



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

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

Sistema de control de procesos para optimizar la productividad en la
ejecución de pavimento flexible

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero(a) Civil

AUTORES

Allemant Valderrama, Javier Diego
ORCID: 0000-0002-0723-8594

Chuquilin Tinoco, Isabella Muriel
ORCID: 0000-0003-2976-973X

ASESOR

Chavarry Vallejos, Carlos Magno
ORCID: 0000-0003-0512-8954

Lima, Perú

2022

Metadatos Complementarios

Datos del autor(es)

Allemant Valderrama, Javier Diego

DNI: 70691278

Chuquilin Tinoco, Isabella Muriel

DNI: 75479500

Datos de asesor

Chavarry Vallejos, Carlos Magno

DNI: 07410234

Datos del jurado

JURADO 1

Donayre Córdova, Oscar Eduardo

DNI: 06162939

ORCID: 0000-0002-4778-3789

JURADO 2

Vargas Chang, Esther Joni

DNI: 07907361

ORCID: 0000-0003-3500-2527

JURADO 3

Valencia Gutierrez, Andres Avelino

DNI: 07065758

ORCID: 0000-0002-8873-189X

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 02.01.01

Código del Programa: 732016

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi abuelo Segundo Luis Valderrama Diaz, por su ejemplo de trayectoria profesional siendo mi fuente de inspiración, mi tío Jaime Valderrama Orbegoso por mostrarme el camino del ingeniero civil, mis padres por los valores que me inculcan a ser mejor persona, y a los miembros de mi hogar por ser de gran apoyo.

Allemant Valderrama Javier Diego

Esta tesis está dedicada a mis padres Miriam y Luis, a mi hermano Gary, quienes con su apoyo, consejos y amor incondicional ayudan en mi desarrollo a nivel personal y profesional, a mis tías Nella y Lucía por acompañarme en este periodo, y a cada uno de los que conforman mi familia por hacer más lindos mis días.

Chuquilin Tinoco Isabella Muriel

AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento a nuestra alma mater, por habernos brindado los conocimientos de esta maravillosa carrera; a la empresa Inversiones Alvarez Contratistas S.A.C. por las facilidades otorgadas; a los asesores y docentes por aportarnos conocimientos para el desarrollo de la investigación y a nuestros familiares por el apoyo.

Javier Allemant e Isabella Chuquilin

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUCCIÓN	iii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	1
1.2 Formulación y delimitación del problema.....	3
1.2.1 Problema General.....	3
1.2.2 Problemas Específicos	3
1.3 Objetivos de la Investigación	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Delimitación de la Investigación	3
1.4.1 Geográfica.....	3
1.4.2 Temporal.....	4
1.4.3 Temática.....	4
1.4.4 Muestral	4
1.5 Justificación.....	4
1.5.1 Conveniencia.....	4
1.5.2 Relevancia Social.....	4
1.5.3 Aplicación Práctica	4
1.5.4 Utilidad Metodológica	5
1.5.5 Valor Teórico	5
1.6 Importancia del Estudio.....	5
1.6.1 Nuevos Conocimientos	5
1.6.2 Aporte	6
1.7 Limitaciones	6
1.7.1 Falta de Estudios Previos de Investigación.....	6
1.7.2 Medidas para la Recolección de Datos	7
1.7.3 Obstáculos en la Investigación.....	7
1.8 Alcance.....	7
1.9 Viabilidad	7

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1 Marco histórico.....	8
2.2 Investigaciones Relacionadas con el Tema	10
2.2.1 Investigaciones Internacionales	10
2.2.2 Investigaciones Nacionales	11
2.2.3 Artículos Relacionados con el Tema	12
2.3 Estructura Teórica y Científica que Sustenta el Estudio	13
2.3.1 Productividad	13
2.3.2 Modelo tradicional de planificación	15
2.3.3 Proceso constructivo de pavimentos flexible.....	16
2.3.4 Filosofía Lean Construction.....	18
2.3.5 Herramientas Lean Construction	24
2.4 Definición de términos básicos	34
2.5 Fundamentos Teóricos que Sustentan la Hipótesis	36
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS	37
3.1 Hipótesis General	37
3.2 Hipótesis Específicas.....	37
3.3 Variables.....	37
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	40
4.1 Método de la Investigación	40
4.2 Tipo de investigación	40
4.3 Nivel de la Investigación	41
4.4 Diseño de la Investigación	41
4.5 Población y Muestra.....	41
4.5.1 Población de estudio	41
4.5.2 Muestra	41
4.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	42
4.6.1 Instrumento de Recolección de Datos.....	42
4.6.2 Métodos y Técnicas	42
4.7 Validez del instrumento.....	42
4.7.1 Cuestionario	42
CAPÍTULO V: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	44
5.1 Presentación de resultados.....	44

5.1.1 Estadísticas de la unidad de estudio	44
5.1.2 Índice de validez del instrumento	44
5.1.3 Correlación entre las variables	54
5.1.4 Prueba de normalidad	58
5.2 Análisis de los resultados	66
5.2.1 Estadísticos descriptivos de la información	66
5.2.2 Análisis de calidad	75
5.2.3 Análisis Cuantitativo.....	75
5.2.4 Análisis Cualitativo.....	77
5.2.5 Análisis de riesgo	79
5.3 Contrastación de Hipótesis	81
5.3.1 Contrastación de la Hipótesis General	81
5.3.2 Contrastación de la Hipótesis Específicas	82
5.4 Desarrollo del proyecto	86
5.4.1 Generalidades de la empresa.....	86
5.4.2 Estadística descriptiva del proyecto	90
5.4.3 Herramientas de control de calidad.....	91
5.5 Propuesta de Mejora	93
5.5.1 Plan de mejora.....	93
5.5.2 Procedimientos para la aplicación de la propuesta de mejora	94
5.5.3 Recomendaciones para la propuesta de mejora	96
5.5.4 Aplicación de la propuesta de mejora	97
5.5.5 Estado situacional del proyecto antes de aplicar el plan de mejora.....	97
5.5.6 Estado situacional del proyecto después de aplicar el plan de mejora	111
DISCUSIÓN	125
CONCLUSIONES	127
RECOMENDACIONES	129
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130
ANEXOS.....	133
Anexo 1 - Matriz de consistencia - Sistema de control de procesos para optimizar la productividad en la ejecución de pavimento flexible.....	133
Anexo 2 – Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación	134

Anexo 3 - Cuestionario para recolectar información sobre la implementación de un sistema de control de procesos en obras de pavimento flexible.....	144
Anexo 4 – Documento de autorización a fin de utilizar datos de la empresa	152

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Desperdicios en la construcción.....	18
Tabla N° 2: Beneficios de Lean Construction	21
Tabla N° 3: Ejemplos de Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y Trabajo No Contributorio de Cartas Balance	30
Tabla N° 4: Operacionalización de variables	38
Tabla N° 5: Nivel de validez de los cuestionarios, según el juicio de expertos	43
Tabla N° 6: Valores del nivel de validez de los cuestionarios.....	43
Tabla N° 7: Estadísticas de fiabilidad general	44
Tabla N° 8: Alfa de Cronbach	53
Tabla N° 9: Evaluación de los coeficientes de Cronbach.....	53
Tabla N° 10: Correlaciones binarias por Spearman.....	54
Tabla N° 11: Correlaciones binarias por Spearman por rango	58
Tabla N° 12: Alfa de Cronbach	59
Tabla N° 13: Dimensión N°01 – Determinar los procesos o actividades a realizarse....	66
Tabla N° 14: Dimensión N°02 – Establecer canales adecuados de comunicación interna y externa.....	69
Tabla N° 15: Dimensión N°03 – Medir los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos	72
Tabla N° 16: Procesos de análisis de riesgo obtenidos del análisis cuantitativo.....	76
Tabla N° 17: Grado de Relación entre los grupos de procesos y la aplicación de los procesos de Lean Construction.	78
Tabla N° 18: Procesos de análisis de riesgo obtenidos del análisis cualitativo.....	79
Tabla N° 19: Análisis de riesgos para la pregunta 03.....	79
Tabla N° 20: Análisis de riesgos para la pregunta 16.....	80
Tabla N° 21: Análisis de riesgos para la pregunta 21 y 23.....	80
Tabla N° 22: Propuesta de mejora	81
Tabla N° 23: Alcance del Proyecto.....	88
Tabla N° 24: Estadística descriptiva del Proyecto.....	90
Tabla N° 25: Recomendaciones para la propuesta de mejora	96
Tabla N° 26: Descripción de Corte nivel de sub rasante c/maquinaria	98

Tabla N° 27: Descripción de tractor de orugas en corte a nivel de sub rasante c/maquinaria, antes del plan de mejora.....	99
Tabla N° 28: Productividad de tractor de orugas en corte a nivel de sub rasante c/maquinaria, antes del plan de mejora.....	99
Tabla N° 29: Descripción de Relleno compactado con material propio.....	100
Tabla N° 30: Descripción de mano de obra en relleno compactado con material propio, antes del plan de mejora.....	101
Tabla N° 31: Productividad de mano de obra en relleno compactado con material propio, antes del plan de mejora.....	101
Tabla N° 32: Descripción de Eliminación de material excedente DM=10 Km	102
Tabla N° 33: Descripción de Perfilado y compactación de subrasante	102
Tabla N° 34: Descripción de rodillo liso vibratorio autopropulsado 101-135 HP en Perfilado y compactado de subrasante antes del plan de mejora	103
Tabla N° 35: Productividad de Perfilado y compactado de subrasante antes de plan de mejora	104
Tabla N° 36: Descripción de Conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.).....	104
Tabla N° 37: Descripción de mano de obra en conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.) antes del plan de mejora.....	105
Tabla N° 38: Productividad en conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.) antes del plan de mejora	106
Tabla N° 39: Descripción de Conformación y compactación de base granular (E=0.15 m.)	106
Tabla N° 40: Descripción de Imprimación asfáltica.....	107
Tabla N° 41: Descripción de mano de obra en imprimación asfáltica antes del plan de mejora	108
Tabla N° 42: Productividad en imprimación asfáltica antes del plan de mejora	108
Tabla N° 43: Descripción de Carpeta asfáltica en caliente de 2”	109
Tabla N° 44: Descripción de maquinaria en carpeta asfáltica en caliente 2” antes del plan de mejora.....	110
Tabla N° 45: Productividad de carpeta asfáltica en caliente 2” en antes del plan de mejora	111

Tabla N° 46: Presupuesto de tractor de orugas en corte a nivel de sub rasante c/maquinaria, después del plan de mejora	112
Tabla N° 47: Productividad de tractor de orugas de 140 – 160 HP en corte a nivel de sub rasante c/maquinaria, después del plan de mejora	113
Tabla N° 48: Comparación de las productividades de tractor de orugas de 140 – 160 HP en corte a nivel de sub rasante c/maquinaria	113
Tabla N° 49: Presupuesto de mano de obra en relleno y compactado con material propio, después del plan de mejora	115
Tabla N° 50: Productividad de mano de obra en relleno y compactado con material propio, después del plan de mejora.....	115
Tabla N° 51: Comparación de productividades de mano de obra en relleno y compactado con material propio	115
Tabla N° 52: Presupuesto de rodillo liso vibratorio autopropulsado 101 - 135 HP en perfilado y compactado de subrasante, después del plan de mejora.....	117
Tabla N° 53: Productividad de rodillo liso vibratorio autopropulsado en perfilado y compactado de subrasante, después del plan de mejora	117
Tabla N° 54: Comparación de las productividades de rodillo liso vibratorio autopropulsado 101 – 135 HP en perfilado y compactado de subrasante	117
Tabla N° 55: Presupuesto de mano de obra en conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.) con material propio, después del plan de mejora	119
Tabla N° 56: Productividad de mano de obra en conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.) con material propio, después del plan de mejora.....	119
Tabla N° 57: Comparación de productividades de mano de obra en conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.) con material propio.....	119
Tabla N° 58: Presupuesto de mano de obra en imprimación asfáltica, después del plan de mejora	121
Tabla N° 59: Productividad de mano de obra en imprimación asfáltica, después del plan de mejora.....	121
Tabla N° 60: Comparación de productividades de mano de obra en imprimación asfáltica	121
Tabla N° 61: Presupuesto de tren asfáltico en carpeta asfáltica en caliente de 2”, después del plan de mejora.....	122

Tabla N° 62: Productividad de tren asfáltico en carpeta asfáltica en caliente de 2”, después del plan de mejora.....	123
Tabla N° 63: Comparación de las productividades de tren asfáltico en carpeta asfáltica en caliente de 2”	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Proceso y Productividad	13
Figura N° 2: Tipos de productividad	14
Figura N° 3: Modelo de conversión.....	15
Figura N° 4: Corte transversal	16
Figura N° 5: Transformación de la materia prima.....	23
Figura N° 6: Modelo de Flujos	23
Figura N° 7: Diagrama Last Planner System.....	25
Figura N° 8: Formato de Carta Balance.....	32
Figura N° 9: Mapa conceptual que sustenta la hipótesis	36
Figura N° 10: Gráfico de control estadística de calidad– porcentaje de aceptación.....	76
Figura N° 11: Porcentaje de procedimientos aplicados según el sistema Last Planner para optimizar la productividad en la ejecución de pavimento flexible	78
Figura N° 12: Determinar procesos o actividades a realizarse.	82
Figura N° 13: Establecer canales adecuados de comunicación interna y externa.	84
Figura N° 14: Medir los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos.	85
Figura N° 15: Imagen Tramo 1-895 - Calle las Terrazas	89
Figura N° 16: Imagen Tramo 1-898 – Prolongación los Laureles.....	89
Figura N° 17: Diagrama Ishikawa – Metodología para aumentar la productividad en obras de pavimento flexible.....	91
Figura N° 18: Diagrama de flujo – Metodología para aumentar la productividad en obras de pavimento flexible.....	92
Figura N° 19: Análisis FODA – Metodología para aumentar la productividad en obras de pavimento flexible	93
Figura N° 20: Efecto de Look Ahead en corte nivel de sub rasante c/maquinaria	112
Figura N° 21: Efecto de Cartas Balance en relleno compactado con material propio..	114
Figura N° 22: Efecto de Weekly Work Plan en perfilado y compactado de subrasante	116
Figura N° 23: Efecto de Weekly Work Plan en conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.).....	118
Figura N° 24: Efecto de cartas balance en imprimación asfáltica	120
Figura N° 25: Efecto de Weekly Work Plan en carpeta asfáltica en caliente de 2”	122

RESUMEN

La presente investigación, denominada “Sistema de control de procesos para optimizar la productividad en la ejecución de pavimento flexible” tiene como objetivo implementar un sistema de control de procesos para aumentar la productividad, haciendo uso de las herramientas de la filosofía *Lean Construction*, dirigido a obras de pavimento flexible.

Para llevar a cabo el presente estudio, se necesitó de la participación de profesionales que intervinieron en obras de asfalto, brindados por la empresa Álvarez Constructora, del cual se realizaron 30 entrevistas en las 5 obras. Se utilizó el programa *IBM SPSS Statistics* para calcular la estadística y porcentaje de las preguntas, se seleccionaron las que presentaron un porcentaje bajo, evaluadas por el poco uso de las herramientas de la filosofía *Lean Construction*.

Estos resultados presentaron que existe un desconocimiento, poco uso y mal uso de las herramientas de *Lean Construction*, dando como respuesta el atraso de los proyectos y pérdidas en costos e insumos.

Por consiguiente, esta investigación concluye que las herramientas *Lean* pueden mantener un flujo estable, indicando la rigurosidad en los procesos y actividades críticas, donde se ve plasmado al calcular la productividad, aumentando en un 15.49% en las partidas analizadas y una disminución del costo en 4761.10 soles, luego del plan de mejora. Se brindan las soluciones adecuadas para los imprevistos presentados en la obra de asfalto, y así poder implementarlo en otros proyectos similares de manera satisfactoria. También esto se evidencia en la disminución de tiempo de ejecución de un día en las partidas estudiadas.

Palabras Clave: Productividad, sistema de control, procesos, pavimento flexible, herramientas de la filosofía *Lean Construction*.

ABSTRACT

The following investigation called "Process control system to optimize productivity in the execution of flexible pavement" has how to implement an objective process control system to increase productivity, making use of the tools of the Lean Construction philosophy, aimed at works of flexible pavement.

To carry out this study, the participation of professionals who intervened in asphalt works was needed, provided by the company Álvarez Constructora, of which 30 interviews were carried out in the 5 works. The IBM SPSS Statistics program is used to calculate the statistics and the percentage of the questions, those that present a low percentage are selected, evaluated by the little use of the tools of the Lean Construction philosophy.

These results showed that there is a lack of knowledge, little use and misuse of Lean Construction tools, resulting in the delay of projects and losses in costs and supplies.

Therefore, this research can conclude that the Lean tools maintain a stable flow, indicating the rigor in the processes and critical activities, where it is reflected when calculating productivity, increasing by 15.49% in the items analyzed and a decrease in cost in 4761.10 soles, after the improvement plan. The appropriate solutions will be provided for the unforeseen events presented in the asphalt work, and thus be able to implement it in other similar projects in a satisfactory manner. This is also evidenced in the reduction of the execution time of one day in the activities studied.

Key words: Productivity, Control system, process, flexible pavement, Lean Construction Philosophy tools.

INTRODUCCIÓN

Las obras viales son de vital importancia para todo un país, ya que intervienen en el desarrollo económico y social, dado que ayudan a satisfacer las necesidades de educación, trabajo, alimentación y salud. En la actualidad los proyectos de obras viales carecen de una buena planificación, ya que en su mayoría utilizan el modelo tradicional, causando pérdidas de tiempo, costo y calidad.

Por lo que es necesario evitar pérdidas de recursos con la finalidad de mejorar los procesos constructivos que conlleva la ejecución de la obra, de esta manera lograr optimizar la productividad, lograr un flujo continuo y brindar obras en mejores condiciones, cómodas y seguras a la población.

Se busca dar a conocer los impactos de aplicar las herramientas de *Lean Construction*, como *Last Planner*, Carta Balance y *Just-in-time* en la ejecución de pavimentos flexibles, comprobando que existe un alza en la productividad de las partidas estudiadas y la disminución de costo en cada una de ellas, por ende, finalizando la ejecución del proyecto dentro del tiempo estipulado, lo cual incentiva la implementación de estas herramientas en los próximos proyectos.

El presente trabajo de investigación se basa en implementar un sistema de control de procesos para aumentar la productividad utilizando *Last Planner System*, *Just-in-time* y Cartas Balance en obras de pavimento flexible en Lima Metropolitana, logrando determinar los procesos o actividades a realizarse para evitar pérdidas de los recursos, establecer canales adecuados de comunicación interna y externa para mantener un flujo continuo y medir los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos para mejorar los procesos constructivos.

En el capítulo I, se presenta la descripción de la realidad, problemática, formulación y delimitación del problema donde se encuentra el problema general y los problemas específicos, objetivos de la investigación donde se encuentra objetivo general y los objetivos específicos, delimitación de la investigación, justificación, importancia del estudio, limitaciones, alcance y viabilidad.

En el capítulo II, se desarrolla el marco histórico, investigaciones relacionadas con el tema, así como las investigaciones internacionales y nacionales, la estructura teórica y científica que sustenta el estudio, definición de términos básicos y fundamentos teóricos que sustentan la tesis.

En el capítulo III, se desarrolla el sistema de hipótesis, donde se establece la hipótesis general y las hipótesis específicas, continuando con las variables.

En el capítulo IV, se desarrolla la metodología de la investigación, tipo y método de investigación, nivel de la investigación, diseño de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez del instrumento.

En el capítulo V, se desarrolla la presentación de resultados mostrando las estadísticas de la unidad de estudio, validez del instrumento y prueba de normalidad, análisis de los resultados estadísticos, así como los resultados descriptivos de la información, análisis de calidad, análisis cuantitativo y cualitativo, la contrastación de hipótesis específicas por ende la contrastación de la hipótesis general, desarrollo del proyecto, propuesta de mejora presentando su estado situacional del proyecto antes y después de aplicar el plan de mejora. Finalmente se muestra la discusión, conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

Se comprende que, para la economía de un país, el sector construcción es una parte importante para mantener una estabilidad. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2021) menciona:

Con relación a la accesibilidad de los servicios de transportes y comunicaciones al ciudadano: En el año 2030, la Red Vial Nacional estaría 100% pavimentada con asfalto y/o con solución básica. A su vez, en la Red Vial Departamental, 15,000 Km. Vinculados a los corredores logísticos han sido pavimentados con soluciones básicas y los 25,000 Km. prioritarios de la Red Vial Vecinal relacionados a los corredores logísticos se encuentran con pavimentos económicos o afirmados en buen estado. El desarrollo de las tres redes de carreteras permite un desarrollo más equilibrado entre las diferentes regiones del país, potenciando la agricultura y el turismo de forma significativa pues se logra un círculo virtuoso entre el campo y la ciudad. Todas las mejoras contribuyen a reducir los costos logísticos, el transporte multimodal se incrementa a través de la mejor conectividad con todos los modos de transporte. (p.1)

Este crecimiento constante, afecta en forma de que las constructoras busquen una nueva forma de organización, con el fin de mejorar la producción mediante las herramientas *Lean*. “La alta competitividad, en el sector, empuja a las empresas constructoras a mejorar procesos con el fin de aumentar el nivel de ganancias y así ser más competitivas” (Torres, 2018, p.1). Esto causa una reducción de costos, disminución de tiempos de ejecución y también mejoras en la calidad, por lo que es importante aplicar una metodología para buscar aumentar la productividad.

Según Arevalo (2018) afirma:

El enfoque de gestión tradicional tiene un sistema reactivo que consiste en el planeamiento, ejecución y control. Para asegurar que los proyectos cumplan sus objetivos, la misma se orienta a realizar un control exhaustivo. Incluso para ello realiza planes o cronograma con un gran nivel de detalle, y para hacer que se cumplan dichos planes se realiza un mayor control para cada actividad. Por lo tanto, esto conlleva a que los planes se desactualizan más rápido, es decir, poco probable que se cumplan, debido a grandes holguras. También el modelo tradicional en su programación tiene en cuenta sólo la conversión de materias primas o insumos en producto, sin importar los flujos sean verticales u horizontales que tienen que recorrer los materiales, mano de obra y equipo, lo que genera incertidumbre en el flujo de trabajo y por lo tanto pérdidas. (p.26)

Dando una revisión a las quejas más comunes que pueden ocurrir dentro de un proceso de construcción, es que no hay un resultado favorable de acuerdo a lo propuesto. *“El problema de la planificación tradicional es que, planificamos como si todas las actividades se fueran a cumplir, por lo que la productividad colapsa en cadena, cuando alguna de las actividades claves no se cumple”* (Bravo y Zeballos, 2013, p.17). Se entiende que hay muchos errores extraordinarios que no se plasman dentro de lo estipulado.

Los problemas más frecuentes al implementar el modelo tradicional es la deficiencia y falta de control de calidad de los procesos constructivos, retrabajos y falta de coordinación organizacional; lo que genera como consecuencia la falta de conocimiento de los procesos constructivos por parte de los trabajadores, desatención en la capacitación de los trabajadores y disminución de la productividad. (Huapaya y Torres, 2021, p.18)

Por lo tanto, conociendo la problemática que implica la planificación tradicional y comprendiendo los beneficios que aporta el uso de *Lean Construction*, se hará empleo en la ejecución de una obra de pavimento flexible, ya que ayuda a brindar una mejor calidad de vida al tener una vía de acceso pavimentada.

1.2 Formulación y delimitación del problema

1.2.1 Problema General

¿De qué manera un sistema de control de procesos optimizará la productividad en obras de pavimento flexible en Lima Metropolitana?

1.2.2 Problemas Específicos

- a. ¿De qué manera al determinar los procesos o actividades a realizarse se evita pérdidas de recursos?
- b. ¿De qué manera se mantiene un flujo continuo al establecer canales adecuados de comunicación interna y externa?
- c. ¿De qué manera mejoran los procesos constructivos al medir los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Implementar un sistema de control de procesos para aumentar la productividad utilizando *Last Planner System*, *Just-in-time* y Cartas Balance en obras de pavimento flexible en Lima Metropolitana.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a. Determinar los procesos o actividades a realizarse para evitar pérdidas de los recursos.
- b. Establecer canales adecuados de comunicación interna y externa para mantener un flujo continuo.
- c. Medir los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos para mejorar los procesos constructivos.

1.4 Delimitación de la Investigación

1.4.1 Geográfica

La obra elegida “Renovación de pista en la calle Las Terrazas y prolongación Los Laureles (entre La Calle Tupac Amaru y La Asoc. de

propietarios Garcilaso de la Vega), Sector V”, está ubicada en el distrito de Chaclacayo – Lima.

1.4.2 Temporal

La presente investigación se lleva a cabo entre los meses de mayo y diciembre del año 2022.

1.4.3 Temática

El tema consiste en la implementación de un sistema de control de procesos para optimizar la productividad en la ejecución de pavimento flexible, mediante el uso de técnicas cuantitativas y cualitativas.

1.4.4 Muestral

Se encuestó a 30 expertos que se desarrollaron en obras viales de pavimento flexible realizadas en 5 proyectos, haciendo la recolección de 6 encuestas por proyecto.

1.5 Justificación

1.5.1 Conveniencia

Esta investigación se justifica económicamente porque las distintas entidades que ejecuten proyectos posteriores, con implementación de la filosofía *Lean Construction*, lograrán mejores resultados, ya que optimizan la productividad en la ejecución de obra.

1.5.2 Relevancia Social

Esta investigación beneficia a los usuarios, facilitándoles mayor seguridad y confort durante su trayectoria, y reduciendo costos de mantenimiento de los vehículos usuarios, e incentiva a que en los proyectos futuros se implemente la filosofía *Lean Construction*.

1.5.3 Aplicación Práctica

Justificación práctica: La investigación se justifica porque con la aplicación de *Lean Construction* se resolverán los inconvenientes y errores

que causa el usar el modelo tradicional de planificación, lo que ocasiona residuos y una mala manera del uso de los recursos en los que se ven afectado el tiempo como también el costo en de proyectos de pavimento flexible.

1.5.4 Utilidad Metodológica

Esta investigación está centrada hacia la optimización de la producción, midiendo la mano de obra, recursos y maquinarias, con el fin de mantener un flujo continuo. Las partidas son mejoradas mediante un sistema de control que cubre las necesidades en la ejecución de obras de pavimento flexible. En la actualidad no se usan correctamente las herramientas *Lean*, por lo que es importante concientizar y orientar para que su uso se vuelva común.

1.5.5 Valor Teórico

Esta investigación brinda un sustento que aporta un beneficio hacia el control de procesos constructivos, mejorando la productividad en la ejecución de obras de pavimento flexible en Lima Metropolitana. Se explica de manera secuencial el uso de la herramienta *Last Planner System* para cubrir de manera minuciosa, con la participación de especialistas y profesionales, los problemas que puedan suceder durante la ejecución de las partidas. Y se explican los beneficios de utilizar las herramientas de Carta Balance y *Just-in-time*, que son complementarias. Esto genera que se mantenga un flujo continuo para evitar el retraso de la ejecución del proyecto, optimizar la productividad, establecer cuadrillas adecuadas para las labores.

1.6 Importancia del Estudio

1.6.1 Nuevos Conocimientos

Es importante conocer la productividad, el cual es un medio necesario para entender cuando un sistema de control tiene efectos y resultados positivos. Puede ser medido mediante una relación del producto estudiado y el recurso que interviene, el cual se puede medir usando el costo, las horas

hombre, horas máquina, etc. Al analizar los riesgos que pueden suceder, se propone un sistema de control llamado *Last Planner System*, el cual se entiende como una herramienta *Lean* que mejora los procesos de construcción, centrándose en todos los posibles problemas que se avecinan, identificados por los especialistas que intervienen en cada actividad, y así, con esto, tener mejores resultados y evitar pérdidas.

1.6.2 Aporte

El proyecto de investigación es importante porque permite analizar el uso adecuado de los recursos que son mano de obra, materiales y maquinarias y equipos para optimizar la productividad, beneficiando así la ejecución de obras, específicamente de pavimento flexible en el Perú, además de otorgar a la sociedad vías de mejor calidad y mayor duración, al implementar las herramientas de *Lean Construction*.

1.7 Limitaciones

El proyecto de investigación cuenta con limitaciones, entre las cuales podemos enfatizar la falta de información para la aplicación de *Lean Construction*, dirigida a ejecutar obras viales en nuestro país. Por esto, para desarrollar esta investigación, nos basamos principalmente en trabajos realizados anteriormente, obteniendo información de tesis, libros, revistas, artículos, entre otros. Además, el restringido acceso a la información de la planeación, ejecución y control en la obra que se estudiará, y la poca disponibilidad de los coordinadores del proyecto, quienes no cuentan con el tiempo necesario para poder realizarles los cuestionarios de la investigación.

1.7.1 Falta de Estudios Previos de Investigación

Realizando el análisis apropiado, los datos encontrados en investigaciones nacionales e internacionales presentan una explicación con un resultado general que podría presentarse en diferentes tipos de proyectos de construcción, por lo cual esta investigación está aplicada a procesos constructivos de obras de asfalto en Lima Metropolitana.

1.7.2 Medidas para la Recolección de Datos

Se realizaron encuestas virtuales, para poder observar y tener conocimiento del interés y el uso de las herramientas planteadas en esta investigación, esto estuvo dirigido a especialistas y profesionales que intervinieron en diferentes áreas relacionadas con la instalación de pavimento flexible. Se hizo uso de *Google Form* para poder realizar el cuestionario y ser enviado a los entrevistados, ya que por la situación actual que atraviesa el país por la aparición del virus COVID-19, se tiene que mantener distancia por seguridad y sin afectar a la recolección de datos.

1.7.3 Obstáculos en la Investigación

El obstáculo más significativo que se presentó al realizar esta investigación, es la aparición del virus COVID-19, ya que por la situación que atraviesa el país se tiene que mantener la distancia prudente y respetar las decisiones de los ciudadanos de no salir de sus hogares, por lo cual la metodología aplicada es de manera no experimental.

1.8 Alcance

Esta investigación presentará un sistema de control implementado en la ejecución de obras de pavimento flexible ubicado en Lima Metropolitana, por lo que se hace un análisis de los problemas que se presentan para proponer una solución correcta, esto con el fin de establecer un flujo continuo y optimizar la productividad.

1.9 Viabilidad

La investigación propuesta se elaboró en un tiempo calculado aproximado de 6 meses, en el año 2022. Se usó la técnica de encuestas de forma virtual y anónima, haciendo la recolección de datos y realizando su posterior análisis. El costo para la realización de esta investigación fue por inversión de los mismos autores, debido a que es no experimental no requiere un monto elevado.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco histórico

Lean Construction es un reciente modelo que se basa en generar una construcción sin pérdidas, este fue presentado el año 1992 por Lauri Koskela, se integran de manera que se pueda dar una mejora a la administración clásica, dando un avance en la productividad para mantener un flujo continuo en la empresa.

El nacimiento de esta filosofía parte de una nueva administración y estudio llamada *Lean Production*. Esto servía para las organizaciones de manufactura, lo que deja saber que existieron obstáculos para adaptar la producción por lo diferente que era el sistema constructivo en comparación con industrias más dedicadas y especializadas (Guzmán, 2014). Por lo que fue algo complicado si ya se utilizaba anteriormente el método tradicional de sistema lógico constructivo.

Primeramente, la industria de la construcción se veía desde el modo tradicional como una industria de conversión la cual tomaba materiales, los transformaba y los entregaba como producto terminado y sabemos que el sistema de producción Lean es visto como un flujo y las teorías que tiene se aplican a una producción de flujo. Por tal motivo la filosofía Lean Construction considera la construcción ya no como solo una transformación, sino como un flujo de materiales y recursos para la obtención de un producto, para que de esta manera se puedan aplicar los principios de la producción lean, ya que según Ballard el modelo de flujo de procesos permite visualizar las abundantes pérdidas que usualmente se encuentran en la construcción y que el modelo de conversión no nos permite ver. (Guzmán, 2014, p.10)

La complejidad de la industria de la construcción también juega en contra para aplicar los principios del Lean Production. Cada proyecto de construcción es diferente y se desarrolla en un ambiente incierto incluso proyectos similares son desarrollados de manera totalmente distinta. La

variabilidad es un factor inherente a la construcción ya que, debido a la complejidad que posee, hay muchos agentes que intervienen en las diversas etapas. (Guzmán, 2014, p.11)

A pesar de estas complicaciones que presentan los proyectos de construcción se pudo adaptar el Lean Production a esta industria y así crear la nueva filosofía de construcción llamada “Lean Construction”, esta nueva filosofía tiene el mismo enfoque que es maximizar el valor para el cliente reduciendo al máximo las pérdidas. Mediante el enfoque Lean Construction se han desarrollado diversas herramientas tendientes a reducir las pérdidas a través del proceso productivo. (Guzmán, 2014, p.11)

En Botero (2005) afirma:

El sistema denominado el último planificador (Last Planner System) presenta cambios fundamentales en la manera como los proyectos son planificados y controlados. El método incluye la definición de unidades de producción y el control del flujo de actividades, mediante asignaciones de trabajo. Adicionalmente facilita la obtención del origen de los problemas y la toma oportuna de decisiones relacionada con los ajustes necesarios en las operaciones para tomar acciones a tiempo, lo cual incrementa la productividad. (p.150)

También Botero (2005) afirma:

Planificar adecuadamente se convierte en uno de los más efectivos métodos para incrementar la productividad, lo cual mejora la producción mediante la eliminación de esperas, se realizan las actividades en la secuencia más conveniente y coordina la interdependencia de las múltiples actividades por realizar. (p.150)

En este contexto la Filosofía *Lean Construction*, cuenta con herramientas que abordan la planificación, ejecución y control de las obras. Por ello, si bien su

uso es frecuente en edificaciones, es escasa su aplicación en la ejecución de pavimentos flexibles, por esto se busca promover la aplicación de las herramientas en esta área.

2.2 Investigaciones Relacionadas con el Tema

2.2.1 Investigaciones Internacionales

Angeli (2017) afirma en su investigación “Implementación del Sistema *Last Planner* en edificación en altura en una empresa constructora: Estudio de casos de dos edificios en las comunas de Las Condes y San Miguel” que mediante el uso de la metodología del sistema *Last Planner* y analizando los datos que se obtienen en las dos obras indicadas para maximizar el uso de los recursos y evitar las pérdidas que se puedan presentar durante las obras. Aplicar la metodología *Last Planner* es muy complicado de usar totalmente dentro de la práctica. Pero si es posible una mejora continua, ya que se puede detectar los problemas, con las consecuencias que puede llevar la ejecución de una actividad, y eliminando las pérdidas de tiempo por falta de materiales o equipos, y así aumentar la productividad.

Ibáñez (2018) afirma en su investigación “Análisis y definición de estrategias para la implementación de las herramientas del *Lean Construction* en Chile” que se debe realizar un análisis de la situación en Chile de cómo poner en práctica el *Lean Construction* y sus herramientas, y proponer estrategias para que puedan ser implementadas. Se llega a la conclusión de que estas herramientas pueden ser implementadas en los procesos constructivos, pero se necesita que se influya mediante la capacitación al equipo encargado de la programación y planificación del proyecto.

Lobaton (2020) menciona en su investigación “Implementación de la metodología *Lean Construction* para la optimización de recursos en la empresa Arquitectura y Construcciones S.A.S.” que al implementar la filosofía *Lean Construction* en la empresa se busca un desarrollo eficiente

en las obras, tratando de optimizar los tiempos, recursos, costos de ejecución, entre otros. Entonces, al aplicar la metodología, el autor llega a la conclusión de que se disminuye los costos adicionales a un 10% y 9 % comparado con otros proyectos mencionados en la investigación, lo cual se pretende que, aparte de la actual mejora, es que se continúe en la mejora y culminación del proyecto con mayor eficiencia, y así incentivando una cultura dentro de la organización para cuando se inicie cualquier proyecto.

2.2.2 Investigaciones Nacionales

Torres (2018) promueve en su investigación “Análisis y mejora de la productividad aplicando la filosofía *Lean Construction* en el mejoramiento de la Av. Pedro Miotta en San Juan de Miraflores- Lima” implementar las herramientas de la filosofía *Lean Construction* para dar una mejor productividad hacia la obra vial mencionada. Se llega a la conclusión de que se logra un alza en el porcentaje del tiempo productivo de 4% al 20%, mostrando que si se aplican las herramientas *Lean* se logra mantener la planificación y flujo continuo de la producción, y una buena comunicación dentro de la estructura de mandos.

Huamán y Sune (2020) menciona en su investigación “Mejora de la planificación tradicional en procesos constructivos mediante la filosofía *Lean Construction*” que mediante el uso del *Lean Construction* buscar una mejora para una obra vial para llegar a su optimización dentro de un sistema lógico constructivo mediante las herramientas *Lean*. En esta investigación se obtuvo un trabajo productivo y contributorio incrementándose el 7.22% a un 13.24%, demostrando que si se aplica las herramientas de último planificador, cartas balance y el método *Poka Yoke*, se logra una optimización para obras viales que sea destinado a mantenimiento, reduciendo las observaciones a tiempo, restableciendo las cuadrillas, y mantener un flujo continuo y productivo.

Bustamante (2018) menciona en su investigación “Implementación del método *Just in time* para mejorar la productividad en el área de almacén del consorcio empresarial Futuro Express S.A., San Juan de Lurigancho,

2018” que el objetivo de esta investigación es usar la herramienta *Just In Time* para lograr una mejor producción en el área de logística en la empresa ya mencionada. Se comprobó que al implementar el *Just in time* en el Consorcio Empresarial Futuro Express S.A., se logró incrementar la productividad en un 95.79%, debido a que la productividad antes fue 38.83% y la productividad después es 76.03%. Para lograr ello se emplearon las herramientas que conforman el *JIT*, como lo son las tarjetas *Kanban*. Además, se comprobó que se incrementó la eficacia en un 40.83%, y la eficiencia en un 39.03%.

2.2.3 Artículos Relacionados con el Tema

El artículo “Filosofía *Lean Construction* para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual”, el autor propone que, aplicando un modelo de gestión dirigido a control y ejecución de proyectos, se puede corregir la programación mediante la herramienta *Last Planner*, con la introducción de una planificación en cascada apoyados por diagramas de Gantt como una planificación general para luego generar planes cortos y específicos, que serán concentrados en trabajos semanales con una gran probabilidad de cumplirse exitosamente, para resolver los problemas que ocasiona la planificación tradicional.

En el artículo “Metodología *Lean Construction* en la mejora de la producción, caso de estudio: red de alcantarillado Av. Cieza de León – La Purísima” el autor afirma que, aplicando las herramientas *Lean* se puede lograr un flujo constructivo estable en comparación con la metodología tradicional, el cual no logra mantener el cumplimiento de las metas según el cronograma de obra. También menciona que la metodología *Lean Construction* puede identificar las pérdidas como malos procesos constructivos, baja calidad de los materiales, el proceso de gestión, etc., para así reducir el tiempo no contributivo en tiempo productivo. Otro factor importante mencionado, es el aumento de la productividad, reducción de costos y el incremento del rendimiento de mano de obra, los cuales son importantes para una medición dentro del porcentaje de plan cumplido.

En el artículo “Metodología de gestión basada en Lean Construction y Pmbok; para mejorar la productividad en proyectos de construcción” el autor afirma que aplicando *Lean Construction* se pudo realizar un análisis en tiempos productivos, contributorios y no contributorios, para poder estudiar la eficiencia de la partida de perfilado de la subrasante, y de esta manera optimizarla; así mismo, se utilizó la herramienta de *Last Planner* para poder tener una mejor planificación semanal con actividades que no tengan restricciones, midiendo el porcentaje de procesos completados (PPC) y las causas de no cumplimiento (CNC) lo que disminuye la variabilidad en la ejecución. Como resultados se obtuvo la disminución de tiempo de ejecución de 30 días y la reducción de 25 789.90 soles.

2.3 Estructura Teórica y Científica que Sustenta el Estudio

2.3.1 Productividad

Serpell (2002) afirma que la productividad está ligada a un proceso donde se realizan transformaciones, así como se observa en la Figura N° 1. Todo proceso en donde ingresan los recursos necesarios para producir un material, un producto de acuerdo a su demanda, y posteriormente, se obtiene un resultado que cumple con el servicio. Tenemos que tener en cuenta que los recursos de mano de obra, materiales y maquinarias son importantes para mantener una buena productividad y flujo continuo.

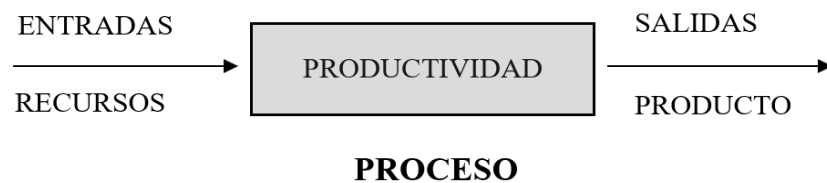


Figura N° 1: Proceso y Productividad

Fuente: “Administración de operaciones de construcción - 2ª Edición”, por Serpell (2002, p.31)

Serpell (2002) nos brinda las definiciones de los diferentes tipos de productividad, que son los siguientes: Productividad de los materiales, que

se refiere al buen uso de los materiales para evitar pérdidas; la mano de obra como producción, la importancia tener este recurso controlado y monitoreado ya que se usa para la instalación de otros recursos; y finalmente la maquinaria necesaria y el costo que conlleva su alquiler, cerciorarse de que sean aprovechados totalmente y evitar su estacionamiento innecesario, para evitar pérdidas en el uso de este recurso.

Todas estas productividades mencionadas generan la gestión de obra

(Ver Figura N° 2):

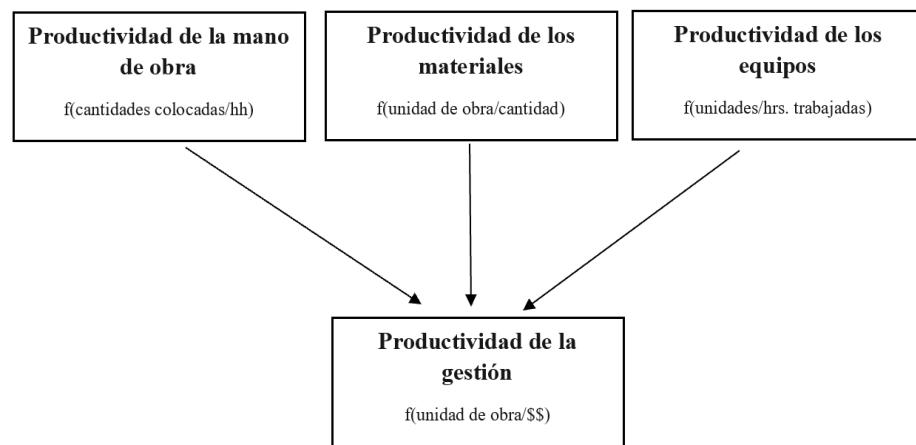


Figura N° 2: Tipos de productividad

Fuente: “Administración de operaciones de construcción - 2ª Edición”, por Serpell (2002, p.32)

Para poder conocer la productividad se debe tener en cuenta lo que se produce, pero en relación a otros factores, como puede ser el factor del costo de inversión, las tecnologías necesarias para hacerlo posible, las horas que intervinieron para hacer posible ese bien o servicio; es por ello que el resultado de dividir lo que se produce entre los recursos que fueron utilizados para la producción da como resultado el índice de productividad, como se muestra en la fórmula I.

$$\text{Índice de Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Recursos}} \dots (I)$$

El índice de productividad es el valor numérico con que se denomina a la productividad.

2.3.2 Modelo tradicional de planificación

El enfoque tradicional o modelo de conversión, muestra a la construcción como un conjunto de recursos o materias primas que entran, pasan una etapa de transformación y sale un producto o salida.

Como se observa en la Figura N° 3, el conjunto de entradas son los recursos para las obras como materiales, mano de obra, herramientas, insumos y todo lo necesario para los procesos constructivos, donde pasan un proceso de producción o conversión, que puede tener sus subprocesos y sale un determinado producto. Por ejemplo, para construir una columna, se tendría el acero, el encofrado y concreto, lo cual pasa un proceso de producción y sale la columna.

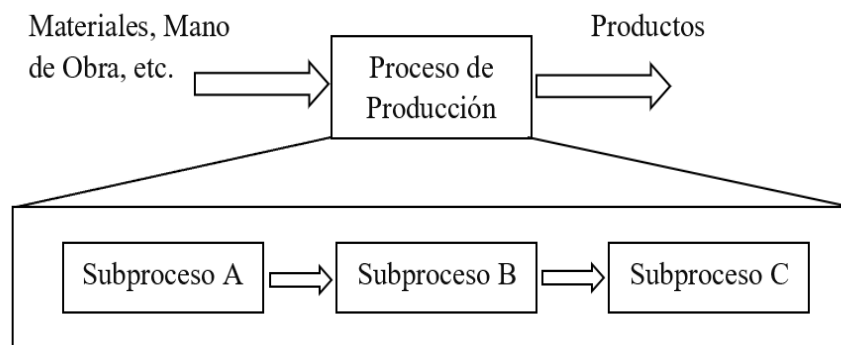


Figura N° 3: Modelo de conversión

Fuente: “Estudio de la productividad en una obra de edificación”, por Morillo y Lozano (2007, p.4)

Los problemas más concurrentes al implementar el modelo tradicional son los siguientes: deficiencia y falta de control de calidad de los procesos constructivos, retrabajos y falta de coordinación organizacional; lo que genera como consecuencia la falta de conocimiento de los procesos constructivos por parte de los trabajadores, desatención en la capacitación de los

trabajadores y disminución de la productividad. (Huapaya y Torres, 2021, p.18)

2.3.3 Proceso constructivo de pavimentos flexible

En la definición de un pavimento, Giordani y Leone (2015) afirma: *“Estructura de las vías de comunicación terrestre, formada por una o más capas de materiales elaborados o no, colocados sobre el terreno acondicionado que tiene como función el permitir el tránsito de vehículos”* (p.2).

Se puede entender como pavimento flexible cuando su carpeta asfáltica está constituida por material granular y material bituminoso. Está compuesta por una capas llamadas sub base, base y carpeta asfáltica (Ver Figura N° 4).



Figura N° 4: Corte transversal

Fuente: “Pavimentos”, por Giordani y Leone (2015, p.3)

- El proceso de instalación:

El encargado de obra revisa el tramo a pavimentar para que esté en condiciones de recibir la carpeta asfáltica.

Posteriormente se aplica sobre la superficie a pavimentar el riego de impregnación y riego de liga, estos penetran en la superficie para que tenga adherencia con la carpeta asfáltica, el material que se usa se denomina emulsión, y es aplicado con camiones especiales llamados petrolizadora.

El camión con mezcla asfáltica se transporta al lugar del destino donde es recibido por el encargado de obra. La temperatura con la que se recibe la mezcla asfáltica oscila entre los 150 y 165 °C.

Para iniciar con la instalación de mezcla asfáltica, la mezcla asfáltica transportada debe ser agregada a la pavimentadora, por lo cual cuando el camión haga el procedimiento debe hacerlo con cuidado para evitar que se derrame o que la mezcla sufra segregación.

Se procede a usar los Finisher para extender la mezcla y darle a la superficie a una temperatura uniforme en un ancho y un espesor determinado por el proyecto, esto proporciona una pre compactación, mantiene la temperatura para tener un buen resultado y que el asfalto sea duradero.

Para la etapa final, se procede a la instalación de la mezcla asfáltica cuando su temperatura esté dentro de lo aceptable. Es aquí donde se resume la resistencia de la mezcla generando una buena textura de la carpeta.

Compactación con doble rodillo liso: Es importante mantener la cohesión del asfalto, para obtener una carpeta resistente y confiable al tiempo.

Compactación con neumáticos: En esta compactación se cierran los vacíos que existen por los cuales es posible que se introduzca el agua y aire en la carpeta, y causar menos duración o desprendimientos.

Una vez terminada la pavimentación, se lleva a cabo una inspección por el laboratorio de calidad para corroborar espesores y la compactación adecuada. Se da un tiempo de dos semanas para poder aplicar la pintura de tráfico, antes no es recomendable ya que el asfalto sigue liberando solventes. Después de esto, concluye la vialidad.

2.3.4 Filosofía Lean Construction

Porras, Sánchez y Galvis, afirman que:

Según el Lean Construction Institute (ILC), Lean Construction es una filosofía que se orienta hacia la administración de la producción en construcción y su objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto y optimizar las actividades que sí lo hacen, por ello se enfoca principalmente en crear herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución del proyecto y un buen sistema de producción que minimice los residuos. (Porras, Sánchez y Galvis, 2014, p.35)

Por lo que, *Lean Construction* se entiende como la implementación de las bases, normas y herramientas de la filosofía *Lean* en todo el proceso de construcción de una obra. Al hablar de filosofía se refiere a un estilo de cómo gestionar las obras. Esta filosofía está destinada a maximizar el valor del producto para el cliente mediante la minimización del desperdicio, buscando una construcción sin pérdidas y siempre con la idea de una mejora continua. *“Entendiéndose por residuos o desperdicios a todo lo que no genera valor a las actividades necesarias para completar una unidad productiva, LC clasifica los residuos de construcción en siete categorías”* (Porras et al., 2014, p.35).

A continuación, en la Tabla N° 1, se encuentran los desperdicios en la producción:

Tabla N° 1: Desperdicios en la construcción

DESPERDICIOS EN LA CONSTRUCCIÓN
Defectos
Demoras
Excesos de procesado
Exceso de producción
Inventarios excesivos

Transporte innecesario

Movimiento no útil

Fuente: Porras, Sánchez y Galvis (2014).

Según Arevalo (2018) se entiende como:

Defectos (Trabajos rehechos): Estos trabajos mal ejecutados o elaborados generan consumo de materiales además del tiempo, atender las quejas del cliente, etc.

Demoras: Como ya se mencionó que estas actividades no agregan valor y son las esperas de material, cuellos de botella, etc.

Exceso de procesado: Realizar un trabajo extra sobre un producto, es uno de los más difíciles de detectar, ya que muchas veces el responsable del sobre proceso no sabe que lo está haciendo. Cómo realizar un mismo trabajo dos veces o hacer un informe que nadie va a consultar.

Exceso de producción: Producir más de lo que demanda el cliente, ya que utilizamos recursos de mano de obra, materias primas y financieros, que deberían haberse dedicado a otras cosas más necesarias.

Inventarios excesivos: Más trabajo de lo necesario a un producto no es un proceso óptimo ya que el cliente no está dispuesto a pagar. Es difícil identificarlo y eliminarlo.

Transporte innecesario: Trasladar material más de lo necesario implica mover las cosas en lugares temporales, etc.

Movimiento no útil: Cualquier movimiento que no es necesario para completar cualquier actividad o trabajo ya sean personas o máquinas. (p.44)

Además, *Lean Construction* se basa en el respeto a las personas, por lo que a todos los involucrados en el proyecto se les debe considerar con un mismo valor de poder participar, dialogar y fomentar el trabajo colaborativo. Acompañado también de los cinco pensamientos claves, los

cuales siempre deben estar presentes cuando se quiere aplicar o implementar *Lean Construction* en las obras, que son:

- Generación de valor: Se basa en generar valor al cliente, para esto es necesario identificar las necesidades o requerimientos, y contribuir a que el cliente esté satisfecho cuando se termine el proyecto de construcción.
- Minimizar el desperdicio: Analizar e identificar qué desperdicios podemos minimizar y/o eliminar, ya que así se podrá maximizar el valor al cliente, y esto se traduce en beneficios para la empresa constructora o para el profesional que aplica *Lean*.
- Foco en el flujo y el proceso: Para ello se debe ver al proyecto de construcción como un conjunto de procesos que forman un flujo, el cual debe ser continuo, ocasionando que la obra no pare por problemas de falta de materiales o recursos y garantizar la constante continuidad de la ejecución de la obra.
- Optimizar el todo: Consiste en mejorar u optimizar el todo, garantizando que siempre exista una mejora bajo un enfoque de mejora continua.
- Mejora continua: Buscar la perfección y estar en constante razonamiento de cómo optimizar los procesos.

- Beneficios de *Lean Construction*

Se busca que este pensamiento sea implementado en la cultura de los proyectos de construcción, de esta forma hacer que más personas la apliquen para agregar valor al cliente, así tener una construcción sin pérdidas, buscando continuamente la perfección.

La implementación y aplicación de *Lean Construction* surge desde 1993, y a partir de ahí se comenzó a aplicar en distintos proyectos. Actualmente existen estudios que demuestran sus beneficios, a continuación, se presentan dos informes de la aplicación y beneficios de *Lean Construction* en Estados Unidos, en el año 2012 y 2013 (Ver Tabla N° 2).

Tabla N° 2: Beneficios de *Lean Construction*

Informe sobre el estado de <i>Lean</i> en la Construcción en EE. UU (2012)	Informe de <i>McGraw Hill Construction</i> sobre la aplicación de <i>Lean Construction</i> (2013)
Mejor cumplimiento del presupuesto	Mayor calidad en la construcción
Menor número de cambio de órdenes y pedidos	Mayor satisfacción del cliente
Rendimiento más alto de entregas a tiempo	Mayor productividad
Menor número de accidentes	Mejora de la seguridad
Menor número de demandas y reclamos	Reducción de plazos de entrega
Mayor entrega de valor al cliente	Mayor beneficio y reducción de costos
Mayor grado de colaboración	Mejor gestión del riesgo

Fuente: Pons, (2014).

En el informe del año 2012, se indican los siguientes beneficios:

- Mejora en el cumplimiento del presupuesto: Si aplicamos la filosofía eliminamos los desperdicios y controlamos la variabilidad del sector, existe mayor probabilidad de garantizar que el presupuesto se cumpla.
- Menor número de cambios de órdenes y pedidos: Es decir que el proyecto genera menos cambios o pedidos, porque cuando se desarrolla hay un trabajo colaborativo, una coordinación adecuada que permite una mejor compatibilización y colaboración durante el desarrollo del proyecto, haciendo que se comprenda con anticipación lo que se necesita por parte del cliente y de los involucrados del proyecto.
- Buen rendimiento para conceder a tiempo: Generar una mayor confiabilidad y garantizar que se pueda cumplir los plazos a nivel contractual.
- Menor número de accidentes: El implementar *Lean Construction* también genera menos accidentes, porque se tendrá mayor control

de obra y así tener más estrategias para prevenir accidentes en la obra.

- Menor número de demandas y reclamos: Es decir no existirán problemas con las entidades cercanas o con los contratistas, ya que al fomentar el trabajo colaborativo permite la buena relación con los demás involucrados, empresas o profesionales.
- Buena entrega de servicio al cliente
- Buen grado de trabajo en conjunto

Respecto a los beneficios que se encontraron el año 2013:

- Mayor calidad en la construcción: Esto se ve reflejado en buscar la perfección, promoviendo que la gente tenga este concepto y se dedique hacer bien las cosas desde el inicio y mejorar la calidad de las obras de construcción.
- Mayor satisfacción del cliente: Si se identifica adecuadamente el valor, que es lo que necesita y se trabaja bajo esto, el cliente estará satisfecho y repercute en contratos a futuras obras.
- Mayor productividad: El aplicar las herramientas permite tener mayor control, tener manejado la variabilidad y aumentar la productividad.
- Mayor mejora en la seguridad.
- Reducción de plazos de entrega: Al tener controlado y aplicar las herramientas, se puede obtener una mejor integración de todos los involucrados, teniendo una mayor probabilidad de asegurar los plazos contractuales.
- Mejores ganancias a menos costos.
- Mejora de control de peligro: Al aplicar herramientas de *Lean Construction* como *Last Planner*, se puede tener mayor control de riesgo.

- Comparación entre enfoque tradicional y *Lean*

En cuanto a la comparativa entre el enfoque tradicional y el enfoque lean, es que el enfoque tradicional, como se ve en la Figura N° 5, tiene un

conjunto de entradas, las cuales pasan un proceso de transformación y sale el elemento.

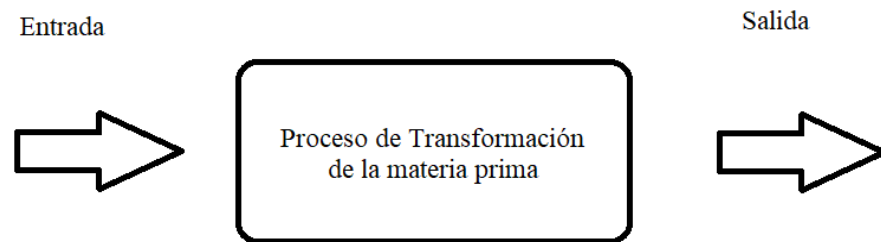


Figura N° 5: Transformación de la materia prima

Fuente: Elaboración propia

Pero según el enfoque *Lean*, percibe a la construcción como un conjunto o flujos de procesos (Ver Figura N° 6), en este sentido también tiene elementos o recursos de entrada, pero no pasa directamente a la transformación. Por ejemplo en el caso de un armado de columna, primero debe transportarse el material, es decir el acero; posteriormente debe esperar que se haga la habilitación, teniendo en cuenta la programación para ejecutar esa tarea, luego pasa a la transformación donde se comienza hacer el armado y habilitación de acero y por último se realiza un proceso de inspección, y si por algún motivo no se cumplió ciertas normativas o especificaciones se debe hacer un trabajo rehecho, nuevamente hacer una transformación y pasar una inspección. En caso esté correcta recién se entregará el producto que agrega valor.

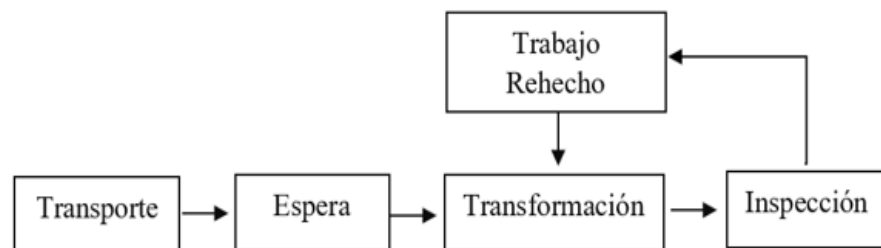


Figura N° 6: Modelo de Flujos

Fuente: “Estudio de la productividad en una obra de edificación”, por Morillo y Lozano (2007, p.5)

Por lo tanto, el enfoque *Lean* es el que más se asemeja a lo que ocurre en obra, Ya que, en la realidad también hay actividades que no agregan valor que deben ser identificadas como el transporte, esperas, trabajos rehechos, inspecciones; ya que tienen un costo y se invierte recursos a nivel de mano de obra y demás.

Por esto, además de ver las tareas que aumentan valor hay que dar énfasis a las que no lo hacen, para de esta manera tener mapeado y poder reducirlos o eliminarlos según como corresponda; pero no ignorarlas o mantenerlas ocultas dentro de las actividades que agregan valor.

2.3.5 Herramientas *Lean Construction*

Lean Construction proporciona herramientas que buscan una producción más limpia, es decir, transmitir todo el pensamiento, las ideas, el respeto hacia las personas, la maximización del valor, reducir los desperdicios va a permitir plasmar lo antes mencionado en la obra. Estas herramientas permiten disminuir la variabilidad del sector, así tener mayor control y por lo tanto garantizar que los plazos y presupuestos se cumplan, para lo que existe un conjunto de herramientas que se pueden aplicar de acuerdo a las necesidades.

Last Planner System

Se entiende como *Last Planner System* a la técnica para la programación semanal, donde se planifica y se controla la obra que se vaya a realizar, de acuerdo a los requerimientos del proceso constructivo del proyecto. Esta herramienta se compone de tres niveles: *Pull Session*, *Look Ahead* y *Weekly Work Plan*. En la Figura N° 7 se muestra el Diagrama *Last Planner System*.



Figura N° 7: Diagrama *Last Planner System*

Fuente: “*Last Planner System*”, por Bustos y Quireza (2019)

- *Pull Session*

Es en este nivel se requiere que se haga una primera reunión donde todos los participantes del proyecto, desde la constructora principal hasta los suministradores, estén presentes. Se tienen que marcar los objetivos que se emplearán durante la realización de la obra.

¿Cuál es el objetivo con *Pull Session*? Es adquirir un plan maestro donde se marcarán todos los hitos del proyecto. Pero para poder hacer una buena *Pull Session*, se tendrá que realizar por el jefe de la obra y los especialistas en cada materia.

El inicio del *Pull Session* es dirigido por un facilitador, el cual tendrá que dar agilidad y un orden para que la reunión sea exitosa, la cual dependerá de cuan complejo sea el proyecto. Para que la reunión sea más entendible la reunión, se hará uso de *Post Its* de colores, así se asigna un color para cada especialidad y estas irán en un muro en la pared, las pegatinas serán ubicadas desde el final hasta llegar al inicio mediante las tareas que se vayan ejecutando regresivamente. En las pegatinas se van a indicar la especialidad, la tarea, el plazo, los recursos humanos y que requisitos se necesitaran.

Cuando se llegue a terminar la reunión de *Pull Session*, toda la información recolectada será llevada a un programa informático como lo es “Primavera”, *MS Project* o *Excel*.

Hay que tener en cuenta que, al realizarse un análisis de final a inicio, surge la secuencia de tareas por la cual está el camino crítico, y se nos olvida las tareas que no son críticas que deben ser añadidas. Agregando que, mediante el diagrama de *Gantt* del plan maestro, vemos las ventajas que vamos consiguiendo mediante este nivel (*Pull Session*).

Se capacita a los participantes de la obra a tener una acción conjunta, se prevén los detalles constructivos, permite evaluar y ensayar alternativas, se detectan las soluciones que son dudosas y ayuda a que todos estén comprometidos a estas labores.

- *Look Ahead*

Cuando se haya obtenido el plan maestro con ayuda de todos los especialistas, se va hacer una observación a futuro con unas cuatro a seis semanas. Mientras que la obra esté ejecutándose, iremos dejando una semana atrás y luego entrará a la planilla las actividades de la nueva cuarta o sexta semana.

El siguiente paso es hacer una planilla de restricciones, en el cual se hace una descomposición de tareas o asignaciones mayor que lo previsto en el plan maestro. Debido a esto se obtendrá un inventario de tareas que serán ejecutables y serán ingresadas en el programa semanal. Y las tareas que no vayan a ser ingresadas, serán una reserva de trabajo preparado (*buffer*).

Al hacer esta planificación de tareas, lo que se quiere lograr es que el flujo de trabajo sea lo más continuo y equilibrado posible. En el plan maestro se marcarán, semana a semana, el avance del proyecto. De ser necesario, el plan maestro será modificado de acuerdo al grado de cumplimiento.

El jefe de obra es el encargado de hacer las sesiones que sean necesarias con los colaboradores, subcontratistas y suministradores, todo esto para lograr que las actividades sean realizadas semanalmente (*Task make ready*). Con esto logramos anticiparnos a los inconvenientes que pueden aparecer en el transcurso de la ejecución de obra para producir el alcance del proyecto (costo, tiempo y calidad).

¿Cuáles son las ventajas de este nivel (*Look Ahead*)? Pues con eso se puede saber con exactitud las sesiones que tiene que hacer el jefe de obra con su equipo y especialistas (sistematiza).

- *Weekly Work Plan*

Durante el inventario de tareas preparadas, veremos e iremos seleccionando todas las que se vayan a realizar, ejecutadas en la semana siguiente de acuerdo al plan maestro. Iremos completando la planilla, dentro de un *Gantt* semanal, y en la semana vencida se hará una comparación de lo que se quiso hacer con lo que se realizó.

Se calculará el *PPC* (porcentaje del plan cumplido). Dando un ejemplo, si se planifica realizar 7 tareas y se llegan a cumplir 5 totalmente, el *PPC* sería 5 entre 7 por 100%, entonces el resultado será 71 %; las 2 tareas sobrantes son las que no se ejecutaron, por lo que se pone en el control semana, esto queda registrado.

¿Qué se ve en el porcentaje del plan cumplido (*PPC*)? Es aquí donde se presenta la efectividad de la planificación. También se tiene que recalcar porque motivos no hay cumplimiento, se verá las que más se repiten y durante las semanas se puede ir corrigiendo.

En el estado de la o las obras, el jefe de obra debe informar acerca de todas las semanas a muchos agentes del avance del proyecto.

Tiene que informar a todos que estén arriba en su organización, jefes de cuadrillas, director, al equipo, especialistas, suministradores y sobre todo

a la dirección facultativa, los cuales serán encargados de informar a los propietarios.

En las tres planillas generadas por semana (control semanal anterior, lista de trabajos ejecutables, plan próxima semana), todos los jefes del proyecto van a poder tener una comunicación online, para evitar que se estén explicando todas las veces del avance de la obra semanalmente (*newsletter*).

Para cada reunión semanal se revisará el avance y cumplimiento de la semana presente, se calcularán el *PPC* y el *RNC* (razones de no cumplimiento), se analiza el *Look Ahead* (lista de tareas ejecutables), se hará un conteo de las restricciones que se liberaron esa semana, el jefe de obra presentará tres documentos por cada obra, haciendo una comparación de cuales están bien y cuales mal, para poder saber en qué obra hay más dificultades. Para el final se hará una visión a futuro del plan de la semana próxima.

Ventajas de la herramienta *Last Planner System*: Podremos observar cuán exitoso fue lo planificado, se determinará las semanas indicadoras (*PPC* y *RNC*), se toman en cuenta las correcciones y las mejoras, se proponen las metas de avance del proyecto.

Cartas Balance

Es una herramienta que sirve para optimizar una cuadrilla, midiendo la productividad de una actividad, la carta balance, estudia la actividad como tal, a las personas que trabajan dentro de esa actividad y determinar si se está realizando un procedimiento correcto sin que incurran en algún tipo de improductividad.

El objetivo del uso de carta balance es aumentar la eficiencia del uso de recursos en las actividades que son objeto de análisis. Para esto, existen acciones correctivas las que son:

- Reasignación de actividades y reorganización de la secuencia de trabajo
- Redimensionamiento de cuadrillas y/o equipos: Esta altera la cantidad de recursos
- Implementación de una mejora tecnológica: esta es mucho más costosa.

Para conocer si se debe implementar la herramienta Carta Balance nos basamos en ratios meta en el informe de productividad. El ciclo de vida del proyecto, empieza con el inicio, planificación, monitoreo y control, ejecución y cierre. Dentro de la etapa de monitoreo y control, se encuentra el plan semanal en el cual existen dos controles: control de avance y control de productividad. La carta balance se relaciona al control de productividad.

Carta Balance interactúa directamente con el proceso de flujo de producción. Por ello, se debe optimizar el proceso mediante el control de la productividad, para ello primero se debe determinar el frente o sector, rastrear el lugar donde no hay productividad y realizar la aplicación de cartas balances. Luego se debe considerar la zona de realización de operación, para ello se delimita el espacio de trabajo del proceso. Y además la persona que efectuará la carta balance debe tener muy en cuenta su ubicación es decir el punto de visualización para poder obtener información.

Para la realización de carta balance lo principal es conocer a los responsables de la ejecución de la actividad: ingeniero responsable, definir a los ejecutores de la actividad, identificar cargos y funciones, definir la idoneidad del responsable de recopilación y definir rotaciones y/o acompañamiento.

Esta herramienta evalúa 3 tipos de tiempos que se tiene durante la actividad de un proceso constructivo:

Tiempo Productivo: Es aquel tiempo donde se realiza un avance físico directamente, es decir, se realizan trabajos que agregan valor y un avance en la actividad que se está controlando.

Tiempo Contributorio: Es aquel tiempo que indirectamente ayuda o contribuye con el avance físico, en el cual se realizan trabajos previos que se necesitan para poder generar tiempo productivo. Por ejemplo, el traslado de materiales o herramientas al lugar de trabajo o el análisis de planos.

Tiempo No Contributorio: Es el tiempo que no aporta en nada con la ejecución de una actividad, del cual se podría prescindir totalmente y la partida no va a cambiar en nada, por ejemplo, tiempos de espera.

Los ejemplos más comunes utilizados en las Cartas Balance, respecto a lo ya mencionado anteriormente, se presentan en la siguiente Tabla N° 3.

Tabla N° 3: Ejemplos de Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y Trabajo No Contributorio de Cartas Balance

TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (TNC)
Vaciar concreto	Medir	Esperas
Levantar muro	Instrucciones	Retrabajos
Habilitar acero	Reubicación de material	Ausencia
Detallar muro	Búsqueda de material	Tiempo de ocio
Pintar	Orden y Limpieza	Viajes
Colocar instalación	Transporte	Descansos

Fuente: Bustos, López, Camacho y Barrios (2021).

Al analizar estos tres tiempos se está validando o verificando nuestra cuadrilla, y poder conocer en donde se invierte más tiempo, en el productivo, contributorio o no contributorio. Para esto se evalúa a cada persona de una cuadrilla y así conocer qué tan productiva es, teniendo en cuenta si la mayor parte de su tiempo realiza actividades que aportan al avance físico. Así conocer si es necesario que esa persona esté en esa

cuadrilla o si se le debe derivar a otra donde sí pueda aportar con el tiempo productivo.

En el análisis de carta balance se identifica el rango de sus tiempos, este análisis ayuda también a identificar qué actividades consumen mayor tiempo, y que cuadrillas están sobredimensionadas, por ejemplo, se puede tener dos operarios de más. Para posteriormente plantear una estrategia, como re organizar las cuadrillas y de esta forma conseguir cuadrillas optimizadas y productivas. Logrando eliminar el tiempo no contributorio o convertirlo en tiempo contributorio, y a su vez transformarlo en tiempo productivo. De esta forma mejorar el rendimiento de una cuadrilla y poder cumplir con las metas.

A continuación, se mencionan algunas recomendaciones para la implementación de cartas balances:

- La muestra debe contemplar por lo menos 3 días distintos de recopilación de datos, y evitar que el resultado se encuentre sujeto a un evento específico.
- La recopilación de información debe considerar un ciclo de trabajo completo sin interrupción durante la toma de tiempo.
- El criterio aplicado a la labor que realiza cada trabajador debe ser el mismo, sin distinciones.
- La recopilación de la información es aleatoria durante un mismo lapso de tiempo.
- La recopilación de datos no debe estar sujeto a lo que ocurrió en un lapso de tiempo anterior o que sucederá posteriormente.

En la Figura N° 8 se presenta el formato de carta balance, donde:

A: Área donde se indica el nombre de la obra, el responsable de tomar los datos, la fecha de la muestra y las horas entre las que se tomó los datos.

B: Integrantes de la cuadrilla plenamente identificados.

C: Listado de las labores, indicando el código que se usará para cada tipo de labor.

D: Área donde se colocan los datos de la muestra. (Flores y Ramos, 2018, p.43)

CARTA BALANCE

OBRA: _____

MUESTREADOR: _____

ACTIVIDAD: _____

HORA INC. _____ HORA FIN _____ FECHA _____

Trabajadores Involucrados:			Cod. Trabajo Productivo			Cod. Trabajo Contributorio			Cod. Trabajo No Contributorio		
A:	1	AD	0	4	T	0	11	V	0	0	
B:	2	BG	0	5	M	0	12	O	0	0	
C:	3	PL	0	6	I	0	13	E	0	0	
D:			0	7	L	0	14	R	0	0	
E:			0	8	X	0	15	D	0	0	
F:			0	9	HM	0	16	N	0	0	
G:			0	10	HE	0	17	Y	0	0	
H:			0			0			0	0	
I:			0			0			0	0	
J:			0			0			0	0	
			Total			Total			Total		

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	OBSERVACIONES
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											

Figura N° 8: Formato de Carta Balance

Fuente: “Análisis y evaluación de la productividad en obras de construcción vial en la ciudad de Arequipa”, por Flores y Ramos (2018)

Just-in-time

Just-in-time (JIT) se denomina a un método de *Lean Construction*, tiene como objetivo organizar la elaboración para que las entradas hacia el proceso de producción como materia primas y componentes, lleguen en el momento en que sean necesitados en la producción, en vez de que estén sentados en un almacén por días, semanas o meses.

Los objetivos de *Just-in-time* son dos. El primero es para organizar la producción para que el gasto sea eliminado y minimizado, pero el segundo, y quizás importante, es probar y organizar la producción para que esta sea totalmente productiva, de este modo reduciendo costos.

Esta herramienta trabaja en base de las órdenes de los usuarios, determinando qué entradas se necesitan dentro del proceso de construcción, llamado *Pull System*, y con alguna organización compleja de especialistas técnicos, siempre impulsada por softwares en el proceso de producción, identifica qué entradas son requeridas y las logísticas clasificadas para asegurar que esas entradas están ahí cuando sean necesitadas, por lo que los suministros sólo se entregan a la producción en la línea de producción en la fábrica cuando sean necesitados.

Esta herramienta es compleja, por lo que se necesita especialistas expertos y softwares, y requiere una cercana cooperación con los suministradores, quienes deben ser confiables y que puedan entregar los encargos de acuerdo con los requerimientos del *Just-in-time*.

- Beneficios potenciales del *Just-in-time*.

Primero, si consigues el material o componentes correctamente significa que tiene acciones bajas, por lo que vayamos a producir solo sea usado cuando sea necesitado, por lo que no se tiene que mantener grandes cantidades de materiales o componentes en el progreso de la obra. Segundo, como los materiales solo se obtienen cuando son necesitados, habrá menos capital de obra atado a este inventario. Tercero, habrá menos posibilidad de que el inventario caduque, convirtiéndolos en obsoletos. Y cuarto, tendremos menos tiempo gastado en revisiones y re elaborando la producción, cuando la meta está en hacer el trabajo bien la primera vez.

- Inconvenientes potenciales del *Just-in-time*.

Un potencial inconveniente es que existe un pequeño espacio para los errores, ya que este mantiene un inventario mínimo para volver a trabajar con material caducado. Segundo, la producción está altamente confiada a los suministradores y si el inventario no es entregado a tiempo, todo el calendario de producción se retrasaría. Tercero, no hay repuesto disponible para cumplir con los pedidos inesperados, porque todo el producto se fabrica para cumplir con los pedidos reales. Y cuarto, por la necesidad de sistemas de inventarios complejos y especializados.

2.4 Definición de términos básicos

Mano de obra: Según Cuadros y Peláez (2021) dice: *“Mano de obra, es el desgaste físico o mental utilizado en la fabricación de un producto, generalmente está dividida en mano de obra directa y mano de obra indirecta”* (p.19).

Materiales: Es una materia prima, el cual es bastante utilizado en construcción de edificios y obras.

Maquinaria y equipos: Es un conjunto de partes o componentes, que son asociados para una aplicación, además de realizar un trabajo con pesos de grandes dimensiones.

Ejecución: Es la fase durante la cual se da la realización de actividades para el cumplimiento de un proyecto, así pudiendo alcanzar las metas que se plantearon previamente.

Cuadrilla: Grupo de trabajadores que, en conjunto, realizan una partida de la obra.

Los 5 porqués: Torres (2018) menciona:

Es una técnica de análisis con la cual se busca identificar la causa raíz de un problema a través de preguntas. Esta técnica fue creada por Sakichi Toyoda e implementada en Toyota. El objetivo de esta técnica es reducir la repetitividad de problemas. (p.29)

Tarjetas Kanban: Según Ibáñez (2018) afirma:

Kanban es un enfoque Lean desarrollado en la industria automotriz como un mecanismo para extraer los materiales y piezas en todo el flujo de valor bajo las bases del JIT. En japonés, la palabra “kanban” quiere decir “tarjeta” o “señal” y es la identidad dada hacia el control logístico utilizado en un proceso “pull”. (p.13)

Diagrama de *Gantt*: Es una herramienta que sirve para dar a conocer la planificación de un proyecto, incluyendo el tiempo de duración de cada tarea, las tareas previas obligatorias y la secuencia de estas, representado en forma visual.

2.5 Fundamentos Teóricos que Sustentan la Hipótesis

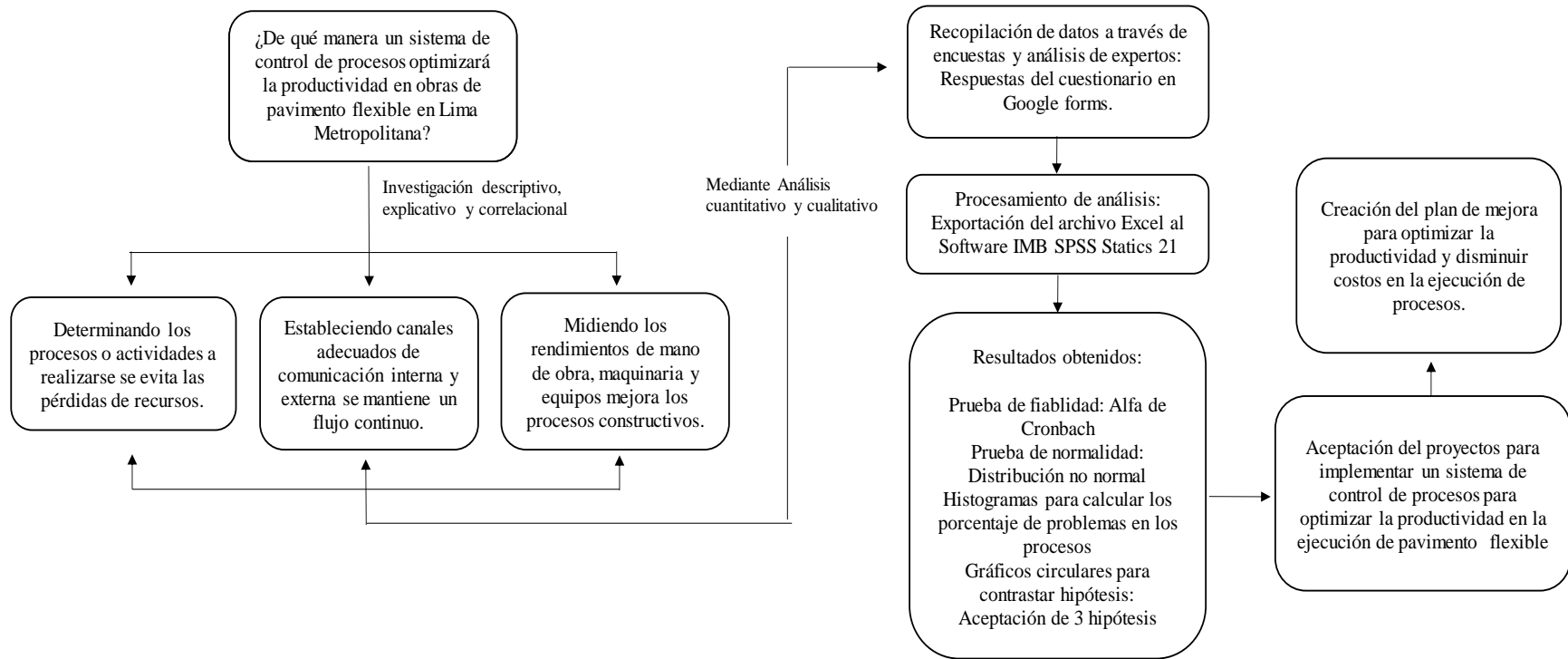


Figura N° 9: Mapa conceptual que sustenta la hipótesis

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis General

Un sistema de control de procesos optimizará la productividad en obras de pavimento flexible en Lima Metropolitana.

3.2 Hipótesis Específicas

- a. Al determinar los procesos o actividades a realizarse se evita las pérdidas de recursos.
- b. Estableciendo canales adecuados de comunicación interna y externa se mantiene un flujo continuo.
- c. Midiendo los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos mejora los procesos constructivos.

3.3 Variables

a) Variable independiente

Una variable independiente es aquella variable que es manipulable y no varía durante todo el proceso de experimentación, y por consecuencia fija el cambio de aquellas variables que dependen de ella.

Se considera como variable independiente al sistema de control de procesos.

b) Variable dependiente

Por consecuencia, la variable dependiente será los resultados que se den del proceso de experimentación, y determina el efecto de la variable independiente.

Se considera como variable dependiente: productividad

c) Operacionalización de variables

Tabla N° 4: Operacionalización de variables

OBJETIVOS	VARIABLES PRINCIPALES		
OBJETIVO GENERAL	X: sistema de control de procesos	Y: productividad	
Implementar un sistema de control de procesos para aumentar la productividad utilizando <i>Last Planner System</i> , <i>Just-in-time</i> y Cartas Balance en obras de pavimento flexible en Lima Metropolitana.	DIMENSIONES DE X		
	DIMENSIONES DE Y		
	X1: Determinar los procesos o actividades	Y1: Productividad en obras de pavimento flexible en Lima Metropolitana	
	X2: Establecer canales adecuados de comunicación interna y externa		
	X3: Medir los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos		
	INDICADORES DE X		INDICADORES DE Y
	X11: Problemas en las actividades	Y11: Pérdidas de recursos	
	X12: Aumento de porcentaje productividad	Y21: Flujo continuo	
	X13: Disminución de costo	Y31: Procesos constructivos	
	X21: Retraso de las actividades		
	X22: Falta de canales de comunicación		
	X31: Reorganización de mano de obra		
	PROBLEMA GENERAL	¿De qué manera un sistema de control de procesos optimizará la productividad en obras de pavimento flexible en Lima Metropolitana?	
PROBLEMA ESPECÍFICO 1	¿De qué manera al determinar los procesos o actividades a realizarse se evita pérdidas de recursos?		
PROBLEMA ESPECÍFICO 2	¿De qué manera se mantiene un flujo continuo al establecer canales adecuados de comunicación interna y externa?		
PROBLEMA ESPECÍFICO 3	¿De qué manera mejoran los procesos constructivos al medir los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos?		
OBJETIVO GENERAL	Implementar un sistema de control de procesos para aumentar la productividad utilizando <i>Last Planner System</i> , <i>Just-in-time</i> y Cartas Balance en obras de pavimento flexible en Lima Metropolitana.		

OBJETIVO ESPECÍFICO 1	Determinar los procesos o actividades a realizarse para evitar pérdidas de los recursos.
OBJETIVO ESPECÍFICO 2	Establecer canales adecuados de comunicación interna y externa para mantener un flujo continuo.
OBJETIVO ESPECÍFICO 3	Medir los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos para mejorar los procesos constructivos.
HIPÓTESIS DE TRABAJO GENERAL	Un sistema de control de procesos optimizará la productividad en obras de pavimento flexible en Lima Metropolitana.
HIPÓTESIS DE TRABAJO ESPECÍFICO 1	Al determinar los procesos o actividades a realizarse se evita las pérdidas de recursos.
HIPÓTESIS DE TRABAJO ESPECÍFICO 2	Estableciendo canales adecuados de comunicación interna y externa se mantiene un flujo continuo.
HIPÓTESIS DE TRABAJO ESPECÍFICO 3	Midiendo los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos mejora los procesos constructivos.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1 Método de la Investigación

Esta investigación es de método deductivo ya que se busca demostrar los beneficios que se obtiene al aplicar las herramientas de la Filosofía *Lean Construction* en la productividad de la ejecución de pavimentos flexibles. La investigación es aplicada, ya que pretende lograr una optimización en la productividad en la ejecución de pavimentos flexibles, a fin de disminuir tiempo, costo y mantener un flujo continuo.

En esta investigación se utilizó el instrumento proyectivo para la recolección de datos, porque se diseñaron cuestionarios, para recopilar información y datos que se usarán en el estudio, los cuales se recabaron al comenzar esta investigación.

4.2 Tipo de investigación

La presente investigación es del tipo descriptivo, explicativo y correlacional.

El tipo de investigación es descriptiva porque describe cómo es la afectación o transformación que causa realizar al implementar el sistema de control propuesto para optimizar la productividad en la ejecución de pavimentos flexibles.

Además, es explicativa, ya que estudia el impacto que produce el uso de herramientas *Lean Construction* dirigidas a la productividad en la ejecución de pavimentos flexibles.

Finalmente es de carácter correlacional ya que se mide 2 variables “Sistema de control de procesos” (independiente) y “productividad” (dependiente), asociándose y buscando así una relación entre ellas, de esta manera se podrá proponer un mejor sistema de control de procesos en la ejecución de pavimentos flexibles.

4.3 Nivel de la Investigación

Para la investigación tiene nivel relacional, descriptivo y aplicativo. Es relacional, ya que existe la relación entre las variables presentadas, ósea la variable dependiente e independiente, con el fin de hacer un análisis y medir la relación. Es descriptivo ya que analiza las diferencias cualitativas de los procesos constructivos establecidos. Y es aplicativo porque se plantea una secuencia de pasos para establecer un plan de mejora funcional para obras de pavimento flexible.

4.4 Diseño de la Investigación

La investigación tiene como objetivo implementar un sistema de control para optimizar la productividad en obras de pavimento flexible, por lo cual se va a tomar un diseño no experimental, retrospectivo, transversal. Es no experimental ya que los datos no van a ser cambiados. Es retrospectivo, porque analiza los errores recolectados de informaciones anteriores. Es transversal, porque se hizo una recolección de datos en una sola oportunidad para hacer un análisis de la relación de las variables.

4.5 Población y Muestra

4.5.1 Población de estudio

La población se compone por obras de pavimento flexible que se ejecutaron en Lima Metropolitana.

4.5.2 Muestra

Se presenta la siguiente fórmula II, donde se va a proceder al cálculo de la muestra en donde se va a emplear una población (N) donde se implanta un 95% de confiabilidad con un 5% de error muestral:

$$n = \frac{k^2 N p q}{e^2 (N-1) + k^2 p q} \dots (II)$$

$k = 1.96$ (nivel de confianza al 95%)

$N = 10$ proyectos de construcción

$p = 0.5$ (proporción esperada 50%)

$q = 0.5$ ($1-p = 0.5$)

$e = 0.05$ (error muestral)

$n = 5$ proyectos de construcción a ser estudiados.

Siendo $n = 5$ proyectos de construcción, se realizó la recolección de 6 encuestas por proyecto, un total de 30 encuestados.

4.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

4.6.1 Instrumento de Recolección de Datos

En esta investigación se recolectaron los datos a través de encuesta transversal y la técnica la entrevista personal, el cual va a ser presentado a ingenieros residentes y todo aquél personal que estuvo involucrado en las obras de pavimento flexible, ejecutadas por la empresa Álvarez Constructora y la municipalidad de Chaclacayo.

4.6.2 Métodos y Técnicas

Esta investigación se realizó aplicando encuestas, para su elaboración y análisis se hizo uso del *software IBM SPSS*

4.7 Validez del instrumento

4.7.1 Cuestionario

Para la realización del cuestionario, dirigido a esta investigación, fue necesario la opinión de treinta profesionales con experiencia en la elaboración de proyectos de pavimento flexible, a los cuales se le facilitaron la matriz de consistencia, el instrumento de recolección de datos en *Google Form* (ver anexo III). Se les entregó a 5 especialistas profesionales una ficha para su debida validación. Ver Tabla N° 5.

Tabla N° 5: Nivel de validez de los cuestionarios, según el juicio de expertos

Expertos	Gestión de costos %
Experto 1: Jorge Alejandro Vargas López, Ingeniero Civil.	92.00
Experto 2: Edgar Candiotti Pelaez, Ingeniero Civil.	82.00
Experto 3: Javier Ingaruca Cabezas, Ingeniero Civil.	86.00
Experto 4: Oscar Alfredo del Carpio Rodríguez, Ingeniero Civil.	95.00
Experto 5: José Francisco Zúñiga Rodríguez, Ingeniero Civil.	82.00
Promedio	87.40

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra la Tabla N° 6, en donde se observa los valores de nivel de validez de los cuestionarios. Por lo que se observa que el nivel de validez al que pertenece es Muy Bueno.

Tabla N° 6: Valores del nivel de validez de los cuestionarios

Valores	Niveles de validez
91-100	Excelente
81-90	Muy Bueno
71-80	Bueno
61-70	Regular
51-60	Deficiente

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Presentación de resultados

5.1.1 Estadísticas de la unidad de estudio

La muestra estuvo conformada por un total de 5 obras de pavimento flexible otorgadas por la empresa Álvarez Constructora, en Lima Metropolitana, en donde se realizaron encuestas dirigidas a personal especializado, como ingenieros residentes, jefes de obras, y especialistas, para determinar cómo las herramientas de *Lean Construction* escogidas aportan en la productividad.

5.1.2 Índice de validez del instrumento

➤ Prueba de fiabilidad

Tabla N° 7: Estadísticas de fiabilidad general

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	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
1. Usted, ¿Aplica alguna metodología o sistema de organización para determinar y ejecutar las actividades a realizar?	96,50	184,810	,416	,920

2. ¿Implementa usted una planificación con respecto a los procesos o actividades a ejecutar previene pérdidas de recursos?	96,57	182,668	,511	,918
3. ¿Usted tuvo problemas con la demora de ejecución de partidas por falta de materiales?	97,40	193,903	,112	,924
4. ¿Usted realiza con anticipación el planeamiento de partidas programadas semanalmente?	96,20	182,993	,657	,916
5. ¿Usted realiza o es parte de sesiones en conjunto con colaboradores y suministradores para que las actividades se ejecuten en la semana planeada?	96,53	185,292	,471	,918

6. ¿Usted suele participar en la selección de los materiales que se van a utilizar en toda la obra con anticipación?	96,73	182,961	,522	,918
7. ¿Usted realiza la ejecución de la obra con la participación conjunta de diferentes especialistas?	96,17	184,006	,669	,916
8. ¿Qué tan frecuente varía la ejecución de las partidas programadas, por diversos inconvenientes, ocasionando que no se cumplan en el tiempo estimado?	97,10	181,197	,595	,916

9. ¿Usted realiza un informe general del avance del proyecto a la dirección facultativa (especialistas, director de obra, jefes de cuadrilla, etc.)?	96,20	187,269	,519	,918
10. ¿Usted realiza charlas a los trabajadores o fue parte de ellas, para dar a conocer las actividades pendientes de cada trabajador?	96,90	183,472	,392	,921
11. Usted, ¿Cree que la comunicación interna (proveedores, colaboradores, asesores, etc.) y externa (clientes y socios) es esencial para el éxito del proyecto?	95,60	185,697	,502	,918

12. Usted, ¿Es parte de obras donde se mantiene un flujo continuo (partidas ejecutadas sin contratiempos) para asegurar el éxito del proyecto?	96,43	180,392	,697	,915
13. Usted, ¿Brinda información mediante planillas semanales, comparando lo que se proyectó con lo que se realizó, a los jefes del proyecto generando una comunicación online?	96,60	188,041	,449	,919
14. Usted, ¿Cree que comunicando y compartiendo la implementación de los planes con las cuadrillas, se confirma su cumplimiento o sirve para realizar el ajuste necesario?	96,50	188,397	,475	,918

15. Usted, ¿Cree que el intercambio de información detecte los futuros problemas que se puedan presentar en lo proyectado?	96,27	188,616	,495	,918
16. Usted, ¿Ha tenido problemas con la entrega de materiales o insumos por parte de los proveedores?	97,30	186,424	,414	,919
17. Usted, ¿Suele utilizar canales de comunicación que agilicen y haga accesible la coordinación con los proveedores?	96,50	180,052	,736	,914
18. Usted, ¿Utiliza controles visuales (cartas, indicadores de productividad y resultados de costos) para incrementar la transparencia del proceso constructivo?	96,77	181,702	,698	,915

19.	Usted, ¿Propone que todos los participantes del proyecto tengan la misma visión de mejoramiento continuo?	96,33	182,437	,666	,916
20.	Usted, ¿Evidencia los errores, usando planillas de Gantt, para mitigar los efectos de los problemas en los procesos constructivos?	96,77	181,702	,512	,918
21.	Usted, ¿Ha tenido problemas con el mal funcionamiento de las maquinarias y/o equipos?	97,50	183,086	,542	,917
22.	Usted, ¿Mide los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos con el fin de optimizar los procesos de construcción?	96,43	183,702	,580	,917

23. Usted, ¿Con qué frecuencia aumenta la mano de obra en las actividades debido a diferentes imprevistos?	97,20	187,476	,393	,919
24. Usted, ¿Identifica los procesos de una actividad y los organiza por tiempo contributorio, no contributorio y productivo?	96,93	186,271	,485	,918
25. Usted, ¿Con qué frecuencia transforma el tiempo no contributorio (tiempo no productivo) en tiempo productivo, en las cuadrillas durante la ejecución de diversas partidas?	97,03	184,654	,562	,917

26. Usted, ¿Hace una visualización de todo el personal durante la ejecución de las actividades y mide el tiempo por cada obrero semanalmente?	96,93	185,720	,436	,919
27. ¿En las obras en las que participa, observa que existe compromiso por parte de las diferentes cuadrillas durante la ejecución del proyecto?	96,57	186,047	,597	,917
28. Usted, ¿Evidencia los errores, usando la herramienta de cartas balance, para mitigar los efectos de los problemas en los procesos constructivos?	97,10	182,783	,491	,918

29. Usted, ¿Da a conocer los rendimientos de las cuadrillas a la dirección facultativa para mejorar las actividades a realizarse?	96,67	184,575	,588	,917
---	-------	---------	------	------

Fuente: Elaboración propia.

Mediante la Tabla N° 7, se pueden observar los resultados obtenidos, mediante el uso del *software SPSS*, que, de las 29 preguntas elaboradas a partir de los indicadores, se eliminó algunos elementos para que el valor de *Alfa de Cronbach* general aumente, y así los resultados sean confiables.

Tabla N° 8: *Alfa de Cronbach*

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,920	29

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 9: Evaluación de los coeficientes de *Cronbach*

Coeficiente Alpha > 0.9	Excelente
Coeficiente Alpha > 0.8	Bueno
Coeficiente Alpha > 0.7	Aceptable
Coeficiente Alpha > 0.6	Cuestionable
Coeficiente Alpha > 0.5	Pobre
Coeficiente Alpha < 0.5	Inaceptable

Fuente: George y Marelly (2003).

Según podemos observar en los resultados en la Tabla N° 8, el *Alfa de Cronbach* obtenido resulta ser de 0.920, por lo cual según la Tabla N° 9 se considera excelente y tiene una buena confiabilidad.

5.1.3 Correlación entre las variables

Tabla N° 10: Correlaciones binarias por Spearman

	Correlación total de elementos corregida	Correlaciones binarias por Spearman
1. Usted, ¿Aplica alguna metodología o sistema de organización para determinar y ejecutar las actividades a realizar?	,416	Correlación positiva media
2. ¿Implementa usted una planificación con respecto a los procesos o actividades a ejecutar previene pérdidas de recursos?	,511	Correlación positiva considerable
3. ¿Usted tuvo problemas con la demora de ejecución de partidas por falta de materiales?	,112	Correlación positiva media
4. ¿Usted realiza con anticipación el planeamiento de partidas programadas semanalmente?	,657	Correlación positiva considerable
5. ¿Usted realiza o es parte de sesiones en conjunto con colaboradores y suministradores para que las actividades se ejecuten en la semana planeada?	,471	Correlación positiva media
6. ¿Usted suele participar en la selección de los materiales que se van a utilizar en toda la obra con anticipación?	,522	Correlación positiva considerable
7. ¿Usted realiza la ejecución de la obra con la participación conjunta de diferentes especialistas?	,669	Correlación positiva considerable

8. ¿Qué tan frecuente varía la ejecución de las partidas programadas, por diversos inconvenientes, ocasionando que no se cumplan en el tiempo estimado?	,595	Correlación positiva considerable
9. ¿Usted realiza un informe general del avance del proyecto a la dirección facultativa (especialistas, director de obra, jefes de cuadrilla, etc.)?	,519	Correlación positiva considerable
10. ¿Usted realiza charlas a los trabajadores o fue parte de ellas, para dar a conocer las actividades pendientes de cada trabajador?	,392	Correlación positiva media
11. Usted, ¿Cree que la comunicación interna (proveedores, colaboradores, asesores, etc.) y externa (clientes y socios) es esencial para el éxito del proyecto?	,502	Correlación positiva media
12. Usted, ¿Es parte de obras donde se mantiene un flujo continuo (partidas ejecutadas sin contratiempos) para asegurar el éxito del proyecto?	,697	Correlación positiva considerable
13. Usted, ¿Brinda información mediante planillas semanales, comparando lo que se proyectó con lo que se realizó, a los jefes del proyecto generando una comunicación online?	,449	Correlación positiva media

14. Usted, ¿Cree que comunicando y compartiendo la implementación de los planes con las cuadrillas, se confirma su cumplimiento o sirve para realizar el ajuste necesario?	,475	Correlación positiva media
15. Usted, ¿Cree que el intercambio de información detecte los futuros problemas que se puedan presentar en lo proyectado?	,495	Correlación positiva media
16. Usted, ¿Ha tenido problemas con la entrega de materiales o insumos por parte de los proveedores?	,414	Correlación positiva media
17. Usted, ¿Suele utilizar canales de comunicación que agilicen y haga accesible la coordinación con los proveedores?	,736	Correlación positiva considerable
18. Usted, ¿Utiliza controles visuales (cartas, indicadores de productividad y resultados de costos) para incrementar la transparencia del proceso constructivo?	,698	Correlación muy fuerte
19. Usted, ¿Propone que todos los participantes del proyecto tengan la misma visión de mejoramiento continuo?	,666	Correlación positiva considerable
20. Usted, ¿Evidencia los errores, usando planillas de Gantt, para mitigar los efectos de los problemas en los procesos constructivos?	,512	Correlación positiva considerable

21. Usted, ¿Ha tenido problemas con el mal funcionamiento de las maquinarias y/o equipos?	,542	Correlación positiva considerable
22. Usted, ¿Mide los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos con el fin de optimizar los procesos de construcción?	,580	Correlación positiva considerable
23. Usted, ¿Con qué frecuencia aumenta la mano de obra en las actividades debido a diferentes imprevistos?	,393	Correlación positiva media
24. Usted, ¿Identifica los procesos de una actividad y los organiza por tiempo contributorio, no contributorio y productivo?	,485	Correlación positiva media
25. Usted, ¿Con qué frecuencia transforma el tiempo no contributorio (tiempo no productivo) en tiempo productivo, en las cuadrillas durante la ejecución de diversas partidas?	,562	Correlación positiva considerable
26. Usted, ¿Hace una visualización de todo el personal durante la ejecución de las actividades y mide el tiempo por cada obrero semanalmente?	,436	Correlación positiva media
27. ¿En las obras en las que participa, observa que existe compromiso por parte de las diferentes cuadrillas durante la ejecución del proyecto?	,597	Correlación positiva considerable

28. Usted, ¿Evidencia los errores, usando la herramienta de cartas balance, para mitigar los efectos de los problemas en los procesos constructivos?	,491	Correlación positiva media
29. Usted, ¿Da a conocer los rendimientos de las diferentes cuadrillas a la dirección facultativa para mejorar las actividades a realizarse?	,588	Correlación positiva considerable

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 11: Correlaciones binarias por Spearman por rango

RELACIÓN	RANGO
Correlación negativa perfecta	-0.91 a -1.00
Correlación negativa muy fuerte	-0.76 a -0.90
Correlación negativa considerable	-0.51 a -0.75
Correlación negativa media	-0.11 a -0.50
Correlación negativa débil	-0.01 a -0.10
No existe correlación	0.00
Correlación positiva débil	+0.01 a +0.10
Correlación positiva media	+0.11 a +0.50
Correlación positiva considerable	+0.51 a +0.75
Correlación muy fuerte	+0.76 a +0.90
Correlación positiva perfecta	+0.91 a +1.00

Fuente: Hernández & Fernández, 1998.

Según los resultados que observamos en la Tabla N° 10 y evaluados según la Tabla N° 11, el menor valor estaría correlacionado con las otras preguntas en 11.2%, el valor intermedio en 51.2% y el valor alto en 73.6%. El promedio total sería 52.35%.

5.1.4 Prueba de normalidad

➤ Prueba estadística *Shapiro-Wilk*

Tabla N° 12: Alfa de Cronbach

PRUEBAS DE NORMALIDAD						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
1. Usted, ¿Aplica alguna metodología o sistema de organización para determinar y ejecutar las actividades a realizar?	,205	30	,002	,876	30	,002
2. ¿Implementa usted una planificación con respecto a los procesos o actividades a ejecutar previene pérdidas de recursos?	,333	30	,000	,804	30	,000
3. ¿Usted tuvo problemas con la demora de ejecución de partidas por falta de materiales?	,251	30	,000	,839	30	,000
4. ¿Usted realiza con anticipación el planeamiento de partidas programadas semanalmente?	,334	30	,000	,804	30	,000

5. ¿Usted realiza o es parte de sesiones en conjunto con colaboradores y suministradores para que las actividades se ejecuten en la semana planeada?	,273	30	,000	,868	30	,001
6. ¿Usted suele participar en la selección de los materiales que se van a utilizar en toda la obra con anticipación?	,227	30	,000	,898	30	,007
7. ¿Usted realiza la ejecución de la obra con la participación conjunta de diferentes especialistas?	,385	30	,000	,716	30	,000
8. ¿Qué tan frecuente varía la ejecución de las partidas programadas, por diversos inconvenientes, ocasionando que no se cumplan en el tiempo estimado?	,214	30	,001	,908	30	,013

9. ¿Usted realiza un informe general del avance del proyecto a la dirección facultativa (especialistas, director de obra, jefes de cuadrilla, etc.)?	,272	30	,000	,804	30	,000
10. ¿Usted realiza charlas a los trabajadores o fue parte de ellas, para dar a conocer las actividades pendientes de cada trabajador?	,240	30	,000	,895	30	,006
11. Usted, ¿Cree que la comunicación interna (proveedores, colaboradores, asesores, etc.) y externa (clientes y socios) es esencial para el éxito del proyecto?	,416	30	,000	,632	30	,000
12. Usted, ¿Es parte de obras donde se mantiene un flujo continuo (partidas ejecutadas sin contratiempos) para asegurar el éxito del proyecto?	,301	30	,000	,834	30	,000

13. Usted, ¿Brinda información mediante planillas semanales, comparando lo que se proyectó con lo que se realizó, a los jefes del proyecto generando una comunicación online?	,272	30	,000	,845	30	,000
14. Usted, ¿Cree que comunicando y compartiendo la implementación de los planes con las cuadrillas, se confirma su cumplimiento o sirve para realizar el ajuste necesario?	,375	30	,000	,755	30	,000
15. Usted, ¿Cree que el intercambio de información detecte los futuros problemas que se puedan presentar en lo proyectado?	,384	30	,000	,744	30	,000
16. Usted, ¿Ha tenido problemas con la entrega de materiales o insumos por parte de los proveedores?	,219	30	,001	,888	30	,004

17. Usted, ¿Suele utilizar canales de comunicación que agilicen y haga accesible la coordinación con los proveedores?	,367	30	,000	,766	30	,000
18. Usted, ¿Utiliza controles visuales (cartas, indicadores de productividad y resultados de costos) para incrementar la transparencia del proceso constructivo?	,242	30	,000	,868	30	,002
19. Usted, ¿Propone que todos los participantes del proyecto tengan la misma visión de mejoramiento continuo?	,365	30	,000	,781	30	,000
20. Usted, ¿Evidencia los errores, usando planillas de Gantt, para mitigar los efectos de los problemas en los procesos constructivos?	,290	30	,000	,825	30	,000

21. Usted, ¿Ha tenido problemas con el mal funcionamiento de las maquinarias y/o equipos?	,319	30	,000	,821	30	,000
22. Usted, ¿Mide los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos con el fin de optimizar los procesos de construcción?	,373	30	,000	,770	30	,000
23. Usted, ¿Con qué frecuencia aumenta la mano de obra en las actividades debido a diferentes imprevistos?	,303	30	,000	,849	30	,001
24. Usted, ¿Identifica los procesos de una actividad y los organiza por tiempo contributorio, no contributorio y productivo?	,231	30	,000	,859	30	,001
25. Usted, ¿Con qué frecuencia transforma el tiempo no contributorio (tiempo no productivo) en tiempo productivo, en las cuadrillas durante la ejecución de diversas partidas?	,235	30	,000	,800	30	,000

26. Usted, ¿Hace una visualización de todo el personal durante la ejecución de las actividades y mide el tiempo por cada obrero semanalmente?	,207	30	,002	,868	30	,001
27. ¿En las obras en las que participa, observa que existe compromiso por parte de las diferentes cuadrillas durante la ejecución del proyecto?	,338	30	,000	,791	30	,000
28. Usted, ¿Evidencia los errores, usando la herramienta de cartas balance, para mitigar los efectos de los problemas en los procesos constructivos?	,220	30	,001	,891	30	,005

29. Usted, ¿Da a conocer los rendimientos de las diferentes cuadrillas a la dirección facultativa para mejorar las actividades a realizarse?	,293	30	,000	,845	30	,000
--	------	----	------	------	----	------

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 12, se aprecian los resultados obtenidos mediante la prueba de normalidad de *Shapiro-Wilk*, en donde el Sig es menor a 0.5. Mediante este criterio aseguramos que los datos no tienen una distribución normal y se emplearon pruebas estadísticas no paramétricas.

5.2 Análisis de los resultados

5.2.1 Estadísticos descriptivos de la información

Para hacer el análisis de los resultados, se consideraron 3 variables para esta investigación. En cada variable planteada se calculó un porcentaje de las encuestas según la escala de *Linkert*.

a) Determinar los procesos o actividades a realizarse

Tabla N° 13: Dimensión N°01 – Determinar los procesos o actividades a realizarse

Determinar y ejecutar los procesos o actividades a realizarse				
1. Usted, ¿Aplica alguna metodología o sistema de organización para determinar y ejecutar las actividades a realizar?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	7	23.33	23.33	23.33
Frecuentemente	10	33.33	33.33	56.67
Ocasionalmente	8	26.67	26.67	83.33

Raramente	5	16.67	16.67	100.00
Nunca	0	0.00	0.00	100.00
Total	30	100.00		

2. ¿Implementa usted una planificación con respecto a los procesos o actividades a ejecutar previene pérdidas de recursos?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	4	13.33	13.33	13.33
Frecuentemente	16	53.33	53.33	66.67
Ocasionalmente	3	10.00	10.00	76.67
Raramente	7	23.33	23.33	100.00
Nunca	0	0.00	0.00	100.00
Total	30	100.00		

3. ¿Usted tuvo problemas con la demora de ejecución de partidas por falta de materiales?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	2	6.67	6.67	6.67
Frecuentemente	2	6.67	6.67	13.33
Ocasionalmente	13	43.33	43.33	56.67
Raramente	12	40.00	40.00	96.67
Nunca	1	3.33	3.33	100.00
Total	30	100.00		

4. ¿Usted realiza con anticipación el planeamiento de partidas programadas semanalmente?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	6	20.00	20.00	20.00
Frecuentemente	18	60.00	60.00	80.00
Ocasionalmente	4	13.33	13.33	93.33
Raramente	2	6.67	6.67	100.00
Nunca	0	0.00	0.00	100.00
Total	30	100.00		

5. ¿Usted realiza o es parte de sesiones en conjunto con colaboradores y suministradores para que las actividades se ejecuten en la semana planeada?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	4	13.33	13.33	13.33
Frecuentemente	14	46.67	46.67	60.00

Ocasionalmente	8	26.67	26.67	86.67
Raramente	4	13.33	13.33	100.00
Nunca	0	0.00	0.00	100.00
Total	30	100.00		

6. ¿Usted suele participar en la selección de los materiales que se van a utilizar en toda la obra con anticipación?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	4	13.33	13.33	13.33
Frecuentemente	9	30.00	30.00	43.33
Ocasionalmente	13	43.33	43.33	86.67
Raramente	3	10.00	10.00	96.67
Nunca	1	3.33	3.33	100.00
Total	30	100.00		

7. ¿Usted realiza la ejecución de la obra con la participación conjunta de diferentes especialistas?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	5	16.67	16.67	16.67
Frecuentemente	21	70.00	70.00	86.67
Ocasionalmente	2	6.67	6.67	93.33
Raramente	2	6.67	6.67	100.00
Nunca	0	0.00	0.00	100.00
Total	30	100.00		

8. ¿Qué tan frecuente varía la ejecución de las partidas programadas, por diversos inconvenientes, ocasionando que no se cumplan en el tiempo estimado?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	2	6.67	6.67	6.67
Frecuentemente	7	23.33	23.33	30.00
Ocasionalmente	12	40.00	40.00	70.00
Raramente	8	26.67	26.67	96.67
Nunca	1	3.33	3.33	100.00
Total	30	100.00		

9. ¿Usted realiza un informe general del avance del proyecto a la dirección facultativa (especialistas, director de obra, jefes de cuadrilla, etc.)?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
--	------------	------------	-------------------	----------------------

Muy Frecuentemente	6	20.00	20.00	20.00
Frecuentemente	16	53.33	53.33	73.33
Ocasionalmente	8	26.67	26.67	100.00
Raramente	0	0.00	0.00	100.00
Nunca	0	0.00	0.00	100.00
Total	30	100.00		

10. ¿Usted realiza charlas a los trabajadores o fue parte de ellas, para dar a conocer las actividades pendientes de cada trabajador?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	4	13.33	13.33	13.33
Frecuentemente	11	36.67	36.67	50.00
Ocasionalmente	5	16.67	16.67	66.67
Raramente	8	26.67	26.67	93.33
Nunca	2	6.67	6.67	100.00
Total	30	100.00		

Fuente: Elaboración propia.

En esta variable busca determinar los procesos o actividades a realizar para tener una mejor programación, control y ejecución de obra mediante el uso del *Last Planner*, Cartas Balance y *Just-in-time* para evitar pérdidas de recursos (Ver Tabla N° 13).

b) Establecer canales adecuados de comunicación interna y externa

Tabla N° 14: Dimensión N°02 – Establecer canales adecuados de comunicación interna y externa

Establecer canales adecuados de comunicación interna y externa				
11. Usted, ¿Cree que la comunicación interna (proveedores, colaboradores, asesores, etc.) y externa (clientes y socios) es esencial para el éxito del proyecto?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	21	70.00	70.00	70.00
Frecuentemente	5	16.67	16.67	86.67
Ocasionalmente	3	10.00	10.00	96.67
Raramente	1	3.33	3.33	100.00
Nunca	0	0.00	0.00	100.00

Total	30	100.00		
-------	----	--------	--	--

12. Usted, ¿Es parte de obras donde se mantiene un flujo continuo (partidas ejecutadas sin contratiempos) para asegurar el éxito del proyecto?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	4	13.33	13.33	13.33
Frecuentemente	16	53.33	53.33	66.67
Ocasionalmente	8	26.67	26.67	93.33
Raramente	1	3.33	3.33	96.67
Nunca	1	3.33	3.33	100.00
Total	30	100.00		

13. Usted, ¿Brinda información mediante planillas semanales, comparando lo que se proyectó con lo que se realizó, a los jefes del proyecto generando una comunicación online?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	2	6.67	6.67	6.67
Frecuentemente	14	46.67	46.67	53.33
Ocasionalmente	12	40.00	40.00	93.33
Raramente	2	6.67	6.67	100.00
Nunca	0	0.00	0.00	100.00
Total	30	100.00		

14. Usted, ¿Cree que comunicando y compartiendo la implementación de los planes con las cuadrillas, se confirma su cumplimiento o sirve para realizar el ajuste necesario?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	1	3.33	3.33	3.33
Frecuentemente	19	63.33	63.33	66.67
Ocasionalmente	8	26.67	26.67	93.33
Raramente	2	6.67	6.67	100.00
Nunca	0	0.00	0.00	100.00
Total	30	100.00		

15. Usted, ¿Cree que el intercambio de información detecte los futuros problemas que se puedan presentar en lo proyectado?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	3	10.00	10.00	10.00
Frecuentemente	21	70.00	70.00	80.00

Ocasionalmente	5	16.67	16.67	96.67
Raramente	1	3.33	3.33	100.00
Nunca	0	0.00	0.00	100.00
Total	30	100.00		

16. Usted, ¿Ha tenido problemas con la entrega de materiales o insumos por parte de los proveedores?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	1	3.33	3.33	3.33
Frecuentemente	6	20.00	20.00	23.33
Ocasionalmente	11	36.67	36.67	60.00
Raramente	11	36.67	36.67	96.67
Nunca	1	3.33	3.33	100.00
Total	30	100.00		

17. Usted, ¿Suele utilizar canales de comunicación que agilicen y haga accesible la coordinación con los proveedores?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	2	6.67	6.67	6.67
Frecuentemente	19	63.33	63.33	70.00
Ocasionalmente	6	20.00	20.00	90.00
Raramente	2	6.67	6.67	96.67
Nunca	1	3.33	3.33	100.00
Total	30	100.00		

18. Usted, ¿Utiliza controles visuales (cartas, indicadores de productividad y resultados de costos) para incrementar la transparencia del proceso constructivo?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	2	6.67	6.67	6.67
Frecuentemente	11	36.67	36.67	43.33
Ocasionalmente	13	43.33	43.33	86.67
Raramente	4	13.33	13.33	100.00
Nunca	0	0.00	0.00	100.00
Total	30	100.00		

19. Usted, ¿Propone que todos los participantes del proyecto tengan la misma visión de mejoramiento continuo?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
--	------------	------------	-------------------	----------------------

Muy Frecuentemente	4	13.33	13.33	13.33
Frecuentemente	19	63.33	63.33	76.67
Ocasionalmente	4	13.33	13.33	90.00
Raramente	3	10.00	10.00	100.00
Nunca	0	0.00	0.00	100.00
Total	30	100.00		

20. Usted, ¿Evidencia los errores, usando planillas de Gantt, para mitigar los efectos de los problemas en los procesos constructivos?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	2	6.67	6.67	6.67
Frecuentemente	15	50.00	50.00	56.67
Ocasionalmente	8	26.67	26.67	83.33
Raramente	2	6.67	6.67	90.00
Nunca	3	10.00	10.00	100.00
Total	30	100.00		

Fuente: Elaboración propia.

En esta variable se busca establecer canales adecuados de comunicación interna y externa para tener una mejor coordinación y planificación de actividades, y así mantener el flujo del proyecto y evitar contratiempos (Ver Tabla N° 14).

c) Medir los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos

Tabla N° 15: Dimensión N°03 – Medir los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos

Medir los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos				
21. Usted, ¿Ha tenido problemas con el mal funcionamiento de las maquinarias y/o equipos?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	1	3.33	3.33	3.33
Frecuentemente	5	16.67	16.67	20.00
Ocasionalmente	7	23.33	23.33	43.33
Raramente	16	53.33	53.33	96.67
Nunca	1	3.33	3.33	100.00

Total	30	100.00		
Muy Frecuentemente	3	10.00	10.00	10.00

22. Usted, ¿Mide los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos con el fin de optimizar los procesos de construcción?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Frecuentemente	19	63.33	63.33	73.33
Ocasionalmente	4	13.33	13.33	86.67
Raramente	4	13.33	13.33	100.00
Nunca	0	0.00	0.00	100.00
Total	30	100.00		

23. Usted, ¿Con que frecuencia aumenta la mano de obra en las actividades debido a diferentes imprevistos?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	2	6.67	6.67	6.67
Frecuentemente	3	10.00	10.00	16.67
Ocasionalmente	17	56.67	56.67	73.33
Raramente	7	23.33	23.33	96.67
Nunca	1	3.33	3.33	100.00
Total	30	100.00		

24. Usted, ¿Identifica los procesos de una actividad y los organiza por tiempo contributorio, no contributorio y productivo?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	1	3.33	3.33	3.33
Frecuentemente	10	33.33	33.33	36.67
Ocasionalmente	13	43.33	43.33	80.00
Raramente	6	20.00	20.00	100.00
Nunca	0	0.00	0.00	100.00
Total	30	100.00		

25. Usted, ¿Con que frecuencia transforma el tiempo no contributorio (tiempo no productivo) en tiempo productivo, en las cuadrillas durante la ejecución de diversas partidas?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	0	0.00	0.00	0.00
Frecuentemente	11	36.67	36.67	36.67
Ocasionalmente	11	36.67	36.67	73.33

Raramente	8	26.67	26.67	100.00
Nunca	0	0.00	0.00	100.00
Total	30	100.00		

26. Usted, ¿Hace una visualización de todo el personal durante la ejecución de las actividades y mide el tiempo por cada obrero semanalmente?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	2	6.67	6.67	6.67
Frecuentemente	10	33.33	33.33	40.00
Ocasionalmente	10	33.33	33.33	73.33
Raramente	8	26.67	26.67	100.00
Nunca	0	0.00	0.00	100.00
Total	30	100.00		

27. ¿En las obras en las que participa, observa que existe compromiso por parte de las diferentes cuadrillas durante la ejecución del proyecto?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	1	3.33	3.33	3.33
Frecuentemente	17	56.67	56.67	60.00
Ocasionalmente	10	33.33	33.33	93.33
Raramente	2	6.67	6.67	100.00
Nunca	0	0.00	0.00	100.00
Total	30	100.00		

28. Usted, ¿Evidencia los errores, usando la herramienta de cartas balance, para mitigar los efectos de los problemas en los procesos constructivos?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Muy Frecuentemente	1	3.33	3.33	3.33
Frecuentemente	10	33.33	33.33	36.67
Ocasionalmente	11	36.67	36.67	73.33
Raramente	5	16.67	16.67	90.00
Nunca	3	10.00	10.00	100.00
Total	30	100.00		

29. Usted, ¿Da a conocer los rendimientos de las diferentes cuadrillas a la dirección facultativa para mejorar las actividades a realizarse?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
--	------------	------------	-------------------	----------------------

Muy Frecuentemente	3	10.00	10.00	10.00
Frecuentemente	10	33.33	33.33	43.33
Ocasionalmente	15	50.00	50.00	93.33
Raramente	2	6.67	6.67	100.00
Nunca	0	0.00	0.00	100.00
Total	30	100.00		

Fuente: Elaboración propia.

En esta variable se busca medir los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos para aprovechar el mejor uso de estos recursos, agilizando la ejecución de las partidas y mantener o acortar el tiempo de ejecución de obra (Ver Tabla N° 15).

5.2.2 Análisis de calidad

Existen dos técnicas para el proceso de análisis de riesgos, análisis cualitativo y análisis cuantitativo. El análisis cualitativo presenta resultados mediante el uso de datos sin una estructura homogénea, como son el uso de observaciones, encuestas, entrevistas, etc. El análisis cuantitativo hace el uso de datos cuantificables y numéricos, donde presentan resultados objetivos y medibles. En esta investigación se va a presentar los planes de contingencia para los controles de procesos que necesiten mejoras.

Se consideró utilizar los diagramas de Ishikawa, Diagrama de flujo y FODA.

5.2.3 Análisis Cuantitativo

En el análisis cuantitativo se realizó la evaluación de la información obtenida en la ejecución de los proyectos, obteniendo el siguiente gráfico de control para comprender qué aspectos necesitan mejoras en los futuros proyectos y así mejorar el control de procesos y evitar que exista pérdidas de recursos.

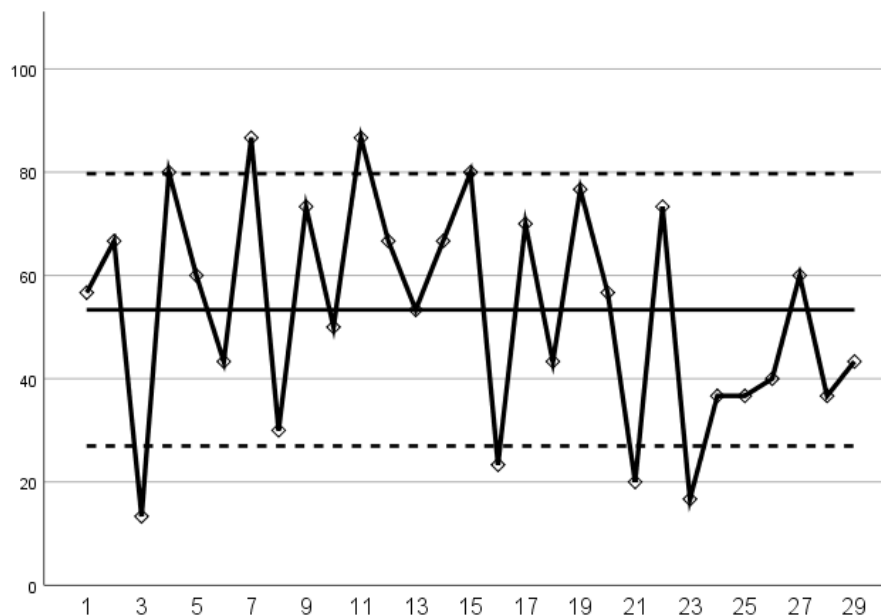


Figura N° 10: Gráfico de control estadística de calidad– porcentaje de aceptación

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 10 podemos observar que las preguntas 03, 16, 21 y 23 están por debajo del 35%. Se tiene que priorizar estos cuatro procesos y tenerlos en cuenta dentro de la propuesta de mejora.

Tabla N° 16: Procesos de análisis de riesgo obtenidos del análisis cuantitativo

Ítem	Descripción	Relación
1	(03) ¿Usted tuvo problemas con la demora de ejecución de partidas por falta de materiales?	Bajo*
2	(16) Usted, ¿Ha tenido problemas con la entrega de materiales o insumos por parte de los proveedores?	Bajo*
3	(21) Usted, ¿Ha tenido problemas con el mal funcionamiento de las maquinarias y/o equipos?	Bajo*
4	(23) Usted, ¿Con que frecuencia aumenta la mano de obra en las actividades debido a diferentes imprevistos?	Bajo*

Fuente: Elaboración propia.

- (03) ¿Usted tuvo problemas con la demora de ejecución de partidas por falta de materiales?

- (16) Usted, ¿Ha tenido problemas con la entrega de materiales o insumos por parte de los proveedores?
- (21) Usted, ¿Ha tenido problemas con el mal funcionamiento de las maquinarias y/o equipos?
- (23) Usted, ¿Con qué frecuencia aumenta la mano de obra en las actividades debido a diferentes imprevistos?

Mediante este análisis se pueden observar cuatro preguntas que tienen una relación baja (Ver Tabla N° 16), por lo que se van a tener en consideración en la propuesta de mejora presentada en el análisis de investigación.

5.2.4 Análisis Cualitativo

El análisis cualitativo presenta resultados mediante el uso de datos con una estructura variada teniendo en cuenta la probabilidad de que cada uno de estos ocurra y el impacto que ocasionará, utilizando encuestas, entrevistas, etc. Se analizó cuáles podrían ser los problemas más recurrentes dentro de los proyectos presentados y con la información adjuntada en esta investigación se estudió los objetivos. Se hace una revisión de los riesgos que podrían presentarse en las obras de pavimentos flexibles como los retrasos de ejecución de las partidas, el uso inapropiado de los recursos y la falta de comunicación interna y externa.

Se aplicó una propuesta de mejora para todos los procesos que se encuentran debajo de 60%. Obtenemos los resultados mediante el uso del software *IMB SPSS Statistics 21*, presentados en la Figura N° 11.

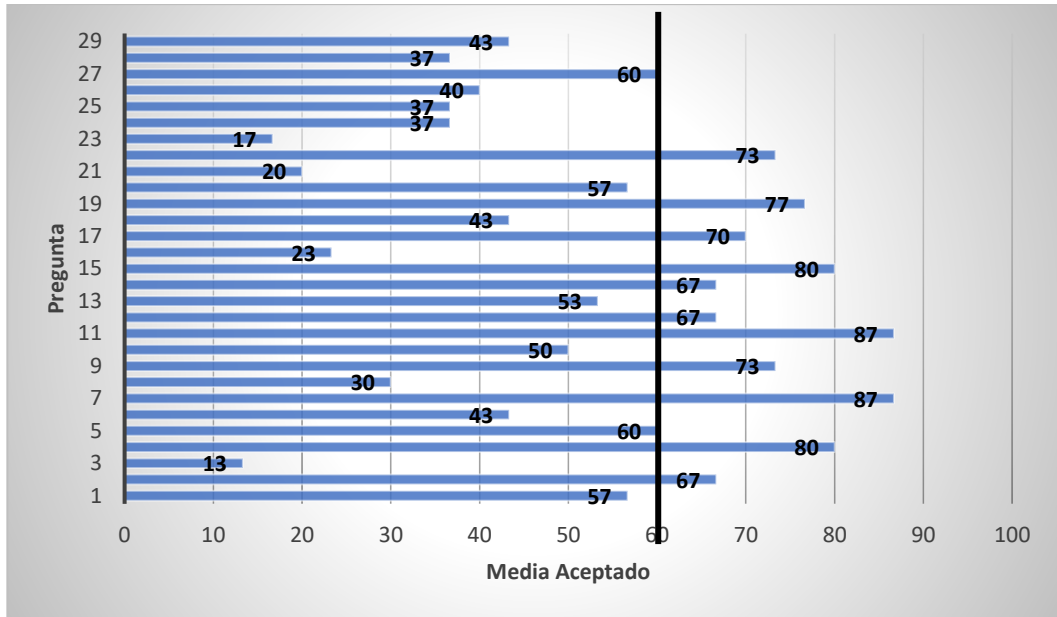


Figura N° 11: Porcentaje de procedimientos aplicados según el sistema *Last Planner* para optimizar la productividad en la ejecución de pavimento flexible

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 17: Grado de Relación entre los grupos de procesos y la aplicación de los procesos de *Lean Construction*.

Ítem	Mínimo	Máximo	Evaluación
1	90.00%	100.00%	Excelente
2	80.00%	89.99%	Alta
3	60.00%	79.99%	Aceptable
4	30.00%	59.99%	Regular
5	0.00%	29.99%	Baja

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla N° 18 se muestran los resultados del análisis cualitativo, mostrando la evaluación de la relación según el rango al que pertenecen (Ver Tabla N° 17).

Tabla N° 18: Procesos de análisis de riesgo obtenidos del análisis cualitativo

Ítem	Descripción	Relación
1	(03) ¿Usted tuvo problemas con la demora de ejecución de partidas por falta de materiales?	Bajo*
2	(16) Usted, ¿Ha tenido problemas con la entrega de materiales o insumos por parte de los proveedores?	Bajo*
3	(21) Usted, ¿Ha tenido problemas con el mal funcionamiento de las maquinarias y/o equipos?	Bajo*
4	(23) Usted, ¿Con qué frecuencia aumenta la mano de obra en las actividades debido a diferentes imprevistos?	Bajo*

Fuente: Elaboración propia.

5.2.5 Análisis de riesgo

En la Tabla N° 19, 20 y 21 se presenta respectivamente el análisis de riesgo para la pregunta 03, 16, 21 y 23. Y a continuación la propuesta de mejora (Ver Tabla N° 22).

Tabla N° 19: Análisis de riesgos para la pregunta 03

	Descripción	Variable Dependiente
		Evitar pérdidas de recursos
Variable independiente		(03). ¿Usted tuvo problemas con la demora de ejecución de partidas por falta de materiales?
	Procesos o actividades	PM-1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 20: Análisis de riesgos para la pregunta 16

	Descripción	Variable Dependiente	
		Mantener un flujo continuo	
Variable independiente		(16). Usted, ¿Ha tenido problemas con la entrega de materiales o insumos por parte de los proveedores?	
	Canales de comunicación	PM-2	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 21: Análisis de riesgos para la pregunta 21 y 23

	Descripción	Variable Dependiente	
		Mejorar los procesos constructivos	
Variable independiente		(21) Usted, ¿Ha tenido problemas con el mal funcionamiento de las maquinarias y/o equipos?	(23) Usted, ¿Con qué frecuencia aumenta la mano de obra en las actividades debido a diferentes imprevistos?
	Rendimientos	PM-3	PM-4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 22: Propuesta de mejora

Ítem	Propuesta de mejora
PM-1	Hacer uso de la herramienta <i>Just-in-time</i> para poder tener los materiales necesarios para ejecutar una partida específica en un momento justo. También se requiere establecer canales de comunicación que faciliten la coordinación de los pedidos con los proveedores y hacer un seguimiento con semanas de anticipación haciendo uso de plantillas <i>Gantt</i> .
PM-2	Tener una comunicación interna y externa a tiempo real en conjunto con los proveedores y la dirección facultativa. Esta conexión entre diferentes especialistas genera que todos puedan compartir información y tener un control de la planificación de actividades.
PM-3	Identificar el funcionamiento de las maquinarias y/o equipos para detectar cuáles son hábiles para la ejecución de la partida, usando la herramienta <i>Last Planner</i> podemos delegar mano de obra especializada que nos asegure el buen funcionamiento y por lo tanto no haya problemas por parte de estos equipos.
PM-4	Organizar las cuadrillas midiendo los rendimientos durante la ejecución de las partidas semanalmente, va a permitir hacer una corrección y un posterior buen uso del recurso de mano de obra para evitar imprevistos. La técnica de Carta balance es la adecuada para detectar estos imprevistos.

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Contrastación de Hipótesis

5.3.1 Contrastación de la Hipótesis General

Hipótesis Alterna (Ha):

Un sistema de control de procesos optimizará la productividad en obras de pavimento flexible en Lima Metropolitana.

Hipótesis Nula (H0):

Un sistema de control de procesos no optimizará la productividad en obras de pavimento flexible en Lima Metropolitana.

5.3.2 Contratación de la Hipótesis Específicas

Hipótesis específica (1):

Hipótesis Alternativa (Ha):

Al determinar los procesos o actividades a realizarse se evita pérdidas de recursos.

Hipótesis Nula (H0):

Al determinar los procesos o actividades a realizarse no se evita pérdidas de recursos.

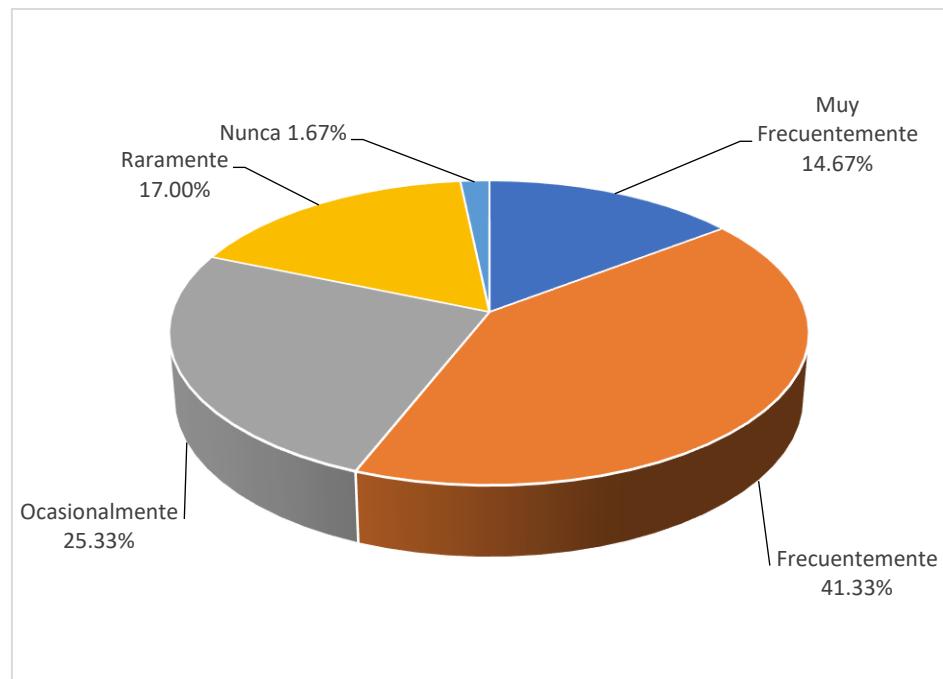


Figura N° 12: Determinar procesos o actividades a realizarse.

Fuente Elaboración propia

En la figura N° 12 se indica que el 56% de encuestados suele utilizar *Last Planner*, *Cartas Balance* y *Just-in-time* para determinar los procesos o actividades a realizarse, de esta manera evitar las pérdidas de recursos, es decir se acepta la hipótesis de investigación, por otro lado, existe un 44% que no utiliza esta herramienta, por ello se debe implementar una

propuesta de mejora para mejorar la programación de cada proceso constructivo y producir lo necesario en el momento justo.

En consecuencia, podemos concluir que menos de la mitad de encuestados no hacen uso de las herramientas de *Lean Construction*, por lo que buscamos concientizar la importancia de su uso en obras de pavimentos flexibles.

Sune y Huamán (2018) mencionan al respecto que luego de la implementación de las herramientas de la Filosofía Lean Construction, buscan mejorar la planificación tradicional con la que es común elaborar y ejecutar proyectos, con el propósito de optimizar los procesos constructivos que comprende un mantenimiento vial, se obtuvo un aumento del 0% al 100% del porcentaje de plan cumplido (PPC), un incremento de 7.22% en el trabajo productivo y 13.24% en el trabajo contributorio y una disminución de 20.46% en el trabajo no contributorio; lo que elimina la incertidumbre y variabilidad, ocasionando una disminución en pérdidas de recursos, al promover su mejor uso.

Hipótesis específica (2):

Hipótesis Alterna (H_a):

Estableciendo canales adecuados de comunicación interna y externa se mantiene un flujo continuo.

Hipótesis Nula (H₀):

Estableciendo canales adecuados de comunicación interna y externa no se mantiene un flujo continuo.

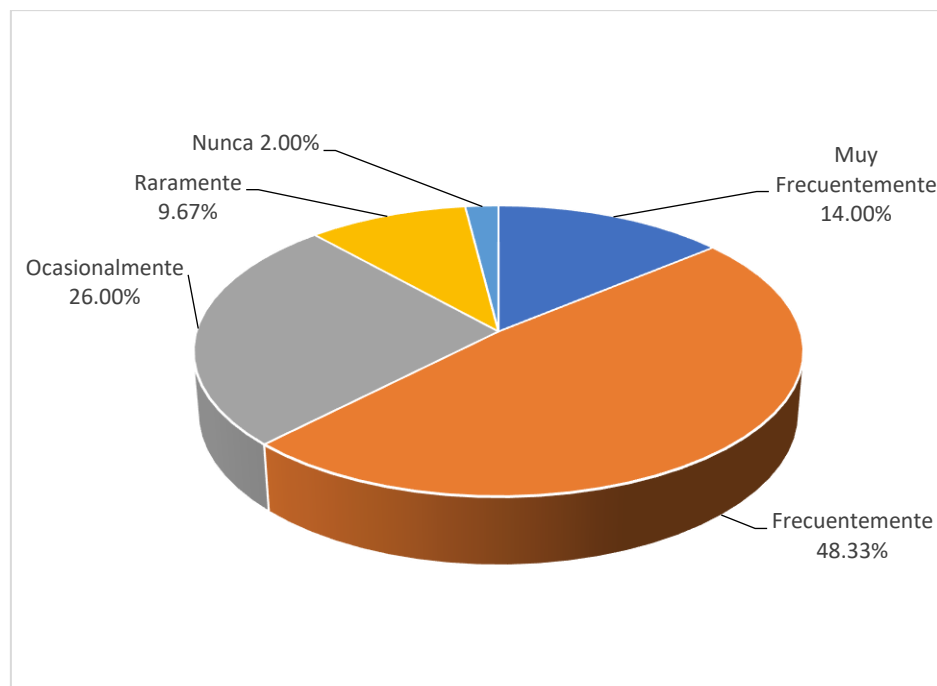


Figura N° 13: Establecer canales adecuados de comunicación interna y externa.

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 13 se indica que el 62.33% de encuestados establecen canales adecuados de comunicación interna y externa para mantener un flujo continuo, es decir que se acepta la hipótesis de investigación, por otro lado, un 37.67% no lo hace, por ello se buscará planes de mejoras para tener una mejor comunicación y coordinación, utilizando la herramienta *Last Planner* y otras herramientas de organización estructural, evitando contratiempos o imprevistos que afecten el flujo de obra.

El estudio determinó que existe un porcentaje significativo en cuanto al uso de canales de comunicación, es importante tener en cuenta que todas las especialidades que intervienen en la ejecución de una obra tienen que trabajar en coordinación para evitar los errores más comunes, como retrasos de partidas, mal funcionamiento de maquinaria, falta de insumos, etc.

Torres (2018) menciona al respecto que con la implementación de la herramienta *Last Planner* se consiguió una mejora en la planificación y mantener el flujo de los procesos en el mejoramiento de la Av. Pedro

Miotta en San Juan de Miraflores - Lima, al obtener un 75% de Porcentaje de Plan Cumplido, lo que confirma la mejora de la productividad, por lo que luego de aplicar la Técnica de los 5 porqué se reafirma que es necesario tener una mayor comunicación con la entidad contratante, reuniones para que ambas partes estén informadas sobre lo que se va a ejecutar y los permisos que se deben tramitar.

Hipótesis específica (3):

Hipótesis Alternativa (Ha):

Midiendo los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos mejora los procesos constructivos.

Hipótesis Nula (H0):

Midiendo los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos no mejora los procesos constructivos.

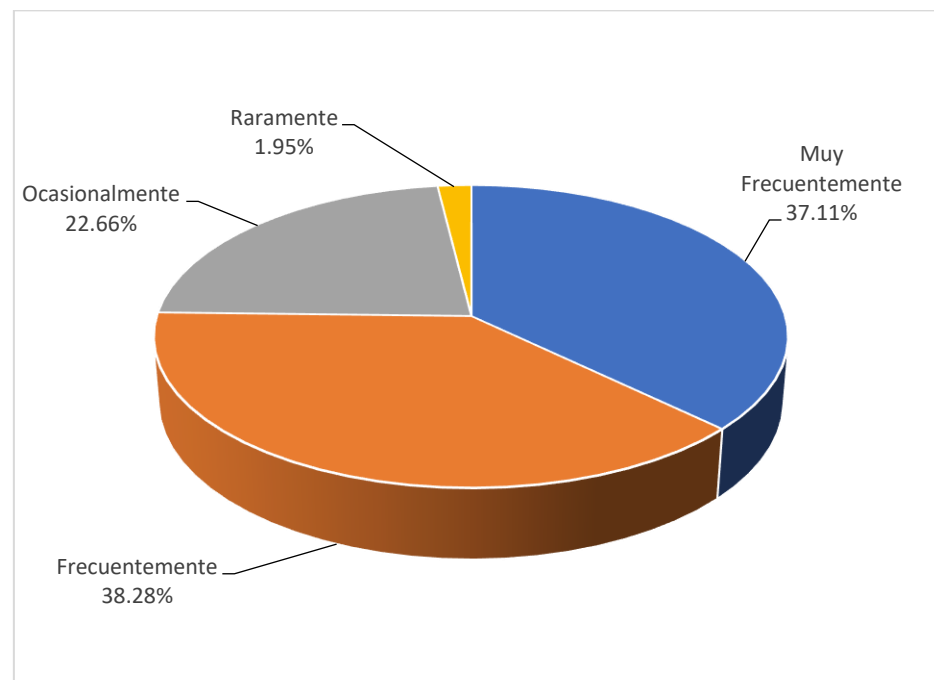


Figura N° 14: Medir los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos.

Fuente: Elaboración propia

La figura N° 14 indica que el 75.39% miden los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos para mejorar los procesos constructivos, por consecuencia, se acepta la hipótesis de investigación, es decir en un

24.61% se puede implementar un plan de mejora utilizando la herramienta Carta Balance.

Se puede deducir que no es tan significativo el porcentaje de especialistas que no usan herramientas para medir rendimientos, por lo cual no es tan alarmante, pero tenemos que reforzar las herramientas actuales de *Lean Construction* para evitar los retrasos de las partidas.

Angeli (2017) afirma que es complicado incentivar a la mano de obra de las herramientas ya que este recurso se caracteriza por ser poco especializado, refiriendo a que aplica sus conocimientos de forma empírica, por lo que ya estarían acostumbrados a realizar las actividades a su propio criterio y por lo tanto fallan al finalizar las partidas, este problema persiste hasta concientizarlos de que con una buena planificación y comunicación durante la ejecución de las partidas, se puede eliminar los tiempos no productivos y aumentar la productividad.

5.4 Desarrollo del proyecto

5.4.1 Generalidades de la empresa

5.4.1.1 Renovación de pista en la calle Las Terrazas y prolongación Los Laureles (entre La Calle Tupac Amaru y La Asoc. de propietarios Garcilaso de la Vega), Sector V Distrito de Chaclacayo, Provincia de Lima, Departamento de Lima.

a) Política

La constructora Álvarez Constructora, encargada de obras públicas y privadas, ofrece sus servicios para la ejecución de la obra “Renovación de pista en la calle Las Terrazas y prolongación Los Laureles (entre La Calle Tupac Amaru y La Asoc. de propietarios Garcilaso de la Vega), Sector V Distrito de Chaclacayo, Provincia de Lima, Departamento de Lima”.

b) Objetivos

1. Álvarez Constructora busca prestar comodidad, seguridad y eficiencia, tanto para el tránsito vehicular como para el tránsito peatonal, para que la superficie terminada sea la adecuada para la zona, mediante la construcción de pistas, veredas y muros de contención, en la obra “Renovación de pista en la calle Las Terrazas y prolongación Los Laureles (entre La Calle Tupac Amaru y La Asoc. de propietarios Garcilaso de la Vega), Sector V Distrito de Chaclacayo, Provincia de Lima, Departamento de Lima”.
2. Mejorar el transporte público y privado, afectando positivamente para su mejor uso.
3. Brindar seguridad y comodidad para el desplazamiento de sus usuarios al trabajo, comercio, servicios, entre otros.
4. También se busca recuperar y mejorar el entorno urbano, y disminuir la contaminación ambiental.

c) Alcance

Mediante el documento, se observa la descripción del proyecto, mencionando el monto total del proyecto, plazo de ejecución y fecha de inicio y final de la obra (Ver Tabla N° 23).

Tabla N° 23: Alcance del Proyecto

Proyecto	“Renovación de pista en la calle Las Terrazas y prolongación Los Laureles (entre La Calle Tupac Amaru y La Asoc. de propietarios Garcilaso de la Vega), Sector V Distrito de Chaclacayo, Provincia de Lima, Departamento de Lima”.
Ubicación	Calle Las Terrazas y prolongación Los Laureles (entre La Calle Tupac Amaru y La Asoc. de propietarios Garcilaso de la Vega), Sector V Distrito de Chaclacayo, Provincia de Lima, Departamento de Lima.
Nombre empresa contratista	Álvarez Constructora
Sistema de Contratación	Sistema a Precios Unitarios
Modalidad de ejecución	Administración Indirecta (Por Contrata)
Costo total del proyecto	S/. 1,019,279.83
Plazo de ejecución	60 días calendario

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, en la Figura N° 15 y 16 se muestra la imagen de los dos tramos que conforman la obra, calle Las Terrazas y prolongación Los Laureles respectivamente.



Figura N° 15: Imagen Tramo 1-895 - Calle las Terrazas

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 16: Imagen Tramo 1-898 – Prolongación los Laureles

Fuente: Elaboración Propia

5.4.2 Estadística descriptiva del proyecto

En la Tabla N° 24 se encuentran los datos del proyecto, como la ubicación, objetivo, área, conformación y costo total del proyecto.

Tabla N° 24: Estadística descriptiva del Proyecto

Proyecto	“Renovación de pista en la calle Las Terrazas y prolongación Los Laureles (entre La Calle Tupac Amaru y La Asoc. de propietarios Garcilaso de la Vega), Sector V Distrito de Chaclacayo, Provincia de Lima, Departamento de Lima”.
Ubicación	Calle Las Terrazas y prolongación Los Laureles (entre La Calle Tupac Amaru y La Asoc. de propietarios Garcilaso de la Vega), Sector V Distrito de Chaclacayo, Provincia de Lima, Departamento de Lima.
Objetivo	Mejorar el servicio de transitabilidad vehicular y la calidad de vida de la población de la zona de influencia del Proyecto en la Calle las Terrazas y Prolongación Los Laureles en las Urbanizaciones Cusipata y 3 de octubre respectivamente.
Área	4 066.72 m ²
Conformación de proyecto	Pavimento flexible conformado por sub base de e=0,15 m. y base e=0,015 m. (4066,72 m ² .), imprimación asfáltica y carpeta asfáltica de e=0.05 m. (4066,72 m ² .). 1073,10 m. de sardineles sumergidos de concreto. 74,82 m. Murete de concreto para protección. 155,404 m. Canal lateral de concreto. 1804,01 m. Señalización horizontal y pintura de línea continua. 39,41 m ² . Señalización horizontal y pintura para cruces.
Costo total del proyecto	S/. 1,024,576.41

Fuente: Elaboración Propia.

5.4.3 Herramientas de control de calidad

- Diagrama *Ishikawa* (Causa-Efecto)

En el diagrama Ishikawa, se presenta la metodología para aumentar la productividad en obras de pavimento flexible (Ver Figura N° 17).

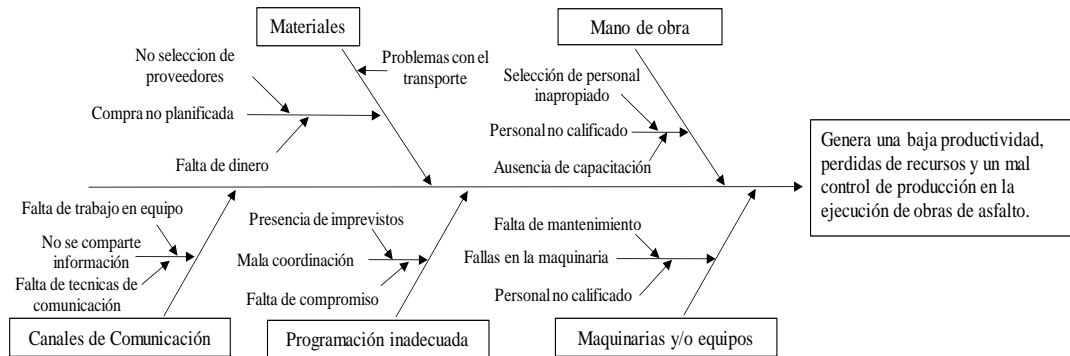


Figura N° 17: Diagrama Ishikawa – Metodología para aumentar la productividad en obras de pavimento flexible

Fuente: Elaboración Propia

- Diagrama de flujo

En el diagrama de flujo, se presenta la metodología para aumentar la productividad en obras de pavimento flexible (Ver Figura N° 18).

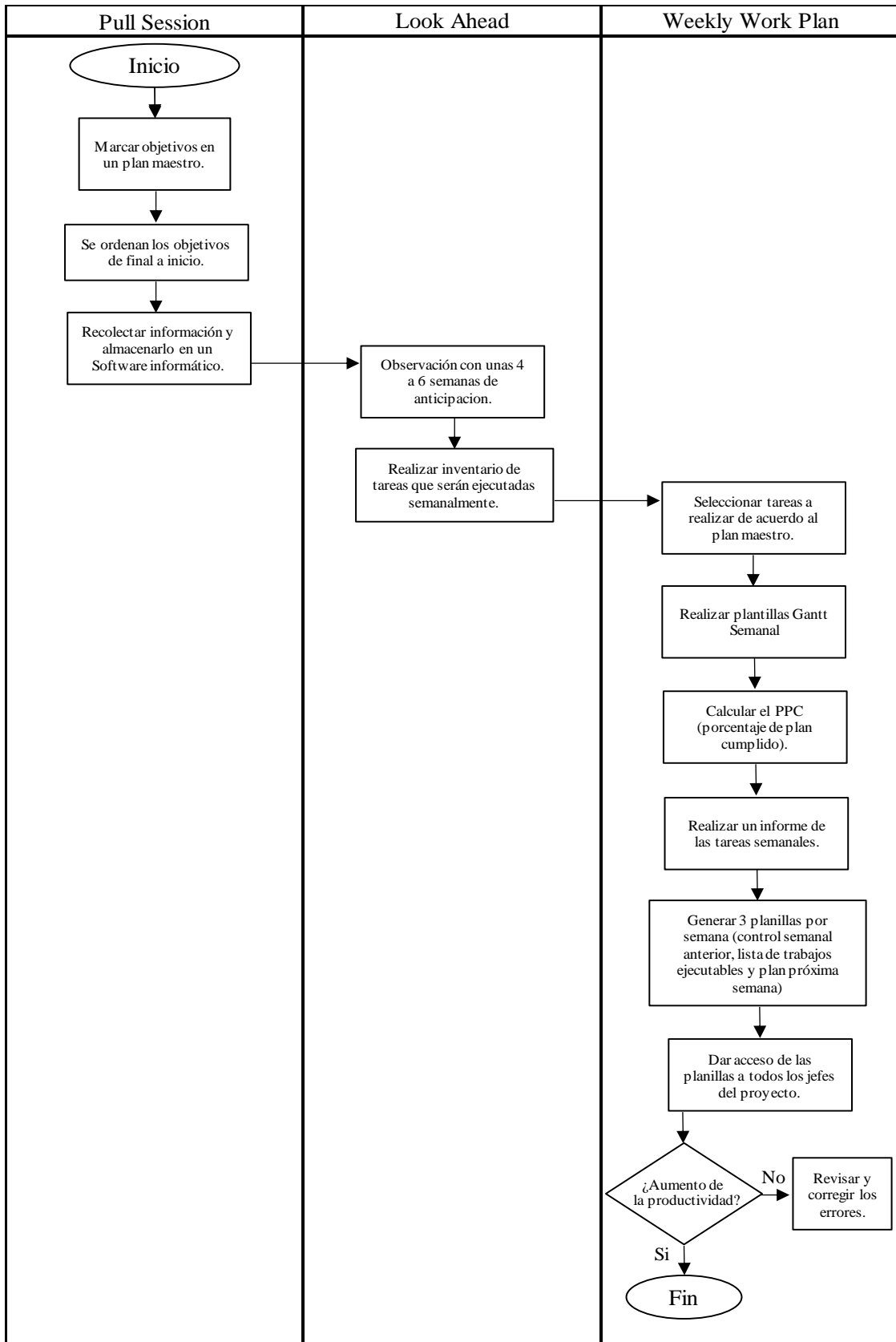


Figura N° 18: Diagrama de flujo – Metodología para aumentar la productividad en obras de pavimento flexible

Fuente: Elaboración Propia

- Análisis *FODA*

En el análisis *FODA*, se presenta la metodología para aumentar la productividad en obras de pavimento flexible (Ver Figura N° 19).

ANÁLISIS INTERNO			
N°	FORTALEZAS	N°	DEBILIDADES
F1	Eficiente programación de obra para producir los recursos necesario y evitar perdidas.	D1	Desorden en la ejecución de la obra, generando pérdida de materiales.
F2	Adecuada coordinación para tener un flujo continuo en la obra.	D2	Poco intercambio de información, generando errores logísticos de los recursos.
F3	Conocer la situación de cada cuadrilla para mejorar los procesos constructivos.	D3	Mala organización al asignar las actividades y en la organización de las cuadrillas.
N°	OPORTUNIDADES	N°	AMENAZAS
O1	Aprovechar cálculos de errores, mediante la organización Pull Session, para mantener un flujo continuo.	A1	Falta de capacitación de los especialistas para llevar a cabo los objetivos propuestos.
O2	Uso de tecnología para realizar planillas de actividades semanales y charlas online, a fin de conocer el avance el proyecto.	A2	Personal desactualizado de la nueva tecnología que se usa para generar canales de comunicación interna y externa.
O3	Aprovechar los tiempos contributorios para mantener una buena ejecución de partidas y evitar mano de obra innecesaria.	A3	Falta de compromiso por parte de la mano de obra, generando pérdida de recursos y afectando el flujo continuo de la obra.

Figura N° 19: Análisis FODA – Metodología para aumentar la productividad en obras de pavimento flexible

Fuente: Elaboración Propia

5.5 Propuesta de Mejora

5.5.1 Plan de mejora

La empresa Álvarez Constructora ejecuta el proyecto: “Renovación de pista en la calle Las Terrazas y prolongación Los Laureles (entre La Calle Tupac Amaru y La Asoc. de propietarios Garcilaso de la Vega), Sector V Distrito de Chaclacayo, Provincia de Lima, Departamento de Lima”, con un costo de presupuesto de S/. 1,024,576.41 (Un millón veinticuatro mil

quinientos setenta y seis soles con cuarenta y un centavos). Para este proyecto se va a emplear la filosofía *Lean Construction* implementando las herramientas *Last Planner*, *Just-in-time* y Carta Balance, para lograr aumentar la productividad y poder implementar un sistema de control de procesos. El procedimiento que se va a seguir está indicado dentro de un plan maestro, haciendo uso de los tres pasos de *Last Planner* que son *Pull Session*, *Look Ahead* y *Weekly Work Plan*. Esta metodología puede ser implementada en la ejecución de obras de pavimento flexible.

5.5.2 Procedimientos para la aplicación de la propuesta de mejora

Dentro de la aplicación del plan de mejora se hará uso de la herramienta *Last Planner*, la cual se complementará con las herramientas Carta Balance y *Just-in-time*.

Además, se observará cuáles son los pasos a seguir en la implementación de *Last Planner* para tener mejor control de procesos constructivos. Las técnicas que se utilizarán son *Pull Session*, *Look Ahead* y *Weekly Work Plan*; haciendo uso de diagrama de *Gantt* y el software *SmartWe*.

a) Last Planner

Primero se realizará una reunión con todos los involucrados en la realización del proyecto para marcar objetivos y coordinar un plan maestro. Luego se ordenan los objetivos de final a inicio haciendo uso de marcadores *post it* en una pizarra indicando la secuencia a seguir, a continuación, se recolecta información y se almacena en un software informático.

Se hace una observación de cuatro a seis semanas de anticipación mientras la obra se está ejecutando, luego se realiza un inventario de tareas que deben ser ejecutadas semanalmente.

Posteriormente se seleccionan las tareas a realizar de acuerdo al plan maestro, en las cuales será uso de plantillas *Gantt* semanal para registrar

todas las partidas que se están ejecutando. En base a esto se calculará el *PPC* (Porcentaje de plan cumplido), para conocer qué tan efectivo fue la planificación realizada y recalcar que motivos existieron para no poder cumplir los objetivos y durante las semanas realizar las correcciones necesarias, luego se realizará un informe de las tareas semanales y se generará tres planillas por semana (control semanal anterior, lista de trabajos ejecutables y plan próxima semana), finalmente se dará acceso de las planillas a todos los jefes del proyecto de toda esta información obtenida.

b) Carta Balance

Dentro de la ejecución de las partidas se realizará la medición de tres tiempos: Tiempo productivo, tiempo contributorio y no contributorio, los cuales ayudarán a verificar u optimizar las cuadrillas, para posteriormente plantear una estrategia y re asignarla en caso sea necesario logrando eliminar tiempo no contributorio o convertirlo en tiempo contributorio, y a su vez transformarlo a tiempo productivo.

c) *Just-in-time*

Esta herramienta se implementará para lograr producir lo necesario en el momento justo para que de esta manera no exista desperdicio en el proceso de construcción.

Se seleccionan los recursos que se van a utilizar en cada partida a ejecutar en la semana, para evitar tener grandes cantidades de materiales o componentes en el progreso de la obra. En consecuencia, tendremos menos capital atado a este inventario. Con esto, habrá recursos que no caduquen. Y se logrará gastar menos tiempo en revisiones y reelaboraciones de la producción, cumpliendo con las metas establecidas en la semana.

5.5.3 Recomendaciones para la propuesta de mejora

En la Tabla N° 25 se observan las recomendaciones para la implementación del control de procesos.

Tabla N° 25: Recomendaciones para la propuesta de mejora

Efectividad	Calcular el <i>PPC</i> (Porcentaje de plan cumplido) medirá el porcentaje de efectividad y se evidenciará las partidas que no se están cumpliendo, las que más se repiten y poder realizar las correcciones necesarias.
Implementar softwares para mejorar la comunicación	La implementación de softwares podrá hacer más fácil la comunicación interna y externa, ayudando a tener una mejor coordinación, intercambio de información y planificación de actividades.
Selección adecuada de los recursos y distribución de mano de obra	Realizar la compra de materiales a tiempo para prevenir pérdidas de recursos y tener una buena distribución de mano de obra para realizar las partidas
Realizar seguimientos semanales	Realizar constantes seguimientos, haciendo una revisión semanal por parte de los especialistas y la dirección facultativa para monitorear la correcta ejecución de las partidas.
Capacitación constante del personal	Realizar constantes capacitaciones al personal mediante charlas y asesorías de los objetivos y política de la empresa para brindar mayor conocimiento, además de mejorar la eficiencia y el desarrollo de las habilidades, generando una disminución de errores.

Compromiso del personal

Concientizar al personal involucrado de los objetivos trazados en la obra, y así todos se vean beneficiados con los resultados. Al tener personal comprometido, se podrán tener mejores resultados en la ejecución de las partidas, ya que todos estarán involucrados en la misma visión y metas.

Fuente: Elaboración Propia.

5.5.4 Aplicación de la propuesta de mejora

Se realizará la aplicación de un plan de mejora, el cual involucra las áreas de mejora, los objetivos y las acciones de mejora. Se mostrará los pasos a seguir en la implementación de *Lean Construction*, se aplicará en el proyecto de mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal en el Distrito de Comas. Se realiza el procedimiento para el análisis de la productividad y mejorar el control de procesos.

Se estudiaron los datos obtenidos de obras similares, analizar los resultados y aplicar el plan de mejora propuesto.

5.5.5 Estado situacional del proyecto antes de aplicar el plan de mejora

Dentro del proyecto en estudio, se observa el estado actual en el que se encuentra la obra, y de esta manera poder reconocer las carencias que causan errores. Se revisarán los procesos que necesiten la aplicación de las herramientas seleccionadas, para luego implementar el plan de mejora.

5.5.5.1 Preparación del diagnóstico

Para poder analizar la situación actual de la obra se va analizar las partidas que comprenden la instalación de pavimento flexible. Comprende desde las etapas de movimiento de tierras hasta la pavimentación.

5.5.4.2. Diagnóstico de la situación actual de la obra

En el siguiente procedimiento vamos a describir las partidas que se ejecutan en la obra “Renovación de pista en la calle Las Terrazas y prolongación Los Laureles (entre La Calle Tupac Amaru y La Asoc. de propietarios Garcilaso de la Vega), Sector V Distrito de Chaclacayo, Provincia de Lima, Departamento de Lima”. Para poder hacer el análisis se tomarán en cuenta las siguientes partidas que se realizaron para la instalación de pavimento flexible, tomaremos en cuenta cuáles fueron los errores que se presentaron:

- Corte nivel de sub rasante c/maquinaria

Dentro del expediente técnico el costo calculado fue de S/. 25711.24 se estipuló que se desarrollaría en 6 días. La mano de obra destinada fue 1 operario, 1 oficial y 2 peones; los equipos utilizados son tractor de orugas de 140 – 160 HP y herramientas manuales. En la siguiente Tabla N° 26, se resume de manera más adecuada los datos mencionados.

Tabla N° 26: Descripción de Corte nivel de sub rasante c/maquinaria

Partida:	Corte nivel de sub rasante c/maquinaria
Costo calculado	S/. 25 711.24
Tiempo de ejecución	6 días
Mano de obra	1 operario 1 oficial 2 peones
Maquinaria y Equipos	Tractor de orugas de 140 – 160 HP Herramientas manuales

Fuente: Elaboración Propia.

Al llevarse a cabo esta partida se presentó un error en el cual el personal no estaba capacitado para el manejo de la maquinaria

correspondiente, ya que el tractor de orugas sufrió un desperfecto y no se supo arreglar en el momento, por lo que se tuvo que llamar a un mecánico especialista para así continuar con la labor de obra, por este motivo la ejecución se aplazó un día. En la Tabla N° 27, se observa el costo que se calculó por hora máquina que se empleó en esta partida.

Tabla N° 27: Descripción de tractor de orugas en corte a nivel de sub rasante c/maquinaria, antes del plan de mejora

Recurso	Und.	Horas	Precio	Costo
Tractor de orugas de 140 - 160 HP	h-m	56	292.07	16355.9

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla N° 28, se hizo el cálculo de la productividad elaborando una proporción entre los metros cuadrados de esta partida con las horas máquina de la maquinaria utilizada.

Tabla N° 28: Productividad de tractor de orugas en corte a nivel de sub rasante c/maquinaria, antes del plan de mejora

	Nombre	Und.	Cant.	Productividad
	Corte a nivel de			
Producto	sub rasante	M2	2581.45	
	c/maquinaria			46.10 m ² /h-
	Tractor de			m
Recurso	orugas de 140 - 160 HP	HM	56	

Fuente: Elaboración Propia.

- Relleno compactado con material propio
Dentro del expediente técnico el costo destinado fue S/. 822.23 se estipuló que se desarrollaría en 1 día. La mano de obra destinada fue 1 operario, 1 oficial y 6 peones; los equipos utilizados son

motoniveladora, camión cisterna (2,500 Glns.), rodillo liso vibratorio autopropulsado 101-135HP, cargador sobre llantas 125 HP 2.5 yd³ y herramientas manuales. En la siguiente tabla N° 29, se resume de manera más adecuada los datos mencionados.

Tabla N° 29: Descripción de Relleno compactado con material propio

Partida:	Relleno compactado con material propio
Costo calculado	S/. 822.23
Tiempo de ejecución	1 día
Mano de obra	1 operario 1 oficial 6 peones
Maquinaria y Equipos	Motoniveladora Camión cisterna (2,500 Glns.) Rodillo liso vibratorio autopropulsado 101-135HP Cargador sobre llantas 125 HP 2.5 yd ³ Herramientas manuales

Fuente: Elaboración Propia.

En esta partida se observó que un peón podía ser reubicado a otra cuadrilla, sin afectar las partidas. Esto se realizó con ayuda del supervisor para evitar que la ejecución de este trabajo se aplase más tiempo. En la tabla N° 30, se aprecia la conformación de la cuadrilla empleada en esta partida y el precio parcial.

Tabla N° 30: Descripción de mano de obra en relleno compactado con material propio, antes del plan de mejora

Recurso: mano de obra	Und.	Cuadr.	Cant.	Precio	Parcial
Operario	h-h	1	0.032	23.44	0.75
Oficial	h-h	1	0.032	18.53	0.59
Peón	h-h	6	0.192	16.76	19.31

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N° 31, se hizo el cálculo de la productividad elaborando una proporción entre los metros cúbicos de esta partida con las horas hombre de la cuadrilla utilizada.

Tabla N° 31: Productividad de mano de obra en relleno compactado con material propio, antes del plan de mejora

	Nombre	Und.	Cant.	Productividad
	Relleno y			
Producto	compactado con material propio	m3	29.91	0.47 m3/h-h
Recurso	Mano de obra	h-h	64	

Fuente: Elaboración Propia.

- Eliminación de material excedente DM=10 Km.

Dentro del expediente técnico el costo destinado fue S/. 87 390.33 se estipuló que se desarrollaría en 8 días. La mano de obra destinada fue 2 peones; los equipos utilizados son camión volquete 6x4 330 HP 15 m3, cargador sobre llantas 125 HP 2.5 yd3 y herramientas manuales. En la siguiente tabla N° 32, se resume de manera más adecuada los datos mencionados.

Tabla N° 32: Descripción de Eliminación de material excedente DM=10 Km

Partida:	Eliminación de material excedente DM=10Km
Costo calculado	S/. 87 390.33
Tiempo de ejecución	8 días
Mano de obra	2 peones
Maquinaria y Equipos	Camión volquete 6x4 330 HP 15 m3 Cargador sobre llantas 125HP 2.5yd3 Herramientas manuales

Fuente: Elaboración Propia.

Esta partida se realizó de forma satisfactoria al no presentar imprevistos en la ejecución.

- Perfilado y compactado de subrasante

Dentro del expediente técnico el costo destinado fue S/. 14 030.18 se estipuló que se desarrollaría en 3 días. La mano de obra destinada fue 1 operario, 1 oficial y 4 peones; los equipos utilizados son camión cisterna (2,5 Glns.), rodillo liso vibratorio autopropulsado 101-135 Hp, motoniveladora de 125 HP y herramientas manuales. En la siguiente tabla N° 33, se resumen de manera más adecuada los datos mencionados.

Tabla N° 33: Descripción de Perfilado y compactación de subrasante

Partida:	Perfilado y compactación de subrasante
Costo calculado	S/. 14 030.18
Tiempo de ejecución	3 días
Mano de obra	1 operario 1 oficial 4 peones
Maquinaria y Equipos	Camión cisterna (2,500 Glns.)

Rodillo liso vibratorio
 autopropulsado 101-135HP
 Motoniveladora de 125 HP
 Herramientas manuales

Fuente: Elaboración Propia.

En la ejecución de esta partida hubo un desperfecto con el rodillo liso vibratorio, al tener una fuga en el sistema hidráulico por lo que la máquina perdió fuerza para ejecutar el trabajo. El rodillo se tuvo que detener inmediatamente y se llegó a la conclusión de que no hubo una inspección preventiva por parte del operador, causando una demora de un día. En la tabla N° 34, se observa el costo que se calculó por hora máquina que se empleó para esta partida.

Tabla N° 34: Descripción de rodillo liso vibratorio autopropulsado 101-135 HP en Perfilado y compactado de subrasante antes del plan de mejora

Recurso	Und.	Cant.	Precio	Costo
Rodillo liso vibratorio autopropulsado 101-135 HP	h-m	32	179.85	5755.2

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 35, se hizo el cálculo de la productividad elaborando una proporción entre los metros cuadrados de esta partida con las horas máquina, de la maquinaria utilizada.

Tabla N° 35: Productividad de Perfilado y compactado de subrasante antes de plan de mejora

	Nombre	Und.	Cant.	Productividad
	Perfilado y			
Producto	compactado de subrasante	M2	4066.72	
	Rodillo liso			127.09 m2/h-m
Recurso	vibratorio autopropulsado 101-135 HP	HM	32	

Fuente: Elaboración Propia.

- Conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.)
Dentro del expediente técnico el costo destinado fue S/. 65 026.85 se estipuló que se desarrollaría en 3 días. La mano de obra destinada fue 1 operario, 1 oficial y 4 peones; se utilizó material granular; y los equipos utilizados son camión cisterna (2,5 Glns), rodillo liso vibratorio autopropulsado 101-135 HI, motoniveladora de 125 HP y herramientas manuales. En la siguiente tabla N° 36, se resume de manera más adecuada los datos mencionados.

Tabla N° 36: Descripción de Conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.)

Partida:	Conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.)
Costo calculado	S/. 65 026.85
Tiempo de ejecución	3 días
Mano de obra	1 operario 1 oficial 4 peones
Material	Material granular

Maquinaria y Equipos Camión cisterna (2,500 Glns)
Rodillo liso vibratorio
autopropulsado 101-135HP
Motoniveladora de 125 HP
Herramientas manuales

Fuente: Elaboración Propia.

En esta partida se calculó 610.01 m³ de material granular para la conformación y compactación de la subbase. Al recibir el pedido hubo una equivocación y solo llegó 600 m³ por lo que se tuvo que hacer la reparación correspondiente. En la tabla N° 37, se aprecia la conformación de la cuadrilla empleada en esta partida y el precio parcial.

Tabla N° 37: Descripción de mano de obra en conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.) antes del plan de mejora

Recurso: mano de obra	Und.	Cuadr.	Cant.	Precio	Parcial
Operario	h-h	1	0.007	23.44	0.17
Oficial	h-h	1	0.007	18.53	0.14
Peon	h-h	4	0.029	16.76	1.95

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N° 38, se hizo el cálculo de la productividad elaborando una proporción entre los metros cúbicos de esta partida con las horas hombre de la cuadrilla asignada.

Tabla N° 38: Productividad en conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.) antes del plan de mejora

	Nombre	Und.	Cant.	Productividad	
Producto	Conformación y compactación de subbase granular (E=0.15m)	m ³	610.0 1	6.22	m ³ / h-h
	Recurso	Mano de obra	h-h	98	

Fuente: Elaboración Propia.

- Conformación y compactación de base granular (E=0.15 m.)
Dentro del expediente técnico el costo destinado fue S/. 66 084.20 se estipuló que se desarrollaría en 3 días. La mano de obra destinada fue 1 operario, 1 oficial y 4 peones; se utilizó material granular para base; y los equipos utilizados son camión cisterna (2,5 Glns), rodillo liso vibratorio autopulsado 101-135 HI, motoniveladora de 125 HP y herramientas manuales. En la siguiente tabla N° 39, se resumen de manera más adecuada los datos mencionados.

Tabla N° 39: Descripción de Conformación y compactación de base granular (E=0.15 m.)

Partida:	Conformación y compactación de base granular (E=0.15 m.)
Costo calculado	S/. 66 084.20
Tiempo de ejecución	3 días
Mano de obra	1 operario 1 oficial 4 peones
Material	Material granular para base

Maquinaria y Equipos	Camión cisterna (2,500 Glns)
	Rodillo liso vibratorio autopropulsado 101-135HP
	Motoniveladora de 125 HP
	Herramientas manuales

Fuente: Elaboración Propia.

Esta partida se realizó de forma satisfactoria al no presentar imprevistos en la ejecución.

- Imprimación asfáltica

Dentro del expediente técnico el costo destinado fue S/. 15 932.21 se estipuló que se desarrollaría en 2 días. La mano de obra destinada fue 1 operario, 2 oficiales y 2 peones; se utilizó material Kerosene industrial y asfalto RC-250; y los equipos utilizados son tractor de tiro MF 265 63 HP, camión imprimador 6x2 178-210 HP 1,800 gl, barredora mecánica 10-20 HP 7 P. Long. y herramientas manuales. En la siguiente tabla N° 40, se resume de manera más adecuada los datos mencionados.

Tabla N° 40: Descripción de Imprimación asfáltica

Partida:	Imprimación asfáltica
Costo calculado	S/. 15 932.21
Tiempo de ejecución	2 días
Mano de obra	1 operario 2 oficiales 2 peones
Material	Kerosene industrial Asfalto RC-250
Maquinaria y Equipos	Tractor de tiro MF 265 63 HP

Camión imprimador 6x2 178-210 HP
1,800 gl.

Barredora mecánica 10-20 HP 7
P.LONG.

Herramientas manuales

Fuente: Elaboración Propia.

En esta partida se notó que existió una demora durante la ejecución de este trabajo al no asignar la cuadrilla de forma óptima, lo cual causó que el tiempo sea más extenso. En la tabla N° 41, se aprecia la conformación de la cuadrilla empleada en esta partida y el precio parcial.

Tabla N° 41: Descripción de mano de obra en imprimación asfáltica antes del plan de mejora

Recurso: mano de obra	Und.	Cuadr.	Cant.	Precio	Parcial
Operario	h-h	1	0.007	23.44	0.17
Oficial	h-h	1	0.007	18.53	0.14
Peon	h-h	2	0.029	16.76	0.98

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N° 42, se hizo el cálculo de la productividad elaborando una proporción entre los metros cuadrados de esta partida con las horas hombre de la cuadrilla asignada.

Tabla N° 42: Productividad en imprimación asfáltica antes del plan de mejora

	Nombre	Und.	Cant.	Productividad
Producto	Imprimación asfáltica	m2	4066.72	119.61 m3/h-h
Recurso	Mano de obra	h-h	34	

Fuente: Elaboración Propia.

- Carpeta asfáltica en caliente de 2”

Dentro del expediente técnico el costo destinado fue S/. 120 008.91 se estipuló que se desarrollaría en 4 días. La mano de obra destinada fue 1 operario, 2 oficiales y 8 peones; se utilizó material mezcla asfáltica y transporte de mezcla asfáltica; y los equipos utilizados son pavimentadora sobre orugas 69 HP 10-16”, rodillo neumático autopropulsado 81-100 HP 5.5-2 hm, rodillo tandem estático autopropulsado 58-70HP hm. y herramientas manuales. En la siguiente tabla N° 43, se resume de manera más adecuada los datos mencionados.

Tabla N° 43: Descripción de Carpeta asfáltica en caliente de 2”

Partida:	Carpeta asfáltica en caliente de 2”
Costo calculado	S/. 120 008.91
Tiempo de ejecución	4 días
Mano de obra	1 operario 2 oficiales 8 peones
Material	Mezcla asfáltica Transporte de mezcla asfáltica
Maquinaria y Equipos	Pavimentadora sobre orugas 69 HP 10-16” Rodillo neumático autopropulsado 81-100 HP 5.5-2 hm. Rodillo tandem estático autopropulsado 58-70HP hm. Herramientas manuales

Fuente: Elaboración Propia.

En esta partida se detectó que la temperatura de la mezcla era baja ya que presentaba un aspecto poco fluido, lo que ocasionó un

rechazo de este material y se tuvo que solicitar una nueva mezcla asfáltica, ocasionando un día de retraso. En la tabla N° 44, se observa el costo que se calculó por hora máquina en esta partida.

Tabla N° 44: Descripción de maquinaria en carpeta asfáltica en caliente 2” antes del plan de mejora

Recurso	Und.	Horas	Precio	Costo
Pavimentadora sobre orugas 69 HP 10-16”	h-m	40	120	4800
Rodillo neumático autoprop. 81-100 HP 5.5-2 hm.	h-m	40	145.37	5814.8
Rodillo tandem estático autopropulsado 58-70HP hm.	h-m	40	62	2480

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N° 45, se hizo el cálculo de la productividad elaborando una proporción entre los metros cuadrados de esta partida con las horas máquina del tren asfáltico asignado.

Tabla N° 45: Productividad de carpeta asfáltica en caliente 2” en antes del plan de mejora

	Nombre	Und.	Cant.	Productividad
Producto	Carpeta asfáltica en caliente de 2	m2	4066.72	
	Pavimentadora sobre orugas 69 HP 10-16”	h-m	40	
Recurso	Rodillo neumático autoprop. 81-100 HP 5.5-2 hm.	h-m	40	33.89 m2/h-m
	Rodillo tandem estático autopropulsado 58-70HP hm.	h-m	40	

Fuente: Elaboración Propia.

5.5.6 Estado situacional del proyecto después de aplicar el plan de mejora

Al implementar el plan de mejora a las partidas presentadas, se encuentra una solución al observar que existe una disminución en el tiempo de ejecución de cada una de ellas.

- Corte nivel de sub rasante c/maquinaria

Luego de implementar el plan de mejora, se observó que la obra se ejecutaría en 5 días.

Se tiene que realizar una primera reunión antes de la ejecución de la obra para buscar soluciones a los imprevistos suscitados, donde se coordina el correcto reclutamiento de los operarios y mano de obra con el encargado de área de recursos humanos. Se realizan charlas y capacitaciones de los operarios para evitar imprevistos por mal funcionamiento de la maquinaria.

Dentro del *Look Ahead* se debe implementar un plan de respaldo, para prevenir que el flujo se vea afectado. En la figura N° 20 se aprecia el proceso de *Look Ahead* aplicado a un problema en la partida corte a nivel de sub rasante c/maquinaria.

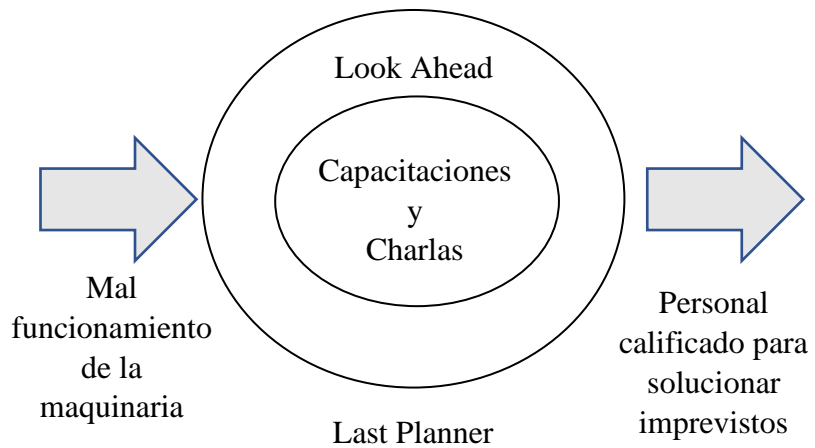


Figura N° 20: Efecto de *Look Ahead* en corte nivel de sub rasante c/maquinaria
Fuente: Elaboración Propia

Luego de aplicar el plan de mejora, se obtienen la tabla N° 46, donde se aprecia el nuevo costo de la maquinaria Tractor de orugas 140 – 160 HP luego de aplicar el plan de mejora, y la tabla N° 47 donde se aprecia la mejoría en la productividad del mismo.

Tabla N° 46: Presupuesto de tractor de orugas en corte a nivel de sub rasante c/maquinaria, después del plan de mejora

Recurso	Und.	Horas	Precio	Costo
Tractor de orugas de 140 - 160 HP	h-m	48	292.07	14019.4

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 47: Productividad de tractor de orugas de 140 – 160 HP en corte a nivel de sub rasante c/maquinaria, después del plan de mejora

	Nombre	Und.	Cant.	Productividad
Corte a nivel de				
Producto	sub rasante	M2	2581.45	
	c/maquinaria			53.78 m ² /h-m
Tractor de				
Recurso	orugas de 140 - 160 HP	HM	48	

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 48 presentada, se observa los valores de la comparación de las productividades obtenidas del antes y después de aplicar el plan de mejora.

Tabla N° 48: Comparación de las productividades de tractor de orugas de 140 – 160 HP en corte a nivel de sub rasante c/maquinaria

	Cant.	Und.
Productividad inicial	46.10	m ² /h-m
Productividad final	53.78	m ² /h-m
La productividad disminuyó en:	14.29	%
El costo disminuyó en:	2336.56	Soles

Fuente: Elaboración Propia.

- Relleno compactado con material propio

Indicado anteriormente fue necesario la sustracción de un peón para reordenar la cuadrilla, siendo la mano de obra necesaria de 1 operario, 1 oficial y 5 peones. Este obrero fue agrupado a una partida que se realizaba paralelamente llamada demolición de canal existente.

Para evitar estas preocupaciones se tienen que medir los rendimientos a tiempo real de todas las partidas que se estén

ejecutando paralelamente, se miden los tiempos productivos, contributorio y no contributorio. Lo más importante es medir el tiempo no contributorio y contributorio para transformarlo en tiempo productivo, esto nos permite reagrupar las cuadrillas para terminar las partidas a tiempo o antes de lo previsto. Se hace un control de rendimientos, entre las partidas que se estén realizando paralelamente, en un tiempo corto determinado por el jefe de obra, se detecta al obrero que no esté trabajando uniformemente a la cuadrilla, para reubicarlo a otra labor. Con esta herramienta obtendremos una cuadrilla óptima y productiva. En la figura N° 21 se aprecia el reagrupamiento al utilizar Cartas Balance aplicado al problema en la partida relleno compactado con material propio.

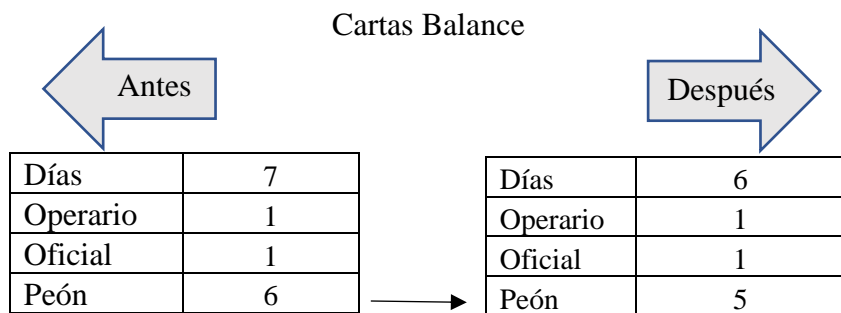


Figura N° 21: Efecto de Cartas Balance en relleno compactado con material propio

Fuente: Elaboración Propia

Luego de aplicar el plan de mejora, se obtienen la tabla N° 49, donde se aprecia el nuevo costo parcial de la mano de obra luego de aplicar el plan de mejora, y la tabla N° 50 donde se aprecia la mejoría en la productividad del mismo.

Tabla N° 49: Presupuesto de mano de obra en relleno y compactado con material propio, después del plan de mejora

Recurso: mano de obra	Und.	Cuadr.	Cant.	Precio	Parcial
Operario	h-h	1	0.032	23.44	0.75
Oficial	h-h	1	0.032	18.53	0.59
Peón	h-h	5	0.192	16.76	16.09

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 50: Productividad de mano de obra en relleno y compactado con material propio, después del plan de mejora

Nombre	Und.	Cant.	Productividad
Relleno y compactado con material propio	m3	29.91	0.53 m3/h-h
Recurso Mano de obra	h-h	56	

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 51 presentada, se observa los valores de la comparación de las productividades obtenidas del antes y después de aplicar el plan de mejora.

Tabla N° 51: Comparación de productividades de mano de obra en relleno y compactado con material propio

	Cant.	Und.
Productividad inicial	0.47	m3/h-h
Productividad final	0.53	m3/h-h
La productividad aumentó en:	14.29	%
El costo se disminuyó en:	25.74	Soles

Fuente: Elaboración Propia.

- Perfilado y compactado de subrasante

Luego de implementar el plan de mejora, se observó que la obra se ejecutaría en 3 días.

La solución para los problemas es implementar *Look Ahead* y *Weekly Work Plan*, evaluar y ensayar alternativas a diferentes problemas que pueden presentarse dentro del cronograma de mantenimientos, lo que promueve las inspecciones de distintas maquinarias y equipos que se utilizarán en los diferentes procesos a ejecutarse. En la figura N° 22 se aprecia el proceso de *Weekly Work Plan* aplicado en el problema en la partida perfilado y compactado de subrasante.



Figura N° 22: Efecto de *Weekly Work Plan* en perfilado y compactado de subrasante

Fuente: Elaboración Propia

Luego de aplicar el plan de mejora, se obtienen la tabla N° 52, donde se aprecia el nuevo costo de la maquinaria rodillo liso vibratorio autopropulsado 101 – 135 HP luego de aplicar el plan de mejora, y la tabla N° 53 donde se aprecia la mejoría en la productividad del mismo.

Tabla N° 52: Presupuesto de rodillo liso vibratorio autopropulsado 101 - 135 HP en perfilado y compactado de subrasante, después del plan de mejora

Recurso	Und.	Horas	Precio	Costo
Rodillo liso vibratorio				
autopropulsado 101-135 HP	h-m	24	179.85	4316.4

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 53: Productividad de rodillo liso vibratorio autopropulsado en perfilado y compactado de subrasante, después del plan de mejora

Nombre	Und.	Cant.	Productividad
Perfilado y			
Producto compactado de subrasante	m2	4066.72	
Rodillo liso vibratorio autopropulsado 101-135 HP	h-m	24	169.45 m2/h-m

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 54 presentada, se observa los valores de la comparación de las productividades obtenidas del antes y después de aplicar el plan de mejora.

Tabla N° 54: Comparación de las productividades de rodillo liso vibratorio autopropulsado 101 – 135 HP en perfilado y compactado de subrasante

	Cant.	Und.
Productividad inicial	127.09	m2/h-m
Productividad final	169.45	m2/h-m
La productividad aumentó en:	25	%
El costo se disminuirá en:	1438.8	Soles

Fuente: Elaboración Propia.

- Conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.)
Luego de implementar el plan de mejora, se observó que la obra se ejecutaría en 2 días.

La solución para los imprevistos encontrados en esta partida es realizar sesiones con los colaboradores, subcontratistas y suministradores, y realizar una observación a futuro de las actividades necesarias para la ejecución de cada partida, crear un inventario de las tareas que son próximas a realizarse dentro de la semana y de esta manera lograr anticiparse a los problemas o confusiones que pueden darse durante la obra. En la figura N° 23 se aprecia el proceso de *Weekly Work Plan* aplicado en el problema en la partida conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.).

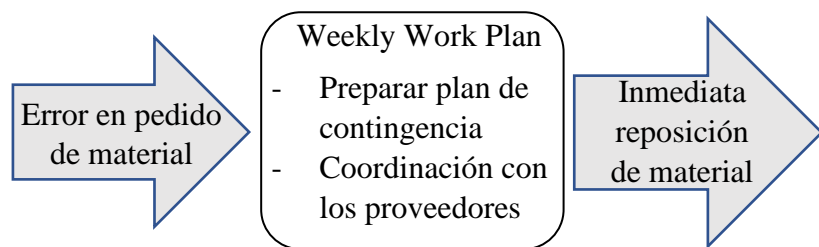


Figura N° 23: Efecto de *Weekly Work Plan* en conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.)

Fuente: Elaboración Propia

Luego de aplicar el plan de mejora, se obtienen la tabla N° 55, donde se aprecia el nuevo costo parcial de la mano de obra luego de aplicar el plan de mejora, y la tabla N° 56 donde se aprecia la mejoría en la productividad del mismo.

Tabla N° 55: Presupuesto de mano de obra en conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.) con material propio, después del plan de mejora

Recurso: mano de obra	Und.	Cuadr.	Cant.	Precio	Parcial
Operario	h-h	1	0.007	23.44	0.17
Oficial	h-h	1	0.007	18.53	0.14
Peón	h-h	4	0.029	16.76	1.95

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 56: Productividad de mano de obra en conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.) con material propio, después del plan de mejora

	Nombre	Und.	Cant.	Productividad
Producto	Conformación y compactación de subbase granular (E=0.15m)	m3	610.01	6.35 m3/h-h
Recurso	Mano de obra	h-h	96	

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 57 presentada, se observa los valores de la comparación de las productividades obtenidas del antes y después de aplicar el plan de mejora.

Tabla N° 57: Comparación de productividades de mano de obra en conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.) con material propio

	Cant.	Und.
Productividad inicial	6.22	m3/h-h
Productividad final	6.35	m3/h-h
La productividad aumentó:	2.04	%

Fuente: Elaboración Propia.

- Imprimación asfáltica

Luego de implementar el plan de mejora, se observó que la obra se ejecutaría en 1 día.

La solución para prevenir la pérdida de tiempo es estudiar las actividades y medir los rendimientos que se realizarán en esta partida para reorganizar las cuadrillas dependiendo de la cantidad de trabajadores necesarios, mediante la herramienta Cartas Balance. En la figura N° 24 se aprecia el proceso de Cartas Balance aplicado en el problema en la partida de imprimación asfáltica.

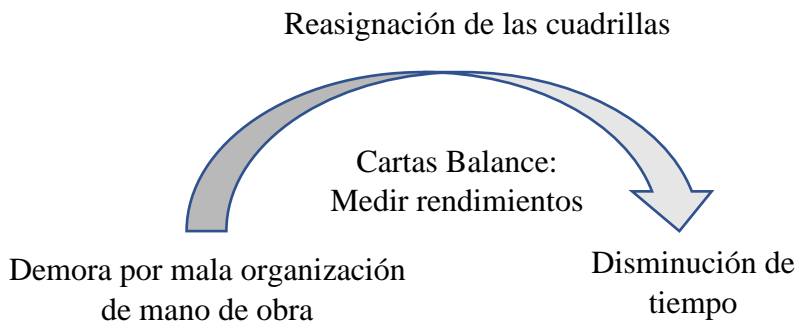


Figura N° 24: Efecto de cartas balance en imprimación asfáltica

Fuente: Elaboración Propia

Luego de aplicar el plan de mejora, se obtienen la tabla N° 58, donde se aprecia el nuevo costo parcial de la mano de obra luego de aplicar el plan de mejora, y la tabla N° 59 donde se aprecia la mejoría en la productividad del mismo.

Tabla N° 58: Presupuesto de mano de obra en imprimación asfáltica, después del plan de mejora

Recurso: mano de obra	Und.	Cuadr.	Cant.	Precio	Parcial
Operario	h-h	1	0.007	23.44	0.17
Oficial	h-h	1	0.007	18.53	0.14
Peon	h-h	2	0.029	16.76	0.98

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 59: Productividad de mano de obra en imprimación asfáltica, después del plan de mejora

	Nombre	Und.	Cant.	Productividad
Producto	Imprimación asfáltica	m2	4066.72	127.09 m3/h-h
Recurso	Mano de obra	h-h	32	

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 60 presentada, se observa los valores de la comparación de las productividades obtenidas del antes y después de aplicar el plan de mejora.

Tabla N° 60: Comparación de productividades de mano de obra en imprimación asfáltica

	Cant.	Und.
Productividad inicial	119.61	m3/h-h
Productividad final	127.09	m3/h-h
La productividad aumentó en:	5.88	%

Fuente: Elaboración Propia.

- Carpeta asfáltica en caliente de 2”

Luego de implementar el plan de mejora, se observó que la obra se ejecutaría en 3 días.

La solución para evitar contratiempos en esta partida es armar un plan de contingencia en donde se hace un acuerdo con otro proveedor.

Estas son las partidas de mayor riesgo ya que depende mucho del transporte y la temperatura en la que se encuentre la mezcla, por lo que se tiene que poner más énfasis en analizar los riesgos dentro del paso *Weekly Work Plan*. En la figura N° 25 se aprecia el proceso de *Weekly Work Plan* aplicado en el problema de la partida de carpeta asfáltica en caliente de 2”.

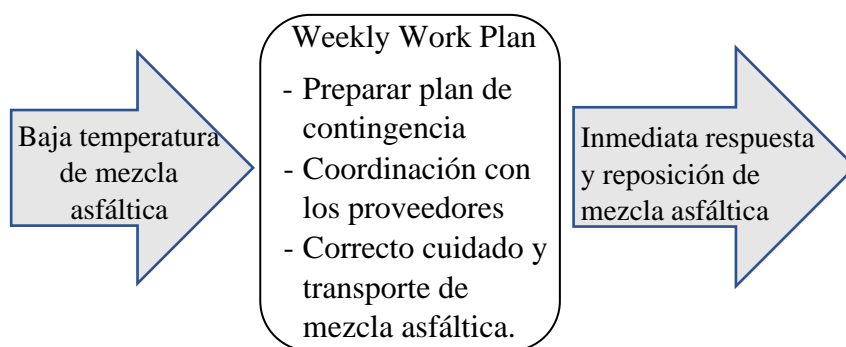


Figura N° 25: Efecto de *Weekly Work Plan* en carpeta asfáltica en caliente de 2”
Fuente: Elaboración Propia

Luego de aplicar el plan de mejora, se obtienen la tabla N° 61, donde se aprecia el nuevo costo del tren asfáltico luego de aplicar el plan de mejora, y la tabla N° 62 donde se aprecia la mejoría en la productividad del mismo.

Tabla N° 61: Presupuesto de tren asfáltico en carpeta asfáltica en caliente de 2”, después del plan de mejora

Recurso	Und.	Horas	Precio	Costo
Pavimentadora sobre orugas 69 HP 10-16”	h-m	32	120	3840
Rodillo neumático autoprop. 81-100 HP 5.5-2 hm.	h-m	32	145.37	4651.84

Rodillo tandem estático autopropulsado 58-70HP hm.	h-m	32	62	1984
--	-----	----	----	------

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 62: Productividad de tren asfáltico en carpeta asfáltica en caliente de 2", después del plan de mejora

	Nombre	Und.	Cant.	Productividad
Producto	Carpeta asfáltica en caliente de 2	m2	4066.72	
	Pavimentadora sobre orugas 69 HP 10-16"	h-m	32	
Recurso	Rodillo neumático autoprop. 81-100 HP 5.5-2 hm.	h-m	32	42.36 m2 /h-m
	Rodillo tandem estático autopropulsado 58-70HP hm.	h-m	32	

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 63 presentada, se observa los valores de la comparación de las productividades obtenidas del antes y después de aplicar el plan de mejora.

Tabla N° 63: Comparación de las productividades de tren asfáltico en carpeta asfáltica en caliente de 2”

	Cant.	Und.
Productividad inicial	101.67	m2/h-m
Productividad final	127.09	m2/h-m
La productividad aumentó:	20	%
El costo se disminuirá en:	960	Soles

Fuente: Elaboración Propia.

DISCUSIÓN

Dentro de los resultados obtenidos en esta investigación, que fue realizada mediante encuestas con el fin de controlar los procesos en la ejecución de la obra de pavimento flexible “Renovación de pista en la calle Las Terrazas y prolongación Los Laureles (entre La Calle Tupac Amaru y La Asoc. de propietarios Garcilaso de la Vega), Sector V Distrito de Chaclacayo, Provincia de Lima, Departamento de Lima”, para lograr optimizar la productividad, mediante las herramientas *Last Planner*, Cartas Balance y *Just-in-time*.

Se procesaron los datos obtenidos en el programa *IBM SPSS Statistics 25*, donde se evidenció que el 44% de encuestados no suele utilizar las herramientas *Last Planner*, Cartas Balance y *Just-in-time* para determinar y ejecutar los procesos a realizarse, el 37.67% de encuestados no establecen canales adecuados de comunicación interna y externa para mantener un flujo continuo, y el 24.71% no mide los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos para mejorar los procesos constructivos. Esto depende mucho del poco conocimiento de las herramientas de *Lean Construction*, algo que es muy necesario para mantener el flujo de realización de los proyectos de construcción. Los valores obtenidos no son considerablemente altos, pero no hay que dejar de tomar en cuenta que aún existe la inexperiencia que ocasiona los retrasos y pérdidas de recursos.

En la investigación de Torres (2018), se evalúa el uso de la herramienta *Last Planner System*, para lograr un control de procesos óptimo. El autor indica que, mediante reuniones semanales, se elabora el *Look Ahead* para analizar las restricciones que se puedan presentar antes de realizar las partidas, donde también se calcula el porcentaje de plan cumplido (*PPC*). En los resultados obtenidos del programa, se obtuvo que los problemas más críticos dentro de las obras de pavimento flexible, son la demora de ejecución de partidas por falta de materiales, problemas con la entrega de materiales e insumos por parte de los proveedores, el mal funcionamiento con la maquinaria y/o equipos, reorganización de mano de obra ocasionado por diferentes imprevistos; esto se soluciona mediante el uso de los procesos que se encuentran en la herramienta *Last Planner*, donde se hace una

primera reunión con todos los especialistas calificados en cada partida, se fijan las tareas a realizar en el plan maestro de la obra y semanalmente se va haciendo un monitoreo de las tareas que se pueden cumplir y las que se van a cumplir, luego para poder hacer una evaluación real se calcula el porcentaje de plan cumplido y se comparte esta información al jefe de obra y a la dirección facultativa, agregando que durante el análisis del *PPC* se puede hacer un cálculo de la productividad y el costo reducido, ya que esto es importante para analizar las próximas actividades. También según la investigación de Huamán y Sune (2020), indican que las herramientas de la Filosofía de *Lean Construction* pueden ser implementados de manera beneficiosa, pero se tiene que tener mucha rigurosidad al hacer la programación semanal y calcular el porcentaje de plan cumplido, ya que esta puede perder confiabilidad causado por las partidas que sean sencillas de cumplir y no represente el avance real del proyecto.

Es importante tener en cuenta que cuando se lleva a cabo la primera reunión, el personal presente debe ser calificado y especializado para que entienda las tareas a ejecutarse. Todas las áreas deben estar en comunicación constante para evitar errores que se puedan presentar durante el proceso constructivo, los recursos no deben verse afectados en lo posible y buscar soluciones alternas para evitar paralizar el proyecto. El personal que interviene en la ejecución de las partidas, debe tener en cuenta que el compromiso es esencial, cada especialidad encargada debe seguir los protocolos y la política de la empresa, comprendiendo la visión de un correcto proceso constructivo. Según Torres (2018), en su investigación reafirma la importancia de capacitar al personal especialista y personal de obra acerca de la filosofía *Lean Construction*, los beneficios que conlleva el involucrar a todos a conseguir los objetivos trazados.

CONCLUSIONES

1. La implementación de un sistema de control de procesos utilizando las herramientas de *Lean Construction*, se debe llevar a cabo siguiendo cada etapa de forma completa, durante cada partida que comprende la instalación de pavimento flexible, ya que se logrará una mejor inspección de las actividades a realizar, evitando variaciones, contratiempos que generan incertidumbre en la planificación ya realizada, asegurar una continuidad en los procesos evitando pausas en la obra, lo que en consecuencia genera una optimización de la productividad, lo que generó un aumento de productividad promedio del 15.49% en las partidas analizadas y una disminución del costo total en 4761.10 soles. También esto se evidencia en la disminución de tiempo de ejecución de la partida Corte nivel de sub rasante c/maquinaria donde se redujo 1 día, en Relleno compactado con material propio, en Perfilado y compactado de subrasante, Conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.), Imprimación asfáltica y Carpeta asfáltica en caliente de 2”.
2. Para determinar y ejecutar los procesos o actividades a realizarse se indica que un 56% de encuestados utiliza a menudo las las herramientas *Last Planner*, *Cartas Balance* y *Just-in-time* para realizar una mejor programación de ejecución de obras de pavimento flexible; por otro lado, el 44% no lo hace; por lo tanto, se le debe dar prioridad a esta dimensión, ya que al tratarse de poco menos de la mitad de encuestados es un porcentaje significativo. El poco uso de dichas herramientas ocasiona una poca fiabilidad en las planificaciones que se van a realizar, ya que se pueden generar desvíos en los planes originales ocasionando grandes holguras dentro de la planificación y esto en consecuencia causa que exista pérdidas de recursos en el proceso constructivo, ya que no se podría prever con anticipación la cantidad exacta de recursos necesarios para la ejecución de las partidas, lo que se refleja en el aumento de productividad de un 25 % en la partida de perfilado y compactado de subrasante y una disminución del costo de 1438.80 soles, así como un aumento del 20% en la partida carpeta asfáltica en caliente de 2” y una disminución del costo de 960.00 soles.

3. Para establecer canales adecuados de comunicación interna y externa se indica que el 62% de encuestados realizan esta actividad de manera satisfactoria utilizando la herramienta *Last Planner* para promover una mejor comunicación y a la vez un mejor intercambio de información entre todos los miembros que intervienen en la ejecución de la obra, teniendo como consecuencia acciones coordinadas a posibles correcciones de inconsistencias que podrían existir; mientras que un 38% no lo practica. Por lo que es importante concientizar la importancia, ya que de esta forma cada miembro desarrollará una mejor comprensión de los planes trazados, de sus correspondientes responsabilidades y acciones a realizar; obteniendo un mejor alcance del proyecto lo cual recae en evitar contratiempos y conseguir un flujo continuo de la obra, lo que se plasma en el aumento de productividad de un 2.04% en la partida de conformación y compactación de sub base granular (E=0.15 m.), también un aumento del 14.29% en la partida corte a nivel de sub rasante c/maquinaria y una disminución del costo de 2336.56 soles.

4. Para medir los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos se indica que el 75 % de encuestados hace uso de las herramientas *Last Planner* y Carta Balance para lograr mejoras en los procesos constructivos ayudando a eliminar actividades que no agregan valor, reduciendo de esta manera el tiempo de ejecución de cada partida. No obstante, el 25% de encuestados no hace práctica de esto, a pesar de ser un porcentaje bajo se le debe dar importancia, ya que ayuda a controlar la asignación de mano de obra, materiales, maquinaria y equipos en cada actividad planificada aumentando el trabajo productivo, organizando de mejor manera el trabajo con el mejor equipo posible; y de esta forma lograr una mejor ejecución de obra, lo que se evidencia en el aumento de productividad en un 14.29 % en la partida de compactado con material propio y una disminución del costo en 25.74 soles, así mismo un aumento del 5.88% en la partida imprimación asfáltica.

RECOMENDACIONES

1. Es importante que las empresas que deseen implementar *Lean Construction* realicen capacitaciones y cursos dirigidos al personal para dotar los conocimientos necesarios, mejorar la confiabilidad del sistema de planificación, además de concientizar sobre el beneficio de implantar las diferentes herramientas en distintos proyectos de ingeniería de construcción.
2. Promover el uso de distintos softwares, lo que facilita que todo el personal involucrado en el proyecto pueda tener una comunicación mucho más fluida, evitando descoordinación y desorganización al cumplir el plan trazado. Tenemos como un ejemplo la aplicación *SmartWe*, la cual tiene la funcionalidad de mantener a todo el *staff* conectado, dando acceso a documentos, planos, contratos, proveedores, etc., para que el proyecto de construcción posea transparencia y mantenga un flujo estable.
3. Hacer uso de plantillas *Gantt*, garantizará una mejor planificación ya que tener una representación visual del plan ayuda al entendimiento y seguimiento de cada una de las actividades que influyen en el plan de ejecución, teniendo en cuenta la duración de cada tarea, la dependencia de estas, y el orden en que se deben ejecutar, esto facilita dar seguimiento a los logros y que todo el personal involucrado pueda estar siempre familiarizado con el cronograma del proyecto.
4. Fomentar una buena comunicación con los proveedores, ya que tener un buen trato establecerá relaciones comerciales mucho más positivas, favorecerá tener un mayor control de los recursos necesarios, permitirá solucionar eficazmente posibles problemas, lo que genera la correcta continuidad en los procesos constructivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alpízar, G. (2017). *Aplicación de Lean Construction a través de la metodología Last Planner a proyectos de vivienda social de FUPROVI* (tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
- Angeli, C. (2017). *Implementación del sistema Last Planner en edificación en altura en una empresa constructora*: (tesis de pregrado). Universidad Andrés Bello, Santiago de Chile, Chile.
- Arevalo, S. (2018). “*Implementación de la metodología Lean Construction en la productividad de la construcción del proyecto Casa Club Recrea las Magnolias – Breña*” (tesis de maestría). Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, Perú.
- Botero, L., y Álvarez, M. (2005, 17 de junio). Last Planner, un avance en la planificación y control de proyectos Estudio del caso de la ciudad de Medellín. *Ingeniería y Desarrollo*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/852/85201708.pdf>.
- Bravo, A., y Zeballos, D. (2013). *Mejora de la productividad mediante la aplicación de la filosofía Lean Construction para la construcción del casco en el proyecto Vistamar* (tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Bustamante, G. (2018). *Implementación del método Just in Time para mejorar la productividad en el área de almacén del Consorcio Empresarial Futuro Express S.A., San Juan de Lurigancho, 2018* (tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Bustos, A., López, E., Camacho, J., y Barrios, H. (2021, 16 de abril). Análisis comparativo de un proyecto de construcción comercial del Last Planner System con el sistema tradicional. *Instituto Mexicano de Lean Construction*. Recuperado de <https://lcimexico.org/articulos/analisis-comparativo-en-un-proyecto-de-construccion-comercial-del-last-planner-system-con-el-sistema-tradicional/>.
- Bustos, A., y Quireza, M. (23 de agosto del 2019). Last Planner System [Mensaje de un blog]. Recuperado de <https://besserlean.mx/last-planner-system/>.
- Cuadros, J., y Peláez, E. (2021). *Constructabilidad enfocada a la mejora de la productividad en proyectos de viviendas múltiples* (tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

- Flores, E., y Ramos, M. (2018). *Análisis y evaluación de la productividad en obras de construcción vial en la Ciudad de Arequipa* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín, Lima, Perú.
- Flores, E., y Ramos, M. (2018). *Análisis y evaluación de la productividad en obras de construcción vial en la ciudad de Arequipa* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú.
- Giordani, C., y Leone, D. (2015). *Pavimento*. Universidad Tecnológica Nacional. Recuperado de https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_ano/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf.
- Guzmán, A. (2014). “*Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos*” (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Huamán, L., y Sune, J. (2020). “*Mejora de la planificación tradicional en procesos constructivos mediante la filosofía Lean Construction*” (tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Huapaya, C., y Torres, H. (2021). *Implementación de la metodología Lean Construction en las herramientas de la calidad para mejorar la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la institución educativa N°21508 ubicado en el distrito de Imperial – Provincia de Cañete – Departamento de Lima* (tesis de pregrado). Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú.
- Ibáñez, F. (2018). *Análisis y definición de estrategias para la implementación de las herramientas del Lean Construction en Chile* (tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile.
- Lobaton, V. (2020). *Implementación de la metodología Lean Construction para la optimización de recursos en la empresa arquitectura y construcciones S.A.S.* (tesis de maestría). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Marín, N., y Correa, L. (2020). Metodología Lean Construction en la mejora de la producción, caso de estudio: red de alcantarillado Av. Cieza de León – La Purísima. *Revista Pakamuros*, 8 (3), 13-24. Recuperado de <http://revistas.unj.edu.pe/index.php/pakamuros/article/view/135/115>.
- Millones, M. (2020). Metodología de gestión basada en lean Construction y pmbok; Para mejorar la productividad en proyectos de construcción. *Véritas*, 21 (2), 39-44.

Recuperado

de

<https://revistas.ucsm.edu.pe/ojs/index.php/veritas/article/view/276/196>.

- Morillo, T., y Lozano, M. (2007). *Estudio de la productividad en una obra de edificación* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Pons, J. (2014). *Introducción a Lean Construction*. Recuperado de <http://www.juanfelipepons.com/wp-content/uploads/2017/02/Introduccion-al-Lean-Construction.pdf>.
- Porras, H., Sánchez, O., y Galvis, J. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. *Avances Investigación En Ingeniería*, 11(1), 32–53.
- Serpell, A. (2002). *Administración De Operaciones De Construcción 2ª Edición*. Recuperado de <https://docer.com.ar/doc/xes88ex>.
- Silva, J. (25 de noviembre de 2021). *Presupuesto peruano 2022 de transporte y comunicaciones considera inversión de US\$2.402mn*. Bnamericas. Recuperado de <https://www.bnamericas.com/es/noticias/presupuesto-peruano-2022-de-transporte-y-comunicaciones-considera-inversion-de-us2402mn>.
- Torres, R. (2018). *Análisis y mejora de la productividad aplicando la filosofía Lean Construction en el mejoramiento de la Av. Pedro Miotta en San Juan de Miraflores - Lima* (tesis de pregrado). Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo 1 - Matriz de consistencia - Sistema de control de procesos para optimizar la productividad en la ejecución de pavimento flexible

SISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS PARA OPTIMIZAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	TIPO Y DISEÑO		
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General					
¿De que manera un sistema de control de procesos optimizará la productividad en obras de pavimento flexible en Lima Metropolitana?	Implementar un sistema de control de procesos para optimizar la productividad utilizando Last Planner System, Just-in-time y Cartas Balance en obras de pavimento flexible en Lima Metropolitana.	Un sistema de control de procesos optimizará la productividad en obras de pavimento flexible en Lima Metropolitana.	V. INDEPENDIENTE Sistema de control de procesos	* Metodo de investigación: Método Deductivo *Nivel de Investigación: Nivel Correlacional porque se miden 2 variables "Sistema de control de procesos" (independiente) y "productividad" (dependiente) *Técnicas de recolección de datos: encuestas	*Tipo de investigación: Tipo descriptiva, explicativa y correlacional usando técnicas cuantitativas y cualitativas *Diseño de investigación: transversal y no experimental		
			V. DEPENDIENTE productividad				
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	DIMENSIONES				
¿De qué manera al determinar los procesos o actividades a realizarse se evita pérdidas de recursos?	Determinar los procesos o actividades a realizarse para evitar pérdidas de recursos.	Al determinar los procesos o actividades a realizarse se evita las pérdidas de recursos.	V.I = Determinar los procesos o actividades				
			V.D = pérdidas de recursos				
¿De qué manera se mantiene un flujo continuo al establecer canales adecuados de comunicación interna y externa?	Establecer canales adecuados de comunicación interna y externa para mantener un flujo continuo.	Estableciendo canales adecuados de comunicación interna y externa se mantiene un flujo continuo.	V.I = Canales adecuados de comunicación interna y externa				
			V.D = flujo continuo				
¿De qué manera mejoran los procesos constructivos al medir los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos?	Medir los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos para mejorar los procesos constructivos.	Midiendo los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos mejora los procesos constructivos.	V.I = Rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos				
			V.D = procesos constructivos				

Fuente: Elaboración Propia

1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: Ing. Jorge Alejandro Vargas López

Cargo o Institución donde labora: Ing. Producción

Título de la investigación: Sistema de control de procesos para optimizar la productividad en la ejecución de pavimento flexible.

Autor(es) del Instrumento: Allemant Valderrama Javier Diego, Chuquilin Tinoco Isabella Muriel

2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con				X	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas					X
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la					X
4. Organización	Existe una organización				X	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y				X	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las					X
7. Consistencia	Basado en aspectos					X
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y				X	

9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el diagnóstico					X
Promedio de Validación						92.00%

3. Promedio de valoración 92.00 % y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(... .) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: Ciudad de Lima, 04 de agosto de 2022



.....
Firma del Experto Informante

DNI N°: 09329165

Teléfono: 956784095

Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: Candiotti Pelaez Edgar

Cargo o Institución donde labora: Gerente General de la empresa Sunrise Customers and SalesSAC

Título de la investigación: Sistema de control de procesos para optimizar la productividad en la ejecución de pavimento flexible.

Autor(es) del Instrumento: Allemant Valderrama Javier Diego, Chuquilin Tinoco Isabella Muriel

2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con			X		
2. Objetividad	Esta expresado en conductas				X	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la					X
4. Organización	Existe una organización				X	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y				X	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las					X
7. Consistencia	Basado en aspectos				X	

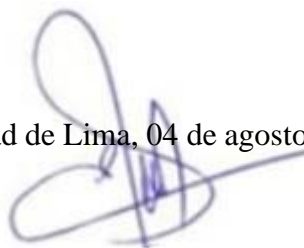
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y			X		
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el					X
Promedio de Validación					82%	

3. Promedio de valoración 82.00 % y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(... .) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: Ciudad de Lima, 04 de agosto de 2022



.....
Firma del Experto Informante

DNI N°: 09329165

Teléfono: 956784095

Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante....INGARUCA CABEZAS JAVIER.....

Cargo o Institución donde labora....MUNICIPALIDAD DE CHACACAYO.....

Título de la investigación: Sistema de control de procesos para optimizar la productividad en la ejecución de pavimento flexible.

Autor(es) del Instrumento: Allemant Valderrama Javier Diego, Chuquilin Tinoco Isabella Muriel

2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente	Regular	Buena	Muy Buena	Excelente
		00-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado				X	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables				X	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					X
4. Organización	Existe una organización lógica				X	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					X

7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				X	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones				X	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación				X	
Promedio de Validación						

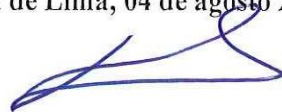
Fuente: Elaboración propia

3. Promedio de valoración% y opinión de aplicabilidad

(.....) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(.....) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: Ciudad de Lima, 04 de agosto 2022



.....

Firma del Experto Informante

DNI N°: 40542963

Teléfono: 989209037

CIP: 176255

Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante DEL CARPIO RODRIGUEZ OSCAR ALFREDO

Cargo o Institución donde labora SUPERVISOR DE OBRA - INDEPENDIENTE

Título de la investigación: Sistema de control de procesos para optimizar la productividad en la ejecución de pavimento flexible.

Autor(es) del Instrumento Allemant Valderrama Javier Diego, Chuquilin Tinoco Isabella Muriel

2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado					95 %
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables					95%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					95%
4. Organización	Existe una organización lógica					95%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					95%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					95%
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					95%

8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					95%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					95%
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación					95%
Promedio de Validación						95%

Fuente: Elaboración propia

3. Promedio de valoración 95.00 % y opinión de aplicabilidad

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 (.....) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

>Ciudad de Lima, 05 de Agosto del 2022



Oscar del Carpio Rodríguez
 OSCAR DEL CARPIO RODRIGUEZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP 65195

.....
 Ing. Oscar Alfredo del Carpio Rodríguez

DNI N°: 08239245

Teléfono: 988327269

Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: Zúñiga Rodríguez José Francisco

Cargo o Institución donde labora: Eco Building Technology SAC

Título de la investigación: Sistema de control de procesos para optimizar la productividad en la ejecución de pavimento flexible.

Autor(es) del Instrumento: Allemant Valderrama Javier Diego, Chuquilin Tinoco Isabella Muriel.

2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					X
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables				X	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				X	
4. Organización	Existe una organización lógica				X	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				X	
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				X	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones				X	

9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación				X	
Promedio de Validación						82.00 %

3. Promedio de valoración 82.00 % y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(....) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: Lima, 05 de agosto del 2022




..... Firma

del Experto Informante DNI

N°: 10002517

Teléfono: 99792-3663

Anexo 3 - Cuestionario para recolectar información sobre la implementación de un sistema de control de procesos en obras de pavimento flexible

El objetivo principal del presente cuestionario es poder recolectar información sobre el sistema de control en diferentes obras de pavimento flexible, con la finalidad de aumentar la productividad utilizando Last Planner System, Cartas Balance y Just in time. Este cuestionario consta de una serie de preguntas, al leer cada una de ellas, concentre su atención de manera que la respuesta que emita sea fidedigna y confiable.

La información obtenida será de uso exclusivo para el tema de investigación, se agradece el tiempo y aporte brindado.

Datos personales

Indique su profesión:

Indique el cargo en el cual se desempeña en la empresa:

Años de experiencia en su cargo:

Indique su edad:

Indique su sexo:

En qué tipo de proyecto se encuentra trabajando actualmente:

Señale con una (X) la opción que se adapte mejor a su criterio o preferencia

✓ Determinar los procesos o actividades a realizarse

1. Usted, ¿Aplica alguna metodología o sistema de organización para determinar y ejecutar las actividades a realizar?
 - a) Muy frecuentemente
 - b) Frecuentemente
 - c) Ocasionalmente
 - d) Raramente

- e) Nunca
2. ¿Implementa usted una planificación con respecto a los procesos o actividades a ejecutar previene pérdidas de recursos?
- a) Muy frecuentemente
 - b) Frecuentemente
 - c) Ocasionalmente
 - d) Raramente
 - e) Nunca
3. ¿Usted tuvo problemas con la demora de ejecución de partidas por falta de materiales?
- a) Muy frecuentemente
 - b) Frecuentemente
 - c) Ocasionalmente
 - d) Raramente
 - e) Nunca
4. ¿Usted realiza con anticipación el planeamiento de actividades programadas semanalmente?
- a) Muy frecuentemente
 - b) Frecuentemente
 - c) Ocasionalmente
 - d) Raramente
 - e) Nunca
5. ¿Usted realiza o es parte de sesiones en conjunto con colaboradores, suministradores, etc., para que las actividades se ejecuten en la semana planeada?
- a) Muy frecuentemente
 - b) Frecuentemente
 - c) Ocasionalmente
 - d) Raramente
 - e) Nunca

6. ¿Usted suele participar en la selección de los materiales que se van a utilizar en toda la obra con anticipación?
- a) Muy frecuentemente
 - b) Frecuentemente
 - c) Ocasionalmente
 - d) Raramente
 - e) Nunca
7. ¿Usted realiza la ejecución de la obra con la participación conjunta de diferentes especialistas?
- a) Muy frecuentemente
 - b) Frecuentemente
 - c) Ocasionalmente
 - d) Raramente
 - e) Nunca
8. ¿Qué tan frecuente varía la ejecución de las partidas programadas, por diversos inconvenientes, ocasionando que no se cumplan en el tiempo estimado?
- a) Muy frecuentemente
 - b) Frecuentemente
 - c) Ocasionalmente
 - d) Raramente
 - e) Nunca
9. ¿Usted realiza un informe general del avance del proyecto a la dirección facultativa (especialistas, director de obra, jefes de cuadrilla, suministradores, etc.)?
- a) Muy frecuentemente
 - b) Frecuentemente
 - c) Ocasionalmente
 - d) Raramente
 - e) Nunca

10. ¿Usted realiza charlas a los trabajadores o fue parte de ellas, para dar a conocer las actividades pendientes de cada trabajador?

- a) Muy frecuentemente
- b) Frecuentemente
- c) Ocasionalmente
- d) Raramente
- e) Nunca

✓ Establecer canales adecuados de comunicación interna y externa

11. Usted, ¿Cree que la comunicación interna (proveedores, colaboradores, asesores, etc.) y externa (clientes y socios) es esencial para el éxito del proyecto?

- a) Muy frecuentemente
- b) Frecuentemente
- c) Ocasionalmente
- d) Raramente
- e) Nunca

12. Usted, ¿Es parte de obras donde se mantiene un flujo continuo (partidas ejecutadas sin contratiempos) para asegurar el éxito del proyecto?

- a) Muy frecuentemente
- b) Frecuentemente
- c) Ocasionalmente
- d) Raramente
- e) Nunca

13. Usted, ¿Brinda información mediante planillas semanales, comparando lo que se proyectó con lo que se realizó, a los jefes del proyecto generando una comunicación online?

- a) Muy frecuentemente
- b) Frecuentemente
- c) Ocasionalmente
- d) Raramente

e) Nunca

14. Usted, ¿Cree que comunicando y compartiendo la implementación de los planes con las cuadrillas, se confirma su cumplimiento o sirve para realizar el ajuste necesario?

a) Muy frecuentemente

b) Frecuentemente

c) Ocasionalmente

d) Raramente

e) Nunca

15. Usted, ¿Cree que el intercambio de información detecte los futuros problemas que se puedan presentar en lo proyectado?

a) Muy frecuentemente

b) Frecuentemente

c) Ocasionalmente

d) Raramente

e) Nunca

16. Usted, ¿Ha tenido problemas con la entrega de materiales o insumos por parte de los proveedores?

a) Muy frecuentemente

b) Frecuentemente

c) Ocasionalmente

d) Raramente

e) Nunca

17. Usted, ¿Suele utilizar canales de comunicación con los proveedores?

a) Muy frecuentemente

b) Frecuentemente

c) Ocasionalmente

d) Raramente

e) Nunca

18. Usted, ¿Utiliza controles visuales (cartas, indicadores de productividad y resultados de costos) para incrementar la transparencia del proceso constructivo?

- a) Muy frecuentemente
- b) Frecuentemente
- c) Ocasionalmente
- d) Raramente
- e) Nunca

19. Usted, ¿Propone que todos los participantes del proyecto tengan la misma visión de mejoramiento continuo?

- a) Muy frecuentemente
- b) Frecuentemente
- c) Ocasionalmente
- d) Raramente
- e) Nunca

20. Usted, ¿Evidencia los errores, usando planillas de Gantt, para mitigar los efectos de los problemas en los procesos constructivos?

- a) Muy frecuentemente
- b) Frecuentemente
- c) Ocasionalmente
- d) Raramente
- e) Nunca

✓ Medir los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos

21. Usted, ¿Ha tenido problemas con el mal funcionamiento de las maquinarias y/o equipos?

- a) Muy frecuentemente
- b) Frecuentemente
- c) Ocasionalmente
- d) Raramente
- e) Nunca

22. Usted, ¿Mide los rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipos con el fin optimizar los procesos de construcción?
- a) Muy frecuentemente
 - b) Frecuentemente
 - c) Ocasionalmente
 - d) Raramente
 - e) Nunca
23. Usted, ¿Con que frecuencia aumenta la mano de obra en las actividades debido a diferentes imprevistos?
- a) Muy frecuentemente
 - b) Frecuentemente
 - c) Ocasionalmente
 - d) Raramente
 - e) Nunca
24. Usted, ¿Identifica los procesos de una actividad y los organiza por tiempo contributorio, no contributorio y productivo?
- a) Muy frecuentemente
 - b) Frecuentemente
 - c) Ocasionalmente
 - d) Raramente
 - e) Nunca
25. Usted, ¿Con que frecuencia transforma el tiempo no contributorio (tiempo no productivo) en tiempo productivo, en las cuadrillas durante la ejecución de diversas partidas?
- a) Muy frecuentemente
 - b) Frecuentemente
 - c) Ocasionalmente
 - d) Raramente
 - e) Nunca

26. Usted, ¿Hace una visualización de todo el personal durante la ejecución de las actividades y mide el tiempo por cada obrero semanalmente?
- a) Muy frecuentemente
 - b) Frecuentemente
 - c) Ocasionalmente
 - d) Raramente
 - e) Nunca
27. ¿En las obras en las que participó observó que hubiera compromiso por parte de las diferentes cuadrillas durante la ejecución del proyecto?
- a) Muy frecuentemente
 - b) Frecuentemente
 - c) Ocasionalmente
 - d) Raramente
 - e) Nunca
28. Usted, ¿Evidencia los errores, usando la herramienta de cartas balance, para mitigar los efectos de los problemas en los procesos constructivos?
- a) Muy frecuentemente
 - b) Frecuentemente
 - c) Ocasionalmente
 - d) Raramente
 - e) Nunca
29. Usted, ¿Da a conocer los rendimientos de las diferentes cuadrillas a la dirección facultativa para mejorar las actividades a realizarse?
- a) Muy frecuentemente
 - b) Frecuentemente
 - c) Ocasionalmente
 - d) Raramente
 - e) Nunca



Lima, 12 de octubre de 2022

Por la presente, autorizamos al Sr. Javier Diego Allemant Valderrama y a la Srta. Isabella Muriel Chuquilin Tinoco a fin de que pueda utilizar los datos, figuras, o fotografías de la empresa para la elaboración de su tesis.

Sin otro particular, me despido.

Atentamente,

INVERSIONES ALVAREZ CONTRATISTAS S.A.C

MIREYA TIZALIA BARRÓN DAVALOS
Gerente General
DNI 49033215