que componen las diferentes categorías de trabajo: subprocesos productivos, contributivos y no contributivos, definirlos para las operaciones a estudiar y asignar letras o claves a cada letra o clave por separado.

- La función de cada miembro de la tripulación se registra cada minuto en un formato de letra equilibrado.
- Procese los datos recopilados en la hoja de cálculo de Excel y dibuje las barras de distribución del uso del tiempo en diferentes actividades.
- Además, el uso del tiempo se puede asignar a cada miembro de la tripulación como un porcentaje.

2.2.2. Variable independiente

Definición conceptual de la variable independiente: Aplicación de las herramientas Lean Construction, según Ghio (2011, citado por Manrique, 2017) refiere que la diferencia de Lean Construction de las prácticas tradicionales es su enfoque en las pérdidas y en la reducción de las mismas.

a) Lean Construction

El diseño y planificación de proyectos es una actividad que ha sido rechazada por desconocimiento de los procesos y métodos adecuados que ayudarán a optimizar esta actividad. Existe una nueva alternativa dentro de la arquitectura y la planificación de edificios que se está extendiendo por todo el mundo e introduce el concepto de "construcción ajustada" o "construcción sin pérdidas", que es un conjunto de conceptos y técnicas basados en sistemas. De Producción de Toyota, que se centra en reducir las pérdidas durante el flujo de producción. (Costa de los Reyes, 2016).

En este método se estudia la filosofía porque es una estrategia competitiva para mejorar el proceso de planificación del proyecto, y por tratarse de una producción temporal en pequeños lotes, se considera como una forma diferente de refinamiento. El punto de vista Lean significa que a través del desarrollo de acciones sistemáticas para el trabajo organizacional, una nueva perspectiva sobre la planificación general del proyecto, de manera que la organización, el trabajo o la empresa, la oficina o la entidad puede centrarse en el diseño y la construcción de proyectos, lo que puede mejorar la eficiencia y la competitividad de su proyecto. (Costa de los Reyes, 2016).

La gestión ajustada de proyectos significa que tiene una ventaja competitiva debido a la capacidad de responder a la demanda y una estricta disciplina en el proceso. Promover la eliminación de todo aquello que no agregue valor al producto, como reuniones innecesarias, tareas secundarias que no son de importancia crítica, documentos que no agregan valor, métodos de trabajo ineficientes, etc. (Aranibar, 2016)

b) Objetivos

El diseño y planificación de proyectos según la filosofía Lean se diferencia de la práctica que se suele realizar porque tiene un conjunto de objetivos claros que maximizan el valor de los productos y minimizan las pérdidas, es decir, promueven la mejora continua, finalizando la incertidumbre de los procesos. Especificando éstos son: mejorar calidad, eliminar las pérdidas, reducir los tiempos de espera y reducir los costos totales de un proyecto.

Se diferencia de los objetivos de la gestión de proyectos tradicional en que la filosofía Lean se centra más en el comportamiento, el cambio y la mejora, y los objetivos de los proyectos normales se centran más en los métodos y los resultados.

c) Principios

De acuerdo con esta filosofía, se establecen principios de mejora del diseño, control y producción, que podrían incorporarse a los procesos de proyecto y planificación de proyectos, ya que mejoran la eficiencia de las actividades y simplifican los procesos, además de enfocarse en el control de procesos e introducir reformas. continuo con el objetivo de mejorar la productividad, lo que implica eficiencia y eficacia (Costa de los Reyes, 2016).

La eficiencia de esta nueva forma de producción se atribuye, tanto a las conversiones como a los flujos, las actividades de conversión dependen del nivel de tecnología, las destrezas, la motivación, etc. y las actividades de flujo dependen de la cantidad de las mismas y la eficiencia con las que éstas interactúan con las conversiones, es decir de la planeación efectuada. Los principios básicos para el diseño, control y mejora de los proyectos, según Alarcón & Pellicer (2009, citado por Costa de los Reyes, 2016) son:

- Mejorar la eficiencia de las actividades de valor agregado.
- Reducir la participación en actividades que no agregan valor (pérdida).
- Aumente el valor del producto considerando sistemáticamente las necesidades del cliente.
- Reducir la variabilidad.
- Reduzca el tiempo y simplifica el proceso.
- Incrementar la transparencia del proceso.
- Concentrar el control sobre todo el proceso.
- Mejorar continuamente el proceso de trabajo.

d) La planificación y el control

- Tiene un propósito claro para el proceso de entrega.
- Tiene como objetivo maximizar el rendimiento para el cliente.
- El diseño de procesos y productos se realiza simultáneamente.
- El control de producción se aplica durante toda la vida del proyecto.

Planificación: Definir criterios de éxito y formular estrategias para lograr los objetivos del proyecto. En esta etapa, averigüe las causas fundamentales de los problemas que pueden causar retrasos, costos y otras complicaciones. Es decir, consiste en un conjunto de evaluaciones ordenadas y realizadas por las partes interesadas en el diseño y planificación del proyecto.

Control: Respetar y revisar los procedimientos planificados puede ayudar a mejorar el aprendizaje y la nueva planificación. Con el tiempo, el control del flujo de producción se ha ido modificando, siendo necesario modificarlo según la creciente demanda y el complejo desarrollo del mercado.

Se necesita más flexibilidad en la planificación y el control de los procesos para que pueda personalizarse según las necesidades del cliente. En los sitios de construcción, debe planificar y responder a los cambios de forma rápida y precisa.

Un proyecto es una actividad única y limitada. Define una meta basada en un problema. El problema también incluye incertidumbre sobre el resultado esperado (Costa de los Reyes, 2016).

e) Lean Project Delivery System (LPDS)

La filosofía 'Lean Construction' se concreta en la LPDS cuyo objetivo es desarrollar la mejor forma de diseñar. Está destinado a su aplicación en proyectos temporales, como diseño y construcción de proyectos. El sistema de ejecución de proyectos ajustados, o el sistema de ejecución de proyectos sin pérdidas, cubre una perspectiva completa y clara que incluye las fases del desarrollo del proyecto. (Costa de los Reyes, 2016).

Este sistema desglosa los proyectos en fases para su gestión, las cuales, con la ayuda de herramientas técnicas, resuelven problemas tanto en el diseño como en la ejecución de los proyectos, es decir, es el sistema operativo para gestionar el trabajo del proyecto. Su objetivo es lograr la cooperación y definir cómo organizar a todas las personas involucradas en el proyecto y alinear todos los procesos y actividades. (Acosta & Gómez, 2017).

La estrategia del Lean Project Delivery System, se basa en cinco ideas básicas (Baladrón, 2017):

- Colaborar durante el diseño, planificación y ejecución del proyecto.
- Establecer coordinación y confianza entre el personal involucrado.
- Expresar claramente el trabajo como una cadena de compromiso.
- Optimice todos los procesos del proyecto.

El LPDS, abarca toda la vida del proyecto desde la fase de definición, diseño, suministro ensamble hasta el uso del mismo.

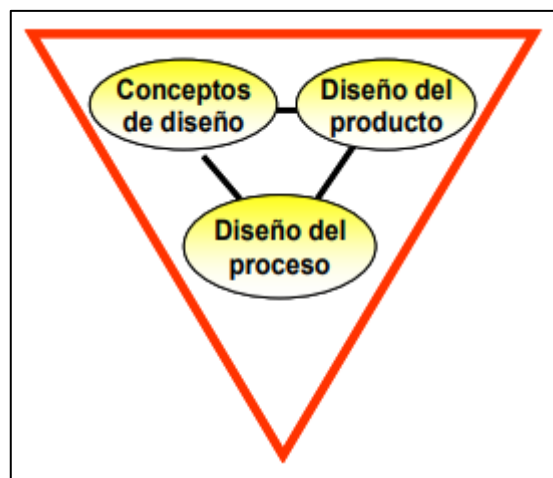
A) Definición

Consta de tres módulos. Su objetivo es determinar las necesidades y el valor del cliente (también llamado objetivo), convertirlos en estándares de diseño (que luego se convertirán en restricciones) y convertir productos y procesos en conceptos de diseño.

Este ciclo de tres módulos se crea para mostrar al cliente el proyecto que mejor se adapta a sus necesidades y mostrar todas las posibilidades que pueden aportar valor al proyecto.

Según se determinó, el reprocesamiento que se realiza habitualmente en el contexto del proyecto está relacionado con la falta de coordinación y con los cambios que se han producido durante el desarrollo del proyecto. Esto sucede porque las necesidades y los valores del cliente no se han entendido y expresado claramente, o debido al desconocimiento de las reglas o regulaciones que conducen a la duplicación de actividades.

Gráfico 3: LPDS: fases de definición y diseño



Fuente: (Orihuela, Orihuela, & Pacheco, 2018)

Módulos

Necesidades: representan los objetivos del proyecto, que tienen como objetivo satisfacer las necesidades y valores del cliente propietario o uso de los proyectos. Es importante conocer los deseos e inclinación del cliente para poder cumplir con todos los

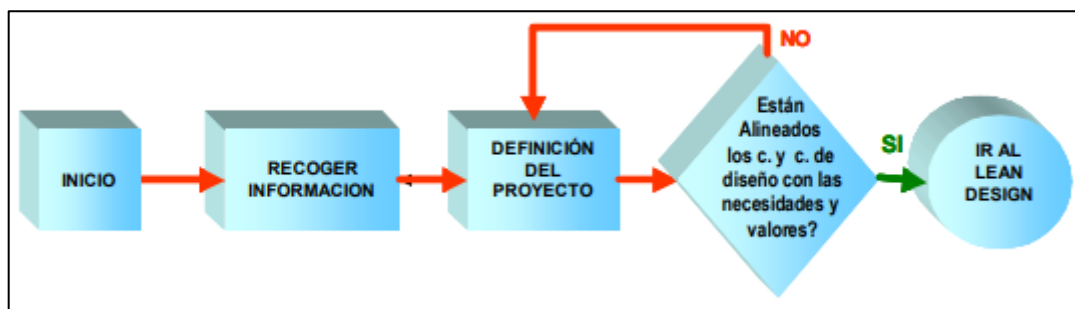
requisitos, desde las necesidades básicas como un lugar para comer o dormir, hasta la imagen que desea en la industria o su posición en el mercado. etc. pueden variar.

Criterios: están relacionados con las regulaciones y las condiciones del sitio. El proyecto debe cumplir con las leyes y reglamentos controlados por las entidades municipales. Varían según el tipo de proyecto, el contexto y la ubicación geográfica del mismo

Diseño: debe cumplir con las restricciones identificadas, requiere más de una alternativa para elegir la mejor. El concepto estará mejor alineado con las necesidades y valores de los clientes.

Procedimientos del proyecto

Gráfico 4: Procesos para la definición del proyecto



Fuente: (Orihuela, Orihuela, & Pacheco, 2018)

- Inicio: es el primer proceso mediante el cual se identifican los objetivos del proyecto.
- Recoger información: ayuda a comprender las necesidades y los valores del cliente y también a comprender las condiciones del sitio.
- Definición del proyecto: donde se desarrollan las alternativas del diseño conceptual que tendría el proyecto y las primeras especificaciones de los criterios de diseño.
- Alineamiento de necesidades y valores: donde participan los sujetos involucrados en el proyecto, diseñadores y constructores. El proyecto se define en reuniones de coordinación, revisando las necesidades, criterios y conceptos planteados por el equipo de

diseño. Si todos los criterios y conceptos de diseño están alineados, puede pasar al diseño LDPS. Si no están alineados, se realizan nuevas reuniones para definirlo.

B) Diseño Lean

Esta fase comienza después de que los objetivos de la definición del proyecto se hayan alineado con los criterios basados en los límites y el concepto del proyecto. Finaliza cuando el proceso y el diseño del producto se ajustan a la definición del proyecto.

En esta etapa del proyecto, se definen los requisitos del cliente, los aspectos de diseño y los estándares de calidad. Esto se hace a través de procedimientos, diagramas, dibujos, planos y especificaciones técnicas. Sin embargo, esta fase se suele llevar a cabo sin procedimientos claros que luego causarán problemas en la construcción de los proyectos.

Módulos Lean

Los módulos que componen el diseño descrito en la perspectiva de Orihuela (2011) que complementan el diseño conceptual analizado anteriormente son:

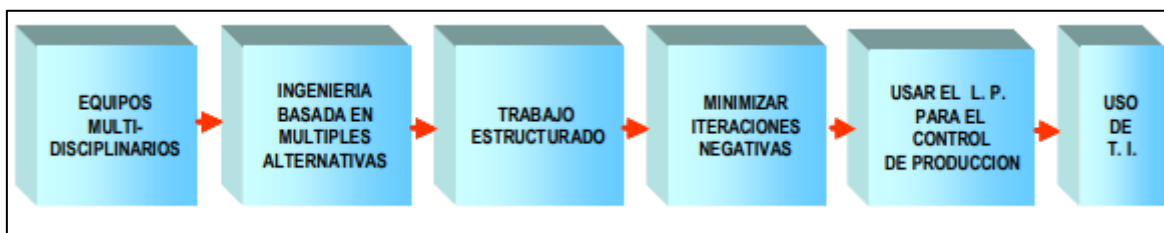
Diseño de procesos: fase en la que se establecen los procedimientos necesarios para desarrollar el diseño. Al diseñar el proceso, es posible coordinar y mejorar el desempeño de las actividades.

Diseño de producto: gracias a la alineación del concepto y la redacción del proceso, el producto está listo para pasar al diseño final. Esta fase está determinada por documentos y estudios sobre el proyecto.

Procesos Lean

Con base en el argumento anterior, está claro que las fases de diseño y planificación del proyecto requieren mejoras. Para ello, es importante identificar las actividades que agregan valor y las que generan pérdidas durante la planificación del proyecto. Los procedimientos propuestos por la LPDS para esta fase se describen a continuación.

Gráfico 5: Procesos para el diseño Lean del proyecto



Fuente: (Orihuela, Orihuela, & Pacheco, 2018)

Equipos multidisciplinarios: Busque la interacción del equipo y evite el progreso aislado. En el proyecto, la organización de equipos multidisciplinarios es fundamental. Formar equipos de trabajo según sea necesario puede ayudar a acelerar este proceso y desarrollar la documentación requerida en esta etapa de manera beneficiosa. (Orihuela, Orihuela, & Pacheco, 2018).

Ingeniería basada en múltiples alternativas: Eliminar la práctica de una solución, evitando así decisiones de proyectos prematuras que conduzcan al reciclaje. Esta estrategia se puede analizar y ayuda a generar mejores proyectos. La recomendación de LPDS es considerar varias opciones para cumplir con los requisitos de la manera más conveniente. Es un proceso estructurado y manejable.

Trabajo estructurado: Las actividades se estructuran y el diseño del proceso y el producto se procesan simultáneamente. La estructuración del trabajo del proyecto en relación con los objetivos 'Débiles' ayuda a minimizar las pérdidas y ofrecer valor agregado al cliente. En la fase de proyecto, las tareas no siempre estaban definidas y los tiempos no se pueden estimar fácilmente, por lo que esta fase generalmente no se controla. El trabajo debe estructurarse con herramientas que faciliten la coordinación y desarrollo simultáneo del proyecto y los procesos, conociendo sus responsabilidades y manteniendo una comunicación constante con los equipos de trabajo. (Orihuela, Orihuela, & Pacheco, 2018).

Minimizar interacciones negativas: Es ideal trabajar con una matriz de diseño estructurada. Los reprocesos se consideran iteraciones negativas para la filosofía pequeña. Son pérdidas en el diseño de los proyectos. Solo se dice que son positivas aquellas actividades repetidas para agregar valor al producto.

Para minimizar las interacciones negativas, el trabajo debe organizarse y distribuirse entre los miembros del equipo. Esto no solo reorganiza los procesos de diseño, sino que también evita desperdicios y asigna actividades específicas a cada equipo.

Utilizar Last Planner: Puede utilizar PPC (porcentaje de programación finalizada). Además, debe averiguar el motivo del incumplimiento y tomar medidas.

Utilizar Tecnología de la Información: Utiliza modelos tridimensionales e interfaces web para mejorar la planificación del proyecto y el trabajo de diseño.

Last Planner System

Una de las herramientas más útiles en la aplicación de Lean Construction es el Last Planner System (SUP) o Last Planner System (LPS), que fue definido por Alan Mosmman. Es un sistema de gestión colaborativa de la red de relaciones y conversaciones necesarias para coordinar la programación, producción, planificación y ejecución de los proyectos (Saavedra, 2018).

Es una herramienta que transforma lo que se necesita hacer en algo que se puede hacer, desarrolla una lista de tareas del proyecto y planes basados en lo que se puede hacer. Cada actividad en la que piensa el gerente está relacionada con lo que está haciendo.

Las tareas tienen tres categorías: debe, puede y se hará. Estos se reflejan en todos los niveles de planificación, es decir, en el programa maestro se indica lo que hay que hacer, en el programa intermedio que prepara el trabajo y analiza las limitaciones para respetar las actividades y en el programa en el que se establecen las actividades.

Debe: explicación de los objetivos generales teniendo en cuenta las restricciones existentes en el proyecto.

Puede: con los objetivos anteriores, se planifican actividades detalladas y cómo y qué medios se determinan para lograr estos objetivos.

Se hará: las restricciones no se tienen en cuenta. La obligación a cumplir se determina y determina no solo con la planificación general, sino también con planes intermedios y semanales. Además, se monitorea el cumplimiento del indicador PPC.

En los estudios realizados sobre los impactos que tiene el Sistema del Último Planificador, se menciona los siguientes:

- Gracias al ordenado y sistematización del plan del proyecto, se mejora la gestión y el control del proyecto, de modo que el proyecto se puede controlar mejor.
- Dado que los mandos intermedios han desempeñado un papel activo en la propuesta del nuevo plan, están cada vez más involucrados y comprometidos.
- La reducción de emergencias, debido a la falta de planificación y control del proyecto, las emergencias en la gestión tradicional son generalmente elevadas.
- La mayor productividad de procesos y proyectos se refleja en costos, tiempo y calidad

La filosofía Lean implica que, desde el inicio del proyecto, todos los involucrados en la planificación del proyecto trabajarán para maximizar el valor y minimizar las actividades que no agregan valor. Construir un trabajo para crear valor, comprender y expandir el propósito de los clientes es la base del diseño esbelto, cuya secuencia de planificación es importante comprender para optimizar el proceso de diseño.

2.3. Definición de Términos

Daños a herramientas o máquinas: Las herramientas y máquinas sufren daños, lo que las hace menos efectivas o inutilizables. Ejemplo: el equipo falla debido a falta de mantenimiento o abuso.

Daños materiales: Los materiales sufren daños, afectando su calidad y rendimiento, en ocasiones inadecuados. Ejemplo: agrietamiento de la cerámica debido a una mala conservación.

Desaprovechar la capacidad de los empleados: las actividades realizadas por los empleados pueden ser realizadas por empleados inferiores. Ejemplo: personal calificado en tareas con requisitos de calificación más bajos.

Pérdida de motivación de los empleados: los empleados están dispuestos a hacer un mejor trabajo, carecen de las herramientas u oportunidades para hacer un buen trabajo, ni están motivados para hacer un buen trabajo. Ejemplo: No existe una formación oportuna para los trabajadores deseosos de mejorar y desarrollarse.

Fishbone Diagram o Isikawa: una herramienta que tiene como objetivo encontrar la raíz de los problemas mediante una clasificación adecuada de sus causas.

Diagrama de flujo: Una representación esquemática de un proceso desde su inicio hasta su finalización, incluidos los elementos de entrada (entradas), los elementos de salida (salidas), las actividades a realizar en orden cronológico y los puntos de decisión.

Eficiencia: cuando se produce un producto o servicio que cumple con las expectativas de los clientes en cuanto a especificaciones y tiempo de entrega.

Eficiencia: cuando se produjo un producto o servicio consumiendo los recursos planificados.

Equipo multidisciplinario: está formado por un grupo de personas que pueden realizar tareas de diferente naturaleza dentro de un proceso.

Exceso de producción: Producción en cantidades superiores a las necesarias. Ejemplo: curvatura excesiva de la plancha.

Proceso continuo: sistema de gestión de procesos en el que los empleados producen solo una unidad y una unidad de trabajo cambia de un proceso a otro. La implementación de un sistema de flujo continuo puede tener un impacto significativo en la reducción del tiempo de procesamiento y minimizar el desperdicio, lo que resulta en un mayor valor agregado. Este concepto también se conoce como flujo monobloque.

Flujo: En relación al flujo en un proceso, se refiere al intercambio de información, materiales y trabajo en progreso. Al estabilizar el flujo en la cadena de valor (reduciendo la variabilidad) del proceso, se reduce el desperdicio del proceso, se aumenta la productividad y se reducen los tiempos de ejecución (Womack, Jones, & Roos, 2017)

Hoja de control: formulario para tabular información sobre el tipo y frecuencia de repetición de un evento o fenómeno. A menudo se utilizan para cuantificar la cantidad y el origen de las actividades de mejora continua y resolución de problemas.

Lean Construction: Es una filosofía que cambia el pensamiento tradicional del trabajo en el sector de la construcción mediante innovadores sistemas de gestión basados en el análisis de pérdidas, planificación de actividades con el objetivo de mejorar la productividad en la construcción, eliminando actividades que no contribuyan al resultado de la obra. (Rojas, Henao, & Valencia, 2016)

Muestreo de trabajo: se utiliza para obtener representantes de todos los trabajadores, observar y clasificar el trabajo de un pequeño número de trabajadores en el sitio, aumentando así la productividad. Los resultados de este método proporcionan una base para evaluar los problemas de productividad, comprendiendo cómo se distribuye el trabajo en el trabajo.

Pérdida o Desperdicio: Se define como las pérdidas causadas por actividades que directa o indirectamente consumen recursos, pero no agregan valor al proceso. Estas pérdidas o desperdicios también están relacionados con la eficiencia de los procesos, equipos y mano de obra en un proyecto. (Womack, Jones, & Roos, 2017).

Planeamiento y programación: Diferentes tipos de planes que pueden existir en la organización, incluidos planes estratégicos, planes tácticos y planes operativos.

Productividad: Es realizar más productos o servicios con menos recursos. Es una medida del progreso técnico. Es el uso eficiente de recursos en la producción de bienes o servicios.

Trabajo Contributorio: Trabajo que no necesariamente agrega un componente a lo que está siendo construido, pero es esencial para completar el trabajo. Esto incluye tareas como transportar materiales a los frentes de trabajo, recibir y dar instrucciones, etc.

Trabajo No Contributorio: Es hacer nada o hacer algo que no es necesario para completar el producto final. Esto incluye actividades como caminar sin transportar elementos, tiempos de espera sin explicación, etc.

Trabajo Productivo: Es el proceso en el cual se añade una “unidad” o componente a lo que está siendo construido.

Valor y cadena de valor: La idoneidad o capacidad del producto o servicio proporcionado a los clientes en el momento adecuado y a un precio razonable se considera valiosa. El valor siempre está relacionado con el producto o servicio y debe corresponder a los intereses o necesidades del cliente. (Womack, Jones, & Roos, 2017)

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Identificación de Variables

Variable dependiente

Productividad en la edificación del Hospital Santa María Nivel II-1

Variable independiente

Aplicación de las herramientas Lean Construction

3.2. Operacionalización de variables

Tabla 1: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	SUB INDICADORES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad en la edificación del Hospital Santa María Nivel II-1	Es el conjunto de procedimientos que deben seguirse para la construcción y materialización de un edificio o infraestructura. El proceso constructivo es la base del proyecto, ya que permite establecer el orden y definir la cantidad total de actividades que finalmente serán ejecutadas para completar el proyecto. La realización de una actividad van de la mano con la inversión y el empleo de recursos (humanos, tiempo, y materiales), por ello tener procesos constructivos eficientes permiten tener una buena administración de estos recursos (Hurtado & Morales, 2016)	Obtener información que confirme como el sistema de producción se ve afectado mediante la metodología de Lean Construction proporcionando cambios en la calidad, la productividad y los costos de producción.	Promedio general de productividad en obras a nivel nacional.	Porcentaje estadístico de productividad de los trabajos productivos, contributivo y no contributivo en obras a nivel nacional. Comparar el porcentaje de productividad con el nivel general de actividad.		Observación directa	Formatos de fichas de actividad	Cuestionarios	1 = Nunca 2 = Casi Nunca 3 = A veces 4 = Casi Siempre 5 = Siempre
			Promedio óptimo de productividad en obras a nivel internacional.	Porcentaje óptimo de productividad de los trabajos productivos, contributivo y no contributivo. Comparar el porcentaje de productividad con el nivel general de actividad.					
			Promedio general de productividad en obras a nivel internacional.	Porcentaje estadístico de productividad de los trabajos productivos, contributivo y no contributivo en obras a nivel internacional.					
				Porcentaje estadístico de productividad de los trabajos productivos, contributivo y no contributivo en obras a nivel internacional.					
				Comparar el porcentaje de productividad con el nivel general de actividad.					

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	SUB INDICADORES	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: Aplicación de las herramientas Lean Construction	Las herramientas Lean son aquellas que están orientadas a gestar una construcción sin pérdidas, la aplicación de ellas puede darse a lo largo del proceso completo de un proyecto desde su concepción hasta su ejecución y puesta en servicio. Lean Construction es un enfoque basado en la gestión de la producción, una nueva manera de diseñar y construir edificios e infraestructuras (Rojas, Henao, & Valencia, 2017)	Recopilar información para comprobar como la aplicación de Lean Construccion genera la reducción de desperdicios y con ello una variedad de ventajas de mejora para las empresas y la ejecución de obras	Nivel general de actividad de obra (NGA)	Formato de campo para el muestreo del trabajo por categorías.	Observación directa	Fichas de observación	Diagramas de proceso		1 = Nunca 2 = Casi Nunca 3 = A veces 4 = Casi Siempre 5 = Siempre
				Tabulación por categoría de trabajo e identificación de la magnitud de las pérdidas de las actividades (diagnóstico actual).					
				Análisis de la información y propuestas de mejoras.					
				Control y seguimiento de las mejoras propuestas.					
				Formato de campo para el muestreo de la actividad de estudio.					
			Nivel de carta de balance de cuadrilla (NCB)	Registro de datos por categoría de trabajo e identificación de pérdidas (diagnóstico actual).					
				Análisis de la información y propuestas de mejora de la actividad.					
				Implementación de las mejoras y seguimiento para evaluar la efectividad del proceso.					
				Formato de control de los tiempos de tipos de trabajo.					
				Registros de la actividad a medir.					
			Prueba de los cinco minutos (P5M)	Evaluación de las pérdidas y frecuencias de los tiempos de trabajo.					
				Planteamiento de mejoras y seguimiento de las actividades.					

Fuente: Elaboración propia

3.3. Metodología

Tamayo y Tamayo (2003) definió el marco metodológico como 'Un proceso que, a través del método científico, busca obtener información relevante para comprender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento, ese conocimiento se adquiere para relacionarlo con las hipótesis planteadas ante los problemas planteados ''.

La metodología utilizada en la presente investigación se basó en el método cuantitativo, diseño experimental y técnicas estadísticas para el análisis de datos.

3.4. Tipo de Estudio

La investigación será cuantitativa, ya que utiliza la adquisición de datos para probar hipótesis basadas en medidas numéricas y análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. La investigación cuantitativa brinda la oportunidad de generalizar los resultados de manera más amplia, brinda control sobre los fenómenos y el punto de vista basado en cálculos y tamaños. También da una gran repetición y enfoque a puntos específicos de tales fenómenos y facilita la comparación entre estudios similares. (Baptista, Fernández, & Hernández, 2018).

3.5. Diseño

La investigación es descriptiva porque incluye una representación de hechos, fenómenos, individuos o grupos para determinar su estructura o comportamiento. En términos de profundidad de conocimiento, los resultados de este tipo de investigación se encuentran en un nivel intermedio. El objetivo de esta investigación es determinar las características de aplicación de las herramientas de construcción delgadas y el impacto de estas herramientas en el proceso de construcción. (Arias F. , 2016)

El tipo de investigación es experimental porque es un estado de control en el que una o más variables dependientes (causas) son manipuladas deliberadamente para analizar las consecuencias de dicha manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos). El diseño de investigación experimental aplicada pertenece a la categoría cuasi-experimental. En el estudio se utilizó un equipo de ensayo (equipo residente) y un equipo de observación (ingenieros de producción), que consideró el pretest y el posttest de los dos grupos, y aplicaron solo variables dependientes al equipo de ensayo. (Baptista, Fernández, & Hernández, 2018)

De acuerdo con su marco de tiempo, este es un estudio transversal porque los datos se recolectan a través de una medición dentro de un tiempo definido. 'El diseño de estudio transversal

o transversal puede recolectar datos a la vez. Su propósito es describir las variables y analizar la incidencia e interrelaciones en un momento dado. Es como fotografiar lo sucedido. (Baptista, Fernández, & Hernández, 2018).

El diseño es como sigue:

Esquema:

GE: $O_1 \times O_2$

GC: $O_1 \quad O_2$

Dónde:

GE: Equipo de ensayo

GC: Equipo de Observación

O_1 : Medición del pre test

O_2 : Medición del post test

X: Manipulación o desarrollo de la variable independiente

3.6. Población, Muestra y Muestreo

Población:

Hernández, Fernández & Baptista (2018) define la población o universo como un conjunto de todos los casos que cumplen determinadas especificaciones. Por tanto, delimitaremos la población a estudiar y generalizaremos los resultados como se indica.

La población estará compuesta por 12 trabajadores de la empresa constructora encargada de la ejecución de la obra Hospital Santa María Nivel II-1.

Muestra:

En muestras poco probables, la elección de elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los objetivos del investigador. (Baptista, Fernández, & Hernández, 2018).

Como muestra, se tomarán las actividades de mayor impacto dentro del proyecto, con el fin de evaluar las tareas allí desarrolladas, constituyendo una muestra no probabilística.

Muestreo:

El muestreo no probabilístico es donde las muestras se recolectan en un proceso que no brinda a todos los individuos de la población las mismas oportunidades para ser seleccionados. Las técnicas de muestreo serán poco probables, ya que dependerán del interés de la investigación (Otzen & Manterola, 2017).

Por lo tanto, la muestra es la misma población, conformado por dos grupos definidos y conformados por:

Equipo de ensayo: 1 residente de obra, 3 asistentes especialistas (mecánica de suelos, estructuras, seguridad y salud ambiental), 2 ingenieros de producción (rendimiento y logística)

Equipo de observación: 1 maestro de obra, 3 operarios y 2 oficiales.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**Técnicas**

La observación es una técnica muy antigua, cuyas primeras contribuciones serían imposibles de rastrear. A través de sus sentidos, el hombre capta la realidad que le rodea, que luego organiza intelectualmente. La observación se puede definir como el uso

sistemático de nuestros sentidos para encontrar los datos que necesitamos para resolver un problema de investigación. La observación es directa cuando el investigador es parte activa del grupo observado y asume su comportamiento; llamado observación participante (Baptista, Fernández, & Hernández, 2018).

La técnica de recolección de datos fue la observación de las actividades de campo, donde se midió y evaluó el porcentaje de tiempo que el personal obrero dedica a la realización de las actividades en estudio, con la que se percibió la realidad en las diferentes etapas de la construcción.

Instrumentos

Los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información tales como encuestas, fichas, formatos de cuestionario, guías de entrevista, lista de cotejo, escala de actitudes u opinión, entre otras (Muñoz Razo, 2015).

La investigación directa es aquella en la que el investigador observa directamente y entra en contacto con los casos o personas en las que ocurre el fenómeno. Los resultados se consideran datos estadísticos originales. (Ancajima & Cabrejos, 2015).

Las herramientas utilizadas en la investigación para la recolección de datos fueron las encuestas, las cuales, a través de una serie de preguntas dirigidas a la muestra representativa de la población, recolectan información directamente de la variable de estudio. En el presente estudio se utilizó como herramienta un cuestionario compuesto por 20 preguntas distribuidas en sus variables y dimensiones, aplicadas a la muestra indicada. Asimismo, se utilizaron tarjetas de campo o de control, una cámara y un cronómetro.

Método de Análisis de Datos

Para el propósito de esta investigación, se consideran estadísticas de probabilidad, ya que se analiza el comportamiento probabilístico de los resultados obtenidos en la recolección de datos con el fin de predecir y encontrar la relación entre estos datos y el grado de

probabilidad mediante estimación estadística. Incertidumbre o certeza en el procesamiento de la información. El propósito de estas predicciones es analizar e inferir el posible comportamiento de los datos (Muñoz Razo, 2015).

Luego de aplicar las herramientas, se procedió a tabular los datos, creando tablas de frecuencia, gráficos estadísticos en Excel, así como en el programa de análisis estadístico SPSS, utilizando la prueba t de Student para muestras independientes.

3.8. Validación y confiabilidad del instrumento

Validación

Según Baptista, Fernández, & Hernández (2018) “La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir”.

Se aplicaron cuestionarios de aplicaciones de productividad y construcción esbelta en el sitio a residentes e ingenieros de fabricación en el sitio. La aplicación fue preparada por el autor como una base estadística internacional para el nivel de actividad general de los edificios de trabajo de producción, contribuyentes y no contribuyentes.

Para la encuesta o cuestionario, se consideran las variables y distribución dimensional de 20 preguntas, de las cuales 6 son nivel de actividad general (NGA), 6 son nivel de equilibrio (NCB) y 5 son prueba de cinco minutos. (PCM), donde 1 representa el nivel promedio de productividad de obras en Perú, 1 representa el nivel promedio de la mejor productividad de obras a nivel internacional y 1 representa el nivel promedio de productividad promedio de obras a nivel internacional. Para la evaluación se utiliza la escala Likert, con cinco factores y uno. El puntaje de los factores varía de 1 a 20.

Tabla 2: Escala de valoración de Likert

Escala de Valoración				
Nunca	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Siempre
1	2	3	4	5
[0-5]	[6-10]	[11-13]	[14-17]	[18-20]

Fuente: Elaboración propia

Confiabilidad

Según Baptista, Fernández, & Hernández (2018) “La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales.”

Para analizar la confiabilidad u homogeneidad de las preguntas, la evaluación se realizó con el programa de análisis estadístico SPSS Versión 22 (IBM's Statistical Package for the Social Sciences), que calcula el coeficiente Alpha de Cronbach y se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 1: Fórmula del Coeficiente Alfa de Cronbach

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left(\frac{\sum_{i=1}^K \sigma_{Y_i}^2}{\sigma_X^2} \right)$$

Fuente: Elaboración propia

K = número de ítems en la escala (número de preguntas del cuestionario)

$\sigma^2 Y_i$ = Varianza del ítem 1

$\sigma^2 X$ = Varianza las puntuaciones observadas

3.9. Aspectos Éticos

La ética es hoy uno de los mayores retos sobre los cuales la educación debe orientar sus esfuerzos, dada la confusión de valores que existe en la sociedad. El propósito es formar conciencia en las personas sobre su responsabilidad, y compromiso con la sociedad; mientras

que la responsabilidad de la educación y de la investigación es con el bienestar de la sociedad y con el respeto de su entorno (Bernal B., 2010)

Honestidad

La honestidad es una de las conductas que deben y deberían tener los investigadores tanto en su plan de trabajo y como se relaciona con los demás. En relación con su plan de trabajo, la honestidad es necesaria para conservar la verdad del conocimiento sin ella, la ciencia y la tecnología tendrían pocas posibilidades. El investigador debe de mantenerse al margen con la valuación de los resultados, por lo que se debe de eliminar el subjetivismo a pesar que los resultados vallan en contra de la hipótesis de la propia investigación (De La Cruz, 2016).

Lealtad

La lealtad conducta importante hacia la institución para la cual se investiga, la confidencialidad es necesaria tanto la relación autor como institución para mantener una buena prosperidad de la institución, por lo que no hay que dar a conocer aquello que puede afectar su propia integridad moral (De La Cruz, 2016).

Humildad

La humildad por su naturaleza de investigación, la búsqueda de la verdad está difícil de alcanzar muchas veces, el investigador debe ser humilde lo cual habla del tipo de personalidad que este posee, esto no implica que no defienda la importancia de su trabajo que desarrolla y el estar orgulloso de ello (De La Cruz, 2016).

IV. RESULTADOS

4.1. Recopilación de Datos

El análisis de los datos se realizó por tabulación de una matriz en el programa estadístico IBM SPSS Statistics versión 22, a través de una hoja de cálculo.

4.2. Resultados - Equipo de Observación

4.2.1. Pruebas al Equipo de observación - Nivel frecuente de tarea (NGA)

Tabla 3: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P1NGA1

¿Se elabora fichas diseñados para el muestreo de datos de las tres principales categorías de trabajo productivo, contributorio y no contributorio?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	3	50,0	50,0	66,7
	Casi siempre	2	33,3	33,3	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 4: Frecuencia Equipo de Observación Post test P1NGA1

¿Se mide la productividad actual de las actividades de construcción mediante el nivel general de actividad?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	3	50,0	50,0	66,7
	Casi siempre	1	16,7	16,7	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

El análisis en la Tabla 3 y 4 muestra las respuestas del Nivel frecuente de tarea de obra P1NGA1. En pre test del equipo de observación, se acota que el 16.7% (1) presenta un nivel nunca; mientras que el 50.0% (3) presenta el nivel a veces y el 33.3% (2) casi siempre. En el post test el 16.7% (3) se encuentra en nivel casi nunca, casi siempre y siempre, y el 50.0% (3) un nivel a veces.

Tabla 5: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P2NGA2

¿Se elabora fichas diseñados para el muestreo de datos de las tres principales categorías de trabajo productivo, contributivo y no contributivo?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	3	50,0	50,0	66,7
	Casi siempre	2	33,3	33,3	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 6: Frecuencia Equipo de Observación Post test P2NGA2

¿Se elabora fichas diseñados para el muestreo de datos de las tres principales categorías de trabajo productivo, contributivo y no contributivo?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	2	33,3	33,3	50,0
	Casi siempre	2	33,3	33,3	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Del examen a las tablas 5 y 6, se aprecian las respuestas del Nivel frecuente de tarea de obra P2NGA2. Según el pre test del equipo de observación, los niveles obtenidos son: 16.7% (1) nunca, 50.0% (3) a veces y 33.33% (2) casi siempre. En el post test los niveles logrados son: 16.7% (2) casi nunca y siempre y 33.33% (4) a veces y casi siempre.

Tabla 7: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P3NGA3

¿Se realiza la tabulación de las mediciones para la obtención de la estadística sobre las pérdidas más frecuentes en cada uno de los procesos constructivos?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Nunca	1	16,7	16,7	16,7
Casi nunca	1	16,7	16,7	33,3
A veces	2	33,3	33,3	66,7
Casi siempre	2	33,3	33,3	100,0
Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 8: Frecuencia Equipo de Observación Post test P3NGA3

¿Se realiza la tabulación de las mediciones para la obtención de la estadística sobre las pérdidas más frecuentes en cada uno de los procesos constructivos?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
A veces	2	33,3	33,3	50,0
Casi siempre	2	33,3	33,3	83,3
Siempre	1	16,7	16,7	100,0
Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Del examen a las tablas 7 y 8, se aprecian las respuestas del Nivel frecuente de tarea de obra P3NGA3. Según el pre test del equipo de observación, los niveles obtenidos son: 16.7% (2) nunca y casi nunca, 33.3% (4) a veces y casi siempre. En el post test los niveles logrados son: 16.7% (2) casi nunca y siempre y 33.3% (4) a veces y casi siempre.

Tabla 9: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P4NGA4

¿Se identifica los porcentajes de perdidas mediante la descomposición del trabajo contributorio y no contributorio para su evaluación y reducir las actividades que no generen valor?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	3	50,0	50,0	50,0
	A veces	1	16,7	16,7	66,7
	Casi siempre	1	16,7	16,7	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 10: Frecuencia Equipo de Observación Post test P4NGA4

¿Se identifica los porcentajes de perdidas mediante la descomposición del trabajo contributorio y no contributorio para su evaluación y reducir las actividades que no generen valor?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	2	33,3	33,3	50,0
	Casi siempre	2	33,3	33,3	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Del examen a las tablas 9 y 10, se aprecian las respuestas del Nivel frecuente de tarea de obra P4NGA4. Según el pre test del equipo de observación, los niveles obtenidos son: 16.7% (3) a veces, casi siempre y siempre, 50.0% (3) casi nunca. En el post test los niveles logrados son: 16.7% (2) casi nunca y siempre y 33.33% (4) a veces y casi siempre.

Tabla 11: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P5NGA5

¿Se analiza la información y se proponen mejoras para reducir las pérdidas en las actividades del trabajo contributivo y no contributivo?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	16,7	16,7	16,7
	Casi nunca	2	33,3	33,3	50,0
	A veces	2	33,3	33,3	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 12: Frecuencia Equipo de Observación Post test P5NGA5

¿Se analiza la información y se proponen mejoras para reducir las pérdidas en las actividades del trabajo contributivo y no contributivo?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	4	66,7	66,7	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Del examen a las tablas 11 y 12, según el pre test del equipo de observación, los niveles obtenidos son: 16.7% (2) nunca y siempre, 33.3% (4) casi nunca y a veces. En el post test los niveles logrados son: 16.7% (1) casi nunca y siempre y 66.7% (4) a veces.

Tabla 13: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P6NGA6

¿Se aplican las mejoras y se realiza el seguimiento con nuevas mediciones para evaluar la efectividad de la estrategia, realizando la mejora continua de los procesos?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	3	50,0	50,0	66,7
	Casi siempre	2	33,3	33,3	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 14: Frecuencia Equipo de Observación Post test P6NGA6

¿Se aplican las mejoras y se realiza el seguimiento con nuevas mediciones para evaluar la efectividad de la estrategia, realizando la mejora continua de los procesos?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	1	16,7	16,7	33,3
	Casi siempre	3	50,0	50,0	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Del examen a las tablas 13 y 14, según el pre test del equipo de observación, los niveles obtenidos son: 16.7% (1) nunca, 33.3% (2) casi siempre y 50.0% (3) a veces. En el post test los niveles logrados son: 16.7% (3) casi nunca, a veces y siempre y 50.0% (3) casi siempre.

4.2.2. Pruebas al Equipo de observación - Nivel Carta de Balance (NCB)

Tabla 15: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P1NCB1

¿Se analiza la eficiencia del método constructivo de la actividad mediante la carta de balance de cuadrilla?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	2	33,3	33,3	33,3
	A veces	1	16,7	16,7	50,0
	Casi siempre	2	33,3	33,3	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 16: Frecuencia Equipo de Observación Post test P1NCB1

¿Se analiza la eficiencia del método constructivo de la actividad mediante la carta de balance de cuadrilla?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	2	33,3	33,3	33,3
	Casi siempre	3	50,0	50,0	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

De la evaluación de las Tablas 15 y 16, de acuerdo al pre test del equipo de observación, el nivel máximo obtenido es 33.3% casi nunca y casi siempre, y en el post test es 50.0% casi siempre.

Tabla 17: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P2NCB2

¿Se elabora fichas diseñadas para el muestreo de la actividad identificando las tres categorías de trabajo productivo, contributorio y no contributorio?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	16,7	16,7	16,7
	Casi nunca	1	16,7	16,7	33,3
	A veces	2	33,3	33,3	66,7
	Casi siempre	2	33,3	33,3	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 18: Frecuencia Equipo de Observación Post test P2NCB2

¿Se elabora fichas diseñadas para el muestreo de la actividad identificando las tres categorías de trabajo productivo, contributorio y no contributorio?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	3	50,0	50,0	50,0
	Casi siempre	2	33,3	33,3	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

De la evaluación de las Tablas 17 y 18, de acuerdo al pre test del equipo de observación, el nivel máximo obtenido es 33.3% a veces y casi siempre, y en el post test es 50.0% a veces.

Tabla 19: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P3NCB3

¿Se registra y tabula las condiciones reales de trabajo de los recursos para la identificación de las pérdidas más frecuentes de la actividad?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	2	33,3	33,3	33,3
	A veces	2	33,3	33,3	66,7
	Casi siempre	2	33,3	33,3	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 20: Frecuencia Equipo de Observación Post test P3NCB3

¿Se registra y tabula las condiciones reales de trabajo de los recursos para la identificación de las pérdidas más frecuentes de la actividad?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	3	50,0	50,0	66,7
	Casi siempre	1	16,7	16,7	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

De la evaluación de las Tablas 19 y 20, en relación al pre test del equipo de observación, el nivel máximo obtenido es 33.3% casi nunca, a veces y casi siempre, y en el post test es 50.0% a veces.

Tabla 21: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P4NCB4

¿Se descompone la cuadrilla por trabajo contributivo y no contributivo para reducir las actividades que no generen valor?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	16,7	16,7	16,7
	Casi nunca	1	16,7	16,7	33,3
	A veces	3	50,0	50,0	83,3
	Casi siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 22: Frecuencia Equipo de Observación Post test P4NCB4

¿Se descompone la cuadrilla por trabajo contributivo y no contributivo para reducir las actividades que no generen valor?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	2	33,3	33,3	33,3
	Casi siempre	4	66,7	66,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

De la evaluación de las Tablas 21 y 22, en concordancia con el pre test del equipo de observación, el nivel máximo obtenido es 50.0% a veces, y en el post test es 66.7% casi siempre.

Tabla 23: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P5NCB5

¿Se analiza la información y se plantean las mejoras de la actividad estudiada para reducir las pérdidas del trabajo contributivo y no contributivo?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	2	33,3	33,3	33,3
	A veces	2	33,3	33,3	66,7
	Casi siempre	2	33,3	33,3	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 24: Frecuencia Equipo de Observación Post test P5NCB5

¿Se analiza la información y se plantean las mejoras de la actividad estudiada para reducir las pérdidas del trabajo contributivo y no contributivo?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	4	66,7	66,7	66,7
	Casi siempre	2	33,3	33,3	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

De la evaluación de las Tablas 23 y 24, en referencia al pre test del equipo de observación, el nivel máximo obtenido es 33.3% casi nunca, a veces y casi siempre, y en el post test es 66.7% a veces.

Tabla 25: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P6NCB6

¿Se aplica las mejoras y se realiza el seguimiento con nuevas mediciones del muestreo del trabajo para evaluar la efectividad, realizando la mejora continua del proceso de estudio?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	2	33,3	33,3	33,3
	A veces	1	16,7	16,7	50,0
	Casi siempre	3	50,0	50,0	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 26: Frecuencia Equipo de Observación Post test P6NCB6

¿Se aplica las mejoras y se realiza el seguimiento con nuevas mediciones del muestreo del trabajo para evaluar la efectividad, realizando la mejora continua del proceso de estudio?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	1	16,7	16,7	33,3
	Casi siempre	3	50,0	50,0	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

De la evaluación de las Tablas 25 y 26, en referencia al pre test del equipo de observación, el nivel máximo obtenido es 50.0% casi siempre, y en el post test es 50.0% casi siempre.

4.2.3. Pruebas al Equipo de observación – Prueba 5 minutos (PCM)

Tabla 27: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P1PCM1

¿Se analiza el control del método constructivo de la actividad mediante la prueba de cinco minutos?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	3	50,0	50,0	50,0
	Casi siempre	2	33,3	33,3	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 28: Frecuencia Equipo de Observación Post test P1PCM1

¿Se analiza el control del método constructivo de la actividad mediante la prueba de cinco minutos?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	3	50,0	50,0	66,7
	Casi siempre	1	16,7	16,7	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Del estudio de las Tablas 27 y 28, en el pre test del equipo de observación, el nivel máximo obtenido es 50.0% casi nunca, y en el post test es 50.0% a veces.

Tabla 29: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P2PCM2

¿Se elabora formatos y registro de los tiempos de los trabajo productivo, contributorio y no contributorio de la actividad a medir?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	16,7	16,7	16,7
	Casi nunca	2	33,3	33,3	50,0
	Casi siempre	2	33,3	33,3	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 30: Frecuencia Equipo de Observación Post test P2PCM2

¿Se elabora formatos y registro de los tiempos de los trabajo productivo, contributorio y no contributorio de la actividad a medir?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	2	33,3	33,3	50,0
	Casi siempre	2	33,3	33,3	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Del estudio de las Tablas 29 y 30, en el pre test del equipo de observación, el nivel máximo obtenido es 33.3% casi nunca y casi siempre, y en el post test es 33.3% casi nunca y casi siempre.

Tabla 31: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P3PCM3

¿Se cuantifica los tiempos productivos o de pérdidas, analizando cuáles son las frecuencias de las causas de estos tiempos?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	16,7	16,7	16,7
	Casi nunca	1	16,7	16,7	33,3
	A veces	2	33,3	33,3	66,7
	Casi siempre	1	16,7	16,7	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 32: Frecuencia Equipo de Observación Post test P3PCM3

¿Se cuantifica los tiempos productivos o de pérdidas, analizando cuáles son las frecuencias de las causas de estos tiempos?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Nunca	1	16,7	16,7	16,7
A veces	2	33,3	33,3	50,0
Casi siempre	3	50,0	50,0	100,0
Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Del estudio de las Tablas 31 y 32, en el pre test del equipo de observación, el nivel máximo obtenido es 33.3% a veces, y en el post test es 50.0% casi siempre.

Tabla 33: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P4PCM4

¿Se realiza la mejora mediante iteraciones de medición y análisis de los datos, procurando disminuir o eliminar los tiempos contributivos y no contributivos de cada actividad?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Nunca	1	16,7	16,7	16,7
Casi nunca	1	16,7	16,7	33,3
A veces	3	50,0	50,0	83,3
Siempre	1	16,7	16,7	100,0
Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 34: Frecuencia Equipo de Observación Post test P4PCM4

¿Se realiza la mejora mediante iteraciones de medición y análisis de los datos, procurando disminuir o eliminar los tiempos contributivos y no contributivos de cada actividad?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	2	33,3	33,3	33,3
	A veces	2	33,3	33,3	66,7
	Casi siempre	2	33,3	33,3	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Del estudio de las Tablas 33 y 34, en el pre test del equipo de observación, el nivel máximo obtenido es 50.0% a veces, y en el post test es 33.3% en todas sus opciones.

Tabla 35: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P5PCM5

¿Se realiza el control y seguimiento de las mejoras propuestas de la actividad?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	3	50,0	50,0	66,7
	Casi siempre	2	33,3	33,3	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 36: Frecuencia Equipo de Observación Post test P5PCM5

¿Se realiza el control y seguimiento de las mejoras propuestas de la actividad?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	16,7	16,7	16,7
	Casi nunca	1	16,7	16,7	33,3
	A veces	2	33,3	33,3	66,7
	Casi siempre	2	33,3	33,3	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Del estudio de las Tablas 35 y 36, en el pre test del equipo de observación, el nivel máximo obtenido es 50.0% a veces, y en el post test es 33.3% nunca y casi nunca.

4.2.4 Pruebas al Equipo de observación – Promedio de Productividad en obras (PPO)

Tabla 37: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P1PPO1

¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los porcentajes estadístico de productividad por categoría de trabajo a nivel nacional?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	3	50,0	50,0	66,7
	Casi siempre	1	16,7	16,7	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 38: Frecuencia Equipo de Observación Post test P1PPO1

¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los porcentajes estadístico de productividad por categoría de trabajo a nivel nacional?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	2	33,3	33,3	50,0
	Casi siempre	3	50,0	50,0	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar las Tablas 37 y 38, se aprecia en el pre test un nivel máximo de 50.0% a veces y en el post test un nivel de 50.0% casi siempre.

Tabla 39: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P2PPO2

¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los estándares óptimos de productividad por categoría de trabajo para la industria de la construcción?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	3	50,0	50,0	66,7
	Casi siempre	2	33,3	33,3	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 40: Frecuencia Equipo de Observación Post test P2PPO2

¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los estándares óptimos de productividad por categoría de trabajo para la industria de la construcción?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	2	33,3	33,3	50,0
	Casi siempre	2	33,3	33,3	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar las Tablas 39 y 40, se aprecia en el pre test un nivel máximo de 50.0% a veces y en el post test un nivel de 33.3% a veces y casi siempre.

Tabla 41: Frecuencia Equipo de Observación Pre test P3PPO3

¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los estándares internacionales de productividad por categoría de trabajo de obras internacionales?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	2	33,3	33,3	50,0
	Casi siempre	3	50,0	50,0	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 42: Frecuencia Equipo de Observación Post test P3PPO3

¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los estándares internacionales de productividad por categoría de trabajo de obras internacionales?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	2	33,3	33,3	33,3
	A veces	1	16,7	16,7	50,0
	Casi siempre	3	50,0	50,0	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar las Tablas 41 y 42, se aprecia en el pre test un nivel máximo de 50.0% casi siempre y en el post test un nivel de 50.0% casi siempre.

4.3. Resultados - Equipo de ensayo

4.3.1. Pruebas al Equipo de ensayo - Nivel frecuente de tarea (NGA)

Tabla 43: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P1NGA1

¿Se mide la productividad actual de las actividades de construcción mediante el nivel general de actividad?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	4	66,7	66,7	66,7
	Casi siempre	1	16,7	16,7	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 44: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P1NGA1

¿Se mide la productividad actual de las actividades de construcción mediante el nivel general de actividad?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi siempre	5	83,3	83,3	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar las Tablas 43 y 44, se aprecia en el pre test un nivel máximo de 66.7% a veces y en el post test un nivel de 83.3% casi siempre.

Tabla 45: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P2NGA2

¿Se elabora fichas diseñados para el muestreo de datos de las tres principales categorías de trabajo productivo, contributorio y no contributorio?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	4	66,7	66,7	66,7
	Casi siempre	1	16,7	16,7	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 46: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P2NGA2

¿Se elabora fichas diseñados para el muestreo de datos de las tres principales categorías de trabajo productivo, contributorio y no contributorio?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi siempre	5	83,3	83,3	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar las Tablas 45 y 46, se aprecia en el pre un nivel máximo de 66.7% a veces y en el post test un nivel de 83.3% casi siempre.

Tabla 47: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P3NGA3

¿Se realiza la tabulación de las mediciones para la obtención de la estadística sobre las pérdidas más frecuentes en cada uno de los procesos constructivos?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	2	33,3	33,3	50,0
	Casi siempre	3	50,0	50,0	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 48: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P3NGA3

¿Se realiza la tabulación de las mediciones para la obtención de la estadística sobre las pérdidas más frecuentes en cada uno de los procesos constructivos?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	1	16,7	16,7	16,7
	Casi siempre	3	50,0	50,0	66,7
	Siempre	2	33,3	33,3	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar las Tablas 47 y 48, se aprecia en el pre un nivel máximo de 50.0% casi siempre y en el post test un nivel de 50.0% casi siempre.

Tabla 49: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P4NGA4

¿Se identifica los porcentajes de perdidas mediante la descomposición del trabajo contributorio y no contributorio para su evaluación y reducir las actividades que no generen valor?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	3	50,0	50,0	66,7
	Casi siempre	1	16,7	16,7	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 50: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P4NGA4

¿Se identifica los porcentajes de perdidas mediante la descomposición del trabajo contributorio y no contributorio para su evaluación y reducir las actividades que no generen valor?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	1	16,7	16,7	16,7
	Casi siempre	2	33,3	33,3	50,0
	Siempre	3	50,0	50,0	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar las Tablas 49 y 50, se aprecia en el pre test un nivel máximo de 50.0% a veces y en el post test un nivel de 50.0% siempre.

Tabla 51: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P5NGA5

¿Se analiza la información y se proponen mejoras para reducir las pérdidas en las actividades del trabajo contributorio y no contributorio?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	1	16,7	16,7	33,3
	Casi siempre	4	66,7	66,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 52: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P5NGA5

¿Se analiza la información y se proponen mejoras para reducir las pérdidas en las actividades del trabajo contributorio y no contributorio?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	1	16,7	16,7	16,7
	Casi siempre	3	50,0	50,0	66,7
	Siempre	2	33,3	33,3	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar las Tablas 51 y 52, se aprecia en el pre test un nivel máximo de 66.7% casi siempre y en el post test un nivel de 50.0% casi siempre.

Tabla 53: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P6NGA6

¿Se aplican las mejoras y se realiza el seguimiento con nuevas mediciones para evaluar la efectividad de la estrategia, realizando la mejora continua de los procesos?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	3	50,0	50,0	66,7
	Casi siempre	1	16,7	16,7	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 54: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P6NGA6

¿Se aplican las mejoras y se realiza el seguimiento con nuevas mediciones para evaluar la efectividad de la estrategia, realizando la mejora continua de los procesos?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	2	33,3	33,3	33,3
	Casi siempre	3	50,0	50,0	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar las Tablas 53 y 54, se aprecia en el pre test un nivel máximo de 50.0% a veces y en el post test un nivel de 50.0% casi siempre.

4.3.2. Pruebas al Equipo de ensayo - Nivel Carta de Balance (NCB)

Tabla 55: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P1NCB1

¿Se analiza la eficiencia del método constructivo de la actividad mediante la carta de balance de cuadrilla?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
A veces	3	50,0	50,0	66,7
Casi siempre	2	33,3	33,3	100,0
Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 56: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P1NCB1

¿Se analiza la eficiencia del método constructivo de la actividad mediante la carta de balance de cuadrilla?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido A veces	1	16,7	16,7	16,7
Casi siempre	4	66,7	66,7	83,3
Siempre	1	16,7	16,7	100,0
Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar las Tablas 55 y 56, se aprecia en el pre test un nivel máximo de 50.0% a veces y en el post test un nivel de 66.7% casi siempre.

Tabla 57: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P2NCB2

¿Se elabora fichas diseñadas para el muestreo de la actividad identificando las tres categorías de trabajo productivo, contributivo y no contributivo?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
A veces	2	33,3	33,3	50,0
Casi siempre	3	50,0	50,0	100,0
Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 58: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P2NCB2

¿Se elabora fichas diseñadas para el muestreo de la actividad identificando las tres categorías de trabajo productivo, contributivo y no contributivo?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido A veces	1	16,7	16,7	16,7
Casi siempre	3	50,0	50,0	66,7
Siempre	2	33,3	33,3	100,0
Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar las Tablas 57 y 58, se aprecia en el pre test un nivel máximo de 50.0% casi siempre y en el post test un nivel de 50.0% casi siempre.

Tabla 59: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P3NCB3

¿Se registra y tabula las condiciones reales de trabajo de los recursos para la identificación de las pérdidas más frecuentes de la actividad?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
A veces	3	50,0	50,0	66,7
Casi siempre	2	33,3	33,3	100,0
Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 60: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P3NCB3

¿Se registra y tabula las condiciones reales de trabajo de los recursos para la identificación de las pérdidas más frecuentes de la actividad?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Casi siempre	4	66,7	66,7	66,7
Siempre	2	33,3	33,3	100,0
Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar las Tablas 59 y 60, se aprecia en el pre test un nivel máximo de 50.0% a veces y en el post test un nivel de 66.7% casi siempre.

Tabla 61: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P4NCB4

¿Se descompone la cuadrilla por trabajo contributivo y no contributivo para reducir las actividades que no generen valor?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	3	50,0	50,0	50,0
	Casi siempre	2	33,3	33,3	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 62: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P4NCB4

¿Se descompone la cuadrilla por trabajo contributivo y no contributivo para reducir las actividades que no generen valor?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	1	16,7	16,7	16,7
	Casi siempre	3	50,0	50,0	66,7
	Siempre	2	33,3	33,3	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar las Tablas 61 y 62, se aprecia en el pre test un nivel máximo de 50.0% a veces y en el post test un nivel de 50.0% casi siempre.

Tabla 63: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P5NCB5

¿Se analiza la información y se plantean las mejoras de la actividad estudiada para reducir las pérdidas del trabajo contributivo y no contributivo?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	4	66,7	66,7	83,3
	Casi siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 64: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P5NCB5

¿Se analiza la información y se plantean las mejoras de la actividad estudiada para reducir las pérdidas del trabajo contributivo y no contributivo?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	1	16,7	16,7	16,7
	Casi siempre	3	50,0	50,0	66,7
	Siempre	2	33,3	33,3	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar las Tablas 63 y 64, se aprecia en el pre test un nivel máximo de 66.7% a veces y en el post test un nivel de 50.0% casi siempre.

Tabla 65: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P6NCB6

¿Se aplica las mejoras y se realiza el seguimiento con nuevas mediciones del muestreo del trabajo para evaluar la efectividad, realizando la mejora continua del proceso de estudio?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	2	33,3	33,3	50,0
	Casi siempre	3	50,0	50,0	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 66: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P6NCB6

¿Se aplica las mejoras y se realiza el seguimiento con nuevas mediciones del muestreo del trabajo para evaluar la efectividad, realizando la mejora continua del proceso de estudio?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	1	16,7	16,7	16,7
	Casi siempre	3	50,0	50,0	66,7
	Siempre	2	33,3	33,3	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar las Tablas 65 y 66, se aprecia en el pre test un nivel máximo de 66.7% casi siempre y en el post test un nivel de 50.0% casi siempre.

4.3.3. Pruebas al Equipo de ensayo – Prueba 5 minutos (PCM)

Tabla 67: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P1PCM1

¿Se analiza el control del método constructivo de la actividad mediante la prueba de cinco minutos?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	5	83,3	83,3	83,3
	Casi siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 68: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P1PCM1

¿Se analiza el control del método constructivo de la actividad mediante la prueba de cinco minutos?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi siempre	3	50,0	50,0	50,0
	Siempre	3	50,0	50,0	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar las Tablas 67 y 68, se aprecia en el pre test un nivel máximo de 83.3% a veces y en el post test un nivel de 50.0% casi siempre y siempre.

Tabla 69: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P2PCM2

¿Se elabora formatos y registro de los tiempos de los trabajo productivo, contributorio y no contributorio de la actividad a medir?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	2	33,3	33,3	50,0
	Casi siempre	3	50,0	50,0	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 70: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P2PCM2

¿Se elabora formatos y registro de los tiempos de los trabajo productivo, contributorio y no contributorio de la actividad a medir?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	1	16,7	16,7	16,7
	Casi siempre	2	33,3	33,3	50,0
	Siempre	3	50,0	50,0	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar las Tablas 69 y 70, se aprecia en el pre test un nivel máximo de 50.0% casi siempre y en el post test un nivel de 50.0% siempre.

Tabla 71: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P3PCM3

¿Se cuantifica los tiempos productivos o de pérdidas, analizando cuáles son las frecuencias de las causas de estos tiempos?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	5	83,3	83,3	83,3
	Casi siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar la Tabla 71, se aprecia en el pre test un nivel máximo de 83.3% casi siempre.

Tabla 72: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P3PCM3

¿Se cuantifica los tiempos productivos o de pérdidas, analizando cuáles son las frecuencias de las causas de estos tiempos?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	1	16,7	16,7	16,7
	Casi siempre	3	50,0	50,0	66,7
	Siempre	2	33,3	33,3	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar la Tabla 72, se aprecia en el pre test un nivel máximo de 50.0% casi siempre.

Tabla 73: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P4PCM4

¿Se realiza la mejora mediante iteraciones de medición y análisis de los datos, procurando disminuir o eliminar los tiempos contributivos y no contributivos de cada actividad?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	2	33,3	33,3	33,3
	Casi siempre	4	66,7	66,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 74: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P4PCM4

¿Se realiza la mejora mediante iteraciones de medición y análisis de los datos, procurando disminuir o eliminar los tiempos contributivos y no contributivos de cada actividad?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	1	16,7	16,7	16,7
	Casi siempre	2	33,3	33,3	50,0
	Siempre	3	50,0	50,0	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar las Tablas 73 y 74, se aprecia en el pre test un nivel máximo de 66.7% casi siempre y en el post test un nivel de 50.0% siempre.

Tabla 75: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P5PCM5

¿Se realiza el control y seguimiento de las mejoras propuestas de la actividad?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	1	16,7	16,7	16,7
	A veces	2	33,3	33,3	50,0
	Casi siempre	2	33,3	33,3	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 76: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P5PCM5

¿Se realiza el control y seguimiento de las mejoras propuestas de la actividad?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	1	16,7	16,7	16,7
	Casi siempre	2	33,3	33,3	50,0
	Siempre	3	50,0	50,0	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Después de evaluar las Tablas 75 y 76, se aprecia en el pre test un nivel máximo de 33.3% a veces y casi siempre y en el post test un nivel de 50.0% siempre.

4.3.4. Pruebas al Equipo de ensayo – Promedio de Productividad en obras (PPO)

Tabla 77: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P1PPO1

¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los porcentajes estadístico de productividad por categoría de trabajo a nivel nacional?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	16,7	16,7	16,7
	Casi nunca	3	50,0	50,0	66,7
	Casi siempre	2	33,3	33,3	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 78: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P1PPO1

¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los porcentajes estadístico de productividad por categoría de trabajo a nivel nacional?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi siempre	6	100,0	100,0	100,0

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Al examinar las Tablas 77 y 78, se referencia en el pre test un nivel máximo de 50.0% para casi nunca y en el post test un nivel de 100.0% para casi siempre.

Tabla 79: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P2PPO2

¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los estándares óptimos de productividad por categoría de trabajo para la industria de la construcción?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	4	66,7	66,7	66,7
	Casi siempre	1	16,7	16,7	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 80: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P2PPO2

¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los estándares óptimos de productividad por categoría de trabajo para la industria de la construcción?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	1	16,7	16,7	16,7
	Casi siempre	2	33,3	33,3	50,0
	Siempre	3	50,0	50,0	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Al examinar las Tablas 79 y 80, se observa en el pre test un nivel máximo de 66.7% casi nunca y en el post test un nivel de 50.0% siempre.

Tabla 81: Frecuencia Equipo de ensayo Pre test P3PPO3

¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los estándares internacionales de productividad por categoría de trabajo de obras internacionales?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	16,7	16,7	16,7
	Casi nunca	3	50,0	50,0	66,7
	A veces	1	16,7	16,7	83,3
	Siempre	1	16,7	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Tabla 82: Frecuencia Equipo de ensayo Post test P3PPO3

¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los estándares internacionales de productividad por categoría de trabajo de obras internacionales?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	1	16,7	16,7	16,7
	Casi siempre	1	16,7	16,7	33,3
	Siempre	4	66,7	66,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0	

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

Al examinar las Tablas 81 y 82, se muestra en el pre test un nivel máximo de 50.0% casi nunca y en el post test un nivel de 66.7% siempre.

4.4. Coeficiente Alfa de Cronbach - Equipo de Observación

4.4.1. Análisis de confiabilidad Equipo de Observación Pre test

Tabla 83: Estadística de fiabilidad Pre test

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,965	,966	20

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

La Tabla 83 muestra el coeficiente alfa de Cronbach que fue 0.965 mayor que el mínimo aceptable de 0.70, lo que indica una buena consistencia interna para una escala unidimensional. El número de elementos corresponde al número de preguntas consideradas en el instrumento.

Tabla 84: Estadística de elemento Pre test

Estadísticas de elemento			
	Media	Desviación estándar	N
P1NGA1	3,00	1,265	6
P2NGA2	3,00	1,095	6
P3NGA3	2,83	1,169	6
P4NGA4	3,00	1,265	6
P5NGA5	2,67	1,366	6
P6NGA6	3,00	1,095	6
P1NCB1	3,33	1,211	6
P2NCB2	2,83	1,169	6
P3NCB3	3,00	,894	6
P4NCB4	2,67	1,033	6
P5NCB5	3,00	,894	6
P6NCB6	3,17	,983	6
P1PCM1	3,17	1,329	6
P2PCM2	3,00	1,549	6
P3PCM3	3,00	1,414	6
P4PCM4	2,83	1,329	6
P5PCM5	3,00	1,095	6
P1PPO1	3,17	1,329	6
P2PPO2	3,17	,753	6
P3PPO3	3,17	1,169	6

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

La Tabla 84 muestra la desviación estándar que mide el grado de dispersión de las observaciones individuales sobre su media. La pregunta P2PCM2 (14) tiene el valor más alto de 1.549. En la última columna N, la población encuestada es 6.

Tabla 85: Estadística de elemento de resumen Pre test

Estadísticas de elemento de resumen							
	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Máximo / Mínimo	Varianza	N de elementos
Medias de elemento	3,000	2,667	3,333	,667	1,250	,029	20
Varianzas de elemento	1,407	,567	2,400	1,833	4,235	,205	20

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

La Tabla 85 muestra un resumen de los datos estadísticos generados por el software. El valor medio de la primera fila del elemento muestra el valor medio de todos los valores medios de todas las consultas. Su valor es 3 y su varianza es 0,029.

Tabla 86: Estadística de total de elemento Pre test

Estadísticas de total de elemento					
	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
P1NGA1	57,00	300,800	,830	.	,962
P2NGA2	57,00	304,000	,880	.	,962
P3NGA3	57,17	299,767	,930	.	,961
P4NGA4	57,00	300,400	,839	.	,962
P5NGA5	57,33	293,467	,929	.	,961
P6NGA6	57,00	304,000	,880	.	,962
P1NCB1	56,67	297,467	,954	.	,961
P2NCB2	57,17	303,767	,826	.	,963
P3NCB3	57,00	314,400	,744	.	,964
P4NCB4	57,33	302,667	,976	.	,961
P5NCB5	57,00	314,400	,744	.	,964
P6NCB6	56,83	311,367	,763	.	,963
P1PCM1	56,83	306,167	,664	.	,965
P2PCM2	57,00	295,600	,766	.	,964
P3PCM3	57,00	303,600	,674	.	,965
P4PCM4	57,17	293,767	,950	.	,961
P5PCM5	57,00	308,400	,759	.	,963
P1PPO1	56,83	318,967	,381	.	,968
P2PPO2	56,83	330,567	,280	.	,968
P3PPO3	56,83	322,967	,344	.	,968

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

En la tabla 86 se observa que la media de la graduación si se elimina el componente, indica el valor que tendría la media en el caso de excluir cada uno de los elementos. La Correlación elemento-total corregida, es el factor de uniformidad rectificado. Si es nulo o negativo se elimina o se replantea la interrogación Alfa de Cronbach. Si se elimina la unidad, equivale al valor de Alfa si eliminamos cada uno de los ítems.

4.4.2. Análisis de confiabilidad Equipo de Observación Post test

Tabla 87: Estadística de fiabilidad Post test

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,938	,945	20

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

De la tabla 87 se extrae el coeficiente alfa de Cronbach de 0.938, valor superior al mínimo aceptable de 0.70, significando una buena estabilidad interna para una escala unidimensional.

Tabla 88: Estadística de elemento Post test

Estadísticas de elemento			
	Media	Desviación estándar	N
P1NGA1	3,33	1,033	6
P2NGA2	3,50	1,049	6
P3NGA3	3,50	1,049	6
P4NGA4	3,50	1,049	6
P5NGA5	3,17	,983	6
P6NGA6	3,67	1,033	6
P1NCB1	3,83	,753	6
P2NCB2	3,67	,816	6
P3NCB3	3,33	1,033	6
P4NCB4	3,67	,516	6
P5NCB5	3,33	,516	6
P6NCB6	3,67	1,033	6
P1PCM1	3,33	1,033	6
P2PCM2	3,33	1,366	6
P3PCM3	3,17	1,169	6
P4PCM4	3,00	,894	6
P5PCM5	2,83	1,169	6
P1PPO1	3,33	,816	6
P2PPO2	3,33	1,366	6
P3PPO3	3,17	,983	6

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

La tabla 84 muestra la desviación típica o estándar, que mide el grado de dispersión de las observaciones individuales alrededor de su media, la pregunta P2PCM2 (14) tiene la mayor desviación típica de 1.366.

Tabla 89: Estadística de elemento de resumen Post test

Estadísticas de elemento de resumen							
	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Máximo / Mínimo	Varianza	N de elementos
Medias de elemento	3,383	2,833	3,833	1,000	1,353	,062	20
Varianzas de elemento	1,013	,267	1,867	1,600	7,000	,176	20

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

La tabla 89 muestra un resumen de los estadísticos arrojados por el software, el primer renglón medias de los elementos muestra el promedio de todas las medias de todas las preguntas, con un valor de 3.383 (nivel a veces) y su varianza de 0.062.

Tabla 90: Estadística de total de elemento Post test

Estadísticas de total de elemento					
	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
P1NGA1	64,33	164,267	,776	.	,932
P2NGA2	64,17	162,967	,814	.	,931
P3NGA3	64,17	162,967	,814	.	,931
P4NGA4	64,17	167,367	,641	.	,935
P5NGA5	64,50	161,100	,954	.	,929
P6NGA6	64,00	162,800	,835	.	,931
P1NCB1	63,83	171,767	,686	.	,934
P2NCB2	64,00	165,600	,933	.	,931
P3NCB3	64,33	164,267	,776	.	,932
P4NCB4	64,00	176,800	,641	.	,936
P5NCB5	64,33	176,267	,681	.	,936
P6NCB6	64,00	161,600	,884	.	,930
P1PCM1	64,33	170,667	,524	.	,937
P2PCM2	64,33	170,267	,385	.	,941
P3PCM3	64,50	171,900	,411	.	,939
P4PCM4	64,67	175,867	,388	.	,939
P5PCM5	64,83	170,167	,470	.	,938
P1PPO1	64,33	173,467	,546	.	,936
P2PPO2	64,33	163,867	,576	.	,937
P3PPO3	64,50	171,900	,504	.	,937

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

En la tabla 90 se observa que la Media de la escala si se elimina el elemento, indica el valor que tendría la media en el caso de eliminar cada uno de los elementos. La Correlación elemento-total corregida, es el coeficiente de homogeneidad corregido.

4.5. Coeficiente por Alfa de Cronbach - Equipo de ensayo

4.5.1. Análisis de confiabilidad Equipo de ensayo Pre test

Tabla 91: Estadística de fiabilidad Pre test

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,958	,963	20

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

La Tabla 91 muestra que el coeficiente alfa de Cronbach es 0.958 mayor que el valor mínimo aceptable de 0.70, significando que la consistencia de la escala es buena.

Tabla 92: Estadística de elemento pre test

	Media	Desviación estándar	N
P1NGA1	3,50	,837	6
P2NGA2	3,50	,837	6
P3NGA3	3,33	,816	6
P4NGA4	3,33	1,033	6
P5NGA5	3,50	,837	6
P6NGA6	3,33	1,033	6
P1NCB1	3,17	,753	6
P2NCB2	3,33	,816	6
P3NCB3	3,17	,753	6
P4NCB4	3,67	,816	6
P5NCB5	3,00	,632	6
P6NCB6	3,33	,816	6
P1PCM1	3,17	,408	6
P2PCM2	3,33	,816	6
P3PCM3	3,17	,408	6
P4PCM4	3,67	,516	6
P5PCM5	3,50	1,049	6
P1PPO1	2,50	1,225	6
P2PPO2	2,83	1,329	6
P3PPO3	2,50	1,378	6

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

La tabla 92 presenta la desviación estándar, que mide el grado de dispersión de las observaciones individuales alrededor de su media, la pregunta P3PPO3 (20) tiene la mayor desviación típica de 1.378.

Tabla 93: Estadística de elemento de resumen pre test

Estadísticas de elemento de resumen							
	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Máximo / Mínimo	Varianza	N de elementos
Medias de elemento	3,242	2,500	3,667	1,167	1,467	,107	20
Varianzas de elemento	,798	,167	1,900	1,733	11,400	,228	20

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

La Tabla 93 muestra un resumen de las estadísticas generadas por el software. Los promedios de los ítems de la primera fila muestran el promedio de todos los promedios de todas las preguntas con un valor de 3.242 y una varianza de 0.107.

Tabla 94: Estadística de total de elemento pre test

Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
P1NGA1	61,33	157,467	,914	.	,953
P2NGA2	61,33	158,667	,854	.	,954
P3NGA3	61,50	166,300	,494	.	,958
P4NGA4	61,50	154,700	,841	.	,954
P5NGA5	61,33	164,667	,559	.	,958
P6NGA6	61,50	153,100	,908	.	,953
P1NCB1	61,67	163,067	,714	.	,956
P2NCB2	61,50	165,100	,553	.	,958
P3NCB3	61,67	163,067	,714	.	,956
P4NCB4	61,17	161,767	,719	.	,956
P5NCB5	61,83	164,167	,790	.	,955
P6NCB6	61,50	161,100	,753	.	,955
P1PCM1	61,67	168,267	,843	.	,956
P2PCM2	61,50	168,300	,397	.	,960
P3PCM3	61,67	168,267	,843	.	,956
P4PCM4	61,17	170,167	,515	.	,958
P5PCM5	61,33	153,867	,861	.	,954
P1PPO1	62,33	153,067	,752	.	,956
P2PPO2	62,00	147,200	,881	.	,954
P3PPO3	62,33	146,267	,876	.	,954

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

La Tabla 94 muestra que el valor promedio de la escala si se elimina el elemento indica el valor que sería el valor promedio si se eliminara cada uno de los elementos. La correlación de elementos totales corregidos es el coeficiente de homogeneidad corregido. Si es cero o negativo, la pregunta se elimina o se corrige. El alfa de Cronbach cuando se elimina el elemento es igual al valor de alfa cuando eliminamos cada uno de los elementos.

4.5.2. Coeficiente Alfa de Cronbach Equipo de ensayo Post test

Tabla 95: Estadística de fiabilidad Post test

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,809	,800	19

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

La tabla 95 muestra el coeficiente alfa de Cronbach que fue 0.809 superior al mínimo aceptable de 0.70, que indica una buena consistencia interna para una escala unidimensional.

Tabla 96: Estadística de elemento Post test

	Media	Desviación estándar	N
P1NGA1	4,17	,408	6
P2NGA2	4,17	,408	6
P3NGA3	4,17	,753	6
P4NGA4	4,33	,816	6
P5NGA5	4,17	,753	6
P6NGA6	3,83	,753	6
P1NCB1	4,00	,632	6
P2NCB2	4,17	,753	6
P3NCB3	4,33	,516	6
P4NCB4	4,17	,753	6
P5NCB5	4,17	,753	6
P6NCB6	4,17	,753	6
P1PCM1	4,50	,548	6
P2PCM2	4,33	,816	6
P3PCM3	4,17	,753	6
P4PCM4	4,33	,816	6
P5PCM5	4,33	,816	6
P2PPO2	4,33	,816	6
P3PPO3	4,50	,837	6

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

La tabla 96 muestra la desviación típica o estándar, que mide el grado de dispersión de las observaciones individuales alrededor de su media, la pregunta P3PPO3 (20) tiene la mayor desviación típica de 1.378.

Tabla 97: Estadística de elemento de resumen Post test

Estadísticas de elemento de resumen

	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Máximo / Mínimo	Varianza	N de elementos
Medias de elemento	4,228	3,833	4,500	,667	1,174	,025	19
Varianzas de elemento	,519	,167	,700	,533	4,200	,030	19

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

La Tabla 97 muestra un resumen de las estadísticas generadas por el software. Los recursos de los elementos de la primera fila muestran el promedio de todos los recursos de todas las preguntas con un valor de 4. 228 (nivel casi siempre) y una varianza de 0. 025.

Tabla 98: Estadística de total de elemento Post test

Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
P1NGA1	76,17	40,567	,295	.	,806
P2NGA2	76,17	40,967	,217	.	,808
P3NGA3	76,17	35,367	,707	.	,780
P4NGA4	76,00	34,400	,752	.	,776
P5NGA5	76,17	36,167	,611	.	,787
P6NGA6	76,50	34,300	,839	.	,772
P1NCB1	76,33	37,467	,568	.	,791
P2NCB2	76,17	40,167	,161	.	,814
P3NCB3	76,00	39,600	,369	.	,802
P4NCB4	76,17	40,167	,161	.	,814
P5NCB5	76,17	40,167	,161	.	,814
P6NCB6	76,17	40,567	,118	.	,816
P1PCM1	75,83	42,967	-,139	.	,823
P2PCM2	76,00	40,400	,116	.	,818
P3PCM3	76,17	36,567	,564	.	,790
P4PCM4	76,00	40,800	,077	.	,820
P5PCM5	76,00	40,400	,116	.	,818
P2PPO2	76,00	34,000	,798	.	,772
P3PPO3	75,83	33,367	,848	.	,768

Fuente: IBM SPSS – Elaboración propia

La Tabla 98 muestra que si los elementos se purgan, el valor medio de la escala indica el valor que tiene el valor medio cuando se purga cada elemento. La correlación total de los elementos después de la corrección es el coeficiente de uniformidad después de la corrección. Si es cero o negativo, el problema será eliminado o reformulado. Si se borra el elemento, es el alfa de Cronbach, si borramos cada elemento es igual al valor de Alfa. En este caso, se ha eliminado la pregunta P1PPO1 (18).

4.6. Análisis de la productividad

Se tomaron muestras estadísticas para evaluar la productividad y desempeño de las obras en el sector de la construcción. En el caso de la productividad, las medidas se tomaron al azar; en el caso del estudio, estas mediciones se realizaron todos los días hábiles y en diferentes momentos de la jornada laboral.

4.6.1. Resultados - Nivel frecuente de tarea

Para medir la productividad, se realizó una medición aleatoria de 6 días de todas las actividades (acero, encofrado y hormigón) realizadas en el sitio para determinar la frecuencia de las tareas actuales en el sitio (diagnóstico inicial), que se puede comparar con los estándares nacionales; Para identificar y detectar pérdidas significativas, cuantificar y reducir pérdidas significativas.

a) Diagnóstico de la productividad

Se presenta el proceso de medición del estudio de caso, el número y la fecha de las mediciones de campo..

El muestreo se inició el 12/09/2019 durante 6 días en formato de Nivel de Tarea Frecuente y registró datos cada 15 minutos sobre las actividades realizadas en obra relativas a la preparación de acero, encofrado y hormigón.

Esta información sirvió para crear nuevas condiciones para crear alternativas a los procesos que estaban evolucionando.

Tabla 99: Planilla de ingreso de datos

Clasificación	Código	Actividad
TC	3	Desbroce y limpieza general
	2	Análisis de planos y metrados
	5	Elaboración de mezcla de concreto
	9	Divisor para concreto
	1	Transporte de insumos
	7	Movimiento de personal
	4	Guía de instrucciones
	6	Equipos de protección y andamios
	8	Desenclavados
	10	Otros
TNC	2	Retraso
	6	Desplazamiento fuera de la ciudad
	3	Tareas reiteradas
	5	Tiempo inactivo
	1	Reposo
	4	Necesidades fisiológicas
	7	Otros

Fuente: Excel – Elaboración propia

El cuadro 99 muestra las actividades laborales contributivas (TC) y no contributivas (TNC) utilizadas en las medidas de trabajo para el nivel de actividad común.

La Tabla 100 muestra el formato de muestreo del trabajo utilizado para medir la productividad de las actividades laborales "frecuentes" y los datos obtenidos en el sitio de procesamiento (por ejemplo, se muestra el día 4).

Tabla 100: Formato del Nivel frecuente de tarea (NGA)

MEDICIONES DEL TRABAJO PARA NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD																					
Número de trabajadores	TP	TC	TNC	Total	Trabajo contributivo (TC)										Trabajo no contributivo (TNC)						
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7
1	9	14	13	36		3	6		4				1		2	5	2	2	1	1	
2	18	11	7	36	2		6	2		1					2	3			1	1	
3	20	6	10	36			5					1				1	2	2	1	4	
4	14	13	9	36		4	4		3				2		1	1	1		2	4	
5	20	6	10	36	2			2			2					4	1		1	4	
6	9	12	15	36		3			2		4		3		2	5	2		2	4	
7	14	12	10	36	2	3	3		3				1		2	3	1	2	1	1	
8	10	17	9	36	3	4	3	2	4				1			2	2		2	3	
9	12	14	10	36	3	3	2	1	2				3		1	5	2		1	1	
10	14	10	12	36		2		2	1	1			4			5	1	2	2	2	
11	21	6	9	36	1		2	1		2						3	2		1	3	
12	10	16	10	36	2	2		1	2	2	3		4		1	2	1	2		4	
13	14	13	9	36	3	1			4	2		2	1			2	2	1	1	3	
14	18	8	10	36		1		1	3	1			2		2	1	2		1	4	
15	11	18	7	36		1	6	2	4		2		3		1	2	2		1	1	
16	14	11	11	36	3	2			1	1			4			4	2		2	3	
17	11	20	5	36	3	2	4		2	2	3		4		1	1	1			2	
18	11	15	10	36	2	2	5	1	1		2		2		2	1	2	1	1	3	
Total día 4	250	222	176	648	26	33	46	15	36	12	16	3	35	0	17	50	28	12	21	3	0
	38.6%	34.3%	27.2%																		

Fuente: Excel – Elaboración propia

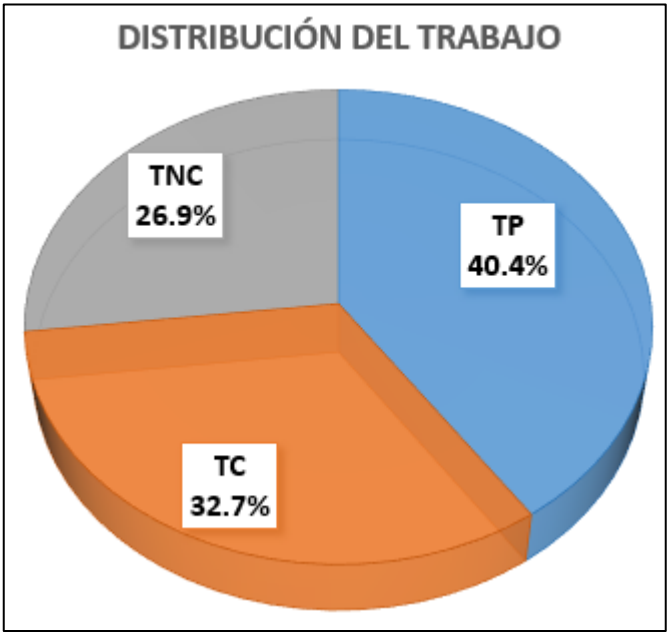
Para el análisis e interpretación de los resultados se efectuaron las mediciones para todas las actividades y en todos los demás días de muestreo.

Tabla 101: Resultado promedio del Nivel frecuente de tarea actual

DIA	TP	TC	TNC
1	42.1%	30.2%	27.6%
2	39.2%	32.7%	28.1%
3	40.9%	33.2%	25.9%
4	38.6%	34.3%	27.2%
5	43.5%	30.4%	26.1%
6	38.1%	35.5%	26.4%
Promedio	40.4%	32.7%	26.9%

Fuente: Excel – Elaboración propia

Figura 1: Extracto de la disposición del trabajo



Fuente: Excel – Elaboración propia

En la medición del trabajo productivo, trabajo contributivo y no contributivo, luego de procesar la información y cálculos respectivos, el promedio del trabajo investigado de este trabajo arroja un resultado del 40. 4% del trabajo productivo. El trabajo no remunerado representó el 26,9% y el trabajo remunerado el 32,7%.

Tabla 102: Nivel frecuente de tarea - porcentajes de productividad

TIPO DE TRABAJO	% ACTUAL	VIRGILIO GHIO	% ÓPTIMO
Trabajo productivo (TP)	40.4%	28.0%	60.0%
Trabajo contributorio (TC)	32.7%	36.0%	25.0%
Trabajo no contributorio (TNC)	26.9%	36.0%	15.0%

Fuente: Excel – Elaboración propia

b) Factores dominantes en la improductividad

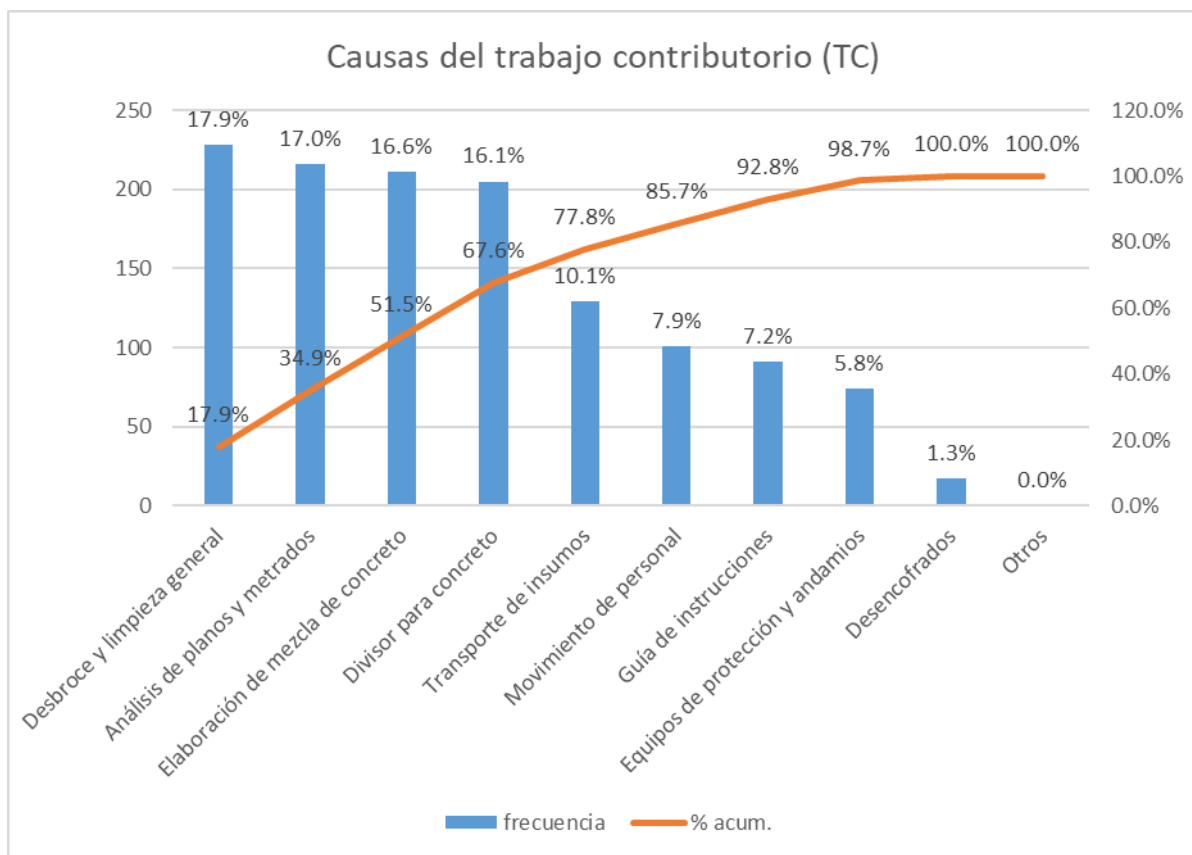
Tabla 103: Actividades contributorias y no contributorias

Clasificación	Código	Actividad	frecuencia	% acum.	%
TC	3	Desbroce y limpieza general	228	17.9%	17.9%
	2	Análisis de planos y metrados	216	34.9%	17.0%
	5	Elaboración de mezcla de concreto	211	51.5%	16.6%
	9	Divisor para concreto	205	67.6%	16.1%
	1	Transporte de insumos	129	77.8%	10.1%
	7	Movimiento de personal	101	85.7%	7.9%
	4	Guía de instrucciones	91	92.8%	7.2%
	6	Equipos de protección y andamios	74	98.7%	5.8%
	8	Desenclavados	17	100.0%	1.3%
	10	Otros	0	100.0%	0.0%
TNC	2	Retraso	324	31.0%	31.0%
	6	Desplazamiento fuera de la ciudad	266	56.5%	25.5%
	3	Tareas reiteradas	153	71.1%	14.6%
	5	Tiempo inactivo	142	84.7%	13.6%
	1	Reposo	100	94.3%	9.6%
	4	Necesidades fisiológicas	60	100.0%	5.7%
	7	Otros	0	100.0%	0.0%

Fuente: Excel – Elaboración propia

El concepto propuesto por el principio de Pareto es que en la mayoría de los casos el 80% de las consecuencias son el resultado del 20% de las causas. Esto es muy útil para gestionar no conformidades, identificar áreas de mejora y determinar planes de acción a priorizar.

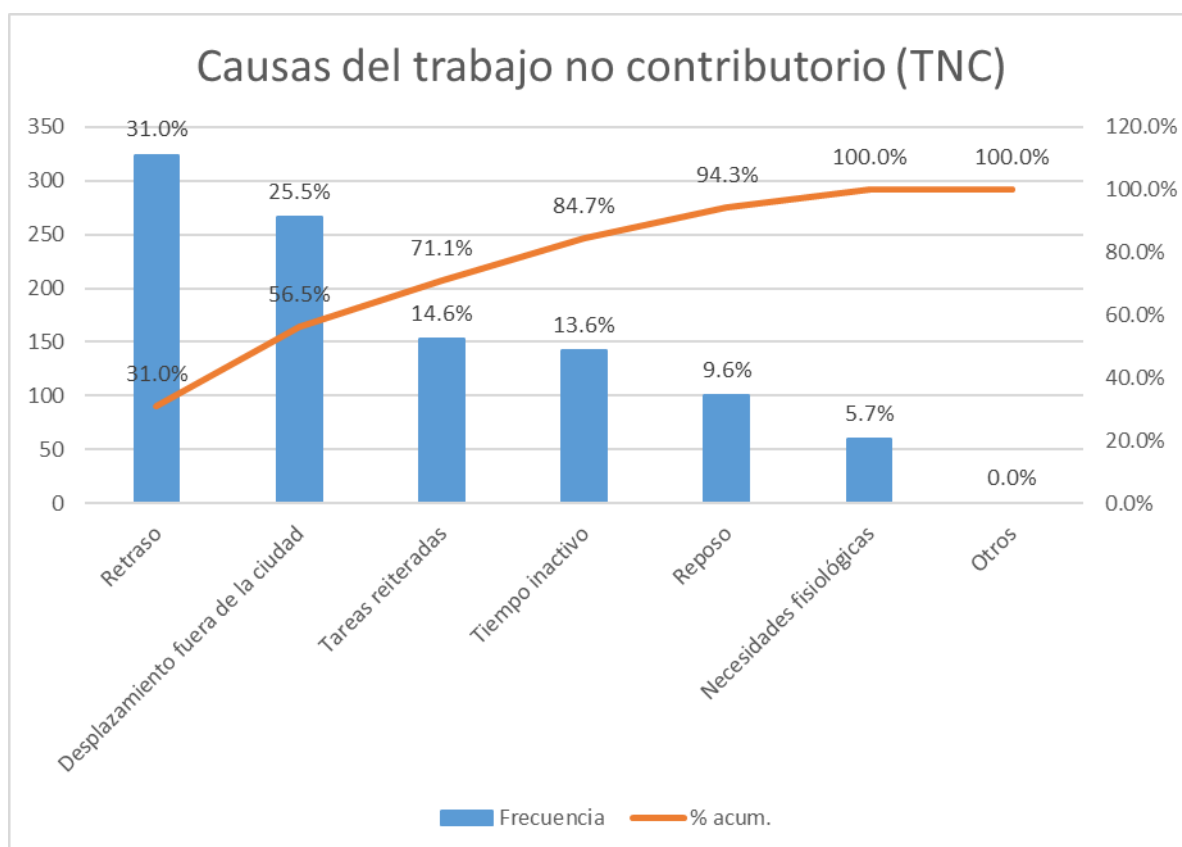
Figura 2: Diagrama de Pareto para el trabajo contributivo



Fuente: Excel – Elaboración propia

A partir del gráfico de pareto, se analizan y determinan los principales motivos del trabajo contributivo (TC). El día de la medición, en comparación con otros días, los trabajadores suelen dedicar tiempo a la limpieza, ya que el encofrado y el vertido del hormigón se realizan en la viga de cimentación por etapas, por lo que las juntas deben prepararse previamente.

Figura 3: Diagrama de Pareto para el trabajo no contributivo



Fuente: Excel – Elaboración propia

Del diagrama de Pareto, se analizaron e identificaron que la mayor causa de los trabajos no contributivos (TNC). En el día de la medición del tiempo de trabajo, las mayores pérdidas que se produjeron fueron las esperas y movimientos en general, que se enumeran como los movimientos producidos por el transporte de materiales, los movimientos al almacén, los movimientos en la zona de almacenamiento. de encofrado.

c) Alternativa de mejora

Teniendo en cuenta los diversos elementos y actividades que se llevan a cabo en la ejecución de la obra, se seleccionaron los elementos más costosos o que consumían recursos. Por tanto, se recomienda comenzar evaluando las siguientes actividades:

- Habilitado de fierro
- Encofrado y desencofrado con carpintería de madera.
- Vaceado de mezcla de concreto o premezclado.

A partir de las actividades registradas tras la muestra de trabajo, tanto contributivas como no contributivas, se propusieron medidas para minimizar los efectos de las pérdidas in situ, reducir los empleos no productivos y las expectativas, que se consideraban controlables.

- Se ha mejorado la coordinación con los proveedores de materiales para evitar tiempos de inactividad del personal y el equipo.
- Las actividades se planificaron adecuadamente, para tener solo el personal necesario para el trabajo dentro de la obra.
- El suministro de agua fue evaluado y transferido por los distribuidores a los trabajadores, impidiendo que se desplazaran fuera de la obra para comprar bebidas y evitando también la aparición de basura o desperdicios.
- Se definieron sectores para la recolección de materiales cercanos a los lugares de trabajo.
- Se ha mejorado el control sobre aquellas actividades definidas como críticas.

d) Diagnóstico post mejora

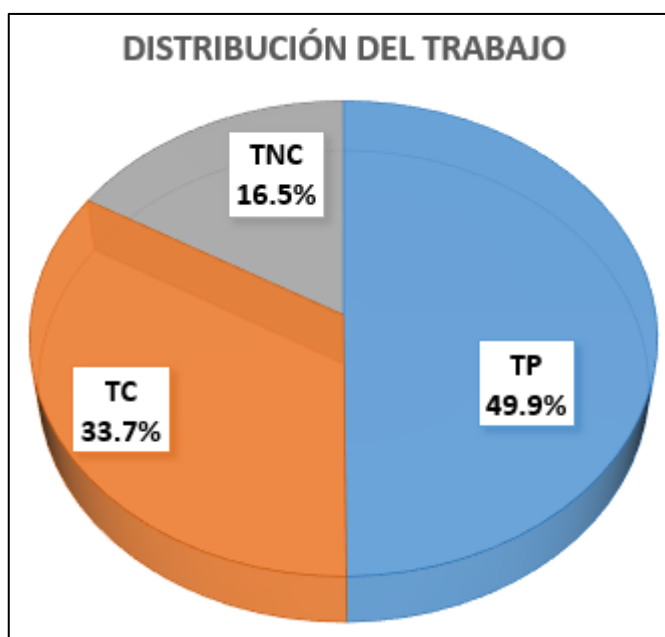
Para demostrar que se pueden obtener resultados positivos después de aplicar las sugerencias de mejora, se recomienda que el ingeniero residente reorganice y estandarice el proceso de investigación para reevaluar el nivel de actividades en el sitio y obtener los siguientes resultados:

Tabla 104: Resultado promedio del Nivel frecuente de tarea mejorado

DIA	TP	TC	TNC
1	50.6%	32.9%	16.5%
2	48.9%	35.2%	15.9%
3	48.8%	34.7%	16.5%
4	47.5%	35.8%	16.7%
5	51.9%	30.9%	17.3%
6	51.5%	32.6%	15.9%
Promedio	49.9%	33.7%	16.5%

Fuente: Excel – Elaboración propia

Figura 4: Consolidado de la distribución del trabajo (diagnostico mejorado)



Fuente: Excel – Elaboración propia

Tabla 105: Nivel frecuente de tarea mejorado versus porcentajes estadísticos de productividad

TIPO DE TRABAJO	% ACTUAL	% MEJORADO	VIRGILIO GHIO	% ÓPTIMO
Trabajo productivo (TP)	40.4%	49.9%	28.0%	60.0%
Trabajo contributorio (TC)	32.7%	33.7%	36.0%	25.0%
Trabajo no contributorio (TNC)	26.9%	16.5%	36.0%	15.0%

Fuente: Excel – Elaboración propia

Como puede verse en el gráfico de actividad, el trabajo productivo aumentó un 9,5%. Esta cifra, que supera la obtenida por Virgilio Ghio en su estudio sobre productividad, es un porcentaje importante considerando que las mejoras propuestas se han ido implementando de forma paulatina a lo largo de tres semanas.

4.6.2. Resultados Nivel de carta de balance

Proceso: Vaciado de concreto (camión mixer y bombeo)

Mediciones realizadas: 2 cartas de balance (antes y después de la productividad):

Primera medición

Fecha: 09-12-2019

1° Volquete Inicio: 13:40 Final: 13:57

2° Volquete Inicio: 14:52 Final: 15:15

Tiempo total: 40 min

Segunda medición

Fecha: 06-01-2020

1° Volquete Inicio: 13:52 Final: 14:08

2° Volquete Inicio: 15:02 Final: 15:24

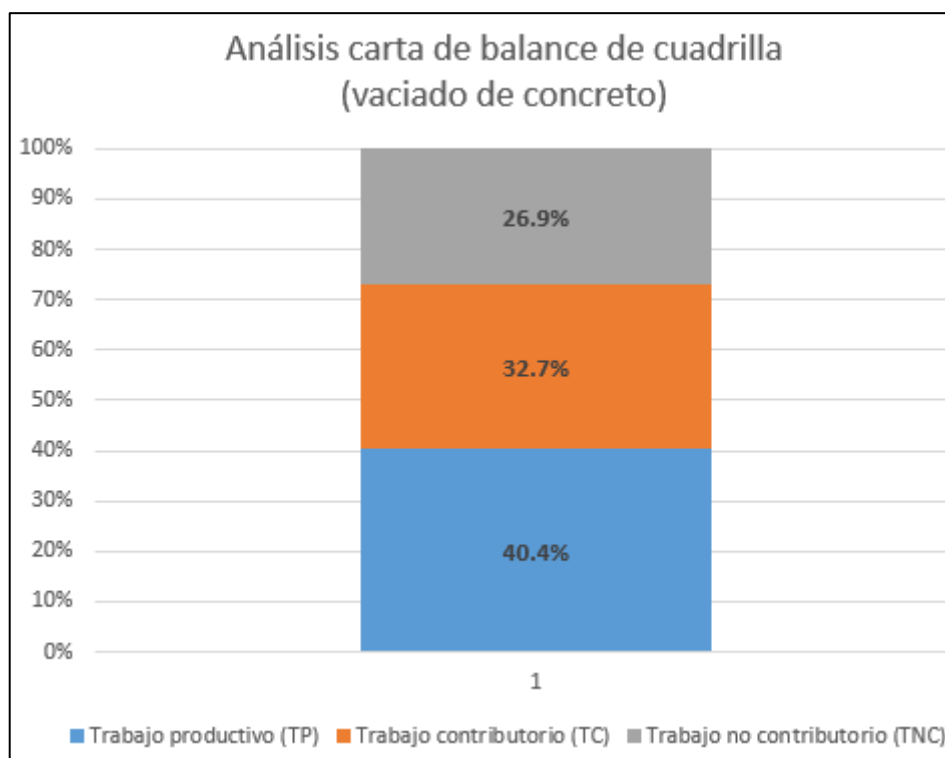
Tiempo total: 38 min

Los elementos del hormigonado correspondieron a muros de hormigón y columnas de mampostería confinada. Este proceso en su primera medición fue realizado por un equipo de 6 operarios: 1 operario, 2 vibradores, 2 acomodadores y 1 auxiliar. En la segunda medida se dispensaron los servicios auxiliares, por lo que la actividad estuvo conformada por 5 operarios: 1 operario, 2 vibradores y 2 auxiliares.

En las fechas en que se realizaron las mediciones, el hormigón se vació desde el momento en que comenzó a fluir fuera del manguito de la bomba hasta que el vagón hormigonera se vació por completo. Los camiones tenían un volumen de 7,50 m³ de hormigón para la primera medición y un volumen de 8,00 m³ para la segunda medición.

a) Diagnóstico actual

Figura 5: Nivel de carta de balance de actividad promedio (antes)



Fuente: Excel – Elaboración propia

En el diagnóstico inicial se identifica la situación actual de la actividad en cuestión, el tipo de trabajo muestral que se realizó, lo que resultó en el trabajo no contributivo (TNC) de la tripulación igual al 26,9% (ver Figura 5) y del trabajador con menor actividad real (NAR) fue el asistente (trabajador T6) con 10% (ver Cuadro 106). Este último tiene el mayor impacto en el aumento del trabajo no contributivo. Sus intervenciones consistieron en moldear hormigón desde el exterior del edificio y luego hacerlo vibrar, entre otras cosas. El vertido comenzó más tarde de lo esperado, este retraso se debió a que ni el carro mezclador ni el camión bomba llegaron a tiempo. También hubo problemas al instalar la bomba del camión, ya que vaciar el primer y el segundo camión hormigonera tomó más tiempo de lo esperado.

Tabla 106: Nivel de actividad real y participación (diagnostico actual)

TRABAJADOR OBRERO	NIVEL DE ACTIVIDAD REAL	COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN	NIVEL DE ACTIVIDAD RELATIVO
	1ra medición	1ra medición	1ra medición
T1 Operario	81%	0.98	79%
T2 Operador vibrador 1	92%	0.97	89%
T3 Operador vibrador 2	90%	0.97	87%
T4 Acomodador 1	66%	0.96	63%
T5 Acomodador 2	62%	0.97	60%
T6 Ayudante	10%	0.96	10%
TOTAL	67%	0.97	65%

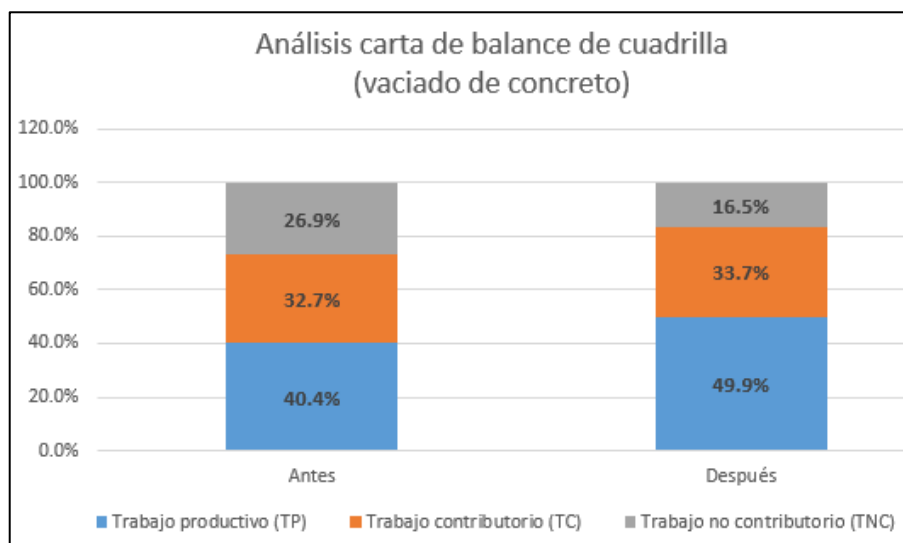
Fuente: Excel – Elaboración propia

b) Propuesta de mejora

- Asignar al Asistente del Trabajador T6 a otras actividades o miembros del equipo, ya que su contribución será mínima donde realicen el trabajo asignado.
- Debe disponerse de un espacio libre de obstáculos en obra para la entrega y ubicación del vehículo mezclador y la bomba de hormigón con el fin de evitar retrasos.

c) Diagnóstico post mejora

Figura 6: Nivel de carta de balance de actividad promedio (antes y después)



Fuente: Excel – Elaboración propia

Tabla 107: Nivel de actividad real y participación (diagnostico actual y después de la mejora)

TRABAJADOR OBRERO	NIVEL DE ACTIVIDAD REAL		COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN		NIVEL DE ACTIVIDAD RELATIVO	
	1ra medición	2da medición	1ra medición	2da medición	1ra medición	2da medición
T1 Operario	81%	82%	0.98	0.99	79%	81%
T2 Operador vibrador 1	92%	80%	0.97	0.99	89%	79%
T3 Operador vibrador 2	90%	76%	0.97	0.99	87%	75%
T4 Acomodador 1	66%	68%	0.96	1.00	63%	68%
T5 Acomodador 2	62%	68%	0.97	0.99	60%	67%
T6 Ayudante	10%		0.96		10%	
TOTAL	67%	75%	0.97	0.99	65%	74%

Fuente: Excel – Elaboración propia

En función con las mejoras propuestas y en coordinación con el departamento técnico de la empresa, se restringieron los servicios del asistente según lo recomendado, por lo que el nivel de actividad real (NAR) aumentó del 67% al 75% (ver Tabla 107). El trabajo no contributivo disminuyó del 26,9% al 16,5% (ver Figura 6), y la eficiencia de la productividad no se vio afectada por la disminución del tamaño del equipo.

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mediante el uso de técnicas de construcción ajustada como nivel general de actividad laboral, donde se realizó el muestreo de todas las actividades de carrera para medir los tres tipos de trabajo (acero-encofrado-drenaje de hormigón), en el diagnóstico inicial se obtuvo que el 40,4% del tiempo analizado corresponde a trabajo productivo, el 32,7% a trabajo contributivo y el 26,9% a trabajo no contributivo.

Usando el diagrama de Pareto, se han identificado pérdidas o desperdicios y se han sugerido mejoras en el proceso. Se rehace la medición y se verifican los siguientes resultados mediante un estudio de caso: TP 49,9%, TC 33,7%, TNC 16,5%, lo que demuestra que la optimización de los procesos constructivos mejora la productividad.

Durante el desarrollo de esta investigación se pudo utilizar la técnica de construcción ajustada según el nivel del diagrama de equilibrio del escuadrón, se estudió la actividad de hormigonado de los muros, en el diagnóstico inicial se encontró que el 40,4% de los analizados. productivo, 32,7% del trabajo contributivo y 26,9% del trabajo no contributivo. El diagnóstico final tras la mejora se obtuvo que el trabajo productivo TP 49,9%, TC 33,7% y TNC 16,5%, con una buena planificación de procesos respaldada por el uso de herramientas de construcción ajustadas, es posible optimizar recursos y mejorar la productividad del proyecto.

Durante la evaluación y diagnóstico se pudo constatar la ausencia formal de un proceso productivo, se programó en base a la experiencia de ingenieros y técnicos, y es una situación conocida y aceptada por los participantes del proyecto de la misma manera que lo fue en la capacidad de visualizar el producto. con baja productividad o organización insuficiente, así como la falta de precisión en controlar el cumplimiento de los programas de trabajo, utilizando herramientas de construcción ajustadas y aplicando la propuesta de mejora desarrollada para mejorar la ejecución y control de las actividades planificadas.

CONCLUSIONES

- 1) Lean Construction es más que una regla de implementación para la mejora de procesos, es una filosofía, una estructura de pensamiento dirigida hacia el cambio y la mejora continua.
- 2) La correcta implementación de cada estrategia en su momento trae mejoras en los procesos, se insiste que no es una regla, es una mentalidad que concierne a todas las áreas de la empresa.
- 3) La mayoría de las estrategias bien definidas representan bajos costos en su implementación y sus fuertes mejoras en el proceso.
- 4) Cada estrategia que la constituye no tiene un orden estricto de aplicación (hay varias sugerencias en el orden de aplicación de la tecnología), pero según sus objetivos, cada tecnología tiene una forma de adaptarse a otro método implementado.
- 5) La efectividad del uso depende del grado de compromiso de cada miembro del grupo de trabajo de la organización.
- 6) Lean Construction siempre tiene en cuenta al trabajador, es una técnica integradora que genera cultura organizacional. Esto es importante en todos los negocios, ya que todos los pasos que no agregan valor deben eliminarse del proceso para mantener una cadena de producción mucho más eficiente.
- 7) Debido a las limitaciones de las herramientas, no todos los entornos de producción son adecuados para implementar Lean Construction. Sin embargo, las empresas que no son expertas en implementar Lean pueden adoptar fragmentos de sus estructuras y también lograr buenos resultados, incluso si de esta forma la empresa no es considerada una organización Lean.

VI. RECOMENDACIONES

- 1) La aplicación de esta filosofía organizacional es fundamental para el éxito empresarial, y en Perú la implementación es casi nula. Por tanto, es importante entender que ninguna empresa en el mundo mantendrá su desarrollo a largo plazo sin aplicar una participación de control. Estas técnicas son correctas.
- 2) Se recomienda hablar y concienciar a los empleados de la importancia y utilidad que traerá la implementación de nuevos métodos para que sepan por qué se hacen las cosas y se comprometan a cooperar, de lo contrario rechazarán el nuevo por ser la naturaleza humana propensa a rechazar lo desconocido.
- 3) La empresa que quiera implementar Lean Construction en su entorno debe estar bien documentada al respecto. Enfrentate primero a la fase pre-Lean y luego pasa a la implementación lean, teniendo en cuenta los resultados de entornos similares al tuyo, según la documentación consultada.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acosta, D., & Gómez, N. (2017). *Diseño de una metodología de gestión de proyectos basada en PMO, con el fin de elevar la productividad de esta área en Acopi Seccional Atlántico*. Bucaramanga: Universidad del Norte.
2. Ancajima, B., & Cabrejos, C. (2015). *Propuesta de implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional bajo la norma OHSAS 18001 en la empresa Latercer SAC*. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
3. Aranibar, M. (2016). *Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
4. Arias, F. (2016). *El Proyecto de Investigación*. Venezuela: Episteme.
5. Baladrón, C. (2017). *Evaluación de impactos de la implementación de metodologías Lean en proyectos de desarrollo minero en construcción*. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
6. Baptista, M., Fernández, C., & Hernández, R. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México, México: McGRAW-HILL.
7. Bernal B., C. (2010). *Metodología de la Investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Colombia: Pearson Educación.
8. Calongos, N., & Reátegui, M. (2017). *Mejora de la productividad en el mantenimiento rutinario de una camino vecinal aplicando la filosofía Lean Construction*. Tarapoto: Universidad Científica del Perú.
9. Cassiano, B. (2017). *Lean Construction – Exemplos e teses para aplicação dos princípios da “construção enxuta” no Brasil*. Brasil: Centro Universitário Salesiano de Lorena.
10. Cegarra, J. (2004). *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
11. Costa de los Reyes, C. (2016). *Estudio para determinar la factibilidad de introducción de la filosofía Lean Construction en la etapa de planificación y diseño de proyectos en empresas públicas y privadas de ciudad intermedias*. Cuenca: Universidad de Cuenca.

12. Crespo, W. (2015). *Mejora de la productividad en la construcción de edificaciones en la ciudad de Quito, aplicando Lean Construction*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
13. Curi, P. (2016). *El trabajo decente, hacia la construcción de una definición operativa a partir de sus fundamentos*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
14. De La Cruz, C. (junio de 2016). Metodología de la investigación tecnológica en ingeniería. *Revista Ingenium*, 43-46. doi:<http://dx.doi.org/10.18259/ing.2016007>
15. Detea, S. (25 de Setiembre de 2017). ¿Porqué adquirir la certificación Lean Construction? *Detea*. Obtenido de <http://www.detea.es/por-que-adquirir-la-certificacion-lean-construction/>
16. Flores, D. (2016). *Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de la construcción del estadio de la UNA-Puno*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
17. Guzmán, C., & Rubio, R. (Diciembre de 2016). Lean Construction: Ciclo Completo de Planificación y Programación. *Revista Ingeniería Civil*(47), 24-26. Obtenido de http://www.cdlima.org.pe/docs/pdf_civil/diciembre-2011.pdf
18. Interempresas. (26 de Noviembre de 2019). *Sando participa en el mayor proyecto en Lean Construction en España*. doi:1794-4953(2014)
19. Koladiya, B. (2017). *Research trends of Lean Construction and its compliance with Toyota Production System for year 2016*. USA: University of Applied Sciences.
20. Maldonado, A., & Ysique, S. (2017). *Sistema de mejora continua basado en el mantenimiento productivo total para reducir los desperdicios en el área de producción de la empresa Induamerica S.A.C. - Lambayeque 2016*. Pimentel: Universidad Señor de Sipán.
21. Marte Jiménez, C. (2014). *Calibración de umbrales de daño sísmico para el análisis de fragilidad sísmica de estructuras de hormigón armado mediante análisis estático no lineal (push-over)*. Barcelona, España: Universidad Politécnica de Cataluña.
22. Meza, F. (2017). *Propuesta de una aplicación de la filosofía Lean Construction en un proyecto de edificación de albañilería confinada para reducir costos de ejecución*. Trujillo, Perú: Universidad Privada de Trujillo. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPRI_3df503e1cdae9559599f698a79443201/Description#tabnav
23. Muñoz Razo, C. (2015). *Como elaborar y asesorar una investigación de tesis*. México: Pearson.

24. Orihuela, J., Orihuela, P., & Pacheco, S. (2018). *Control panel and indicators for production control in building projects*. Lima: Pontifica Universidad Católica del Perú.
25. Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol*, 227-232.
26. Porras, H., Sánchez, O., & Galvis, J. (03 de Junio de 2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. *AVANCES Investigación en Ingeniería*, 11(1), 32-53. doi:1794-4953(2014)
27. Quispe, R. (2017). *Aplicación de “Lean Construction” para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017*. Lima: Universidad César Vallejo.
28. Ramírez, E. (18 de Abril de 2019). Disruptores. Lean Construction: Más rápido, más fuerte, mejor. *El Sol de México*. Obtenido de <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=2845&srch=industria&act=3>
29. Rojas, M., Henao, M., & Valencia, M. (2016). Lean construction – LC bajo pensamiento Lean. *Revista Ingenierías*. doi:10.22395/rium.v16n30a6
30. Saavedra, G. (2018). *Evaluación de la productividad aplicando la filosofía “Lean Construction” en la etapa de la conservación periódica del tramo Yanaoca-Yauri que une las provincias de Canas y Espinar del proyecto red vial 01 – Cusco*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
31. SEAOC. (2002). *Seismic Code Requirements for Anchorage of Nonstructural Components*. USA: Applied Technology Council (ATC) & Structural Engineers Association of California.
32. Serpell, A. (2010). *Administración de operaciones de construcción*. México: Alfaomega Grupo Editor.
33. Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (2017). *La máquina que cambió el mundo*. Barcelona, España: Profit Editorial.

VIII. ANEXOS

Anexo 01: IBM SPSS Statistics 22

Pamela.sav [Conjunto_de_datos0] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimal...	Etiqueta	Valores
1	P1NGA1	Númérico	1	0	¿Se mide la productividad actual de las actividades de construc...	{1, Nunca}...
2	P2NGA2	Númérico	1	0	¿Se elabora fichas diseñados para el muestreo de datos de las tr...	{1, Nunca}...
3	P3NGA3	Númérico	1	0	¿Se realiza la tabulación de las mediciones para la obtención de l...	{1, Nunca}...
4	P4NGA4	Númérico	1	0	¿Se identifica los porcentajes de perdidas mediante la descompo...	{1, Nunca}...
5	P5NGA5	Númérico	1	0	¿Se analiza la información y se proponen mejoras para reducir la...	{1, Nunca}...
6	P6NGA6	Númérico	1	0	¿Se aplican las mejoras y se realiza el seguimiento con nuevas ...	{1, Nunca}...
7	P1NCB1	Númérico	1	0	¿Se analiza la eficiencia del método constructivo de la actividad ...	{1, Nunca}...
8	P2NCB2	Númérico	1	0	¿Se elabora fichas diseñadas para el muestreo de la actividad ide...	{1, Nunca}...
9	P3NCB3	Númérico	1	0	¿Se registra y tabula las condiciones reales de trabajo de los rec...	{1, Nunca}...
10	P4NCB4	Númérico	1	0	¿Se descompone la cuadrilla por trabajo contributivo y no contrib...	{1, Nunca}...
11	P5NCB5	Númérico	1	0	¿Se analiza la información y se plantean las mejoras de la activid...	{1, Nunca}...
12	P6NCB6	Númérico	1	0	¿Se aplica las mejoras y se realiza el seguimiento con nuevas m...	{1, Nunca}...
13	P1PCM1	Númérico	1	0	¿Se analiza el control del método constructivo de la actividad me...	{1, Nunca}...
14	P2PCM2	Númérico	1	0	¿Se elabora formatos y registro de los tiempos de los trabajo pro...	{1, Nunca}...
15	P3PCM3	Númérico	1	0	¿Se cuantifica los tiempos productivos o de pérdidas, analizando ...	{1, Nunca}...
16	P4PCM4	Númérico	1	0	¿Se realiza la mejora mediante iteraciones de medición y análisis...	{1, Nunca}...
17	P5PCM5	Númérico	1	0	¿Se realiza el control y seguimiento de las mejoras propuestas d...	{1, Nunca}...
18	P1PPO1.0	Númérico	1	0	¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los por...	{1, Nunca}...
19	P2PPO1.1	Númérico	1	0	¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los est...	{1, Nunca}...
20	P3PGO1.2	Númérico	1	0	¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los est...	{1, Nunca}...

Equipo de Observación Pre Test

Pamela control pre.sav [Conjunto_de_datos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

	P1NGA1	P2NGA2	P3NGA3	P4NGA4	P5NGA5	P6NGA6	P1NCB1	P2NCB2	P3NCB3	P4NCB4
1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1
2	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4
3	3	3	2	2	2	3	2	3	3	2
4	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3
5	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3
6	4	4	3	4	3	4	4	4	4	3

	P5NCB5	P6NCB6	P1PCM1	P2PCM2	P3PCM3	P4PCM4	P5PCM5	P1PP01.0	P2PP01.1	P3PG01.2
1	2	2	2	1	1	1	1	3	3	3
2	4	4	5	5	5	5	4	3	3	3
3	3	3	2	2	3	2	3	1	2	1
4	2	2	4	4	4	3	4	3	4	4
5	3	4	4	4	3	3	3	4	3	4
6	4	4	2	2	2	3	3	5	4	4

Equipo de Observación Post Test

Pamela control post.sav [Conjunto_de_datos2] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

	P1NGA1	P2NGA2	P3NGA3	P4NGA4	P5NGA5	P6NGA6	P1NCB1	P2NCB2	P3NCB3	P4NCB4
1	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
3	3	2	2	3	2	2	3	3	2	3
4	2	3	3	2	3	3	4	3	3	4
5	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4
6	3	4	4	4	3	4	4	3	4	3

	P5NCB5	P6NCB6	P1PCM1	P2PCM2	P3PCM3	P4PCM4	P5PCM5	P1PP01.0	P2PP01.1	P3PG01.2
1	4	4	3	3	3	2	2	4	5	4
2	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4
3	3	2	4	4	3	3	3	2	1	2
4	3	4	3	4	4	4	3	3	3	2
5	3	4	3	3	4	3	4	3	4	3
6	3	3	2	1	1	2	1	4	3	4

Equipo de ensayo Pre Test

Pamela experim pre.sav [Conjunto_de_datos2] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

	P1NGA1	P2NGA2	P3NGA3	P4NGA4	P5NGA5	P6NGA6	P1NCB1	P2NCB2	P3NCB3	P4NCB4
1	4	3	3	3	4	4	3	4	3	3
2	5	5	4	5	4	5	4	4	4	5
3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3
4	3	3	2	3	3	2	2	2	2	3
5	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4
6	3	3	4	3	4	3	3	4	3	4

	P6NCB6	P1PCM1	P2PCM2	P3PCM3	P4PCM4	P5PCM5	P1PPO1.0	P2PPO1.1	P3PGO1.2
1	4	3	4	3	4	4	4	4	3
2	4	4	4	4	4	5	4	5	5
3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
4	2	3	4	3	4	3	2	2	2
5	4	3	3	3	4	4	2	2	2
6	3	3	2	3	3	2	1	2	1

Equipo de ensayo Post Test

Pamela experim post.sav [Conjunto_de_datos2] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

	P1NGA1	P2NGA2	P3NGA3	P4NGA4	P5NGA5	P6NGA6	P1NCB1	P2NCB2	P3NCB3	P4NCB4
1	5	4	5	5	5	5	4	4	4	5
2	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4
3	4	4	4	4	3	3	4	5	4	5
4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3
5	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4
6	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4

	P5NCB5	P6NCB6	P1PCM1	P2PCM2	P3PCM3	P4PCM4	P5PCM5	P1PP01.0	P2PP01.1	P3PG01.2
1	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5
2	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5
3	5	5	4	3	3	3	3	4	4	3
4	3	3	5	5	4	5	5	4	3	4
5	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5
6	5	4	5	5	4	4	5	4	5	5

Anexo 02: Instrumento de recolección de datos

Cuestionario sobre la aplicación de lean construction y productividad

Objetivos e instrucciones:

A continuación usted encontrara un conjunto de 20 preguntas que están relacionados sobre la utilización de las técnicas de Lean Construction y la productividad en obra, marque con (X) en la hoja de respuesta de manera libre y directa la que considere más conveniente de acuerdo a la escala de valorización, es imprescindible para la investigación que las respuestas se basen en la realidad de la empresa.

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

Es importante destacar que el cuestionario es estrictamente anónimo, es decir, no debe colocar su nombre o el de la empresa encuestada, solo se solicitará determinada información con fines de la investigación. La información proporcionada será manejada en estricta confidencialidad y utilizada con fines académicos. Gracias por dedicarle su valioso tiempo a este valioso instrumento de investigación. Por favor, tener presentes las siguientes nomenclaturas.

TP: Trabajo productivo (actividades que agregan valor).

TC: Trabajo contributorio (actividades de soporte).

TNC: Trabajo no contributorio (pérdidas).

ITEM	PREGUNTAS	PUNTUACIÓN				
13	¿Se analiza el control del método constructivo de la actividad mediante la prueba de cinco minutos?					
14	¿Se elabora formatos y registro de los tiempos de los trabajo productivo, contributorio y no contributorio de la actividad a medir?					
15	¿Se cuantifica los tiempos productivos o de pérdidas, analizando cuáles son las frecuencias de las causas de estos tiempos?					
16	¿Se realiza la mejora mediante iteraciones de medición y análisis de los datos, procurando disminuir o eliminar los tiempos contributivos y no contributivos de cada actividad?					
17	¿Se realiza el control y seguimiento de las mejoras propuestas de la actividad?					
DIMENSIÓN 4: Promedio general de productividad en obras peruanas						
18	¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los porcentajes estadístico de productividad por categoría de trabajo a nivel nacional?					
DIMENSIÓN 5: Promedio óptimo de productividad en obras a nivel internacional						
19	¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los estándares óptimos de productividad por categoría de trabajo para la industria de la construcción?					
DIMENSIÓN 6: Promedio general de productividad en obras a nivel internacional						
20	¿Se compara el índice de nivel general de obra (NGA) con los estándares internacionales de productividad por categoría de trabajo de obras internacionales?					

Anexo 03: Matriz de operacionalización de las variables

Variable Independiente

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: Aplicación de las herramientas Lean Construction	Nivel frecuente de tarea de obra (NGA)	Formato de campo para el muestreo del trabajo por categorías.	1 = Nunca 2 = Casi Nunca 3 = A veces 4 = Casi Siempre 5 = Siempre
		Tabulación por categoría de trabajo e identificación de la magnitud de las pérdidas de las actividades (diagnóstico actual).	
		Análisis de la información y propuestas de mejoras.	
		Control y seguimiento de las mejoras propuestas.	
	Nivel de carta de balance de cuadrilla (NCB)	Formato de campo para el muestreo de la actividad de estudio.	
		Registro de datos por categoría de trabajo e identificación de pérdidas (diagnóstico actual).	
		Análisis de la información y propuestas de mejora de la actividad.	
		Implementación de las mejoras y seguimiento para evaluar la efectividad del proceso.	
	Prueba de los cinco minutos (P5M)	Formato de control de los tiempos de tipos de trabajo.	
		Registros de la actividad a medir.	
		Evaluación de las pérdidas y frecuencias de los tiempos de trabajo.	
		Planteamiento de mejoras y seguimiento de las actividades.	

Variable Dependiente

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad en la edificación del Hospital Santa María Nivel II-1	Promedio general de productividad en obras a nivel nacional.	Porcentaje estadístico de productividad de los trabajos productivos, contributorio y no contributorio en obras a nivel nacional.	1 = Nunca 2 = Casi Nunca 3 = A veces 4 = Casi Siempre 5 = Siempre
		Comparar el porcentaje de productividad con el Nivel frecuente de tarea.	
	Promedio óptimo de productividad en obras a nivel internacional.	Porcentaje óptimo de productividad de los trabajos productivos, contributorio y no contributorio.	
		Comparar el porcentaje de productividad con el Nivel frecuente de tarea.	
	Promedio general de productividad en obras a nivel internacional.	Porcentaje estadístico de productividad de los trabajos productivos, contributorio y no contributorio en obras a nivel internacional.	
		Porcentaje estadístico de productividad de los trabajos productivos, contributorio y no contributorio en obras a nivel internacional.	
		Comparar el porcentaje de productividad con el Nivel frecuente de tarea.	