

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“IMPLEMENTACIÓN DE LAST PLANNER SYSTEM PARA
LA OPTIMIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA
CARRETERA CANTA – HUAYLLAY TRAMO 2B”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACH. AROTOMA LANDEO, Jhony Cristhian

ASESOR

ING. RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA

HUANCAYO-PERÚ
2020



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS PROFESIONAL EN INGENIERIA CIVIL

En Huancayo, a los trece días del mes de diciembre del año dos mil veinticuatro, siendo las 12:00 m., se reunieron en forma presencial en el aula la aula 101 de la Facultad (I.S.T. "San Pedro"), para la sustentación de tesis, los siguientes miembros del Jurado:

PRESIDENTE (E)	:	Dra. BETTY MARIA CONDORI QUISPE
SECRETARIO	:	Mg. MIGUEL ÁNGEL CURI ROSALES
JURADO	:	Dr. RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA
JURADO	::	Dra. BETTY MARÍA CONDORI QUISPE
JURADO	:	Mg. FERNANDO A. BOZA CCORA

Para evaluar la sustentación de la TESIS presentado por:

EL BACHILLER: **Jhony Cristhian AROTOMA LANDEO**

Previamente, el Señor presidente del Jurado examinador, solicitó al Secretario Docente dar lectura a la Resolución Digital N° 0310-2024-DFIC/UNCP. A continuación, se invitó al examinado, a sustentar su Tesis Titulada **"IMPLEMENTACIÓN DE LAST PLANNER SYSTEM PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA CANTA – HUAYLLAY TRAMO 2B"**.

El secretario docente ha dado lectura del artículo 200 inc. b, del Reglamento Académico V2 que a la letra dice: *"El Decano emitirá una resolución nombrando al jurado, conformado por los tres jurados revisores y el suplente, presidida por el Decano. El Secretario Docente actuará como secretario; señalando lugar, fecha y hora de sustentación. En caso de impedimento o ausencia del Decano, la presidencia estará a cargo del jurado revisor más antiguo y que ostente el grado académico más alto"*.

Después de realizada la sustentación, absolvió las preguntas de los jurados y tomó conocimiento de las observaciones.

A continuación, el Presidente del jurado, solicitó al sustentante abandonar el salón para que pueda deliberar el resultado de la evaluación, siendo el siguiente:

Calificación	:	29 PUNTOS
Con denominación	:	APROBADO POR UNANIMIDAD

Se invitó al sustentante a volver al aula el aula 101 de la Facultad (I.S.T.P. "San Pedro"), para escuchar el veredicto de la evaluación, con el cual terminó el procedimiento.

Siendo las 12.59 pm. del mismo día, se dio por concluida la sustentación, procediendo a firmar los jurados en señal de conformidad.

Dra. BETTY MARIA CONDORI QUISPE (E)

Mg. MIGUEL ANGEL CURI ROSALES

Dr. RICHARD HUGO REYMUNDO GAMARRA

Dra. BETTY MARÍA CONDORI QUISPE

Mg. FERNANDO A. BOZA CCORA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



INFORME N° 013 – 2022– RRG/AT– FIC/UNCP

A : Ph. D. Tito Mallma Capcha
Decano de la Facultad de Ingeniería Civil

DE : Richard Hugo Reymundo Gamarra
Asesor de Tesis

ASUNTO : CONFORMIDAD – SIMILITUD TURNITIN
Tesis de grado presentado por el bachiller
AROTOMA LANDEO, JHONY CHRISTIAN

REFERENCIA : RESOLUCIÓN N°016 -2021 -DFIC/UNCP

FECHA : 01/12/2022

Me es grato dirigirme a Ud. Para saludarlo cordialmente y a su vez informarle que, habiendo **CULMINADO** la tesis presentado por el bachiller, **AROTOMA LANDEO, JHONY CHRISTIAN**, que lleva por título: **“IMPLEMENTACION DE LAST PLANNER SYSTEM PARA LA OPTIMIZACION DE LA CONSTRUCCION DE LA CARRETERA CANTA – HUAYLLAY TRAMO 2B”**, por consiguiente:

1. Cuenta con opinión **FAVORABLE**
2. Similitud **TURNITIN = 17 %**
Se adjunta informe de Turnitin

Por lo tanto se encuentra apto para que se prosiga con los trámites correspondientes.

Es todo cuanto puedo informar a usted.

Atentamente,

Ing. Richard Hugo Reymundo Gamarra
ASESOR DE TESIS

Cc. Archivo RRG



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS JHONY AROTOMA V2 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.slideshare.net Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	vsip.info Fuente de Internet	1%
7	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
9	www.scribd.com Fuente de Internet	



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Fuente de Internet

105 mujer.tercera.cl <1 %
Fuente de Internet

106 repositorio.uprit.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

107 repository.usd.ac.id <1 %
Fuente de Internet

108 riubu.ubu.es <1 %
Fuente de Internet

109 www.tandfonline.com <1 %
Fuente de Internet

110 www2.slideshare.net <1 %
Fuente de Internet

111 Carles Rostan, Francesc Sidera, Jèssica Serrano, Anna Amadó, Eduard Vallès-Majoral, Moisès Esteban, Elisabet Serrat. "Fostering theory of mind development. Short- and medium-term effects of training false belief understanding / Favorecer el desarrollo de la teoría de la mente. Efectos a corto y medio plazo de un entrenamiento en comprensión de la falsa creencia", Infancia y Aprendizaje, 2014
Publicación

112 regionarequipa.gob.pe <1 %
Fuente de Internet

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, por su apoyo incondicional y confianza en cada paso de este camino. A mis padres, por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia, y a mis amigos, por ser mi fuente de ánimo en los momentos difíciles. También dedico este logro a mis mentores y profesores, quienes con su guía me inspiraron a seguir adelante. A todos, les agradezco profundamente por acompañarme en este proceso, que es tan suyo como mío.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que, de una forma u otra, han sido parte fundamental en la culminación de este trabajo de investigación.

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fortaleza, la salud y la claridad para llevar a cabo este proyecto. A mis padres, quienes con su amor, apoyo incondicional y sacrificio me han guiado a lo largo de este camino, y a mi familia por su paciencia y comprensión durante los momentos más difíciles.

A mi asesor y profesores, les expreso mi más sincero agradecimiento por su valiosa orientación, dedicación y conocimientos compartidos, los cuales han sido esenciales para la realización de esta investigación. Gracias por sus consejos y su confianza en mi capacidad para concluir este proyecto.

A mis compañeros de clase y amigos, gracias por su constante apoyo, por los momentos compartidos y por estar siempre dispuestos a brindar una palabra de aliento. Sus ideas, reflexiones y colaboración fueron invaluable.

Finalmente, agradezco a la empresa y a todas las personas que contribuyeron de manera directa o indirecta a la ejecución de este estudio, permitiéndome obtener información clave para la investigación. A todos, mi más sincero agradecimiento por ser parte de este logro.

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	13
RESUMEN	15
ABSTRACT.....	16
INTRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO I:	
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.1. Descripción de la Realidad Problemática	19
1.2. Formulación Del Problema.....	22
1.2.1. Problema General.....	22
1.2.2. Problemas Específicos	22
1.3. Formulación de los Objetivos	23
1.3.1. Objetivo General.....	23
1.3.2. Objetivo Específico.....	23
1.4. Justificación de la Investigación	23
1.4.1. Justificación Práctica	23
1.4.2. Justificación Metodológica	23
1.4.3. Justificación Ambiental	24
1.4.4. Justificación Social	24
1.4.5. Justificación Técnica.....	24
1.5. Delimitación.....	24
1.5.1. Espacial.....	24
1.5.2. Temporal.....	25
1.5.3. Conceptual	25
1.6. Formulación de la Hipótesis.....	25
1.6.1. Hipótesis General.....	25

1.6.2. Hipótesis Específicos	25
1.7. Identificación de Variables.....	26
1.7.1. Variable 01.....	26
1.7.2. Variable 02.....	26
CAPÍTULO II:	
MARCO TEÓRICO	27
2. ASPECTOS TEÓRICOS	27
2.1. Antecedentes De La Investigación	27
2.1.1. Antecedentes Nacionales	27
2.1.2. Antecedentes Internacionales.....	29
2.2. Bases Teóricas	32
2.2.1. Filosofía Lean	32
2.2.2. Last Planner System.....	34
2.2.3. Valor Ganado.....	53
2.3. Definiciones Conceptuales	56
CAPÍTULO III:	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	58
3. METODOLOGÍA.....	58
3.1. Método de la Investigación	58
3.2. Tipo De Investigación.....	58
3.3. Nivel de la Investigación	58
3.4. Diseño de la Investigación.....	59
3.5. Población, muestra y muestreo	59
3.5.1. Población.....	59
3.5.2. Muestra	59
3.5.3. Muestreo	59
3.6. Técnicas e Instrumentos De Recolección de datos	60
3.6.1. Técnicas	60
3.6.2. Instrumentos.....	60
3.6.3. Procedimiento	61

CAPÍTULO IV:

ANÁLISIS-RESULTADOS-DISCUSIÓN	64
4. ANÁLISIS-RESULTADOS-DISCUSIÓN	64
4.1. Realizar un diagnóstico del rendimiento que presenta la cuadrilla en la construcción.	64
4.2. Evaluar el impacto de Last Planner System en la Planificación de la Construcción.	78
4.2.1. Presupuesto	78
4.3. Determinar el Valor Ganado en la Implementación de Last Planner System para la Construcción.	97
4.4. Implementar el Last Planner System para la Construcción de la carretera Canta. .	101
4.4.1. Estructura de línea de tiempo de la investigación.....	101
4.4.2. Proceso de desarrollo de la investigación	104
4.4.3. Método de recolección de datos de la investigación.....	105
4.4.4. Incidentes en obra	125
4.5. Discusiones	134
4.5.1. Discusión con objetivo 1:.....	135
4.5.2. Discusión con objetivo 2:.....	135
4.5.3. Discusión con objetivo 3:.....	136
4.5.4. Discusión con objetivo 4:.....	136
4.6. Análisis estadístico	137

CAPÍTULO V:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	142
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	142
5.1. Conclusiones	142
5.1.1. Conclusiones Generales	142
5.1.2. Conclusiones Específicas.....	142
5.2. Recomendaciones	143
5.2.1. Recomendación General	143
5.2.2. Recomendaciones Específicas	143
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	145

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 <i>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</i>	26
TABLA 3 <i>TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS</i>	60
TABLA 4 <i>INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</i>	61
TABLA 5 <i>INDICADORES DE LAST PLANNER SYSTEM EN LA PARTIDA DE CORTE DE MATERIAL SUELTO Y ROCA FRACTURADA</i>	65
TABLA 6 <i>BUENA PRÁCTICA N°1</i>	70
TABLA 7 <i>LISTADO DE OPORTUNIDADES Y PROPUESTA DE MEJORA</i>	70
TABLA 8 <i>BUENA PRÁCTICA N°2</i>	71
TABLA 9 <i>LISTADO DE OPORTUNIDADES Y PROPUESTA DE MEJORA</i>	71
TABLA 10 <i>PRESUPUESTO ELABORADO DE MANERA TRADICIONAL</i>	78
TABLA 11 <i>ANÁLISIS DE PORCENTAJE AVANZADO Y SALDO PROYECTADO EN LOS PROCESOS DE EXPLANACIONES</i>	91
TABLA 12 <i>ANÁLISIS DE PORCENTAJE AVANZADO Y SALDO PROYECTADO EN LOS PROCESOS DE OBRAS DE ARTE</i>	92
TABLA 13 <i>ANÁLISIS DE VALOR GANADO EN LOS PROCESOS DE EXPLANACIONES</i>	98
TABLA 14 <i>ANÁLISIS DE VALOR GANADO EN LOS PROCESOS DE OBRAS DE ARTE</i>	99
TABLA 15 <i>ETAPAS DE IMPLEMENTACIÓN DE LAST PLANNER SYSTEM EN LA PARTIDA DE CONFORMACIÓN DE LA PLATAFORMA</i>	102
TABLA 16 <i>ETAPAS DE IMPLEMENTACIÓN DE LAST PLANNER SYSTEM EN LA PARTIDA DE CORTE DE MATERIAL SUELTO Y ROCA FRACTURADA</i>	103
TABLA 17 <i>PLAN MAESTRO DE LA PARTIDA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS</i>	107
TABLA 18 <i>PULL SESIÓN DE LA OBRA GENERAL</i>	109
TABLA 19 <i>RESTRICCIONES ENCONTRADAS EN LA SEMANA 14</i>	125
TABLA 20 <i>RESTRICCIONES EN LAS SEMANAS 18</i>	126
TABLA 21 <i>RESTRICCIONES EN LAS SEMANAS 22</i>	127
TABLA 22 <i>RESTRICCIONES EN LAS SEMANAS 26</i>	128
TABLA 23 <i>RESTRICCIONES EN LAS SEMANAS 30</i>	129
TABLA 24 <i>RESTRICCIONES EN LAS SEMANAS 34</i>	130
TABLA 25 <i>PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO EN EL PRE TEST</i>	132

TABLA 26 <i>PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO EN EL POST TEST</i>	133
TABLA 27 <i>PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS</i>	137
TABLA 28 <i>PRUEBA DE NORMALIDAD DEL PPC</i>	138
TABLA 29 <i>PRUEBA DE RANGOS CON SIGNO DE WILCOXON</i>	138
TABLA 30 <i>PRUEBA DE NORMALIDAD DE VALOR GANADO</i>	139
TABLA 31 <i>ESTADÍSTICA DE MUESTRAS EMPAREJADAS</i>	139
TABLA 32 <i>CORRELACIÓN DE MUESTRAS EMPAREJADAS</i>	140
TABLA 33 <i>PRUEBA DE NORMALIDAD DE VALOR GANADO</i>	140
TABLA 34 <i>ESTADÍSTICA DE MUESTRAS EMPAREJADAS</i>	141
TABLA 35 <i>CORRELACIÓN DE MUESTRAS EMPAREJADAS</i>	141

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 <i>RESUMEN CRONOLÓGICO DE LC Y LPS</i>	33
FIGURA 2 <i>FILOSOFÍA DE LA PLANIFICACIÓN Y PLANIFICACIÓN LEAN</i>	36
FIGURA 3 <i>PROCESO DE PLANEAMIENTO LAST PLANNER</i>	36
FIGURA 4 <i>PREPARACIÓN DE ACTIVIDADES EN LA PLANIFICACIÓN LOOKAHEAD</i>	41
FIGURA 5 <i>SISTEMA DE PLANIFICACIÓN TRADICIONAL POR EMPUJE DE ACTIVIDADES</i>	42
FIGURA 6 <i>SISTEMA DE ARRASTRE</i>	43
FIGURA 7 <i>SISTEMA LAST PLANNER SYSTEM</i>	44
FIGURA 8 <i>PLANIFICACIÓN INTERMEDIA</i>	46
FIGURA 9 <i>PLANIFICACIÓN INTERMEDIA</i>	49
FIGURA 10 <i>SISTEMA DE PLANIFICACIÓN LEAN</i>	52
FIGURA 11 <i>ESCENARIO DE TIEMPO Y COSTO</i>	54
FIGURA 12 <i>TABLA DE ÍNDICES Y VARIACIONES</i>	56
FIGURA 13 <i>PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN</i>	63
FIGURA 14 <i>CARTA BALANCE DE LA SUBPARTIDA DE CORTE DE MATERIAL SUELTO Y ROCA FRACTURADA</i>	66
FIGURA 15 <i>CARTA BALANCE DE LA SUBPARTIDA DE CORTE DE MATERIAL SUELTO Y ROCA FRACTURADA</i>	67
FIGURA 16 <i>CARTA BALANCE DE LA SUBPARTIDA DE CONFORMACIÓN DE LA PLATAFORMA</i>	68
FIGURA 17 <i>CARTA BALANCE DE LA SUBPARTIDA DE CONFORMACIÓN DE LA PLATAFORMA</i>	69
FIGURA 18 <i>CARTA BALANCE EN LA ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN DE LPS DE LA SUBPARTIDA DE CORTE DE MATERIAL SUELTO Y ROCA FRACTURADA</i>	72
FIGURA 19 <i>CARTA BALANCE EN LA ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN DE LPS DE LA SUBPARTIDA DE CORTE DE MATERIAL SUELTO Y ROCA FRACTURADA</i>	73
FIGURA 20 <i>CARTA BALANCE EN LA ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN DE LPS DE LA SUBPARTIDA DE CONFORMACIÓN DE PLATAFORMA</i>	74
FIGURA 21 <i>CARTA BALANCE EN LA ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN DE LPS DE LA SUBPARTIDA DE CONFORMACIÓN DE PLATAFORMA</i>	75
FIGURA 22 <i>CARTA BALANCE EN LA ETAPA DE CONTROL DE LPS DE LA SUBPARTIDA DE CONFORMACIÓN DE PLATAFORMA</i>	76

FIGURA 23 <i>CARTA BALANCE EN LA ETAPA DE CONTROL DE LPS DE LA SUBPARTIDA</i> <i>DE CONFORMACIÓN DE PLATAFORMA</i>	77
FIGURA 24 <i>CORTE EN MATERIAL Y ROCA SUELTOS</i>	94
FIGURA 25 <i>PEDRAPLÉN</i>	95
FIGURA 26 <i>CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES</i>	96
FIGURA 27 <i>LÍNEA DE TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN DE LPS EN LA PARTIDA</i> <i>DE CONFORMACIÓN DE LA PLATAFORMA</i>	102
FIGURA 28 <i>LÍNEA DE TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN DE LPS EN LA PARTIDA</i> <i>DE CONFORMACIÓN DE LA PLATAFORMA</i>	103
FIGURA 29 <i>FICHA DE CARTA BALANCE</i>	105
FIGURA 30 <i>FICHA DE PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO</i>	106
FIGURA 31 <i>LOOK AHEAD PLANNING – SEMANA 10, 11, 12 Y 13</i>	115
FIGURA 32 <i>LOOK AHEAD PLANNING – SEMANA 14, 15, 16 Y 17</i>	116
FIGURA 33 <i>LOOK AHEAD PLANNING – SEMANA 18, 19, 20 Y 21</i>	117
FIGURA 34 <i>LOOK AHEAD PLANNING – SEMANA 21, 22, 23 Y 24</i>	118
FIGURA 35 <i>LOOK AHEAD PLANNING – SEMANA 25, 26, 27 Y 28</i>	119
FIGURA 36 <i>LOOK AHEAD PLANNING – SEMANA 29, 30, 31 Y 32</i>	120
FIGURA 37 <i>LOOK AHEAD PLANNING – SEMANA 33, 34, 35 Y 36</i>	121
FIGURA 38 <i>LOOK AHEAD PLANNING – SEMANA 37, 38, 39 Y 40</i>	122
FIGURA 39 <i>LOOK AHEAD PLANNING – SEMANA 45, 46, 47 Y 48</i>	123
FIGURA 40 <i>LOOK AHEAD PLANNING – SEMANA 49, 50, 51 Y 52</i>	124
FIGURA 41 <i>PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO</i>	134

LISTA DE SÍMBOLOS

LPS	: System Last Planner
PPC	: Porcentaje de Plan Cumplido
CNC	: Causas de no cumplimiento
TC	: Trabajo Contributorio
TP	: Trabajo Productivo
TNC	: Trabajo no Contributorio
LS	: Last Planner
JIT	: Just in time
LC	: Lean Construction
HH	: Horas Hombre
ISP	: Informe Semanal de Producción
EV	: Valor Ganado
PV	: Valor Planificado
BAC	: Variación de costo
AC	: Costo Real
CV	: Variación de costo

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Carta Balance: Corresponden a las herramientas de toma de datos sobre los procesos de las actividades de trabajo en un intervalo determinado de tiempo, cuyo fin es analizar la cuadrilla verificar su eficiencia que tienen en el proceso constructivo y así lograr mejorar el proceso.

Diseño de operaciones: Estrategia detallada elaborada en consulta con las personas que van a realizar una tarea, son habituales un diagrama de procesos, un gráfico de equilibrio de personas y un esquema acotado de la zona de actividades que ilustra el flujo de operarios, bastos y componentes, la seguridad, la calidad, el tiempo y el dinero son requisitos de diseño.

Esfuerzos: Movimiento de cada persona, contienen desplazamientos que no están de manera directa relacionados a productivos trabajos.

Just in Time: También conocida como "just in time", este instrumento del Sistema Last Planner explora garantizar que los recursos y las actividades lleguen en el momento previsto. acciones a tiempo según lo previsto.

Look ahead: Hace referencia al cronograma estandarizado entre 3 – 6 semanas, es utilizado como instrumento para controlar las actividades desarrolladas en obra. Sin embargo, también sirve en la liberación de alguna restricción y la determinación de responsabilidades en los procesos a seguir en obra.

Planificación: Permite definir, determinar y elaborar estrategias para lograr metas y alcanzar el éxito.

Porcentaje del Plan de Cumplimiento (PPC): Es un instrumento de Last Planner System que calcula la finalización de las operaciones de una semana de producción.

Reunión semanal de producción: Mediante los análisis de cada restricción y demás compromisos asumidos por todo individuo en cada reunión, se forma la Planificación de la

Visión, para que la estrategia tenga éxito, es fundamental que todos los participantes cumplan sus compromisos, el sistema hace un seguimiento de las obligaciones de cada persona.

Sistema Last Planner: Es uno de los instrumentos utilizados por la metodología Lean que se aplica en la programación y los procesos de control de rendimientos del equipo de trabajo.

RESUMEN

La propuesta de nuevas metodologías en el desarrollo de infraestructuras es una realidad, se están desarrollando flujos de trabajo colaborativos para obtener óptimos procesos y evitar la pérdida económica de los recursos, de esta manera no habría dificultad en la gestión de costo de los proyectos. Ante esta problemática, esta investigación tiene como objetivo optimizar la construcción de la carretera Canta–Huayllay tramo 2B a través de la implementación del Sistema Last Planner para el óptimo flujo de trabajo.

Esta investigación plantea trabajar con una metodología de tipo aplicada ya que se empleó conceptos teóricos, prácticos y científicos para optimizar los procesos constructivos, por otro lado, contó con un enfoque cuantitativo, diseño experimental y alcance descriptivo donde se consideró como muestra al tramo 2B de la carretera Canta–Huayllay.

Para optimizar la construcción de la carretera en mención se realizó una evaluación inicial a través de cartas balance en donde se identificó el rendimiento de la cuadrilla, posterior a ello se implementó la herramienta Last Planner System en donde se identificaron las restricciones ocurridas en obra, para luego determinar el valor ganado con la implementación de LPS, concluyendo luego de haber aplicado Last Planner System que el PPC aumentó en un 9% en promedio, favoreciendo considerablemente a la ejecución del proyecto, ya que se pudo cumplir con el avance programado en obra.

Palabras clave: optimizar, partidas, restricciones, diagnóstico, programado.

ABSTRACT

The proposal of new methodologies in infrastructure development is a reality, collaborative workflows are being developed to obtain optimal processes and avoid the economic loss of resources, in this way there would be no difficulties in project cost management. Given this problem, this research aims to optimize the construction of the Canta-Huayllay highway section 2B through the implementation of the Last Planner System for optimal workflow.

This research proposes to work with an applied methodology since theoretical, practical and scientific concepts were used to optimize the construction processes, on the other hand, it had a quantitative approach, experimental design and descriptive scope where section 2B of the Canta-Huayllay highway.

To optimize the construction of the highway in question, an initial evaluation was carried out through balance letters where the performance of the crew was identified, after which the Last Planner tool was implemented where the restrictions that occurred on site were identified, for later determine the value gained with the implementation of LPS, concluding after having applied the Last Planner System that the PPC increased by 9% on average, considerably favoring the execution of the project, since it was possible to comply with the scheduled progress on site.

Keywords: optimize, work item, restrictions, diagnosis, programmed.

INTRODUCCIÓN

Actualmente hay varias tecnologías que han entrado en el terreno del progreso y la ganancia, aunque en la construcción aún no se ha tenido en cuenta nuevas mejoras, y por falta de metodología se han logrado metas no deseadas y se han entregado proyectos que no cumplen ni con su planificación inicial, ni la fecha término de obra. Las operaciones también pueden verse afectadas por la irresponsabilidad de los miembros de la empresa constructora que no se comprometen a completar el proyecto correctamente, violando así los plazos establecidos por el contrato, lo que a su vez conduce a bajos estándares, calidad para el cliente.

En algunos casos, la construcción no se lleva a cabo de manera eficiente y dado que los rendimientos no son altos, la mayoría de los errores en la obra se encuentran en la gestión de los trabajadores y se deben a la falta de instrucciones adecuadas, provocando obras fallidas y como consecuencias estas se tienen que rehacer, lo que significa volver a corregirlas, incluyendo nuevos gastos, nuevos daños, demora de tareas, no conformidad en obra y por ende las sanciones correspondientes.

Es a través del Sistema Last Planner (SLP) que intenta incorporar una metodología para optimizar la construcción de la carretera Canta – Huayllay tramo 2B con el objeto de demostrar que esta implementación tendrá un alto impacto en el éxito del mismo.

El estudio inicia en el capítulo primero con el plan del estudio, donde se determina la problemática, objetivos, hipótesis, justificación del tema, viéndose en este proyecto el momento oportuno para implementar y manifestar a la gerencia interna de la empresa constructora y al cliente que mediante la implementación de la propuesta se puede contribuir considerablemente en el éxito del proyecto de construcción.

A través del capítulo segundo, se realiza marco teórico, en el cual explica detalladamente las percepciones básicas de la filosofía Lean Construcción, llevada a la práctica mediante el System Last Planner.

En el tercer capítulo se explica el diseño y tipo de investigación, así como la población, e instrumentos y técnicas manipuladas en la recolección de información. Por último, en el capítulo cuarto se exhibe el desarrollo de la investigación, los resultados y la discusión de estos antecedentes.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

Existen múltiples técnicas que actualmente han incursionado en el alcance de progresos y utilidades, en el rubro de la construcción aún no se plantea la obtención de las nuevas mejoras, debido a la falta de una metodología se han ido alcanzando metas no deseadas y ocasionando a su vez actividades que no se cumplan desde su planificación inicial hasta su planificación final, también influye las irresponsabilidades causadas por los integrantes de una constructora, estos, no están obligados en la culminación correcta del proyecto, generando así incumplimientos de plazos contractuales y a su vez bajos estándares de calidad para el cliente

En algunos casos, los procesos constructivos no se completan en su totalidad de manera eficaz, y con un no tan alto nivel de particularidad, el error en la mayoría de trabajos se identifican cuando los avances son liderados por los obreros y estos al no contar con una correcta instrucción terminan siendo trabajos fallidos o también conocidos como trabajos rehechos, lo cual implica volver a corregirlos, incluir nuevos gastos, nuevas pérdidas, retrasos en tareas continuas, ampliaciones de obra no deseadas por causa de incumplimientos y de paso una correspondiente multa.

El método Last Planner System fue introducido en los años 90 por Greg Howell y Glenn Ballard. El mayor número de estudios se publicó en EE.UU. y Europa, por lo que allí se aplicó el método LPS.

Por ello vemos a Sudamérica en sus países de Chile y Brasil son buenos ejemplos sobre la aplicación del LPS, dado que en cada resultado al momento de implementarlo los resultados fueron exitosos, que les ha permitido acortar cada plazo de entrega, mejorar la ejecución y reducción de los costos de los proyectos.

Las causas diferentes que logran producir esta problemática, tenemos entre ellas las siguientes:

- Malos manejos del cronograma
- Malas planificaciones
- Faltas de material y equipos pesados
- Errores en los expedientes técnicos
- Incumplimiento de los plazos
- Ineficientes diseños.

Estos problemas traen demasiadas consecuencias dentro de las cuales podemos detectar las presentes:

- Mayores tiempos en la ejecución de obras
- Producción baja
- Mayores costos en la ejecución de obras

A nivel nacional en nuestro país no existe un nivel de competencia entre las empresas, esto debido al clásico método tradicional empleado en la programación de los proyectos. La ausencia de una cronología y secuencias de actividades iniciales genera incompatibilidades en el diseño, generando así retrasos en la producción y entregas de largo plazo, son escasas las empresas y contratistas que consideran en sus proyectos la aplicación de una nueva metodología esto se debe a la forma tradicional que se ha utilizado por varios años, estas empresas no constan con un plan que me permita observar pérdidas antes y posterior a la ejecución, las cuales no pueden ser enmendadas con facilidad y concretadas en un tiempo estimado.

Según Olawale y Sun (2010), la falta de mecanismos adecuados de planificación y control en los proyectos de construcción conduce a sobrecostos, retrasos en el cronograma y baja calidad del trabajo. Esto es a menudo causado por metodologías inadecuadas que no abordan la complejidad y los riesgos del proyecto. Tiene además un impacto significativo en varios aspectos del proceso constructivo. En primer lugar, esta carencia genera metas no deseadas y actividades que no se cumplen según la planificación inicial ni la final, lo que repercute negativamente en la eficiencia y calidad del proyecto. Esto conduce a incumplimientos en los plazos contractuales, afectando la satisfacción del cliente y la reputación de la empresa constructora.

Además, la falta de responsabilidad y compromiso por parte de los miembros de la empresa puede agravar el problema, ya que sin una metodología que guíe correctamente las operaciones, los trabajadores no están obligados ni capacitados para culminar los proyectos de manera óptima. Esto resulta en bajos estándares de calidad y retrabajos, donde las actividades mal ejecutadas deben ser corregidas, lo que implica un aumento en los costos y tiempos de ejecución.

Por otro lado, la ausencia de una metodología clara para la gestión de los recursos (materiales y equipos pesados) y la planificación de tareas también puede generar ineficiencias en los cronogramas, causando interrupciones y retrasos en las obras. Estos problemas se ven reflejados en errores en los expedientes técnicos, ineficientes diseños y una baja producción, lo que en conjunto deriva en costes operativos más altos y ampliaciones no deseadas de los plazos de entrega.

Azhar, Farooqui, y Ahmed (2008) determinaron que: sin una metodología sólida de gestión de proyectos, los proyectos de construcción sufren ineficiencias, falta de coordinación y

fallos para cumplir con los plazos, lo que finalmente aumenta los costos y disminuye la satisfacción del cliente.

En resumen, la falta de una metodología adecuada en la planificación y finalización de los proyectos de construcción genera una cadena de problemas: incumplimiento de plazos, aumento de costos, baja calidad, y problemas de gestión de recursos, lo que reduce considerablemente la eficiencia y competitividad de las empresas en el sector.

Por tanto, la investigación presente intenta remediar la problemática mediante la optimización y técnica del LPS. En la cual el LPS nos brindará ayuda en los cumplimientos de plazo, reales rendimientos, marcarán los flujos de constantes trabajos que pueda necesitar una obra, obtendremos saber al momento cualquiera, de cada cuadrilla su control, con los cumplimientos de cada objetivo o lo que origina los impedimentos e impedir inesperados gastos y sobrecostos.

1.2. Formulación Del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo Implementar el Last Planner System para la construcción de la carretera Canta – Huayllay tramo 2B?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es el diagnóstico del rendimiento que presenta la cuadrilla en la construcción de la carretera Canta – Huayllay tramo 2B?
- ¿Cuál es el impacto de Last Planner System en la planificación de la construcción de la carretera Canta – Huayllay tramo 2B?
- ¿De qué forma influye el valor ganado en la implementación de Last Planner System para la construcción de la carretera Canta – Huayllay tramo 2B?

1.3. Formulación de los Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Implementar el Last Planner System para la Construcción de la Carretera Canta – Huayllay tramo 2B.

1.3.2. Objetivo Específico

Realizar un diagnóstico del rendimiento que presenta la cuadrilla en la construcción de la carretera Canta – Huayllay tramo 2B.

Evaluar el impacto de Last Planner System en la planificación de la construcción de la carretera Canta – Huayllay tramo 2B.

Determinar el valor ganado en la implementación de Last Planner System para la construcción de la carretera Canta – Huayllay tramo 2B.

1.4. Justificación de la Investigación

1.4.1. Justificación Práctica

La investigación presente contribuye al incremento respecto a la productividad de la cuadrilla con el fin de optimizar la construcción de la obra en mención, garantizando que la empresa a cargo del proyecto cumpla con los plazos establecidos, siendo óptimos en tiempo y costo. Así mismo permitirá contribuir y resolver problemas principales por la falta de optimización de flujos y por lo consiguiente se contará con la recopilación de información, tareas generales y estudios organizacionales que permitirán evaluar las causas que generan la reducción de los estándares de procesos productivos.

1.4.2. Justificación Metodológica

Desarrolló la investigación metodológicos procedimientos para el estudio de la variable “optimización en la construcción”, para lograr los objetivos se emplearon herramientas con el propósito de justipreciar las características y eficiencias respecto al cumplimiento de avance

programado del proyecto en estudio, estas herramientas pueden ser empleadas en futuras investigaciones o pueden ser usadas basándose para el mejoramiento del análisis relativo al tema.

1.4.3. Justificación Ambiental

El sector construcción es uno de los más contaminantes, esto debido a los diferentes gases que emiten a la atmósfera. Este estudio pretende acortar del proyecto su tiempo de ejecución en mención y cumplir con los tiempos establecidos evitando ampliaciones de plazos, de manera se obtendrá la reducción de emisión de dióxido de carbonos que genera la maquinaria empleada en los procesos constructivos.

1.4.4. Justificación Social

Busca apoyar esta investigación en la mejora del uso de tiempo del personal de obra, logrando que el trabajador realice sus actividades de forma inteligente y así obtener los resultados positivos esperados. La proyección social está enfocada a sus habitantes con el propósito de brindarle una adecuada infraestructura educativa cumpliendo con los patrones de calidad en su proceso constructivo y a la vez ayudará con la reducción de brechas en la construcción.

1.4.5. Justificación Técnica

Se justifica la investigación presente en el aspecto técnico, debido que, realizará la aplicación de cada conocimiento alcanzado en el transcurso de la carrera universitaria, haciendo empleo de softwares de apoyo y aplicando conocimientos técnicos de suma importancia que permite aportar a esta propuesta viabilidad para su aplicación en obra.

1.5. Delimitación

1.5.1. Espacial

El estudio se elaborará como mejora, rehabilitación, protección y nivel de mantenimiento y gestión del Corredor Vial: Lima - Huayllay - Canta - Dv. Cochamarca - EMP.PE 3N tramo

2.B, conformada por la primera progresiva Km 59+000 y la última progresiva del kilómetro 95+200, está ubicada del país en su parte central, en el distrito de Canta, Huayllay; en los departamentos de Pasco, Lima y Junín.

La carretera será constituida por cargo de la Compañía China de Carreteras y Puentes (CRBC).

1.5.2. Temporal

La construcción de la carretera Canta – Huayllay comenzó el 1 de noviembre de 2019 hasta el 15 de marzo de 2020, fecha en la que se suspendió por la pandemia de covid-19, pero se reanudó el 02 de Julio del año 2020 hasta 2021.

El estudio se llevará a cabo según lo previsto, es decir, durante 06 meses en los años 2021-2022.

1.5.3. Conceptual

La investigación analizará la aplicación del Last Planner System de la optimización de la construcción e indicadores en consonancia con los objetivos del estudio.

1.6. Formulación de la Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

Last Planner System influye en la Construcción de la Carretera Canta – Huayllay tramo 2B.

1.6.2. Hipótesis Específicos

El diagnóstico muestra un rendimiento alto en la construcción de la carretera Canta – Huayllay tramo 2B.

El impacto de Last Planner System es beneficioso en la mejora de la planificación de la construcción de la carretera Canta – Huayllay tramo 2B.

El valor ganado influye de manera positiva en el cumplimiento de objetivos para la construcción de la carretera Canta – Huayllay tramo 2B.

1.7. Identificación de Variables

Las variables empleadas se muestran a continuación

1.7.1. Variable 01

Last Planner System

1.7.2. Variable 02

Construcción de la carretera

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
Variable 01: Last Planner System	Sistema que permite el desempeño de las actividades y optimizar recursos haciendo buen uso de ellos (Vega, 2017).	El sistema de Last Planner permite realizar una correcta planificación maestra, mensual y semanal, en busca de la optimización y rendimientos de proyectos.	Aplicación de Last Planner® System	Identificación de las Partidas Sectorización Tren de Trabajo Planificación Maestra Planificación Mensual Planificación Semanal
Variable 02: Construcción de la carretera	Capacidad de resolver los problemas de manera eficiente con el mínimo de tiempo (Rodríguez Hoyos, 2015).	La optimización reduce el tiempo y los recursos empleados en un proyecto.	Costo Tiempo Recursos	Presupuesto Cronograma HH/HH

Nota. Elaborado por el autor

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2. ASPECTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes De La Investigación

Daremos a conocer los antecedentes internacionales y nacionales.

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Se han realizado estudios de investigación a nivel nacional referente a los variables:

Pirca y Pirca (2019), en su estudio denominado “Aplicación del sistema Last Planner System en el proceso de planificación de la obra: Dirección Regional de Educación de Huancavelica”, estuvieron enfocados en efectuar un análisis de los resultados de Huancavelica manipulando el LPS en los procesos respecto a planificar los proyectos de la DRED. Aplicaron como metodología de tipología aplicado y nivel de tipo explicativa. Las poblaciones de DRED, Huancavelica, tomaron muestras conformadas por especialidades, tanto de arquitectura y estructura de los proyectos: Mejora de las prestaciones del servicio de la DRED – Huancavelica, donde obtuvieron como resultados un incremento en el TC de 21.02%, el trabajo no contributivo se minimizo 12.37% y el TC lo hizo en 8.65%.

Alvarez (2019), en su investigación denominada “Análisis de la productividad en una edificación en altura a través de la implementación de Last Planner System®”, tuvo por finalidad efectuar un análisis de la productividad y planificación a través de cada indicador del L.P.S. De investigación, tuvo de nivel de estudio descriptivo y cuantitativo. La población es cada obra civil. Cada resultado logrado en conformidad con indicadores, tanto del PCR y PPC, llegó a un 70.37 % y 61.5 % proporcionalmente. Los incumplimientos de otras frente (IOF) y programaciones fue, de la CNC un 53.9 %. Como conclusión hizo mención que los efectos al aplicar LPS y cada indicador en un acrecentamiento de confiabilidades, productividades y

fluidez en concordancia a las programaciones de los proyectos, manifestando un desempeño cara a cara al cliente y empresa.

Ayala y Temoche (2017), en su investigación “Metodologías y herramientas de gestión para la mejora continua de la productividad en la construcción”. Tuvo por objetivo aumentar la productividad aplicando herramientas de gestión. La orientación de la investigación es aplicada, con un nivel descriptivo y enfoque cuantitativo. Los resultados obtenidos del análisis es que existe un porcentaje de asignaciones completas del 50% llegando a mejorar hasta un 85% de productividad en la construcción con la aplicación de la metodología L.C. Se concluye que se debe tener un compromiso constante para que mejore la productividad en cada una de las áreas responsables, así mismo el seguimiento de cada actividad de acuerdo a la programación se debe mantener en constante vigilancia para su cumplimiento.

Dávila y Pereda (2019), en su tesis denominado “Implementación del Sistema Last Planner para la optimización y control de obra de la Vivienda Multifamiliar Residencial Santa Edelmira - Trujillo- La Libertad”, tuvieron por finalidad la determinación de qué forma la influencia de la aplicación del LPS sobre la productividad respecto a construcciones de viviendas multifamiliares en la residencia santa Edelmira ubicada en la ciudad de Trujillo. Para el desarrollo de su investigación propuso un Lookahead Planning con el fin de llevar una planificación habitual en el alcance de los índices de producciones, partidas, mano de obra y recursos para lograr el progreso y el mejoramiento de las actividades programadas, teniendo como resultados en la tercera semana un 77% de PPC alcanzado, concluyendo que no todas las actividades programadas fueron ejecutadas dentro del tiempo estipulado pero con previa secuencia y control de actividades se generó un alcance de 88.4% de PPC, demostrando que se

realizó una buena planificación en las actividades programadas y con la ayuda de este sistema Last Planner aumento su confiabilidad en la gestión de proyectos.

Sucapuca (2017), en su estudio denominado “Sistema de control para avance de proyecto: transporte de agua dulce y aguas residuales a planta de pretratamiento, caso empresa Hydraulic TS instalación de tuberías en Arequipa aplicando Last Planner System”, tuvo como enfoque las aplicaciones del Lean Construction y LPS a fin de obtener el mejoramiento de los sistemas control para los transportes de aguas de tipo residual, agua dulce hacia las plantas pretratamientos, emplear LPS para obtener la disminución de costo de las obras y tiempo. Los estudios investigativos fueron de tipología aplicada, analítica y exploratoria. Los grupos o población es la minera Cerro verde, los subconjuntos o muestras fueron la empresa TS Hydraulic. Cada resultado que obtuvo, los proyectos se disminuyeron respecto a los tiempos del proyecto en un aproximado de 37 días, sin aplicar LPS tuvo una suma de S/56'952.621.010, y los costos empleando LPS fue la suma de S/52'195.845,170 y por ello obtuvo un ahorro de 4'746.051,750 s/.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

En conformidad, a través del nivel internacional se consiguieron estudios investigativos alusivos a la Implementación de LPS.

Saad & Chafi (2020) en su investigación “Last Planner System and simulation for performance improvement: a case study of reinforcement process” tuvo como objetivo efectuar la valoración de como impacta la aplicación de principios de L.C. en el rendimiento de las operaciones de refuerzo utilizando un enfoque de simulación de eventos discretos (DES). La metodología empleada fue por mapeo de procesos de las operaciones de refuerzo gracias a las entrevistas y observaciones de campo a los jefes de obra involucrados en el proyecto seleccionado. Posteriormente, se recopilaron datos cuantitativos y luego se utilizaron para

identificar la mejor densidad probabilística, y la utilización del software ARENA. Los resultados indican que las nociones Lean son seguros para optimizar el rendimiento del procesamiento seleccionado de construcción. Las medidas de rendimiento de salida para el modelado del mundo real y la guía Lean hicieron la demostración que Lean Construction llevaron a una perfeccionamiento del 41.0% en la productividad del procesamiento, un perfeccionamiento del 14.0% en la eficiencia del proceso y un 17 % acortación de los tiempos de ciclo. Las conclusiones indican que se necesitan trabajos futuros para extender este estudio a diferentes tamaños de proyectos y más procesos de construcción complejos (por ejemplo, proceso de albañilería y operaciones de vertido de concreto).

Según Aboseif y Khallaf (2020) en su artículo denominado “A framework for last planner system implementation in Egypt” tuvo como propósito analizar los límites del actual estado de la industria constructiva en Egipto al proponer las implementaciones de LPS y los pasos necesarios para su implementación en Egipto. Su metodología fue dividida en dos fases, la primera será incluir la implantación de herramientas LPS en una obra de pequeña escala a la mitad del proyecto ciclo de vida, y la segunda implementará herramientas LPS y BIM en una obra más sofisticada y con mayor presupuesto desde el inicio de la construcción. Sus resultados según el cuestionario fue que ninguno de los trabajadores tenía conocimiento sobre LPS, también existe falta de comunicación, la falta de compromiso de las partes interesadas, la mala calidad, y los horarios de tiempo, es por ello que se ha propuesto nuevos desafíos para poder incrementar la industria constructiva. En conclusión, de acuerdo a la revisión literaria y al cuestionario, para poder implementar LPS se requiere de carácter urgente capacitar a los colaboradores para lograr mejorar la calidad de los proyectos.

Según Schimanski et al., (2020) en su artículo denominado “The Last Planner System and Building Information Modeling in Construction Execution: From an Integrative Review to a Conceptual Model for Integration” tuvo como fin analizar una revisión literaria sobre la implementación BIM y LPS en la ejecución de un proyecto. Su metodología fue tanto cuantitativa como cualitativa. Resultando que las matrices de interacciones BIM-LPS especializadas como actualizaciones de la interacción general Lean-BIM matrices ha sido formulado, y respecto a una visión generalizada de la existente literatura en las áreas de co-aplicaciones LPS-BIM en los periodos, se ha presentado la ejecución constructiva, como inicio de las perspectivas tanto de la teorías como de las prácticas y ha sido totalmente beneficiosa. Por lo tanto, este nuevo modelo conceptual pretende servir de inspiración para futuros BIM y LPS conjuntos de implementaciones en los procesos de construcción, y también, pero no exclusivamente, para desarrollar nuevos sistemas de información que hacen posible estas implementaciones. Estas implementaciones serán independientes de soluciones de software comercial vinculado a entidades LPS digitales. En conclusión, otros aspectos de la gestión de la producción pueden ser interesantes para la evaluación y potencial integración en este modelo conceptual. Por ejemplo, el papel del control de costos podría ser examinado dado que el propio LPS no admite esta función.

Angeli (2017), en su tesis denominada “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”, tuvo como enfoque implementar los sistemas LPS en el proyecto de la comuna Condes, San Miguel y de cierta forma efectuar la evaluación de cada dato que obtengan. Las muestras llegan a ser la edificación de la comuna Condes, San Miguel. Tuvo como conclusión las disminuciones de las variabilidades en cada edificación, tuvo según cada

nivel de trabajos uno de los confiables programas, reducciones en cada una de las programaciones de las ejecuciones reales de cada proyecto, mediante programaciones semanales, aunque tuvo porcentajes altos de P.A.C. no logró llegar al cumplimiento de lo que programó en uno y otro proyecto.

Vega (2018) en su tesis denominada “Implementación de Last Planner System y Building Information Modeling en proyectos de construcción: Metodologías de diseño, coordinación y construcción en una pequeña empresa de desarrollo inmobiliario”, tuvo por finalidad centrarse en la aplicación BIM orientadas en cada principio y las metodologías del LPS a través de cada componente para la gestión, desarrollos departamentales constructivos de cada proyecto de la entidad privada arquitectura A5. Tuvo como metodología de nivel de tipo descriptivo. Tuvo como muestra la empresa arquitectura A5. Como resultado obtuvo mejoras en las productividades de los equipos de diseño, donde obtuvo una disminución del tiempo de los diseños.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Filosofía Lean

2.2.1.1. Antecedentes Históricos

Los antecedentes según Castaño et al., (2021) señalan que “El pensamiento de Lean Construction surge en el año 1950 en el continente Euroasiático, en el país de Japón por el ingeniero Taiichi Ohmo que es el padre de la filosofía, donde es uno de los fundadores del sistema de producción de Toyota (TPS) junto al ingeniero Shigeo Shingo.”

En la siguiente figura 1 se puede apreciar el resumen cronológico de cómo fue implementando el pensamiento Lean Construction y el Last Planner System.

Figura 1

Resumen Cronológico de LC y LPS

RESUMEN CRONOLÓGICO DE LC Y LPS	
1913	Henri Ford. Cadena de montaje móvil.
Mediados de los 50	Taichi Ohno tiene operativo el Toyota Production System.
1950 1970	Deming, Juran, Shewhart, Shigeo Shingo, Kaoru Ishikawa, etc. desarrollan sus teorías sobre la Calidad y Mejora Continua que hoy forma parte de LEAN.
Década de los 70	Crisis energética. Toyota destaca por encima de las demás compañías.
Década de los 80	Estudio del MIT que da origen a Lean Production como concepto. John Krafcik acuña Lean Production.
1992	Lauri Koskela fundamenta la teoría de Lean Construction.
1993	Se funda el International Group for Lean Construction IGLC.
1996	Se publica el libro "Lean Thinking" de James Womack y Daniel Jones.
1997	Se funda el Lean Construction Institute (LCI) USA.
2000	Glenn Ballard. Publica su Tesis Doctoral "The Last Planner System of Production Control".
2011	Primer Evento oficial de Lean Construction en España en la Universidad Politécnica de Valencia.
2013	16 Conferencia del European Group for Lean Construction en Valencia.
2014	Inicio de la recuperación en el sector de la construcción de España. Se publica en España la Guía "Introducción a Lean Construction".
2015	Conferencia Lean In Public Sector Construction (LIPS) 2015 Barcelona.
2017	Primer Congreso organizado por ITeC enfocado a que empresarios españoles presenten de manera oficial sus casos de éxito en LC y LPS.

Nota. Pons y Rubio (2021)

2.2.1.2. Lean Construction

Por otro lado, Cano (2021), menciona que es una filosofía primordialmente enfocada en las gestiones de cada proyecto y el respeto hacia cada persona, basada en 5 principios básicos llegando a ser: la minimización de residuos, optimizaciones del conjunto, creaciones de valores al usuario final, centrarse en los flujos y los procesos, y la continua mejora.

En el presente la filosofía Lean Construction se está aplicando rápidamente a los proyectos para mejorar la fiabilidad, reducción de las variabilidades y centrarse más en el proyecto, desde el diseño hasta la ejecución.

Asimismo, Muñoz, Chinchay y González (2021) mencionan que el aprovechamiento de la filosofía Lean para las compañías que ya lo han implementado ha sido bastante provechoso y

ventajoso, produciendo aumento de ingresos, valores fiables, disminución de costos, incremento de calidad de trabajo, cortos plazo de ejecución complaciendo al usuario. En distintos países se ha comprobado que Lean Construction contribuye a incrementar la productividad de las obras, esto de acuerdo al 77% de quienes lo han aplicado.

2.2.2. Last Planner System

2.2.2.1. Origen de Last Planner System

Por otra parte, Hoyos y Botero (2018) hace referencia que el Last Planner System (LPS), fue elaborado por Glenn Ballard y Greg Howell al comienzo de la década de los 90, surgiendo como una herramienta significativa y apreciable en los compendios de la filosofía LC, y plantea un mecanismo de planificaciones y control de la productividad buscando reducir la variabilidad e inseguridad con respecto al flujo de trabajo para lograr compromisos fiables y optimizar el valor del proceso constructivo. De acuerdo a unas revisiones de la literatura, posee los siguientes factores a nivel organizacional y de proyecto, mediante su implementación, tales como: los desafíos o retos y ventajas al aplicar esta metodología en el campo de la construcción, detección de mecanismos vitales de éxito y barreras en la etapa de aplicación del sistema; los componentes de la herramienta implantado; testimonios de la percepción.

En el 2000, se planteó potencialización al sistema que condujeron en conceptos actuales y estrategias. En el 2003, los fundadores del sistema original, dieron a conocer una actualización de este, en donde explicaban la etapa de programación como relación entre el manejo de la productividad y el esquema del trabajo, también una lista de modificaciones surgidos y sugerencias desde la teoría y la práctica de este sistema. (Hoyos y Botero 2018)

En el 2005, se planteó un grupo de prácticas para poder cumplir las promesas de modo seguro y fiable con el propósito de acercarse al flujo de trabajo ideal, sin ser interrumpidos, En el 2008, resaltaron la capacidad del LPS para producir modificaciones, para todo tipo de proyecto,

cultural y organizacional, aquí el diálogo es el componente principal del éxito o triunfo. En el 2012, se tomó en cuenta el LPS a partir de la teoría de la enseñanza, y destacaron también la existencia de una fase de enseñanza experimental en el LPS y una repercusión favorable y provechosa en el entorno de enseñanza organizacional - técnico después de la aplicación del método. (Hoyos y Botero 2018)

2.2.2.2. *Introducción a LPS*

Según Álvarez, Soler y Pelucer (2019), nos mencionan que los sistemas de Revisión de producción LPS aplicados a diseños y a la Construcción, aumenta la confiabilidad y producción.

Además, Cortés et al., (2020) nos hacen conocer diferencias con la convencional planificación y el LPS. Donde este mismo ayuda a extender los valores a los clientes, reducir los desperdicios; además la convencional planificación logra debilidad mayor en las variabilidades, restos mayores. LPS se encauza en “debes-puedes-se harán” y a su vez la planificación convencional abarca “lo que se debe-lo que se harán-lo que pueden”.

Se Debe -Se Puede -Se Hará: El desempeño del último planificador, en el sistema tradicional muchas veces es analizado como si no pudiera existir alguna discrepancia entre “lo que debería hacerse” y “lo que se puede hacer”. También agrega un mecanismo de control de producción con la capacidad de solucionar los inconvenientes que posee el sistema tradicional de gestión que vienen elaborando desde hace tiempo. Este sistema aportará y contribuirá en convertir de lo que hay que hacerse a lo que se debería hacer de la mano de un inventario de trabajo (ITE) incorporado en la programación de actividades semanales. Las asignaciones de actividades a lo largo de las programaciones indicadas es responsabilidad de todas las partes involucradas de la obra con el fin de solucionar de forma grupal y ver lo que verdaderamente se hará. (Pons y Rubio, 2021)

Figura 2

Filosofía de la Planificación y Planificación Lean

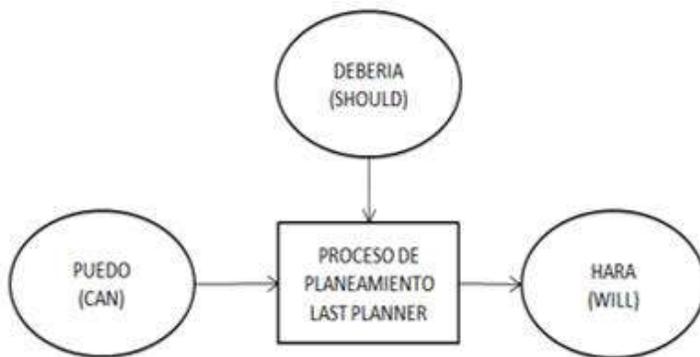


Nota. Pons y Rubio (2021)

Para Díaz et al., (2019) El sistema LP consiste en una técnica de planeamiento y control de procesos que disminuye en las obras los impactos de variación e inseguridad, diseñando un flujo constante entre cada tarea estipulada. Faculta mayor confianza respecto a la proyección de los plazos de culminación de las tareas del proyecto y favorece la optimización constante en los procesos aportando directamente en la calidad, plazos, y presupuesto del proyecto.

Figura 3

Proceso de planeamiento Last Planner



Nota. Tomado de Ballard (2000)

LPS se determina como un sistema eficaz, eficiente, responsable de planificar y administrar las actividades establecidas y estipuladas, con el propósito de garantizar que el flujo

de productividad sea constante y al mismo tiempo no genere atrasos. El último planificador también cuantifica y evalúa grados de cumplimiento y rendimiento a través de un planning semanal detectando las limitaciones que no facultan continuar con las labores siguientes a realizarse, eliminando por completo las tareas que no agregan valor. (Pons y Rubio, 2021)

La planificación colaborativa no solo se trata de juntarse con los responsables o los integrantes de la realización de la obra. El propósito de la planificación colaborativa es elaborar un monitoreo continuo a todos los que integran el staff de la empresa, produciendo así el diálogo de todas áreas de la obra a través de asambleas o juntas semanales con el fin de estipular el cumplimiento de las tareas programadas y faltantes, detectando así aquellas restricciones que obstaculizan la realización de la obra (Pons y Rubio, 2021).

Control de la Unidad de Producción

Algo fundamental en el nivel de unidad de producción de la operatividad de un sistema de planificación es su calidad de escape; consiste en la calidad de la planificación generada por el Último Planificador. Se exponen a continuación según Botero y Álvarez (2021) las características esenciales de una asignación:

- Que la asignación esté bien determinada.
- Escoger la serie apropiada de trabajo.
- Escoger el número o cifra adecuada de trabajo.
- La actividad escogida sea práctico para la secuencia total; quiere decir, puede ser hecha en el ciclo deseado.

El PAC - porcentaje de actividades completadas, es la cantidad de tareas programadas realizadas entre la cantidad completa de tareas programadas, manifestadas como porcentaje. El porcentaje de AC se convierte en un modelo estandarizado para la revisión desempeñado

respecto a la unidad de producción, procedente de un grupo intensamente complicado de directrices: técnicas de realización, planes de la obra o proyecto, etc. Las obras de altos estándares de calidad, exponen mayores PAC, lo que consiste que debe elaborar actividades mejores con los recursos estipulados, detrás de un gran nivel de productividad.

El PAC mide primordialmente el grado de dedicación y encargo del primer encargado de la programación. La medición del cumplimiento y desempeño en los niveles del planificador último no quiere decir que solo se hagan modificaciones en el respectivo nivel. Las razones de una propuesta frustrada son encontradas en cualquier tipo de nivel de organización.

La evaluación del PAC, para propuestas que conduzcan a reducir la disparidad entre un adecuado y un inadecuado programa, es un núcleo potente. Los análisis de los causantes de no cumplimiento que se ejecutan por semana, es la esencia y núcleo del proceso de mejora invariable e instrucción que se produce a inicio de la aplicación de un actual patrón de planificación. Lo primero que es indispensable para el perfeccionamiento es la detección de las causas de no cumplimiento, por ingenieros residentes y supervisores, de primera mano encargados de la realización del proyecto. Las razones son:

- Datos desfavorable brindada al Último Planificador, tales como, el sistema informativo erróneamente señaló que la actividad anterior estaba culminado.
- Fracaso en implantar parámetros de calidad de asignaciones; cómo, planear bastante laburo.
- Frustración en cooperación de compartidos recursos; como, falta de alguna grúa en el instante indicado.
- Cambios de prioridades; como, los colaboradores estuvieron estipulados temporalmente a la actividad "incendio".

- Equivocación de diseños o fallo de alguna descripción descubiertas al momento de ejecutar una tarea programada. Brindando así la información requerida y necesaria para la evaluación y análisis de PAC, y asimismo para incrementar el rendimiento de la obra.

Control de flujos de trabajo

Consiste en la tarea generada por los movimientos de unidades de producciones al interior de una serie y magnitud deseada. El control ajusta la realización de la actividad al interior de las unidades de producción , al igual que el traslado de las manos de obra constructivas. (Botero y Álvarez, 2021)

Lookahead Planning

El proceso Lookahead, en la planificación jerárquica, ejerce el rol de fiscalizar los flujos de actividades. Usualmente la planificación Lookahead es aprovechada en experiencias existentes, por lo general ejerce el rol de destacar lo que Debería Hacer en un futuro próximo.

Consta de diversas ocupaciones que se mencionan a continuación:

- Constituir la serie de los flujos de trabajo y estimar su precio.
- Plantear los flujos de trabajo y sus capacidades.
- Dividir las tareas de la programación Maestra en bultos de operaciones y programas de laburo de un modo mayormente sencillo.
- Elaborar métodos a detalle para la realización de las actividades.
- Preservar cada inventario de actividades aplicables.
- Actualización y examinar las programaciones de alto nivel.

- Estas funciones señaladas deben ser cumplidas por los siguientes procesos determinados:
- Determinación de tareas.
- Análisis de restricciones.
- Arrastrar el trabajo desde las unidades de producción superiores.
- Compensar la carga con la capacidad.

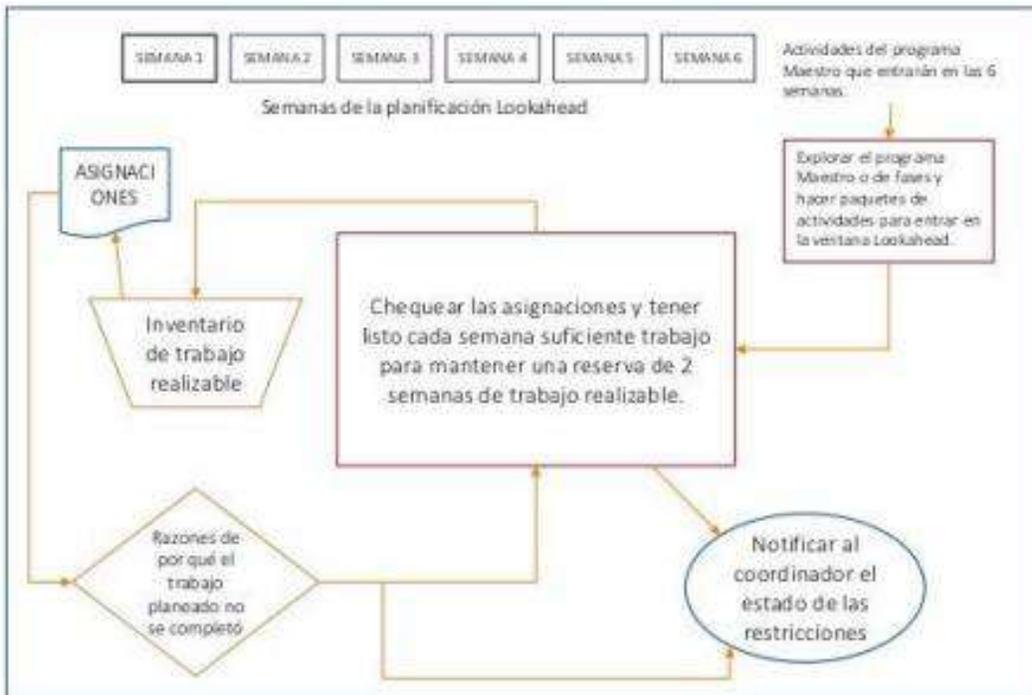
También Botero y Álvarez (2021) comentan que la planificación Lookahead no es sencillo de definir del programa maestro. En realidad, es generalmente ventajoso y provechoso conformar un grupo que esté proyectando las actividades en conjunto.

Posteriormente cada retribución está sometida a cierto análisis de condiciones a fin de definir lo que debe ser efectuado de tal modo que la tarea permanezca preparada y dispuesta para ser realizada. Al interior de Lookahead, de acuerdo a la regla, se puede permitir sólo las tareas que pueden ser ejecutables, para completar el programa. Si fuera el caso de que el planificador no tenga seguridad con respecto a que las restricciones pueden ser extraídas, las asignaciones potenciales serán retrasadas. (Botero y Álvarez, 2021)

En la sexta semana, las asignaciones potenciales ingresan a la ventana Lookahead del programa de realización del proyecto. Después avanzan adelante, semanalmente, hasta obtener el acceso al ITE (Inventario de Trabajo Ejecutable), eso sí todas las restricciones han sido removidas. Si el planificador aprecia una restricción en una de estas tareas, tendrá que hacer una pausa. A partir del ITE, los planes de trabajo semanal son constituidos, incrementando la producción de los que toman estas retribuciones y potenciando la fiabilidad de los flujos de laburo para la próxima unidad de producciones. (Botero y Álvarez, 2021)

Figura 4

Preparación de actividades en la planificación Lookahead



Nota. Tomado de Ballard (2000)

Análisis de restricciones

Según Miranda, Torobisco y Gomez (2020) Desde el momento que las retribuciones son detectadas e integradas en la planificación Lookahead, quedarán sometidas al análisis de restricciones. Estas restricciones pueden ser: exigencias previas de laburo, contrato, espacio, diseño, manos de obra, equipos, etc. Sin embargo, también existen otras que son adecuadas para una obra independiente: aprobaciones, inspecciones, permisos, etc. El análisis de restricciones tiene como función primordial evaluar por qué una tarea no puede ser realizada, analizar cuáles son estas restricciones que obstaculizan ejecutar la tarea; de la mano con una técnica que faculte despejar a la tarea de sus restricciones con el único fin de que esta pueda ser realizada conforme a lo programado. Un estudio de restricciones necesita de adecuados servicios y proveedores para

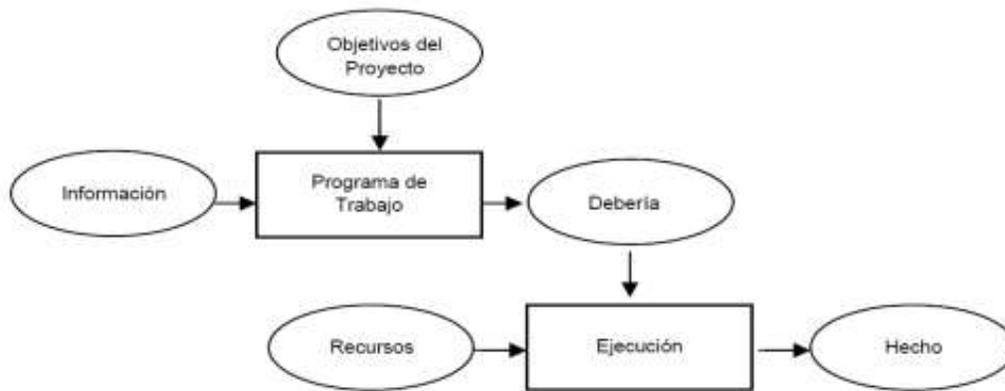
gestionar rigurosamente la producción y entrega, brindando una cooperación oportuna y apropiada frente a los inconvenientes que se producen, a la espera de un periodo de respuestas siendo adecuada para proyectar a sus alrededores.

Sistema de Arrastre (Pull)

Este tipo de sistemas llegan a ser una técnica que, en el proceso productivo, permite incorporar los datos y recursos. En contradicción a ello, están los sistemas de Empuje que vive centrado en adjudicar propósitos o información de ejecución. El sistema de Empuje normalmente es el que ha sido usado en construcción, buscando originar la interrelación en el futuro de actos interdependientes. Es por ello que en el sistema del Último Planificador, constituye retribuciones con parámetros de calidad, formando un chequeo de legitimidad, serie, capacidad, etc. Por ende, el LPS es un tipo de sistema de arrastre. (Miranda, Torobisco y Gomez, 2020)

Figura 5

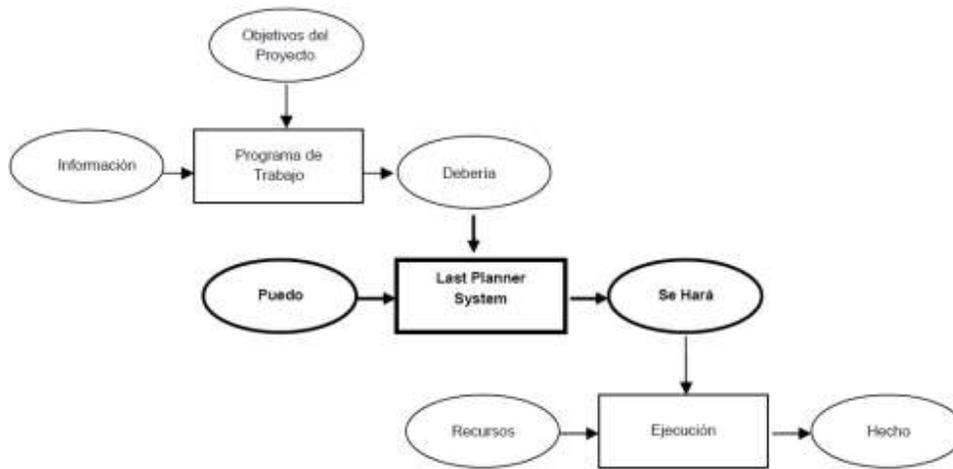
Sistema de Planificación Tradicional por empuje de actividades.



Nota. Tomado de Ballard (2000)

Figura 6

Sistema de Arrastre



Nota. Tomado de Ballard (2000)

2.2.2.3. Niveles de Last Planner System

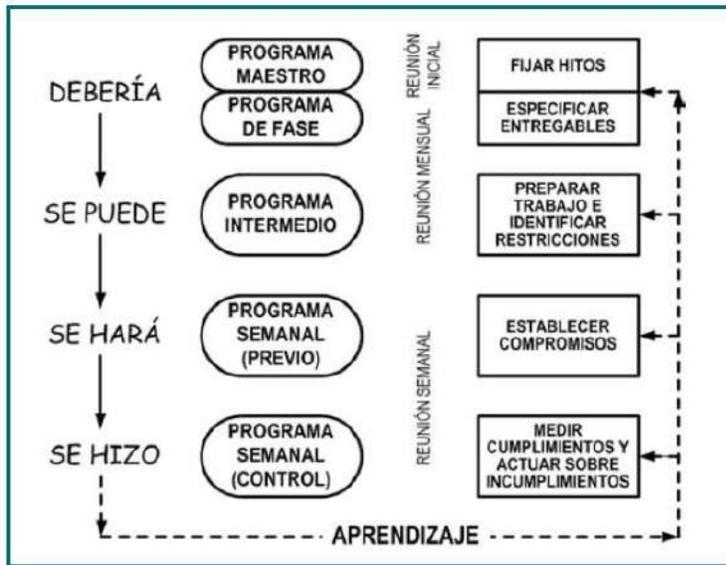
El sistema de planificación final divide las fases de planificación a corto, medio y largo plazo en cinco niveles de trabajo, con el objetivo de proteger la producción de los cambios y la incertidumbre, garantizando que los flujos de trabajo y los proyectos se completen a tiempo.

De acuerdo con Salazar, Arroyo y Alarcón (2021) estos niveles son:

- El quinto nivel es el Programa semanal (control).
- El cuarto nivel es el Programa semanal (previo).
- El tercer nivel es el Programa intermedio.
- El segundo nivel es el Programa de fase.
- El primer nivel es el Programa maestro.

Figura 7

Sistema Last Planner System



Nota. Tomado de Salazar, Arroyo y Alarcón (2021)

2.2.2.3.1. Programa Maestro

Del mismo modo, para Salazar, Arroyo y Alarcón (2021), el programa Maestro es el nivel primario de trabajo de la LPS, ya que define los hitos, planifica cada cosa de lo que "DEBEMOS" ejecutar a lo largo de la ruta crítica y las fases del proyecto, proporciona un análisis más detallado, pero expresado en términos más sencillos, delegando las responsabilidades y la rendición de cuentas de las actividades a cada subcontratista y proveedor.

2.2.2.3.2. Programa de Fase

Según Pons y Rubio (2021), para garantizar un enfoque integrado de cada fase, el segundo nivel de trabajo de la LPS consiste en dividir el proyecto en fases de trabajo y vincular cada fase a cada hito identificado en el calendario general. Asimismo, al final de este nivel de trabajo se identifican las limitaciones del proyecto. Esta fase se utiliza principalmente para proyectos de mayor envergadura.

- El instrumento Pull Planning se utiliza a partir de la fase final, que se considera un requisito del cliente.
- Cada una de las personas clave de la organización implicadas en el proyecto deben participar activamente.
- Su objetivo es optimizar el tiempo identificando las limitaciones y asignando responsabilidades y actividades.

2.2.2.3.3. Programa Intermedio

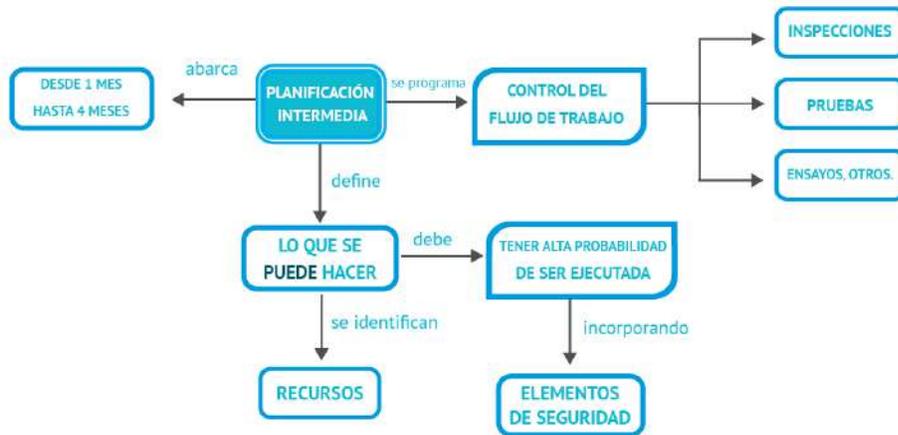
Salazar, Arroyo y Alarcón (2021), mencionan que el tercer nivel de trabajo asimismo denominado programas de medianos plazos o LOOKAHEAD, se define por lo que se “PUEDE” concebir. Esto permite identificar detalladamente las limitaciones y asegurar el compromiso de las personas para la eliminación de cada restricción. El objetivo principal es controlar los flujos de producciones.

Los flujos principales en la construcción son:

- Trabajo
- Informaciones
- Equipamientos
- Seguro espacios
- Externas condiciones
- Bastos
- Personal

Figura 8

Planificación Intermedia.



Nota. Tomado de Eiroy (2014)

Para poder continuar con programación intermedia según Porras, Sánchez y Galvis (2020) se siguen los pasos presentes:

Definición del intervalo de tiempo: Es calculado semanalmente, la cifra se basa de acuerdo a las características de la obra y de los periodos para obtener datos, maquinaria, mano de obra y materiales. Ya que varias tareas tienen periodos prolongados de respuesta a partir de que comience la solicitud o pedido hasta el momento en que se recoge la respuesta, los tiempos donde cada tarea en los programas maestros serán detectados a lo largo de la planificación inicial.

Definición de las actividades: Aquí se deben examinar detenidamente el plan maestro, respecto a todas las tareas que estén formuladas al interior de los intervalos determinados, facultando adquirir un grupo de actividades para los intervalos de tiempo establecido, donde por medio de las tareas, tendrán limitaciones que definen su realización.

Análisis de restricciones: Cuando ya estén detectadas las actividades que constituirán fragmento del planeamiento intermedio es indispensable garantizar que estos queden liberados

de restricción alguna, con el fin de poder ser ejecutadas en el tiempo y momento estipulado. Para poder garantizarnos que una tarea está libre de restricciones, se deben dar cumplimiento a estas dos fases:

- Primera, inspección de la situación o situación actual de las actividades sobre las planificaciones de tipo intermedia tomando en conocimiento sus limitaciones y la posibilidad de trasladar la actividad previa del tiempo para su inicio. La revisión es lo primero que se debe hacer para manejar e inspeccionar del trabajo sus flujos, dado que previene el acceso a la actividad con limitaciones a los intermedios planes, en otras palabras, como propósito es dar a conocer los datos que ingresan a las planificaciones intermedias.
- Segunda, elaborar las limitaciones. Aquí es donde determinan cuáles llegarán ser las medidas que se llevarán a cabo para despejar las restricciones con el fin de comenzar la tarea en el periodo establecido, y se deben elaborar en tres periodos: reafirmar los periodos de respuestas del proveedor comprobando quiénes son los últimos, es decir el implicado de la realización de la tarea, confiar y contar con la seguridad de que tendrá todo listo, el proveedor, en el momento que comenzará la actividad en el proyecto y en todo caso los periodos de respuestas previas son los apropiados, si resultan bastante prolongados se incumbirán reducir.

Intervalo de trabajo ejecutable: está constituido por las actividades que poseen más posibilidad de ser realizadas, en otras palabras, son las que ya han sido analizados por el procesamiento de exploración y se encuentran liberadas de alguna restricción; de este modo surge un intervalo de actividades que se van a realizar. Existen diversas características respecto a la tarea, las cuáles se mencionan a continuación:

- Tareas con restricciones libres que, en la semana en curso, constituyen un fragmento del intervalo de trabajos ejecutables ITE pero que no se alcanzaron a realizar.
- Tareas con restricciones libres que forman parte de las primeras semanas próximas.
- Tareas con restricciones libres con más o igual a dos semanas próximas.
- Fuera el tema, de que cualquier tarea del ITE no llegue a ser realizada o se realice precedentemente, se proporcionarán otras con el fin de que la mano de obra no se quede sin actividades y dándose por culminada la programación intermedia.

2.2.2.3.4. Programa Semanal (previo)

Para Herrera y Reyes (2017) es el cuarto nivel de trabajo de igual forma conocido como programación a corto plazo, donde definen lo que se “HARA”. La programación semanal está diseñado para conseguir que el trabajo se haga en ITE (Inventarios de trabajos que se puede hacer) y para mejorar la fiabilidad, los trabajos en mayores detalles, la asignación de cada persona responsable y cada compromiso de índole semanal a través de reuniones anticipando a los inicios de la semana que se va hacer comienza.

Es por ello que nos mencionan que en estos programas de plazos cortos deberían añadirse a los formatos al menos:

- Cada partida a ejecutar.
- Cada encargado respecto a cada trabajo o partida.
- Compromisos asumidos (% o valor).
- Avance real.
- Diagrama de Gantt (plan).

Figura 9

Planificación Intermedia.



Nota. Tomado de Eiroy (2014)

Formación del programa de trabajo semanal: Este tipo de programas dispone las tareas que deberán ser ejecutadas a lo largo de la semana. Tomando a cada una de las tareas que se consiguen realizar de acuerdo a lo estipulado en el ITE, identificando lo que pueden ser realizado por semana tras semana; denominándose “asignación de calidad”. Para que este plan se fructífero se deben cumplir con los parámetros de calidad, tales como: definiciones, consistencias, secuencias, tamaños y retroalimentaciones.

Reunión de planificación semanal: Precedentemente al comenzar cada una de las semanas de trabajo, antes se tiene que planificar la asamblea o junta a fin de planear y comentar temas de planificaciones semanales; donde deben asistir, el jefe del terreno, el administrador de obra, capataces y supervisores, los representantes de las oficinas técnicas y cada subcontratista.

Y los temas por abordar serían:

- Examinar y contender el PPC de la semana previa.
- Evaluar los motivos y posibles arreglos respecto a los incumplimientos de las actividades establecidas y programadas.

- Elaborar cada una de las secuencias de necesidad a fin de adquirir cada uno de los planes de trabajo de las semanas próximas.

Para poder ejercer los temas propuestos, se deben contar con la información presente:

Para el Coordinador:

- Planificación intermedia y programas maestros.
- Comparar los propósitos alcanzados y planteados por los proyectos.
- ITE al día.

Para El último planificador:

- Causales de incumplimiento y PPC.
- Información de la situación actual de la actividad.
- Listado de actividades para la próxima semana.
- Inspección de limitaciones respecto a las actividades.
- Lista referente a las actividades que formarán parte de las planificaciones intermedias y la planificación de la semana previa.

Las metodologías de implementaciones de la metodología Último Planificador llegará a detallarse como:

- Junta con cada equipo de labores.
- Creación de las planificaciones semanales.
- Creación de las planificaciones intermedias.
- Creación de los inventarios de trabajo ejecutables.
- Mediciones de cada indicador, CNC y PPC. En cada implemetación es de suma importancia dado que los grados de compromiso de los equipos sean completos para obtener mejores fortalezas.

El beneficio que brinda implementar SUP llegan a ser:

- Incremento de la seguridad en el proyecto.
- Contribuye a consolidar las producciones
- Facilita el control proactivo.
- Disminuye los periodos de esperas.
- Promueve vínculos efectivos.
- Funcionan en cada proyecto de ínole pequeña o grande.
- Agrega valores a los proyectos.
- Disminuye los costes del particular capacitado en el proyecto.
- Promueve el valor, los flujos y la transformación.

2.2.2.3.5. Programa Semanal (control)

De igual manera Herrera y Reyes (2017), hacen mención de que el quinto nivel de trabajo del LPS, conocido de igual forma como aprendizaje y seguimiento (mejoras continuas). Se trata de reuniones diariamente periódicas de entre 5 y 10 minutos, en las que se revisa el porcentaje de los planes completados (PPC) o los porcentajes de cada actividad completada (PAC) y cada causa de no cumplimiento (CNC) en obra, lo que refuerza el compromiso de los ejecutantes (los contratistas, cada trabajador e ingenieros) reduciendo de cierta forma el número de variables.

Figura 10

Sistema de planificación Lean



Nota. Tomado de Botero y Álvarez (2021)

2.2.2.4. Indicadores Last Planner System

2.2.2.4.1. Porcentaje Plan Completado (PPC)

Pons y Rubio (2021), es denominado ciertamente como (PAC) Porcentaje Actividad Completada, son indicadores de gran importancia respecto al LPS o denominado de cierta forma como Sistemas de Ultimo Planificador, brindando auxilio en la cuantificación de las confiabilidades de cada promesa que se logran comprometer en los planes semanales. El PPC es medido como un porcentaje, y calcula el número en conjunto de cada tarea comprometida entre en su totalidad de cada tarea comprometidas y si no se alcanza el porcentaje de finalización, la actividad es reconocida incompleta.

$$\text{PPC (\%)} = \frac{\text{N.º DE TAREAS COMPROMETIDAS COMPLETADAS}}{\text{N.º TOTAL DE TAREAS COMPROMETIDAS PLANIFICADAS}} \times 100$$

2.2.2.4.2. CAUSA DE NO CUMPLIMIENTO (CNC)

De acuerdo con, Cortés et al., (2020) los causales de no cumplimientos se originan a principios de los Porcentajes del Plan Completado (PPC) de cada actividad o tarea que no alcanzaron el 100% en los planes semanales.

Los causales de no cumplimiento (CNC) según (ELROY, 2014) son:

- Programaciones malas.
- Inconvenientes con los proveedores.
- Inconvenientes con cada subcontratista.
- Motivo por clima.
- Carencia de bastos.

2.2.3. Valor Ganado

Igualmente, Cortés et al., (2020), hacen referencia que el valor ganado (Earned Value, EV) son herramientas y gráficos que brinda apoyo en el control, información y pronóstico de proyectos respecto a los avances reales de cada tarea frente a lo que se planea, al complementarse con los sistemas (LPS) Last Planner System se obtiene un control respecto al tiempo y costos en concordancia a nuestro objetivo específico. Los valores ganados primordialmente se basan en la medición de los desempeños de cada proyecto con las tres líneas: alcances, tiempos, costos y así efectuar tomar cada decisión.

El valor ganado tiene tres valores principales:

- **Valor Planificado (Planned Value, PV):** De acuerdo con las programaciones de índole planificada en cada término respecto a los costos de acuerdo a las aceptaciones de cada uno de los proyectos o las fechas de reporte (planificados).

- **Valor Ganado (Earned Value, EV):** Son los valores respecto a lo que se ha avanzado por los valores planificados en las líneas de bases o expedientes técnicos.
- **Costo real (Actual Cost, AC):** Llegan a ser los costos donde se ejecutó cada una de las actividades hasta la fecha.

Como cuarto valor llegan ser el costo total o presupuesto a la culminación (BAC).

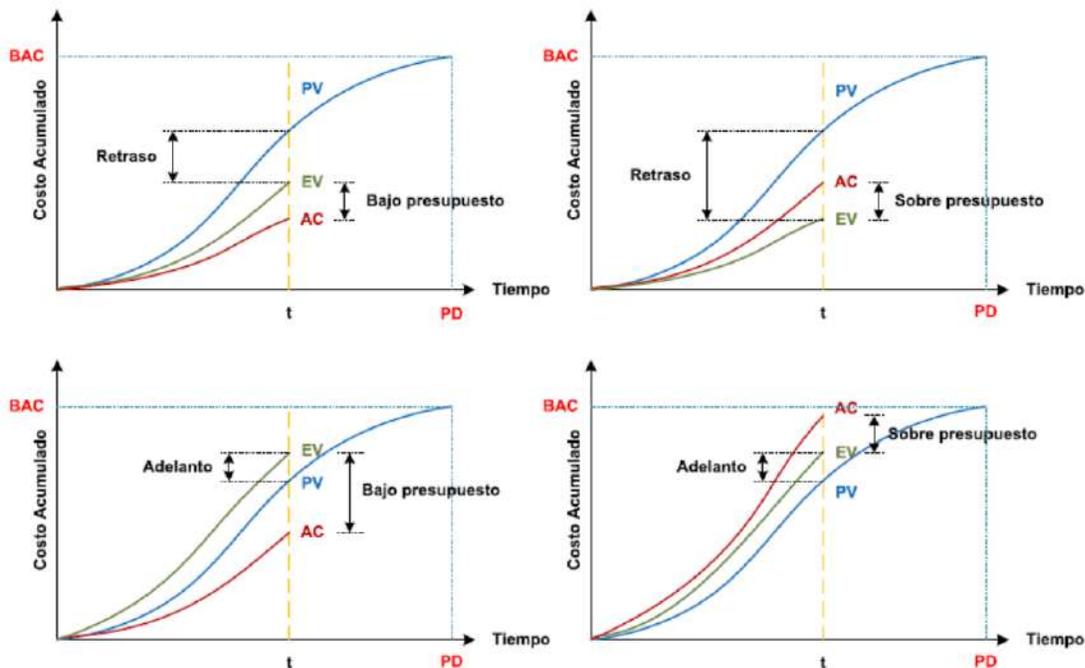
- **Variación de Costo (CV):** Viene siendo la resta entre los (EV) valores ganados y los (AC) costos reales, si tenemos como negativo el resultado, cada proyecto excedió el presupuesto.

$$CV = EV - AC$$

- **BAC (Costo a la culminación):** Llegan a ser los costos totales de lo planificado en los expedientes técnicos.

Figura 11

Escenario de Tiempo y Costo



Nota. Tomado de Mendoza y Sánchez (2019)

2.2.3.1. *Indicadores Valor Ganado*

- **(Índices de desempeño de costo) CPI:** Es denominado índices de rendimiento de costos mostrando los valores de trabajo contrastando de acuerdo a lo que planificaron. Así mismo, el CPI se calculan los valores ganados entre los costos actuales, es estimado como una de las medidas primordiales referente a los valores ganados cuantificado la eficacia. (Carlos López, 2017)

Para el cálculo, la ecuación de CPI es la siguiente:

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$

- **SPI (Índices de desempeño de cronograma):** El SPI es la comparación y cuantificación con los avances planificados con avances actuales controlados. Se computa los valores ganados entre los valores planificados (Carlos López, 2017).

Para los cálculos, la ecuación de SPI:

$$SPI = \frac{EV}{PV}$$

Figura 12

Tabla de índices y variaciones

Nombre	Fórmula	Valor	Significado
CV	EV – AC	Positivo	Costes por debajo de lo planeado
		Negativo	Costes por encima de lo planeado
CPI	EV/AC	>1	Costes por debajo de lo planeado
		<1	Costes por encima de lo planeado
SV	EV – PV	Positivo	Tiempo empleado por debajo de lo planeado
		Negativo	Tiempo invertido por encima de lo planeado
SPI	EV/PV	>1	Tiempo empleado por debajo de lo planeado
		<1	Tiempo invertido por encima de lo planeado

Nota. Tomado de López (2017)

2.3. Definiciones Conceptuales

Análisis de Restricciones

(PONS ACHELL & RUBIO PÉREZ, 2019), se desarrolla después del nivel intermedio del programa (Lookahead) para analizar las restricciones de una actividad antes de la ejecución y evitar la parálisis del flujo de ejecución.

Causas de no Cumplimiento (CNC)

Hace referencia a cada actividad que no se ejecutó al 100 por ciento en los planes de cortos plazos, la finalidad primordial es la identificación del “por qué” no se llegó a ejecutar las actividades obteniendo así mejoras (PONS ACHELL & RUBIO PÉREZ, 2019).

Last Planner System

(Ballard, 2000), LPS es una de las metodologías y herramientas del Lean Construction cuya finalidad primordial es obtener mejoras de la irresolución, reducción de las variabilidades y

entregas de flujos de trabajos confiables y aprendizajes rápidos (realización de cada promesa confiable). LPS se basa en 3 palabras de gran importancia que llega a ser: “debería”, “puede” y “hará”.

Porcentaje de Plan Cumplimiento (PPC)

Determinación de qué forma se relacionan los factores productivos y producciones finales (trabajos, tierras y capitales), los porcentajes del PPC llegan a ser un 100 por ciento, empleándolo en las producciones de servicio y bien (Echevarría Jiménez, 2007) y (EIROY, 2014).

Pull Planning

Denominado de igual forma programas de fase, sistemas Pull o reversa definidos en un principio es un método Lean, como finalidad reducir cada desperdicio en conformidad a cada flujo confiable y velóz aprendizaje (PONS ACHELL & RUBIO PÉREZ, 2019).

Tramo 2B

Respecto al tramo 2B, mejoramientos, rehabilitaciones, conservaciones, por cada nivel de servicios y operaciones de cada uno de los corredores viales comprendiendo desde el km 59+000 hasta el km 95+200.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3. METODOLOGÍA

3.1. Método de la Investigación

El método empleado en este proyecto es hipotético deductivo, ya que a partir de sucesos observados por deducción se generará una hipótesis, esta fue comprobada a través de la experimentación, determinando si es verdadera o falsa.

3.2. Tipo De Investigación

Una investigación es aplicada cuando su finalidad es la de indagar, analizar, inquirir y examinar un tema que no se ha estudiado a profundidad anteriormente (Taboada, 2017, pág. 8).

Según Ñaupas et al., (2018) tiene fines prácticos inmediatos fijos, se estudia para transformar, cambiar y generar cambios en una determinada zona de estudio.

En base a lo señalado anteriormente la investigación fue de tipo **Aplicada**, dado que se la investigación se basó en orientar a resolver problemas, proponiendo nuevas herramientas de análisis en las ciencias.

3.3. Nivel de la Investigación

Una investigación explicativa tiene por finalidad especificar las propiedades y características de personas, grupos o fenómenos que se sometan a un análisis indagando la causa y efecto ante un problema de investigación (Hernández, 2018).

Esta investigación tiene un alcance **explicativo**, porque se encarga de recoger datos acerca de la variable de estudio para su posterior medición es decir detallamos primero su programación y desarrollo general del proyecto para así explicar cómo se optimiza la construcción de la carretera mediante la implementación del Sistema Last Planner.

3.4. Diseño de la Investigación

Finalmente (Hernandez, 2018, pág. 6), el diseño **experimental** se define así cuando se manejan las variables intencionadamente. Es decir que la variable dependiente se hace variar de forma intencional.

El estudio es experimental, ya que se implementó el Sistema Last Planner para mejorar el flujo de trabajo en la construcción de la carretera Canta-Huayllay tramo 2B.

3.5. Población, muestra y muestreo

3.5.1. Población

Según Ñaupas et al. (2018) la población de estudio está relacionada al grupo de (persona, establecimiento u objeto), lo cual serán verificadas las conclusiones que se adquieran.

La población de esta investigación fue la **Carretera Canta – Huayllay** comprendida de la progresiva inicial Km 0+000 y progresiva final Km 95+200.

3.5.2. Muestra

Para Hernández (2018), la muestra es un subconjunto que representa de forma finita lo que se saca de la población, estos pueden ser probabilísticos y no probabilísticos.

La muestra de nuestra investigación es el **Tramo 2B de la carretera Canta – Huayllay** que comprende de la progresiva inicial Km 59+000 y progresiva final Km 95+200.

3.5.3. Muestreo

El tipo muestreo es no probabilístico ya que la elección de la muestra es a criterio del tesista y de acuerdo con los objetivos planteados en esta investigación. Así mismo se eligieron determinadas partidas ya que existían partidas que se habían ejecutado en el desarrollo del proyecto por lo que no se podían evaluar, quedando descartadas, solo se trabajó con partidas seleccionadas por conveniencia del investigador.

3.6. Técnicas e Instrumentos De Recolección de datos

3.6.1. Técnicas

En el presente trabajo de investigación se empleó como técnica la observación y la revisión documental. La observación nos permite reunir datos de los problemas existen con la cuadrilla, así como las incidencias que no hacen posible el cumplimiento del avance programado. Tal como dice Hernández (2018), “Recolecta datos de manera sistemática, válida y confiable dado que se pueden observar a simple vista.” (pág.252).

Datos secundarios obtenidos por otros investigadores nos permite tener más información del tema. Estos datos los podemos obtener mediante la revisión de normas, manuales, libros entre otros documentos físicos o virtuales que ayudaron a lograr el objetivo de estudio.

Según Hernández (2018), “Es la investigación de archivos físicos o virtuales de otros investigadores que tienen experiencia en el tema.” (pág.252).

3.6.2. Instrumentos

Los instrumentos de recolección es la ficha de observación, los cuales contendrán información de las diversas incidencias o problemas encontrados durante el desarrollo del proyecto. Así también irá registrando las acciones que se tomarán en cuenta. A si mismo se empleó la guía de análisis documental que permitió determinar las restricciones, los porcentajes avanzados, los presupuestos y cronogramas del proyecto.

Tabla 2

Técnica e instrumento de recolección de datos

Técnica	Instrumento
Observación	Ficha de observación
Revisión documental	Guía de análisis documental

Nota. Elaboración propia

Se emplearon fichas de observación para determinar el diagnóstico inicial, las cuales se mencionan a continuación:

Tabla 3

Instrumentos de recolección de datos

Ficha de observación
Porcentaje de plan cumplido semanal
Carta Balance
Causas de no cumplimiento
Rendimiento

Nota. Estas herramientas no fueron utilizadas en personas, en cambio fueron trabajadas al desarrollo del proyecto apuntado y conservando cada semana hasta su término, indicadores como el PPC (PLAN PERCENT COMPLETE) semanal y acumulado.

3.6.3. Procedimiento

Para la implementación de Last Planner se llevaron a cabo el siguiente procedimiento:

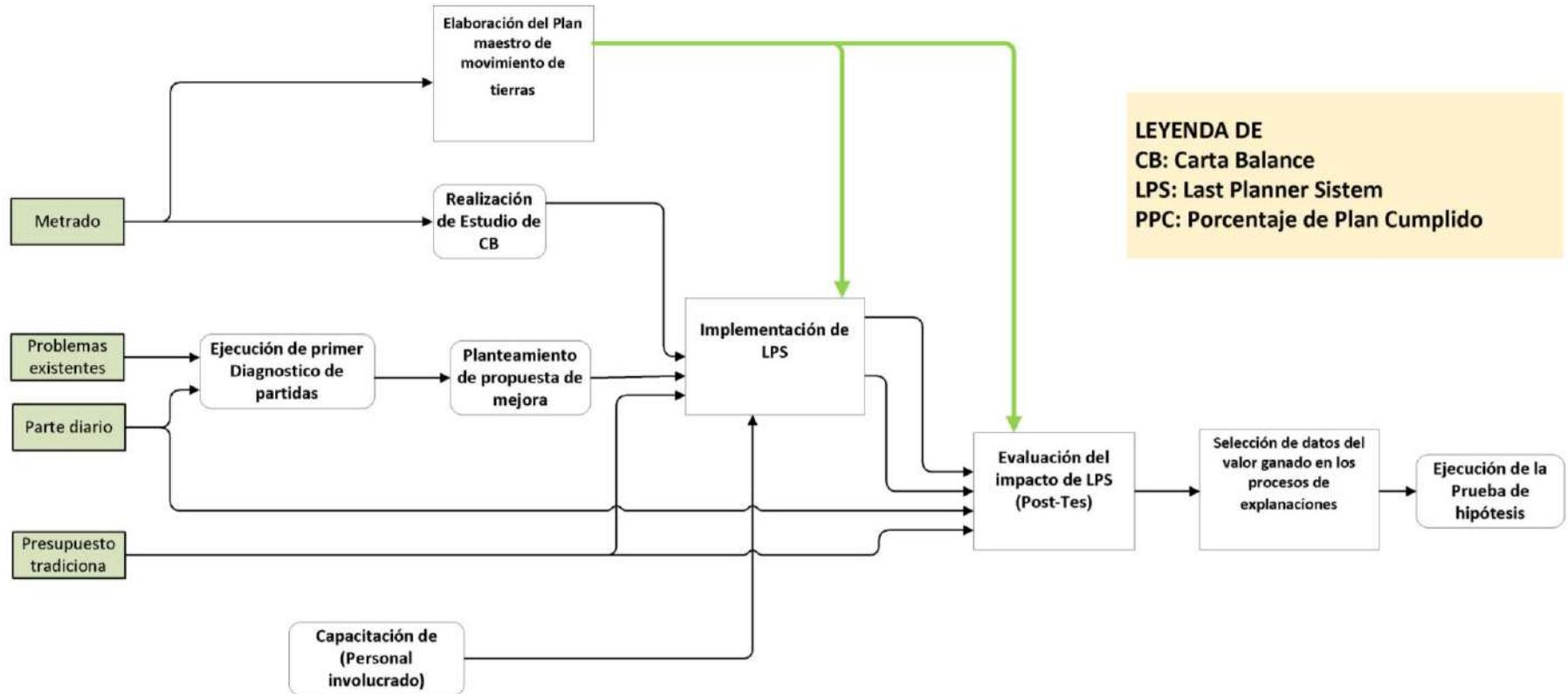
Debido que la investigación hace uso de distintas herramientas y metodologías para conseguir los objetivos planteados, estas se presentan en un conjunto de actividades que no tienen una secuencia lineal y por ende se hizo complejo plantear un diagrama exacto como guía de la investigación. Para ello se presenta el diagrama tipo IDEF en la que muestra de cada actividad la tarea que realiza (contenido central), datos de entrada (ingreso por la izquierda), datos de salida o resultados (salida por la derecha), recursos que se utiliza (Ingreso por parte inferior) y controles que requiere (ingreso por parte superior); este diagrama podría ser comprimido o también ser más extendido esto depende de tipo de uso, para este caso se realizó con fines de la implementación del LPS y de guía para la investigación.

Para una implementación óptima del LPS se realizó las actividades clave de ejecución de primer diagnóstico y planteamiento de propuesta, capacitación de personal involucrado, realización de estudio de carta balance, relleno de fichas PPC, Relleno de fichas CB, elaboración de las etapas de implementación de LPS en la partida de conformación de la plataforma, elaboración de las etapas de implementación de LPS en la partida de corte de material suelto y roca fracturada ,elaboración del plan maestro y cronograma de implantación del LPS; los recursos y datos de entrada y salida se muestran en detalle en el diagrama “diagrama de procedimientos para el desarrollo de la investigación” ubicado en los anexos, con la cuales cada proceso se realizaran con actividades controladas que influirán en un óptimo uso de recursos y tiempo en los procesos.

Después de la implementación del LPS y su posterior evaluación se continua con las actividades para extracción y clasificación de datos para su posterior sometimiento a las pruebas de hipótesis.

Figura 13

Procedimiento para el desarrollo de la investigación



Nota. Elaboración propia

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS-RESULTADOS-DISCUSIÓN

4. ANÁLISIS-RESULTADOS-DISCUSIÓN

4.1. Realizar un diagnóstico del rendimiento que presenta la cuadrilla en la construcción.

Para el desarrollo de la presente investigación se implementará la herramienta Last Planner System en el proyecto de “Mejoramiento, Rehabilitación, Conservación por Niveles de Servicio y Operación del Corredor Vial: Lima – Canta – Huayllay – Dv. Cochamarca – Emp.PE 3N”, centrándose únicamente en la construcción de la carretera Canta-Huallay, que consistió en la pavimentación de carpeta asfáltica en 74 km de vía, presentándose como un acceso alternativo a la carretera central que tiene la finalidad de impedir el congestionamiento vehicular.

Este proyecto forma parte de Provias Nacional y su ejecución es puesta por el consorcio empresa China Road And Bridge Corporation, por un monto de S/ 530,833,350.87 y bajo el contrato de préstamo suscrito entre el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la República del Perú.

Comprende la reconstrucción, restitución, sostenimiento, preservación por niveles de servicio; así como la operación de la subestructura mediante estaciones de atención especializada, peaje, peaje por un tiempo de 8 años.

Para la evaluación del estado inicial y el diagnóstico después de la implementación Last Planner System se usó la herramienta Carta Balance.

En la etapa de definición se trazó como objetivo los indicadores que se muestran en la Tabla 5:

Tabla 4

Indicadores de Last Planner System en la partida de corte de material suelto y roca fracturada

Indicador	Descripción	Objetivo
%Trabajos Productivos (%TP)	Porcentaje del trabajo productivo.	%TP>50%
%Trabajos No Contributorios (%TNC)	Porcentaje del trabajo no contributivo.	%TNC<30%

Nota. Se plantea como objetivo que el Trabajo contributivo sea mayor al 50% y el Trabajo no contributivo sea menor a 30%

A continuación, se muestran las cartas Balance resultado de la evaluación de la situación actual del proyecto mencionado anteriormente.

Figura 14

Carta Balance de la subpartida de corte de material suelto y roca fracturada

CARTA BALANCE -ESTUDIO DE TIEMPOS	
Unidad :	
Cliente :	Provias Nacional
Proyecto :	"Mejoramiento, Rehabilitación, Conservación por niveles de Servicio y Operación del Corredor Vial Lima - Canta - Huavllay -Dv. Cochamarca - EMP . PE 3N
Proceso:	Corte de material suelto y roca fracturada
Herramienta Usada:	Carta Balance - Estudio de Tiempos
Fecha de Medición:	10-Feb-20
Ingeniero de Campo:	Jhony Cristhian Arotoma Landeo
Jefe de Grupo:	

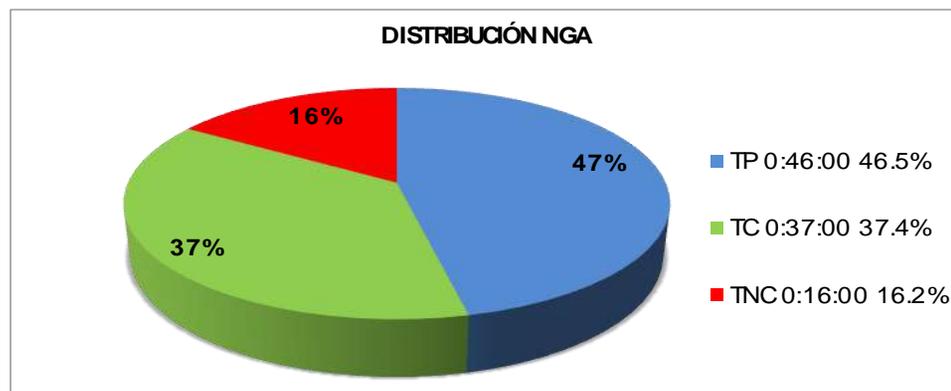
TP	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	0:46:00	46.5%
CT	Corte de Talud	0:16:00	16.2%
CP	Corte en plataforma	0:00:00	0.0%
C	Carguío	0:30:00	30.3%
D	Descarga	0:00:00	0.0%

TC	ACTIVIDADES CONTRIBUTORIAS	0:37:00	37.4%
AM	Acumulacion de Material	0:24:00	24.2%
M	Movimiento o desplazamiento	0:04:00	4.0%
EC	Encendido o Calentamiento	0:00:00	0.0%
I	Indicaciones	0:04:00	4.0%
IT	Inspección técnica	0:05:00	5.1%

TNC	ACTIVIDADES NO	0:16:00	16.2%
PV	Pase de via	0:16:00	16.2%
R	Retrabajo	0:00:00	0.0%
V	Viajes	0:00:00	0.0%
E	Esperas	0:00:00	0.0%
PA	Pausa Activa	0:00:00	0.0%

DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO SEGÚN ACTIVIDADES

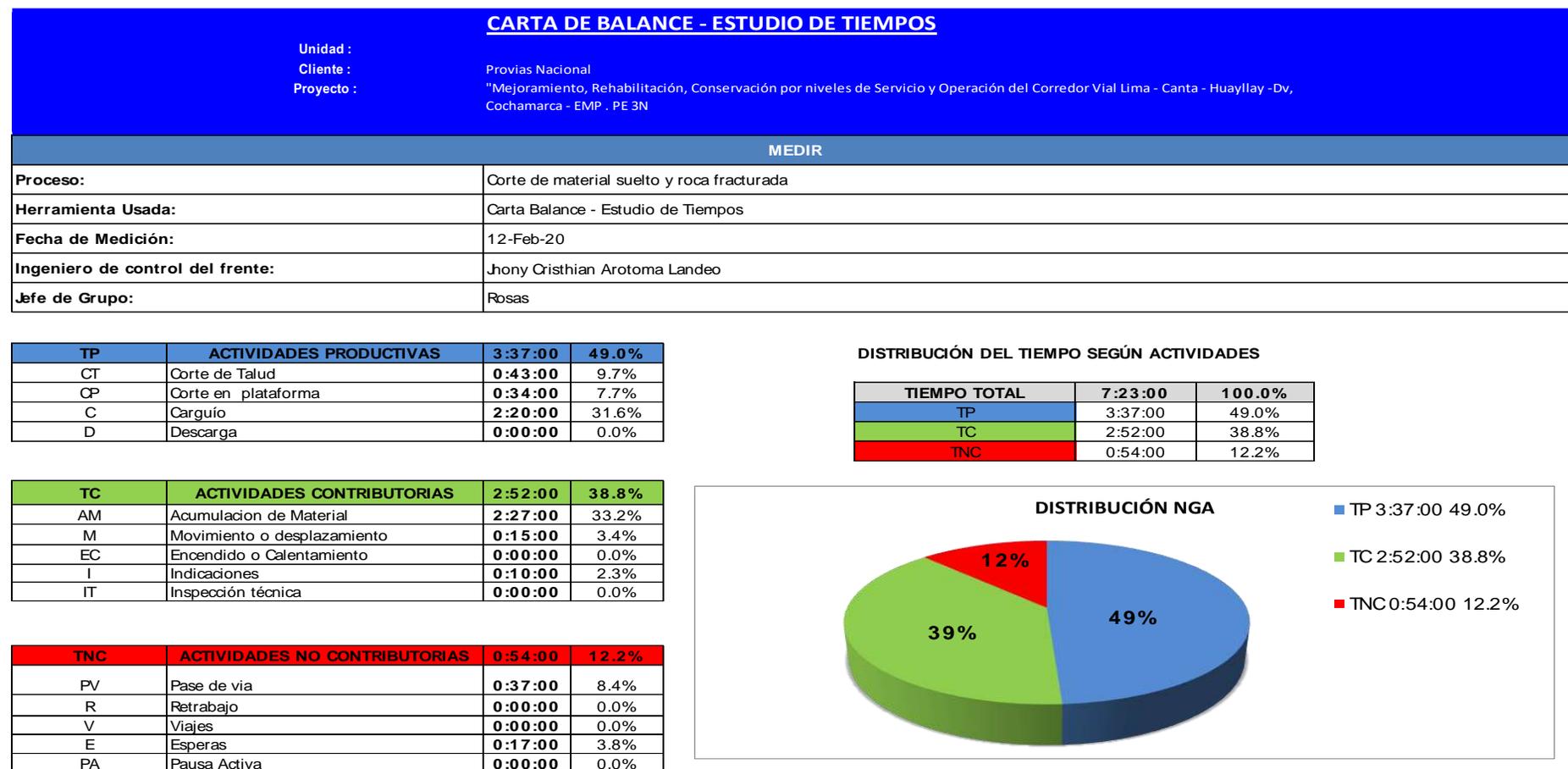
TIEMPO TOTAL	1:39:00	100.0%
TP	0:46:00	46.5%
TC	0:37:00	37.4%
TNC	0:16:00	16.2%



Nota. El trabajo contributorio es del 37.4%, el trabajo no contributorio es de 16.2% y el trabajo productivo es de 46.5%.

Figura 15

Carta Balance de la subpartida de corte de material suelto y roca fracturada



Nota. El trabajo contributorio es del 38.8%, el trabajo no contributorio es de 12.2% y el trabajo productivo es de 49.0%.

Figura 16

Carta Balance de la subpartida de conformación de la plataforma

CARTA BALANCE -ESTUDIO DE TIEMPOS	
Unidad :	CARTA BALANCE -ESTUDIO DE TIEMPOS
Ciente :	Provias Nacional
Proyecto :	"Mejoramiento, Rehabilitación, Conservación por niveles de Servicio y Operación del Corredor Vial Lima - Canta - Huayllay -Dv, Cochamarca - EMP . PE 3N
Proceso:	Conformacion de Plataforma
Herramienta Usada:	Carta Balance - Estudio de Tiempos
Fecha de Medición:	27-Jul-20
Ingeniero de Campo:	Jhony Cristhian Arotoma Landeo
Jefe de Grupo:	

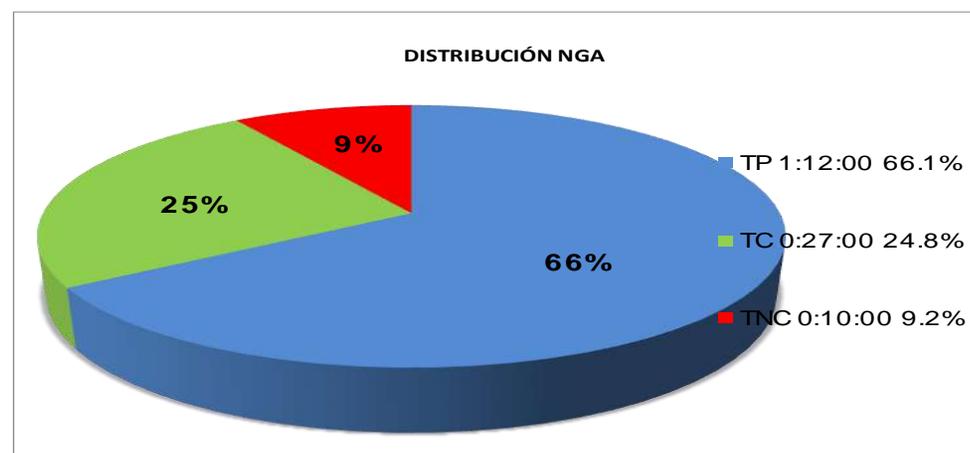
TP	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	1:12:00	66.1%
PP	Perfilado de plataforma con equipo	1:12:00	66.1%
		0:00:00	0.0%
		0:00:00	0.0%
		0:00:00	0.0%

TC	ACTIVIDADES CONTRIBUTORIAS	0:27:00	24.8%
TE	Traslado de equipo	0:10:00	9.2%
CI	Coordinaciones internas	0:13:00	11.9%
SA	Succion de agua	0:00:00	0.0%
CP	Consulta de planos	0:00:00	0.0%
CT	Control de tránsito	0:00:00	0.0%
BM	Buscar materiales y herramientas	0:00:00	0.0%
CPL	Colocación de plantillas	0:00:00	0.0%
EPT	Esperas por trabajo	0:04:00	3.7%

TNC	ACTIVIDADES NO	0:10:00	9.2%
ESA	Espera por succión de agua	0:00:00	0.0%
EPI	Espera por interferencia	0:05:00	4.6%
ED	Espera definición	0:00:00	0.0%
EF	Espera firmas	0:00:00	0.0%
EL	Espera liberación	0:00:00	0.0%
NF	Necesidades fisiológicas	0:05:00	4.6%
ON	Otras necesidades	0:00:00	0.0%

DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO SEGÚN ACTIVIDADES

TIEMPO TOTAL	1:49:00	100.0%
TP	1:12:00	66.1%
TC	0:27:00	24.8%
TNC	0:10:00	9.2%



Nota. El trabajo contributorio es del 24.8%, el trabajo no contributorio es de 9.2% y el trabajo productivo es de 66.1%.

Figura 17

Carta Balance de la subpartida de conformación de la plataforma

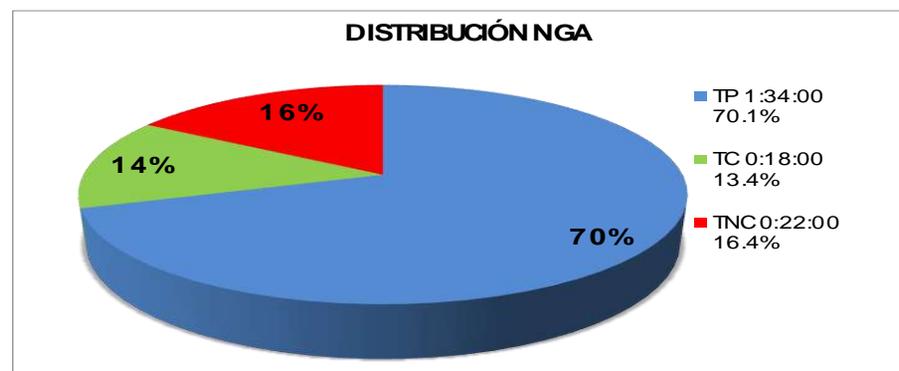
CARTA DE BALANCE - ESTUDIO DE TIEMPOS	
Unidad :	Provias Nacional
Cliente :	"Mejoramiento, Rehabilitación, Conservación por niveles de Servicio y Operación del Corredor Vial Lima - Canta - Huayllay -Dv, Cochamarca - E MVP . PE 3N
Proyecto :	
MEDIR	
Proceso:	Conformacion de Plataforma
Herramienta Usada:	Carta Balance - Estudio de Tiempos
Fecha de Medición:	29-Jul-20
Ingeniero de control del frente:	Jhony Cristhian Arotoma Landeo
Jefe de Grupo:	Rosas

TP	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	1:34:00	70.1%
PP	Perfilado de plataforma con equipo	1:34:00	70.1%
		0:00:00	0.0%
		0:00:00	0.0%
		0:00:00	0.0%

DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO SEGÚN ACTIVIDADES

TIEMPO	2:14:00	100.0%
TP	1:34:00	70.1%
TC	0:18:00	13.4%
TNC	0:22:00	16.4%

TC	ACTIVIDADES CONTRIBUTORIAS	0:18:00	13.4%
TE	Traslado de equipo	0:02:00	1.5%
CI	Coordinaciones internas	0:12:00	9.0%
SA	Succion de agua	0:00:00	0.0%
CP	Consulta de planos	0:00:00	0.0%
CT	Control de tránsito	0:00:00	0.0%
BM	Buscar materiales y herramientas	0:00:00	0.0%
CPL	Colocación de plantillas	0:00:00	0.0%
EPT	Esperas por trabajo	0:04:00	3.0%
TNC	ACTIVIDADES NO	0:22:00	16.4%
ESA	Espera por succión de agua	0:00:00	0.0%
EPI	Espera por interferencia	0:08:00	6.0%
ED	Espera definición	0:00:00	0.0%
EF	Espera firmas	0:00:00	0.0%
EL	Espera liberación	0:00:00	0.0%
NF	Necesidades fisiológicas	0:14:00	10.4%
ON	Otras necesidades	0:00:00	0.0%



Nota. El trabajo contributorio es del 13.4%, el trabajo no contributorio es de 16.4% y el trabajo productivo es de 70.1%.

Después de la etapa de medición se analizaron los problemas existentes en ambas partidas y se plantearon propuestas de mejora. En la subpartida de conformación de la plataforma se determinaron las siguientes propuestas:

Tabla 5

Buena práctica N°1

Imagen	Descripción
	<p>Teniendo todo el material necesario y con el plantillado la motoniveladora estará con frente de trabajo y así tener un mejor rendimiento en la conformación de terraplén</p>

Nota. En la conformación de la plataforma se identificó que uno de los problemas existentes es la inactividad de la maquinaria a falta de material que compactar.

Tabla 6

Listado de oportunidades y propuesta de mejora

Descripción	Descripción
<p>El material de conformación de terraplén tiene que ser abastecido en todo momento para que la motoniveladora no esté parada por falta de frente</p>	<p>Aumentar los números de volquetes para que el material llegue a tiempo para la conformación de terraplén y así la motoniveladora este con frente de trabajo</p>

Nota. Elaboración propia (2022)

En la subpartida de corte de material suelto y roca fracturada se determinaron las siguientes propuestas:

Tabla 7

Buena práctica N°2

Imagen	Descripción
	El material es acopiado tal que forme una banqueta con la excavadora, con el fin de que el equipo esté a una altura adecuada con respecto al terreno, ya que cuando se posiciona el volquete, la excavadora solo debería de girar horizontalmente y realizar el carguío del material con respecto a un ángulo adecuado que le facilite un mejor rendimiento.

Nota. En el corte de material suelto y roca fracturada se identificó que uno de los problemas existentes es la inadecuada ubicación de la maquinaria, lo que impide su buen funcionamiento.

Tabla 8

Listado de oportunidades y propuesta de mejora

Descripción	Descripción
El carguío de material es una actividad que tiene una mayor cantidad de incidencia en el proceso de corte, se realiza una vez preparada la banqueta, se realiza con la misma excavadora y debe ser rápida tal que se llene cada volquete, y no exista tiempo de espera entre ellos.	Gran parte de los trabajos de carguío se pueden realizar con un equipo que tenga un cucharón más grande, por lo que se recomienda utilizar los cargadores frontales ya que tienen un cucharón de 3.6 m ³ y en 5 lampeadas llenan el volquete siendo más rápidos, y disminuyendo los tiempos de espera de los volquetes, siempre y en cuando el material este acumulado.

Nota. Elaboración propia (2022)

Después de determinar las mejoras se procedió a la implementación de Last Planner System para su posterior control. En la Figuras 20,21,22 y 23 se muestra la carta Balance después de la implementación de LPS, y en las Figuras 24 y 25 las cartas Balance de control.

Figura 18

Carta Balance en la etapa de implementación de LPS de la subpartida de corte de material suelto y roca fracturada

CARTA BALANCE - ESTUDIO DE TIEMPOS	
Unidad : Provias Nacional	
Ciente : Provias Nacional	
Proyecto : "Mejoramiento, Rehabilitación, Conservación por niveles de Servicio y Operación del Corredor Vial Lima - Canta - Huayllay -Dv, Cochamarca - EMP . PE 3N	
Proceso:	Corte de material suelto y roca fracturada
Herramienta Usada:	Carta Balance - Estudio de Tiempos
Fecha de Medición:	17-Ago-20
Ingeniero de control del frente:	Jhony Cristhian Arotoma Landeo
Jefe de Grupo:	

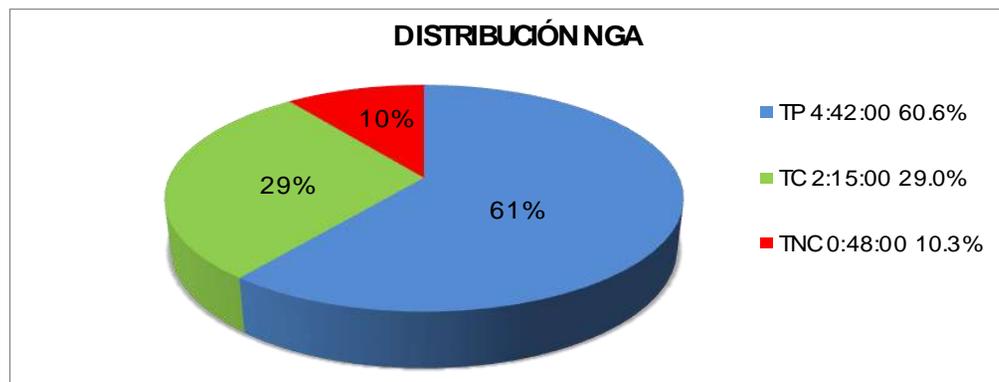
TP	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	4:42:00	60.6%
CT	Corte de Talud	1:03:00	13.5%
CP	Corte en plataforma	0:49:00	10.5%
C	Carguío	2:50:00	36.6%
D	Descarga	0:00:00	0.0%

TC	ACTIVIDADES CONTRIBUTORIAS	2:15:00	29.0%
AM	Acumulacion de Material	2:02:00	26.2%
M	Movimiento o desplazamiento	0:05:00	1.1%
EC	Encendido o Calentamiento	0:00:00	0.0%
I	Indicaciones	0:08:00	1.7%
IT	Inspección técnica	0:00:00	0.0%

TNC	ACTIVIDADES NO CONTRIBUTORIAS	0:48:00	10.3%
PV	Pase de via	0:30:00	6.5%
R	Retrabajo	0:00:00	0.0%
V	Viajes	0:00:00	0.0%
E	Esperas	0:18:00	3.9%
PA	Pausa Activa	0:00:00	0.0%

DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO SEGÚN ACTIVIDADES

TIEMPO TOTAL	7:45:00	100.0%
TP	4:42:00	60.6%
TC	2:15:00	29.0%
TNC	0:48:00	10.3%



Nota. El trabajo contributorio es del 29.0%, el trabajo no contributorio es de 10.3% y el trabajo productivo es de 60.6%.

Figura 19

Carta Balance en la etapa de implementación de LPS de la subpartida de corte de material suelto y roca fracturada

CARTA BALANCE - ESTUDIO DE TIEMPOS	
Unidad :	Provias Nacional
Ciente :	Provias Nacional
Proyecto :	"Mejoramiento, Rehabilitación, Conservación por niveles de Servicio y Operación del Corredor Vial Lima - Canta - Huayllay -Dv, Cochamarca - EMP . PE 3N
Proceso:	Corte de material suelto y roca fracturada
Herramienta Usada:	Carta Balance - Estudio de Tiempos
Fecha de Medición:	22-Ago-20
Ingeniero de control del frente:	Jhony Cristhian Arotoma Landeo
Jefe de Grupo:	

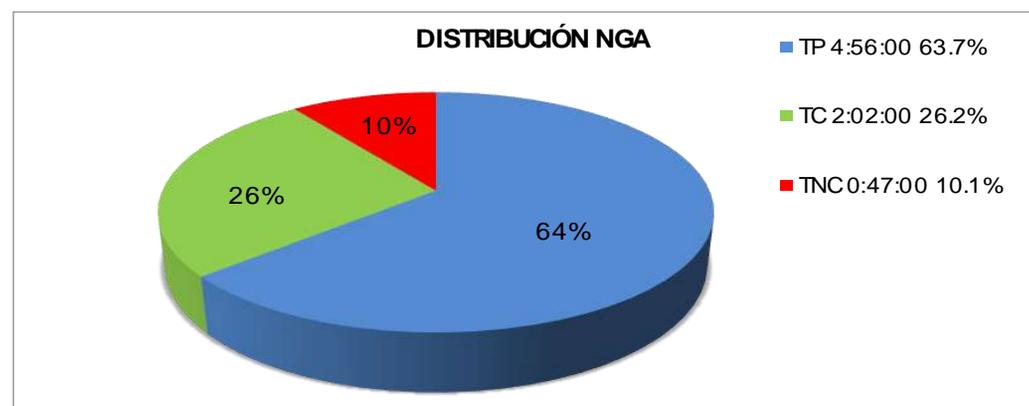
TP	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	4:56:00	63.7%
CT	Corte de Talud	1:03:00	13.5%
CP	Corte en plataforma	0:46:00	9.9%
C	Carguío	3:07:00	40.2%
D	Descarga	0:00:00	0.0%

TC	ACTIVIDADES CONTRIBUTORIAS	2:02:00	26.2%
AM	Acumulacion de Material	1:55:00	24.7%
M	Movimiento o desplazamiento	0:03:00	0.6%
EC	Encendido o Calentamiento	0:00:00	0.0%
I	Indicaciones	0:04:00	0.9%
IT	Inspección técnica	0:00:00	0.0%

TNC	ACTIVIDADES NO CONTRIBUTORIAS	0:47:00	10.1%
PV	Pase de via	0:34:00	7.3%
R	Retrabajo	0:00:00	0.0%
V	Viajes	0:00:00	0.0%
E	Esperas	0:13:00	2.8%
PA	Pausa Activa	0:00:00	0.0%

DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO SEGÚN ACTIVIDADES

TIEMPO TOTAL	7:45:00	100.0%
TP	4:56:00	63.7%
TC	2:02:00	26.2%
TNC	0:47:00	10.1%



Nota. El trabajo contributorio es del 26.2%, el trabajo no contributorio es de 10.1% y el trabajo productivo es de 63.7%.

Figura 20

Carta Balance en la etapa de implementación de LPS de la subpartida de conformación de plataforma

CARTA BALANCE - ESTUDIO DE TIEMPOS	
Unidad :	
Cliente :	Provias Nacional
Proyecto :	"Mejoramiento, Rehabilitación, Conservación por niveles de Servicio y Operación del Corredor Vial Lima - Canta - Huayllay -Dv, Cochamarca - EMP . PE 3N
Proceso:	Conformacion de Plataforma
Herramienta Usada:	Carta Balance - Estudio de Tiempos
Fecha de Medición:	11-Set-20
Ingeniero de control del frente:	Jhony Crithian Arotoma Landeo
Jefe de Grupo:	

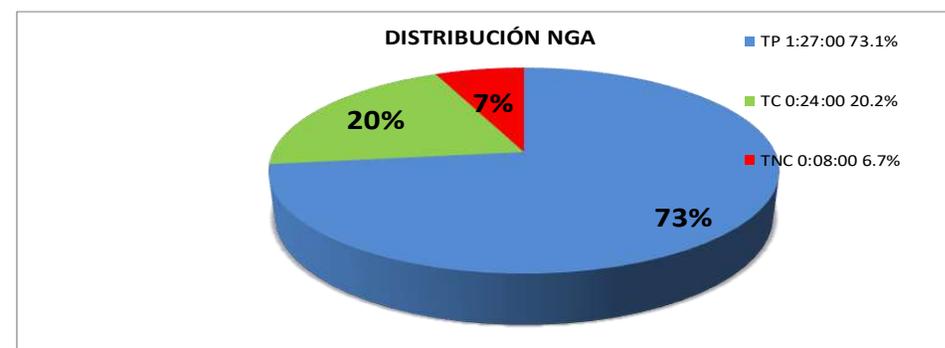
TP	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	1:27:00	73.1%
PP	Perfilado de plataforma con equipo	1:27:00	73.1%
		0:00:00	0.0%
		0:00:00	0.0%

TC	ACTIVIDADES CONTRIBUTORIAS	0:24:00	20.2%
TE	Traslado de equipo	0:00:00	0.0%
CI	Coordinaciones internas	0:17:00	14.3%
SA	Succion de agua	0:00:00	0.0%
CP	Consulta de planos	0:00:00	0.0%
CT	Control de tránsito	0:00:00	0.0%
BM	Buscar materiales y herramientas	0:00:00	0.0%
CPL	Colocación de plantillas	0:00:00	0.0%
EPT	Esperas por trabajo	0:07:00	5.9%

TNC	ACTIVIDADES NO CONTRIBUTORIAS	0:08:00	6.7%
ESA	Espera por succión de agua	0:00:00	0.0%
EPI	Espera por interferencia	0:00:00	0.0%
ED	Espera definición	0:00:00	0.0%
EF	Espera firmas	0:00:00	0.0%
EL	Espera liberación	0:00:00	0.0%
NF	Necesidades fisiológicas	0:03:00	2.5%
ON	Otras necesidades	0:05:00	4.2%

DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO SEGÚN ACTIVIDADES

TIEMPO TOTAL	1:59:00	100.0%
TP	1:27:00	73.1%
TC	0:24:00	20.2%
TNC	0:08:00	6.7%



Nota. El trabajo contributorio es del 20.2%, el trabajo no contributorio es de 6.7% y el trabajo productivo es de 73.1%.

Figura 21

Carta Balance en la etapa de implementación de LPS de la subpartida de conformación de plataforma

CARTA BALANCE - ESTUDIO DE TIEMPOS	
Unidad :	
Cliente :	Provias Nacional
Proyecto :	"Mejoramiento, Rehabilitación, Conservación por niveles de Servicio y Operación del Corredor Vial Lima - Canta - Huayllay -Dv, Cochamarca - EMP . PE 3N
Proceso:	Conformacion de Plataforma
Herramienta Usada:	Carta Balance - Estudio de Tiempos
Fecha de Medición:	16-Set-20
Ingeniero de control del frente:	Jhony Cristhian Arotoma Landeo
Jefe de Grupo:	

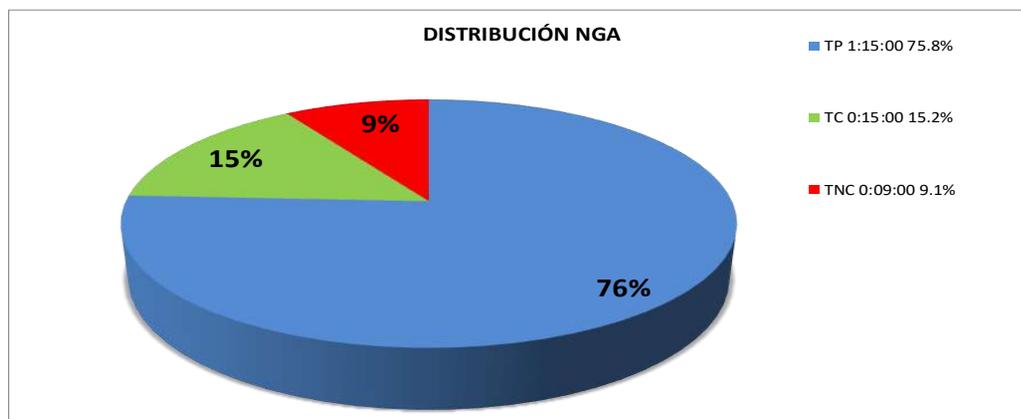
TP	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	1:15:00	75.8%
PP	Perfildado de plataforma con equipo	1:15:00	75.8%
		0:00:00	0.0%
		0:00:00	0.0%
		0:00:00	0.0%

TC	ACTIVIDADES CONTRIBUTORIAS	0:15:00	15.2%
TE	Traslado de equipo	0:04:00	4.0%
CI	Coordinaciones internas	0:07:00	7.1%
SA	Succion de agua	0:00:00	0.0%
CP	Consulta de planos	0:00:00	0.0%
CT	Control de tránsito	0:00:00	0.0%
BM	Buscar materiales y herramientas	0:00:00	0.0%
CPL	Colocación de plantillas	0:00:00	0.0%
EPT	Esperas por trabajo	0:04:00	4.0%

TNC	ACTIVIDADES NO	0:09:00	9.1%
ESA	Espera por succión de agua	0:00:00	0.0%
EPI	Espera por interferencia	0:00:00	0.0%
ED	Espera definición	0:00:00	0.0%
EF	Espera firmas	0:09:00	9.1%
EL	Espera liberación	0:00:00	0.0%
NF	Necesidades fisiológicas	0:00:00	0.0%
ON	Otras necesidades	0:00:00	0.0%

DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO SEGÚN ACTIVIDADES

TIEMPO TOTAL	1:39:00	100.0%
TP	1:15:00	75.8%
TC	0:15:00	15.2%
TNC	0:09:00	9.1%



Nota. El trabajo contributorio es del 15.2%, el trabajo no contributorio es de 9.1% y el trabajo productivo es de 75.8%.

Figura 22

Carta Balance en la etapa de control de LPS de la subpartida de conformación de plataforma

CARTA BALANCE - ESTUDIO DE TIEMPOS	
Unidad :	
Cliente :	Provias Nacional
Proyecto :	"Mejoramiento, Rehabilitación, Conservación por niveles de Servicio y Operación del Corredor Vial Lima - Canta - Huayllay -Dv, Cochamarca - EMP
Proceso:	Conformacion de Plataforma
Herramienta Usada:	Carta Balance - Estudio de Tiempos
Fecha de Medición:	9-Oct-20
Ingeniero de control del frente:	Jhony Cristhian Arotoma Landeo
Jefe de Grupo:	

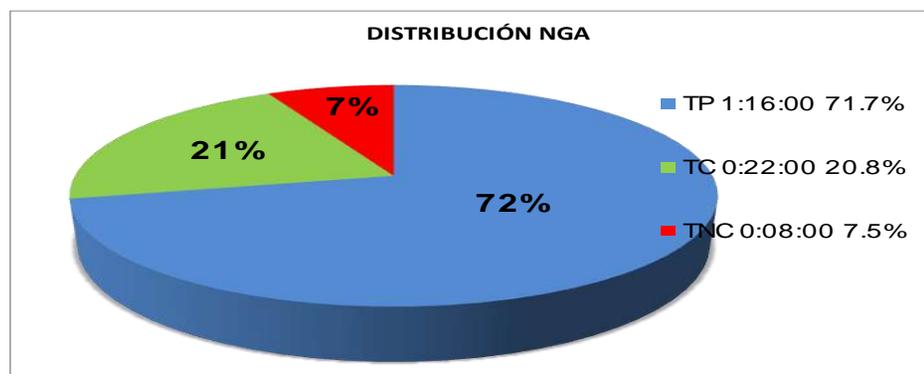
TP	ACTIVIDADES	1:16:00	71.7%
PP	Perfilado de plataforma co	1:16:00	71.7%
		0:00:00	0.0%
		0:00:00	0.0%
		0:00:00	0.0%

TC	ACTIVIDADES	0:22:00	20.8%
TE	Traslado de equipo	0:09:00	8.5%
CI	Coordinaciones internas	0:09:00	8.5%
SA	Succión de agua	0:00:00	0.0%
CP	Consulta de planos	0:00:00	0.0%
CT	Control de tránsito	0:00:00	0.0%
BM	Buscar materiales y herra	0:00:00	0.0%
CPL	Colocación de plantillas	0:00:00	0.0%
EPT	Esperas por trabajo	0:04:00	3.8%

TNC	ACTIVIDADES NO	0:08:00	7.5%
ESA	Espera por succión de agua	0:00:00	0.0%
EPI	Espera por interferencia	0:00:00	0.0%
ED	Espera definición	0:00:00	0.0%
EF	Espera firmas	0:00:00	0.0%
EL	Espera liberación	0:00:00	0.0%
NF	Necesidades fisiológicas	0:08:00	7.5%
ON	Otras necesidades	0:00:00	0.0%

DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO SEGÚN ACTIVIDADES

TIEMPO	1:46:00	100.0%
TP	1:16:00	71.7%
TC	0:22:00	20.8%
TNC	0:08:00	7.5%



Nota. El trabajo contributorio es del 20.8%, el trabajo no contributorio es de 7.5% y el trabajo productivo es de 71.7%.

Figura 23

Carta Balance en la etapa de control de LPS de la subpartida de conformación de plataforma

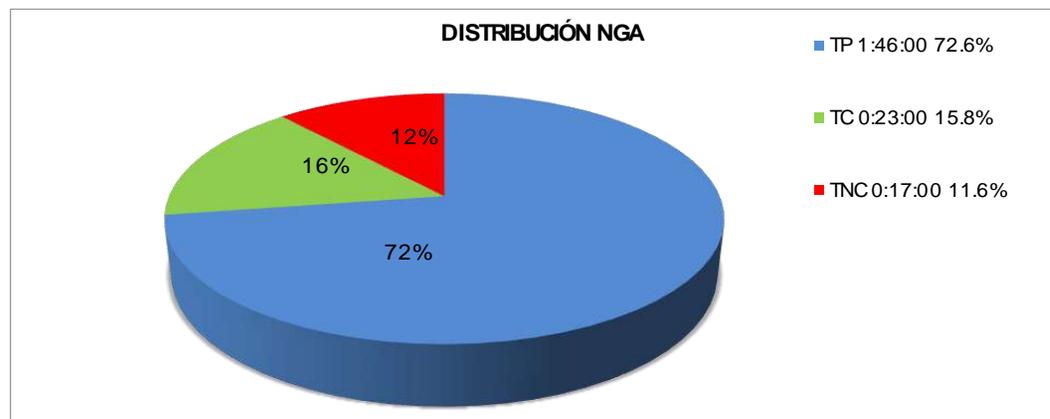
CARTA BALANCE - ESTUDIO DE TIEMPOS	
Unidad :	Provias Nacional
Ciente :	Provias Nacional
Proyecto :	"Mejoramiento, Rehabilitación, Conservación por niveles de Servicio y Operación del Corredor Vial Lima - Canta - Huayllay -Dv, Cochamarca - EMP . PE 3N
Proceso:	Conformacion de Plataforma
Herramienta Usada:	Carta Balance - Estudio de Tiempos
Fecha de Medición:	17-Oct-20
Ingeniero de control del frente:	Jhony Cristhian Arotoma Landeo
Jefe de Grupo:	

TP	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	1:46:00	72.6%
PP	Perfilado de plataforma con equipo	1:46:00	72.6%
		0:00:00	0.0%
		0:00:00	0.0%

TC	ACTIVIDADES CONTRIBUTORIAS	0:23:00	15.8%
TE	Traslado de equipo	0:06:00	4.1%
CI	Coordinaciones internas	0:12:00	8.2%
SA	Succión de agua	0:00:00	0.0%
CP	Consulta de planos	0:00:00	0.0%
CT	Control de tránsito	0:00:00	0.0%
BM	Buscar materiales y herramientas	0:00:00	0.0%
CPL	Colocación de plantillas	0:00:00	0.0%
EPT	Esperas por trabajo	0:05:00	3.4%
TNC	ACTIVIDADES NO CONTRIBUTORIAS	0:17:00	11.6%
ESA	Espera por succión de agua	0:00:00	0.0%
EPI	Espera por interferencia	0:00:00	0.0%
ED	Espera definición	0:00:00	0.0%
EF	Espera firmas	0:05:00	3.4%
EL	Espera liberación	0:00:00	0.0%
NF	Necesidades fisiológicas	0:12:00	8.2%
ON	Otras necesidades	0:00:00	0.0%

DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO SEGÚN ACTIVIDADES

TIEMPO TOTAL	2:26:00	100.0%
TP	1:46:00	72.6%
TC	0:23:00	15.8%
TNC	0:17:00	11.6%



Nota. El trabajo contributorio es del 15.8%, el trabajo no contributorio es de 11.6% y el trabajo productivo es de 72.6%

4.2. Evaluar el impacto de Last Planner System en la Planificación de la Construcción.

El impacto de LPS se refleja en la reducción del presupuesto y el cronograma de obra, en relación con el cronograma y presupuesto elaborado de manera tradicional.

4.2.1. Presupuesto

Tabla 9

Presupuesto elaborado de manera tradicional

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial
Mejoramiento, Rehabilitación, Conservación por Niveles de Servicio y Operación del Corredor Vial: Lima – Canta – Huayllay – Dv. Cochamarca – EMP.PE 3N					153,577,852.43
01.01	OI tramo 2: canta - Huayllay				150,775,309.46
01.01.01	Obras preliminares y provisionales				5,900,048.36
01.01.01.01	Movilización y desmovilización de equipos	Glb	1.00	1,491,854.30	1,491,854.30
01.01.01.02	Trazo y replanteo	Km	36.20	3,310.97	119,857.11
01.01.01.03	Mantenimiento de tránsito temporal y seguridad vial	Glb	1.00	1,529,345.92	1,529,345.92
01.01.01.04	Mantenimiento de variante Huayllay	Mes	24.00	59,609.19	1,430,620.56
01.01.01.05	Mantenimiento de acceso Huayllay	Mes	24.00	40,047.24	961,133.76
01.01.01.06	Accesos a canteras, DME, plantas y fuentes de agua	Km	7.31	50,237.58	367,236.71
01.01.02	Movimiento de tierras				22,079,493.12
01.01.02.01	Desbroce y limpieza de zonas no boscosas	Ha	25.01	3,590.31	89,793.65
01.01.02.02	Demolición de estructuras	M3	234.57	124.44	29,190.20
01.01.02.03	Excavación en explanaciones en roca fija	M3	112,935.85	22.65	2,557,997.00
01.01.02.04	Excavación en explanaciones en roca suelta	M3	55,757.87	15.02	837,483.21
01.01.02.05	Excavación en explanaciones en material común	M3	145,179.71	4.34	630,079.94

01.01.02.06	Perfilado y compactado en zonas de corte	M2	82,566.51	2.00	165,133.02
01.01.02.07	Remoción de derrumbes	M3	6,826.22	5.53	37,749.00
01.01.02.08	Conformación de terraplenes	M3	995,790.98	7.17	7,139,821.33
01.01.02.09	Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante	M3	82,576.20	13.76	1,136,248.51
01.01.02.10	Material de cantera para terraplenes	M3	990,162.79	9.38	9,287,726.97
01.01.02.11	Material propio para terraplenes	M3	12,075.09	3.45	41,659.06
01.01.02.12	Banquetas para relleno	M3	6,446.60	19.64	126,611.22
01.01.02.13	Limpieza manual en sectores inestables	M2	0.00	1.20	0.00
01.01.02.14	Estabilización de taludes	M3	0.00	43.39	0.00
01.01.03	Sub bases y bases				8,844,979.84
01.01.03.01	Sub base granular (cantera km 107+210)	M3	21,537.40	43.57	938,384.52
01.01.03.02	Sub base granular	M3	78,342.90	39.97	3,131,365.71
01.01.03.03	Base granular (cantera km 107+210)	M3	8,138.50	72.32	588,576.32
01.01.03.04	Base granular	M3	55,000.70	76.12	4,186,653.28
01.01.04	Pavimento asfáltico				21,259,370.90
01.01.04.01	Imprimación asfáltica	M2	366,287.83	0.94	344,310.56
01.01.04.02	Pavimento de concreto asfáltico caliente (cantera km 37+100 y cantera km 18+600)	M3	216.40	142.53	30,843.49
01.01.04.03	Pavimento de concreto asfáltico caliente (cantera km 83+700 y cantera km 107+210)	M3	36,046.80	147.09	5,302,123.81
01.01.04.04	Cemento asfáltico pen 85/100	Kg	5,119,769.93	2.27	11,621,877.74
01.01.04.05	Asfalto diluido tipo mc-30	L	439,546.41	2.27	997,770.35
01.01.04.06	Aditivo mejorador de adherencia	Kg	35,838.38	16.05	575,206.00
01.01.04.07	Fibra de refuerzo	Kg	43,211.83	25.30	1,093,259.30
01.01.04.08	Filler mineral	Kg	1,725,306.19	0.75	1,293,979.64
01.01.05	Obras complementarias				3,449,087.63

01.01.05.01	Muro de concreto armado				2,365,766.34
01.01.05.01.01	Excavación no clasificada para estructuras	M3	5,287.53	12.33	65,195.24
01.01.05.01.02	Relleno para estructuras	M3	6,557.39	30.68	201,180.73
01.01.05.01.03	Concreto Clase D 20.6 MPa (F'C=210 Kg/cm2)	M3	2,301.61	425.51	979,358.07
01.01.05.01.04	CONCRETO CLASE I 9.8 MPa (F'C=100 Kg/cm2)	M3	154.22	324.80	50,090.66
01.01.05.01.05	Encofrado y desencofrado	M2	5,531.03	72.85	402,935.54
01.01.05.01.06	Acero de refuerzo	Kg	130,145.58	4.52	588,258.02
01.01.05.01.07	Geo compuesto de drenaje para muros	M2	1,923.91	28.20	54,254.26
01.01.05.01.08	Tubo PVC-SAP, d=2"	M	260.40	11.27	2,934.71
01.01.05.01.09	Tubo de HDPE, d=4" (sin perforar)	M	331.90	25.25	8,380.48
01.01.05.01.10	Tubo de HDPE, d=4" (perforada)	M	369.00	27.96	10,317.24
01.01.05.01.11	Junta de muros de concreto armado	M	380.00	7.53	2,861.40
01.01.05.02	Muro de concreto ciclópeo				296,533.14
01.01.05.02.01	Excavación no clasificada para estructuras	M3	1,054.06	12.33	12,996.56
01.01.05.02.02	Relleno para estructuras	M3	859.32	30.68	26,363.94
01.01.05.02.03	Concreta clase H1 17.2 MPa (F'C=175 Kg/cm2) (Concreto clase E y 30% P.G.)	M3	423.00	336.32	142,263.36
01.01.05.02.04	Encofrado y desencofrado	M2	1,308.55	72.85	95,327.87
01.01.05.02.05	Tubo pvc-sap , d=2"	M	60.56	11.27	682.51
01.01.05.02.06	Tubo de HDPE, d=4" (sin perforar)	M	47.05	25.25	1,188.01
01.01.05.02.07	Tubo de HDPE, d=4" (perforada)	M	146.39	27.96	4,093.06
01.01.05.02.08	Junta de muros de concreto ciclopeo	M	98.80	7.53	743.96
01.01.05.02.09	Geocompuesto de drenaje para muros	M2	456.52	28.20	12,873.86
01.01.05.03	Muro de suelo reforzado tipo 1				525,267.91
01.01.05.03.01	Excavación no clasificada para estructuras	M3	5,978.43	12.36	73,893.36

01.01.05.03.02	Relleno para estructuras	M3	9,329.33	30.68	286,223.84
01.01.05.03.03	CONCRETO PARA SOLERA DE NIVELACIÓN F'C=175 Kg/cm2	M3	10.15	404.10	4,100.60
01.01.05.03.04	Encofrado y desencofrado para solera de nivelación	M2	61.50	67.17	4,130.96
01.01.05.03.05	Apuntalamiento de paneles	M2	889.44	47.16	41,945.99
01.01.05.03.06	Instalación de paneles	M2	889.44	44.97	39,998.12
01.01.05.03.07	Geotextil no tejido clase 2	M2	2,800.00	5.13	14,364.00
01.01.05.03.08	Instalación de refuerzos y accesorios de fijación	M2	889.44	35.19	31,299.39
01.01.05.03.09	Geocompuesto de drenaje para muros tipo i	M2	1,100.00	13.07	14,377.00
01.01.05.03.10	Tubo de HDPE, d=6" (perforada)	M	138.00	32.58	4,496.04
01.01.05.03.11	Tubo de HDPE, d=4" (sin perforar)	M	102.00	25.25	2,575.50
01.01.05.03.12	Geotextil no tejido de polipropileno, 760 n	M2	1,673.00	4.70	7,863.10
01.01.05.04	Muro de suelo reforzado tipo 2				261,520.24
01.01.05.04.01	Excavación no clasificada para estructuras	M3	1,292.34	12.36	15,973.32
01.01.05.04.02	Relleno para estructuras	M3	1,922.10	30.68	58,970.03
01.01.05.04.03	Gavión 1.0x1.0x4.0 m	Und	0.00	761.51	0.00
01.01.05.04.04	Gavión 1.0x0.5x4.0 m	Und	0.00	380.78	0.00
01.01.05.04.05	Geotextil no tejido clase 1	M2	0.00	4.56	0.00
01.01.05.04.06	Geocompuesto de drenaje para muros tipo II	M2	754.00	13.07	9,854.78
01.01.05.04.07	Tubo de HDPE, d=4" (sin perforar)	M	90.60	25.25	2,287.65
01.01.05.04.08	Tubo de HDPE, d=4" (perforada)	M	88.00	27.96	2,460.48
01.01.05.04.09	Geomalla uniaxial, 6 kn	M2	480.00	21.10	10,128.00
01.01.05.04.10	SUBDRENAJE EN MUROS INESTABLES (D=150 mm)	M	0.00	140.71	0.00
01.01.05.04.11	SUBDRENAJE EN MUROS INESTABLES (D=100 mm)	M	0.00	135.43	0.00
01.01.05.04.12	Geotextil no tejido clase 2	M2	1,073.40	5.13	5,506.54

01.01.05.04.13	Elemento muro de suelo reforzado	M3	454.00	344.36	156,339.44
01.01.06	Obras de arte				25,466,010.09
01.01.06.01	Excavación no clasificada para estructuras	M3	18,936.29	12.36	234,052.54
01.01.06.02	Eliminación de alcantarilla existente	M	138.80	97.89	13,587.13
01.01.06.03	Limpieza de cauce y encauzamiento para badenes y alcantarillas	M3	8,199.40	25.96	212,856.42
01.01.06.04	Relleno para estructuras	M3	26,760.82	30.68	821,021.96
01.01.06.05	Concreto clase C 27.4 MPa (F'C=280 Kg/cm2)	M3	262.18	470.49	123,353.07
01.01.06.06	Concreto clase D 20.6 MPa (F'C=210 Kg/cm2)	M3	902.73	425.51	384,120.64
01.01.06.07	Concreto clase E 17.2 MPa (F'C=175 Kg/cm2)	M3	1,119.31	392.30	439,105.31
01.01.06.08	Concreto clase I 9.8 MPa (F'C=100 Kg/cm2)	M3	61.36	324.80	19,929.73
01.01.06.09	Encofrado y desencofrado	M2	6,673.17	72.85	486,140.43
01.01.06.10	Acero de refuerzo	Kg	69,301.46	4.52	313,242.60
01.01.06.11	Tubería corrugada de acero galvanizado circular de 0.90 m. De diámetro	M	1,303.29	504.83	657,939.89
01.01.06.12	Tubería corrugada de acero galvanizado circular de 1.20 m. de diámetro	M	1,025.46	615.98	631,662.85
01.01.06.13	Tubería PVC clase 10, d=12"	M	0.00	68.48	0.00
01.01.06.14	Tubo PVC-SAP, d=2"	M	137.60	11.27	1,550.75
01.01.06.15	Tubo PVC-SAP, d=3"	M	136.50	21.38	2,918.37
01.01.06.16	Tubo de HDPE, d=4" (sin perforar)	M	77.65	25.25	1,960.66
01.01.06.17	ALCANTARILLA DE GRAN LUZ ARCO PERFIL BAJO 8.31m. X 3.05m	M	11.24	8,419.17	94,631.47
01.01.06.18	Subdren profundo	M	17,427.59	137.14	2,390,019.69
01.01.06.19	Subdren de descarga	M	1,557.17	130.37	203,008.25
01.01.06.20	Cuneta triangular tipo I revestida en concreto	M	31,951.50	163.36	5,219,597.04
01.01.06.21	Cuneta triangular tipo II revestida en	M	931.90	141.15	131,537.69

	concreto				
01.01.06.22	Cuneta rectangular tipo I revestida en concreto	M	210.60	737.41	155,298.55
01.01.06.23	Cunetas en banqueta	M	490.00	93.04	45,589.60
01.01.06.24	Cunetas de coronación	M	0.00	263.76	0.00
01.01.06.25	Zanjas de drenaje tipo I	M	7,269.66	220.91	1,605,940.59
01.01.06.26	Zanjas de drenaje tipo II	M	865.00	44.74	38,700.10
01.01.06.27	Caja cuneta	Und	10.00	1,455.85	14,558.50
01.01.06.28	Bypass	M	0.00	198.72	0.00
01.01.06.29	Bordillo	M	4,369.40	110.95	484,784.93
01.01.06.30	Emboquillado de piedra e=0.15 m.	M2	825.85	72.01	59,469.46
01.01.06.31	Emboquillado de piedra e=0.20 m.	M2	4,903.08	94.17	461,723.04
01.01.06.32	Emboquillado de piedra e=0.35 m.	M2	0.00	100.43	0.00
01.01.06.33	Piedra asentada	M3	231.18	326.79	75,547.31
01.01.06.34	Geotextil no tejido clase 2	M2	160,580.90	5.13	823,780.02
01.01.06.35	Junta de longitudinal para badenes	M	0.00	13.71	0.00
01.01.06.36	Junta transversal para badenes	M	0.00	51.29	0.00
01.01.06.37	Cruce vehicular	M	220.10	787.26	173,275.93
01.01.06.38	Pase peatonal	M	48.00	1,033.00	49,584.00
01.01.06.39	Gavión tipo caja	M3	1,440.00	201.24	289,785.60
01.01.06.40	Pedraplenes	M3	473,186.22	18.47	8,739,749.48
01.01.06.41	Trinchera drenante	M	920.00	55.27	50,848.40
01.01.06.42	Descarga de trinchera drenante	M	200.00	73.24	14,648.00
01.01.06.43	Preparación y compactación de cama de asiento	M3	9.43	51.97	490.08
01.01.07	Transporte				31,340,297.00
01.01.07.01	Transporte de materiales granulares entre ciento veinte metros (120 m.) y mil metros	M3k	1,272,453.21	4.62	5,878,733.83

	(1000 m.)				
01.01.07.02	Transporte de materiales granulares para distancias mayores de mil metros (1000 m.)	M3k	17,137,134.20	0.90	15,423,420.78
01.01.07.03	transporte de mezcla asfáltica hasta mil metros (1000 m.)	M3k	35,784.33	5.70	203,970.68
01.01.07.04	Transporte de mezcla asfáltica para distancias mayores de mil metros (1000 m.)	M3k	441,654.03	0.90	397,488.63
01.01.07.05	Transporte de desechos y excedentes a DME entre ciento veinte metros (120 m.) y mil metros (1000 m.)	M3k	630,635.25	4.86	3,064,887.32
01.01.07.06	Transporte de desechos y excedentes a DME para distancias mayores de mil metros (1000 m.)	M3k	1,944,447.29	0.90	1,750,002.56
01.01.07.07	Transporte de roca para distancias entre 120 m y 1000 m.	M3k	435,725.28	4.86	2,117,624.86
01.01.07.08	Transporte de roca para distancias mayores de 1000 m.	M3k	2,782,327.76	0.90	2,504,094.98
01.01.07.09	Transporte de material de derrumbes para distancias mayores de 1000 m.	M3k	81.51	0.90	73.36
01.01.08	Señalización y seguridad vial				29,584,044.14
01.01.08.01	Señales preventivas (0.60 M x 0.60 M)	Und	131.00	362.71	47,515.01
01.01.08.02	Señales preventivas (0.80 M x 0.80 M)	Und	54.00	460.36	24,859.44
01.01.08.03	Señal reglamentaria octogonal (0.60 m x 0.60 m)	Und	12.00	810.09	9,721.08
01.01.08.04	Señal reglamentaria rectangular (0.60 m x 0.60 m)	Und	25.00	362.03	9,050.75
01.01.08.05	Señal reglamentaria rectangular (0.80 m x 0.80 m)	Und	69.00	451.83	31,176.27
01.01.08.06	Señal informativa de servicios (0.75 M x 0.60 M)	Und	54.00	386.43	20,867.22
01.01.08.07	Señal informativa	M2	113.27	745.37	84,428.06
01.01.08.08	Postes de soporte de señales	Und	345.00	652.68	225,174.60
01.01.08.09	Estructuras de soporte de señales tipo e-1	Und	51.00	1,967.01	100,317.51
01.01.08.10	Postes delineadores	Und	1,427.00	148.03	211,238.81
01.01.08.11	Tachas retro reflectivas unidireccional	Und	19.00	15.46	293.74

01.01.08.12	Tachas retro reflectivas bidireccional	Und	17,961.00	15.52	278,754.72
01.01.08.13	Tachones retro reflectivas	Und	496.00	15.64	7,757.44
01.01.08.14	Chevrones	Und	37.00	400.67	14,824.79
01.01.08.15	Marcas en el pavimento tipo I	M2	14,501.56	9.82	142,405.32
01.01.08.16	Poste de kilometraje	Und	37.00	174.35	6,450.95
01.01.08.17	Pintado de sardineles, parapetos en muros y alcantarillas	M2	305.46	30.27	9,246.27
01.01.08.18	Reductores de velocidad tipo resalto	M	10.50	873.46	9,171.33
01.01.08.19	Rampa de frenado	M	395.00	217.90	86,070.50
01.01.08.20	Barrera de seguridad borde lateral (hincada)	M	45,930.25	353.73	16,246,907.33
01.01.08.21	Barrera de seguridad borde puente (montada)	M	14,796.80	535.23	7,919,691.26
01.01.08.22	Viga de anclaje para barrera de seguridad	M	14,796.80	276.96	4,098,121.73
01.01.09	Protección ambiental				2,824,478.39
01.01.09.01	Sub programa de monitoreo ambiental				303,148.00
01.01.09.01.01	Monitoreo de calidad de aire (inc. Meteorológico)	Pto	272.00	700.00	190,400.00
01.01.09.01.02	Monitoreo de calidad de ruido ambiental	Pto	136.00	85.50	11,628.00
01.01.09.01.03	Monitoreo de ruido ocupacional	Pto	72.00	90.00	6,480.00
01.01.09.01.04	Monitoreo de calidad de agua	Pto	32.00	900.00	28,800.00
01.01.09.01.05	Monitoreo de efluentes	Pto	12.00	1,000.00	12,000.00
01.01.09.01.06	Monitoreo de emisiones atmosféricas	Pto	8.00	850.00	6,800.00
01.01.09.01.07	Monitoreo de calidad de suelo	Pto	8.00	880.00	7,040.00
01.01.09.01.08	Monitoreo biológico	Pto	2.00	20,000.00	40,000.00
01.01.09.02	Programa de cierre				2,521,330.39
01.01.09.02.01	Conformación de material excedente en DME	M3	753,671.38	1.88	1,416,902.19
01.01.09.02.02	Readecuación ambiental de DME	M2	201,520.22	1.50	302,280.33

01.01.09.02.03	Readecuación ambiental de DME abandonado	M2	26,549.83	1.50	39,824.75
01.01.09.02.04	Readecuación ambiental de canteras	M2	274,967.78	0.94	258,469.71
01.01.09.02.05	Readecuación ambiental de patio de máquinas	M2	34,470.53	2.86	98,585.72
01.01.09.02.06	Readecuación ambiental de plantas industriales	M2	81,620.63	2.57	209,765.02
01.01.09.02.07	Readecuación ambiental de polvorín	M2	1,500.00	1.77	2,655.00
01.01.09.02.08	Revegetación de áreas auxiliares (sin incluir dme's)	M2	214,275.19	0.90	192,847.67
01.01.10	Pontones				0.00
01.01.10.01	Trazo, replanteo y control topográfico	M2	0.00	2.44	0.00
01.01.10.02	Falso puente para pontones	M	0.00	4,021.09	0.00
01.01.10.03	Pintura bituminosa	M2	0.00	63.64	0.00
01.01.10.04	Demolición de estructuras	M3	0.00	124.44	0.00
01.01.10.05	Excavación no clasificada para estructuras en seco	M3	0.00	20.18	0.00
01.01.10.06	Excavación no clasificada para estructuras bajo agua	M3	0.00	21.31	0.00
01.01.10.07	Encauzamiento para puentes y pontones	M3	0.00	3.51	0.00
01.01.10.08	Relleno para estructuras	M3	0.00	30.68	0.00
01.01.10.09	Concreto clase C 27.4 MPa ($f^c=280$ kg/cm ²)	M3	0.00	470.49	0.00
01.01.10.10	Concreta clase C1 27.4 MPa ($f^c=280$ kg/cm ²) bajo agua	M3	0.00	565.96	0.00
01.01.10.11	concreta clase D1 20.6 MPa ($f^c=210$ kg/cm ²) bajo agua	M3	0.00	612.85	0.00
01.01.10.12	concreta clase H1 17.2 MPa ($f^c=175$ kg/cm ²) (concreta clase e y 30%p.g.)	M3	0.00	336.32	0.00
01.01.10.13	concreto clase I 9.8 MPa ($f^c=100$ kg/cm ²)	M3	0.00	324.80	0.00
01.01.10.14	Encofrado y desencofrado caravista	M2	0.00	91.89	0.00
01.01.10.15	Encofrado y desencofrado caravista bajo agua	M2	0.00	149.50	0.00

01.01.10.16	Encofrado y desencofrado cara no vista en seco	M2	0.00	71.59	0.00
01.01.10.17	Encofrado y desencofrado cara no vista bajo agua	M2	0.00	129.34	0.00
01.01.10.18	Acero de refuerzo	Kg	0.00	4.52	0.00
01.01.10.19	Tubo PVC-SAP, d=4"	M	0.00	33.28	0.00
01.01.10.20	Transporte de materiales granulares entre ciento veinte metros (120 m.) y mil metros (1000 m.)	M3k	0.00	4.62	0.00
01.01.10.21	Transporte de materiales granulares para distancias mayores de mil metros (1000 m.)	M3k	0.00	0.90	0.00
01.01.10.22	Transporte de materiales excedentes para distancias entre 120 m y 1000 m.	M3k	0.00	4.84	0.00
01.01.10.23	Transporte de material excedente de corte para distancias mayores a 1000 m.	M3k	0.00	0.90	0.00
01.01.10.24	Transporte de roca para distancias entre 120 m y 1000 m.	M3k	0.00	9.81	0.00
01.01.10.25	Transporte de roca para distancias mayores de 1000 m.	M3k	0.00	1.13	0.00
01.01.10.26	Conformación de material excedente en DME	M3	0.00	2.28	0.00
01.01.11	Zona arqueológica				0.00
01.01.11.01	Obras preliminares y provisionales				0.00
01.01.11.01.01	Trazo y replanteo	Km	0.00	3,310.97	0.00
01.01.11.02	Movimiento de tierras				0.00
01.01.11.02.01	Desbroce y limpieza de zonas no boscosas	Ha	0.00	3,590.31	0.00
01.01.11.02.02	Excavación en explanaciones en roca fija	M3	0.00	29.65	0.00
01.01.11.02.03	Excavación en explanaciones en roca suelta	M3	0.00	19.02	0.00
01.01.11.02.04	Excavación en explanaciones en material común	M3	0.00	4.34	0.00
01.01.11.02.05	Perfilado y compactado en zona de corte	M2	0.00	2.00	0.00
01.01.11.02.06	Conformación de terraplenes	M3	0.00	7.53	0.00
01.01.11.02.07	Material de cantera para terraplenes	M3	0.00	9.38	0.00

01.01.11.02.08	Banquetas para relleno	M3	0.00	19.64	0.00
01.01.11.03	Bases y sub bases				0.00
01.01.11.03.01	Sub base granular	M3	0.00	39.97	0.00
01.01.11.03.02	Base granular	M3	0.00	76.12	0.00
01.01.11.04	Pavimento asfáltico				0.00
01.01.11.04.01	Imprimación asfáltica	M2	0.00	0.94	0.00
01.01.11.04.02	Riego de liga	M2	0.00	0.75	0.00
01.01.11.04.03	Pavimento de concreto asfáltico caliente (cantera km 37+100 y cantera km 18+600)	M3	0.00	142.53	0.00
01.01.11.04.04	Cemento asfáltico pen 85/100	Kg	0.00	2.27	0.00
01.01.11.04.05	Asfalto diluido tipo mc-30	L	0.00	2.27	0.00
01.01.11.04.06	Aditivo mejorador de adherencia	Kg	0.00	16.05	0.00
01.01.11.04.07	Fibra de refuerzo	Kg	0.00	25.30	0.00
01.01.11.04.08	Filler mineral	Kg	0.00	0.75	0.00
01.01.11.05	Obras complementarias				0.00
01.01.11.05.01	Reposición de infraestructura de abastecimiento de agua	Glb	0.00	232,973.80	0.00
01.01.11.06	Obras de arte				0.00
01.01.11.06.01	Excavación no clasificada para estructuras	M3	0.00	12.36	0.00
01.01.11.06.02	Limpieza de cauce y encauzamiento para badenes y alcantarillas	M3	0.00	25.96	0.00
01.01.11.06.03	Relleno para estructuras	M3	0.00	30.68	0.00
01.01.11.06.04	Concreto clase D 20.6 MPa (F'C=210 Kg/cm2)	M3	0.00	425.51	0.00
01.01.11.06.05	Concreto clase E 17.2 MPa (F'C=175 Kg/cm2)	M3	0.00	392.30	0.00
01.01.11.06.06	Concreto clase I 9.8 MPa (F'C=100 Kg/cm2)	M3	0.00	324.80	0.00
01.01.11.06.07	Encofrado y desencofrado	M2	0.00	72.85	0.00

01.01.11.06.08	Acero de refuerzo	Kg	0.00	4.52	0.00
01.01.11.06.09	Tubería corrugada de acero galvanizado circular de 0.90 m. de diámetro	M	0.00	504.83	0.00
01.01.11.06.10	Subdren profundo	M	0.00	137.14	0.00
01.01.11.06.11	Subdren de descarga	M	0.00	130.37	0.00
01.01.11.06.12	Cuneta triangular tipo i revestida en concreto	M	0.00	163.36	0.00
01.01.11.06.13	Cuneta rectangular tipo i revestida en concreto	M	0.00	737.41	0.00
01.01.11.06.14	Cunetas en banquetta	M	0.00	93.04	0.00
01.01.11.06.15	Zanjas de drenaje tipo i	M	0.00	220.91	0.00
01.01.11.06.16	Bordillo	M	0.00	110.95	0.00
01.01.11.06.17	Emboquillado de piedra e=0.15 m.	M2	0.00	72.01	0.00
01.01.11.06.18	Emboquillado de piedra e=0.20 m.	M2	0.00	94.17	0.00
01.01.11.06.19	Junta de muros de concreto armado	M	0.00	7.53	0.00
01.01.11.07	Transporte				0.00
01.01.11.08	Transporte de materiales granulares entre ciento veinte metros (120 m.) y mil metros (1000 m.)	M3k	0.00	4.62	0.00
01.01.11.09	Transporte de materiales granulares para distancias mayores de mil metros (1000 m.)	M3k	0.00	0.90	0.00
01.01.11.10	Transporte de mezcla asfáltica hasta mil metros (1000 m.)	M3k	0.00	5.70	0.00
01.01.11.11	Transporte de mezcla asfáltica para distancias mayores de mil metros (1000 m.)	M3k	0.00	0.90	0.00
01.01.11.12	Transporte de desechos y excedentes a DME entre ciento veinte metros (120 m.) y mil metros (1000 m.)	M3k	0.00	4.86	0.00
01.01.11.13	Transporte de desechos y excedentes a DME para distancias mayores de mil metros (1000 m.)	M3k	0.00	0.90	0.00
01.01.11.14	Transporte de roca para distancias entre 120 m y 1000 m.	M3k	0.00	9.81	0.00
01.01.11.15	Transporte de roca para distancias mayores de 1000 m.	M3k	0.00	1.13	0.00

01.01.11.16	Protección ambiental				0.00
01.01.11.16.01	Conformación de material excedente en DME	M3	0.00	2.28	0.00
01.01.12	Interferencias				27,500.00
01.01.12.01	Reubicación de postes de media tensión	Und	5.00	5,500.00	27,500.00
01.02	Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas para las OI tramo 2: canta - Huayallay				2,802,542.97
01.02.01	Sub programa manejo residuos sólidos, líquidos y efluentes	Glb	1.00	877,342.97	877,342.97
01.02.02	Sub programa de control de protección de recursos naturales	Glb	1.00	60,000.00	60,000.00
01.02.03	Sub programa de salud	Glb	1.00	80,000.00	80,000.00
01.02.04	Sub programa de seguridad vial	Glb	1.00	110,000.00	110,000.00
01.02.05	Programa de asuntos sociales	Glb	1.00	400,000.00	400,000.00
01.02.06	Programa educación y capacitación ambiental	Glb	1.00	150,000.00	150,000.00
01.02.07	Programa prevención de pérdidas y contingencias	Glb	1.00	1,025,200.00	1,025,200.00
01.02.08	Compensación por uso de terrenos	Glb	1.00	100,000.00	100,000.00
	Costo directo				153,577,852.43
	Gastos generales		22.46%		34,497,930.08
	Utilidad		4.00%		6,143,114.10
	Subtotal				194,218,896.61
	IGV (18.00%)				34,959,401.39
	Costo de obra				229,178,298.00

Nota. El costo de obra es de 229,178,298.00 nuevos soles.

Tabla 10*Análisis de porcentaje avanzado y saldo proyectado en los procesos de explanaciones*

Procesos				Metrado								Ratio (s/. / und)					
Código	Descripción	Und	Inc	Total		Programado		Ejecutado		% avance		Saldo Proy	Orig	Prev	Sem	Acum	Saldo PROY
				Orig	Prev	Sem	Acum	Sem	Acum	Sem	Acum						
Explanaciones																	
BBA	Corte en material y roca sueltos	M3	1.5%	403,301	403,301	3,269.54	367,443.78	0.0	364,037.2	0.0%	90.3%	39,264	5.45	5.45	0.00	2.00	2.00
BBACC	Perforación y voladura	M3	1.6%	168,694	168,694	44.04	168,605.64	0.0	134,485.6	0.0%	79.7%	34,208	13.73	13.73	0.00	9.28	9.28
AAA	Demoliciones de estructuras de concreto	M3	0.1%	235	235	0.00	234.57	0.0	0.0	0.0%	0.0%	235	467.46	467.46	0.00	0.00	467.46
01BBA	Pedraplén	M3	6.0%	473,186	473,186	4,651.28	463,883.66	0.0	454,694.8	0.0%	96.1%	18,491	18.46	18.46	0.00	10.93	10.93
BEA	Conformación de terraplenes	M3	5.7%	1,005,953	1,005,953	39,605.25	292,351.62	35,636.7	1,004,529.4	3.5%	99.9%	1,424	8.15	8.15	0.00	6.82	6.82
Subtotal			14.9%														

Nota. El porcentaje de incidencia en los procesos de explanaciones fue de 14.9%.

Tabla 11

Análisis de porcentaje avanzado y saldo proyectado en los procesos de obras de arte

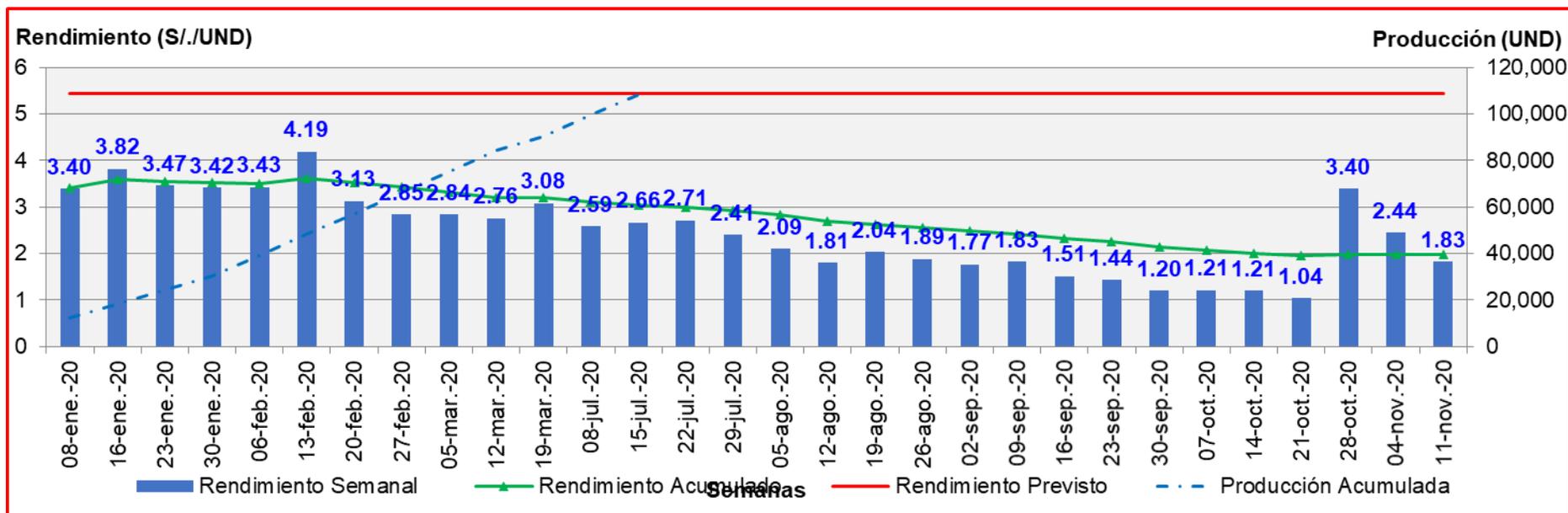
Procesos		Metrado										Ratio (s/. / und)					
CÓDIGO	Descripción	Und	Inc	Total		Programado		Ejecutado		% avance		Saldo Proy	Orig	Prev	Sem	Acum	Saldo Proy
				Orig	Prev	Sem	Acum	Sem	Acum	Sem	Acum						
Obras de arte																	
01BBB	Excavación para obras de arte	M3	0.6%	45,097	45,097	378.21	40,654.42	725.36	30,275.89	1.6%	67.1%	14,822	17.84	17.84	15.43	15.81	15.81
01BEBK	Rellenos en obras de arte	M3	1.0%	45,693	45,693	367.68	44,957.61	1,179.45	33,678.34	2.6%	73.7%	12,015	30.68	30.68	9.45	11.81	11.81
01CAB	Encofrado y desencofrado en obras de arte	M2	0.3%	6,673	6,673	90.79	6,491.59	229.88	5,337.94	3.4%	80.0%	1,335	72.84	72.84	56.23	70.33	70.33
05CAB	Encofrado y desencofrado en muros	M2	0.4%	9,569	9,569	0.00	9,569.40	124.23	9,494.60	1.3%	99.2%	75	64.33	64.33	160.72	43.45	43.45
CFA	Preparación de concreto	M3	1.8%	14,076	14,076	37.29	5,544.37	0.00	3,390.13	0.0%	24.1%	10,686	183.31	183.31	0.00	216.75	201.64
01CFBDI	Colocación de concreto en obras de arte	M3	1.0%	13,206	13,206	36.13	5,049.64	0.00	3,186.26	0.0%	24.1%	10,019	106.29	106.29	0.00	57.15	106.29
CFB	Colocación de concreto ciclópeo	M3	0.0%	491	491	0.92	488.84	0.00	423.00	0.0%	86.2%	68	107.70	107.70	0.00	68.71	68.71
CBA	Habilitación y colocación de acero en obras de	KG	0.6%	199,447	199,447	942.88	197,561.29	0.00	130,145.38	0.0%	65.3%	69,302	4.52	4.52	0.00	2.33	2.33

arte																	
JCAF	Suministro y colocación de alcantarillas TMC	M	0.9%	2,349	2,349	31.96	2,285.49	0.00	1,744.02	0.0%	74.2%	605	560.93	560.93	0.00	420.66	420.66
01CFBDN	Acondicionamiento y recubrimiento con concreto de cunetas sin refuerzo de acero	M	2.8%	41,729	41,729	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0%	0.0%	41,729	95.53	95.53	0.00	0.00	95.53
02CFBDN	Acondicionamiento y recubrimiento con concreto de cunetas reforzadas con acero	M	0.3%	4,638	4,638	3.64	260.81	0.00	0.00	0.0%	0.0%	4,638	99.92	99.92	0.00	0.00	99.92
BBD	Construcción de subredes	M	1.5%	188,698	188,698	2,769.26	173,209.22	0.00	0.00	0.0%	0.0%	188,698	11.82	11.82	0.00	0.00	11.82
BDC	Gaviones	M3	0.1%	1,440	1,440	19.58	1,400.84	0.00	0.00	0.0%	0.0%	1,440	137.74	137.74	0.00	0.00	137.74
BDA	Enrocado	M3	0.1%	685	685	3.14	678.89	0.00	0.00	0.0%	0.0%	685	224.13	224.13	0.00	0.00	224.13
BDABA	Emboquillado de piedra	M2	0.3%	5,729	5,729	77.89	5,573.14	0.00	0.00	0.0%	0.0%	5,729	69.90	69.90	0.00	0.00	69.90
	Subtotal		11.7%														

Nota. El porcentaje de incidencia en los procesos de explanaciones fue de 11.7%.

Figura 24

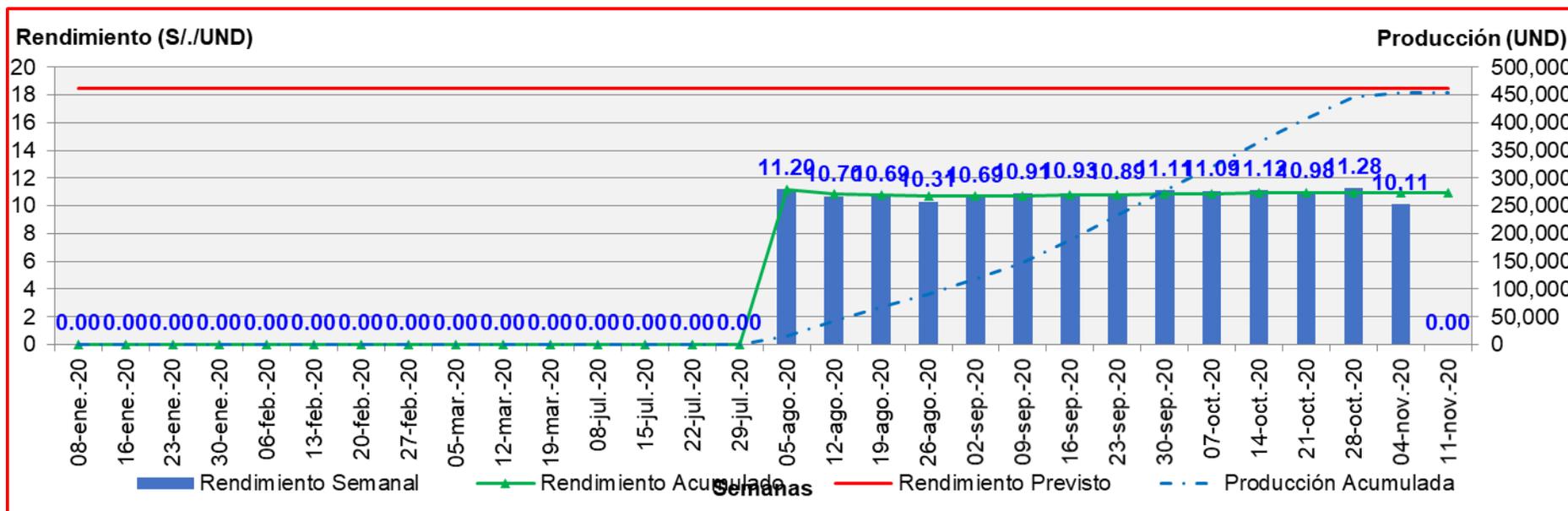
Corte en material y roca sueltos



Nota. El metrado total previsto fue de 403,300.86 m³, el metrado acumulado fue de 364,037.15 por lo que su % de avance acumulado fue de 90.3%. El rendimiento original es de 5.45s./m³, igual al previsto.

Figura 25

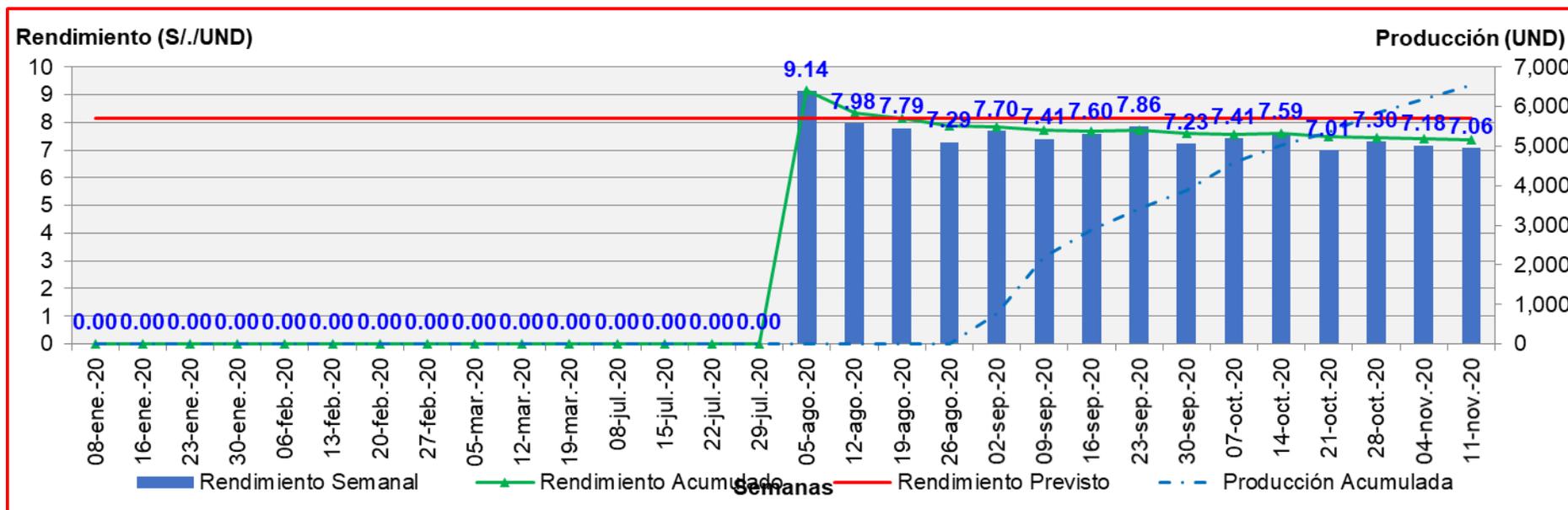
Pedraplén



Nota. El metrado total previsto fue de 473,186.22 m3, el metrado acumulado fue de 454,694.80 por lo que su % de avance acumulado fue de 96.1%. El rendimiento original es de 18.46 s./m3, igual al previsto.

Figura 26

Conformación de terraplenes



Nota. El metrado total previsto fue de 1,005,953.27 m³, el metrado acumulado fue de 1,004,529.40 por lo que su % 99.9 de avance acumulado fue de 90.3%. El rendimiento original es de 8.15 s/. /m³, igual al previsto.

4.3. Determinar el Valor Ganado en la Implementación de Last Planner System para la Construcción.

Es la herramienta de control de proyectos utilizada para evaluar y medir el desempeño de la construcción de la carretera Canta – Huayllay tramo 2B, donde se aplicó en los procesos de explanaciones y en los procesos de obras de arte para el cumplimiento de los objetivos de costo y tiempo.

A través de la herramienta valor ganado se pudo determinar en la construcción de la carretera Canta – Huayllay tramo 2B si en los procesos de explanaciones y obras de arte están atrasadas o adelantadas respecto al plazo programado, y si están por encima o por debajo del costo previsto.

Se realizó el informe semanal de Producción (ISP) para el seguimiento y control al desempeño de los procesos de explanaciones y obras de arte en la construcción, donde nos permitió diagnosticar el estado actual de un proyecto, a través de la medición de la productividad y/ o rendimiento de los procesos, lo que nos permitió identificar desviaciones respecto a los objetivos de desempeño de la construcción de la carretera

Recursos utilizados por Proceso

- Mano de obra
- Materiales
- Equipos

Para administrar y registrar la información de cantidades y/ o costos de recursos utilizados por proceso

- Producción Programado por Proceso
- Producción Real por Proceso

Tabla 12*Análisis de valor ganado en los procesos de explanaciones*

Análisis del valor ganado													
Código	Descripción	S/. Acumulado				Cpi	Spi	Mej	S/ Saldo PROY	ORIG	S/. Total		
		PROG	PREV	REAL	VAR						PREV	PROY	VAR
Explanaciones													
BBA	Corte en material y roca sueltos	2,002,752	1,984,185	726,816	1,257,368	2.73	0.99	0.05	78,392	2,198,191.42	2,198,191	805,208	1,392,984
BBACC	Perforación y voladura	2,315,106	1,846,607	1,248,667	597,940	1.48	0.80	0.27	317,615	2,316,315.25	2,316,315	1,566,282	750,033
AAA	Demoliciones de estructuras de concreto	109,653	0	0	0				109,653	109,653.22	109,653	109,653	0
01BBA	Pedraplén	8,564,299	8,394,653	4,970,116	3,424,537	1.69	0.98	0.14	202,123	8,736,044.44	8,736,044	5,172,239	3,563,805
BEA	Conformación de terraplenes	2,383,327	8,189,187	6,851,197	1,337,991	1.20	3.44	0.00	9,711	8,200,794.83	8,200,795	6,860,908	1,339,887
	Subtotal	6,810,838	12,019,978	8,826,680	3,193,299	1.36	1.76		515,371	12,824,954.73	12,824,955	9,342,051	3,482,904

Nota. El valor ganado en los procesos de explanaciones fue de 3,482,904.

Tabla 13*Análisis de valor ganado en los procesos de obras de arte*

Procesos				Análisis del valor ganado											
Código	Descripción	Un d	Inc.	S/. Acumulado				Cpi	Spi	Me j	S/. Saldo		S/. Total		
				Prog	Prev	Real	Var				Proy	Orig	Prev	Proy	Var
OBRAS DE ARTE															
01BBB	Excavación para obras de arte	M3	0.6%	725,422	540,231	478,769	61,463	1.1 3	0.7 4	0.2 2	234,380	804,700.85	804,701	713,149	91,552
01BEBK	Rellenos en obras de arte	M3	1.0%	1,379,14 9	1,033,13 9	397,602	635,537	2.6 0	0.7 5	0.1 3	141,843	1,401,707.19	1,401,707	539,445	862,262
01CAB	Encofrado y desencofrado en obras de arte	M2	0.3%	472,869	388,834	375,397	13,437	1.0 4	0.8 2	0.0 8	93,902	486,096.46	486,096	469,299	16,798
05CAB	Encofrado y desencofrado en muros	M2	0.4%	615,609	610,797	412,549	198,248	1.4 8	0.9 9	0.0 0	3,250	615,608.90	615,609	415,799	199,810
CFA	Preparación de concreto	M3	1.8%	1,016,31 8	621,432	734,799	-113,366	0.8 5	0.6 1	2.6 1	2,154,755	2,580,301.12	2,580,301	2,889,554	-309,253
01CFBDI	Colocación de concreto en obras de arte	M3	1.0%	536,703	338,653	182,090	156,563	1.8 6	0.6 3	0.6 3	1,064,900	1,403,552.73	1,403,553	1,246,990	156,563
CFB	Colocación de concreto ciclópeo	M3	0.0%	52,647	45,556	29,065	16,492	1.5 7	0.8 7	0.0 0	4,650	52,845.44	52,845	33,715	19,130
CBA	Habilitación y colocación de acero en obras de arte	KG	0.6%	893,210	588,411	303,545	284,865	1.9 4	0.6 6	0.1 7	161,636	901,735.97	901,736	465,182	436,554

JCAF	Suministro y colocación de alcantarillas TMC	M	0.9%	1,282,009	978,280	733,643	244,637	1.33	0.76	0.23	254,669	1,317,869.44	1,317,869	988,311	329,558
01CFBD N	Acondicionamiento y recubrimiento con concreto de cunetas sin refuerzo de acero	M	2.8%	0	0	0	0				3,986,182	3,986,182.15	3,986,182	3,986,182	0
02CFBD N	Acondicionamiento y recubrimiento con concreto de cunetas reforzadas con acero	M	0.3%	26,061	0	0	0	0.00			463,396	463,395.74	463,396	463,396	0
BBD	Construcción de subredes	M	1.5%	2,048,143	0	0	0	0.00			2,231,289	2,231,288.86	2,231,289	2,231,289	0
BDC	Gaviones	M3	0.1%	192,954	0	0	0	0.00			198,348	198,347.90	198,348	198,348	0
BDA	Enrocado	M3	0.1%	152,158	0	0	0	0.00			153,567	153,566.83	153,567	153,567	0
BDABA	Emboquillado de piedra	M2	0.3%	389,542	0	0	0	0.00			400,432	400,431.76	400,432	400,432	0
			11.7%	9,782,795	5,145,333	3,647,458	1,497,875	1.41			11,547,199	16,997,631.36	16,997,631	15,194,658	1,802,974

Nota. El valor ganado en los procesos de explanaciones fue de 1,802,974.

4.4. Implementar el Last Planner System para la Construcción de la carretera Canta.

El enfoque principal de estudio es poder visualizar los alcances positivos que trae consigo la Aplicación del Last Planner para optimizar la construcción de la carretera Canta-Huayllay tramo 2B, logrando así una concordancia de lo proyectado en el cronograma vs lo ejecutado en campo.

Debido al típico método convencional y clásico empleado no existe un nivel de competencia y secuencias de actividades lo que trae consigo incompatibilidades en el diseño.

Para cumplir con su metodología se llevó a cabo como primer paso el ordenamiento de actividades, se aplicó un proceso de inducción, luego que los flujos de trabajos y su producción se encontraron en un ritmo y secuencia considerable se procedió a la aplicación de las herramientas del LPS y como paso final se verificó los % de PPC y las Causas de No Cumplimiento para luego estimar resultados en base a sus rendimientos.

Esta metodología se desarrollará en su totalidad mientras tengan la debida cooperación y apoyo de todos los integrantes reflejados en el Plan.

Se determinará la incidencia de LPS en la partida de Movimiento de tierras.

4.4.1. Estructura de línea de tiempo de la investigación

Se implementó LPS en la ejecución de dos subpartidas, la de Conformación de la Plataforma y corte de material suelto y roca fracturada. A continuación, se muestran las fechas desde su definición hasta la implementación de LPS.

Tabla 14

Etapas de implementación de Last Planner System en la partida de Conformación de la Plataforma

ETAPA	Fecha Inicio	Fecha Fin Previsto	Fecha Fin Original	Fecha Fin Real	Sigla
Definir	3-Jul-20	15-Jul-20	15-Jul-20	20-Jul-20	D
Medir	21-Jul-20	14-Ago-20	6-Ago-20	22-Ago-20	M
Analizar	23-Ago-20	28-Ago-20	26-Ago-20	28-Ago-20	A
Implementar	29-Ago-20	18-Set-20	11-Set-20	1-Oct-20	I
Controlar	2-Oct-20	11-Nov-20	27-Oct-20	20-Nov-20	C

Nota. Se realizó la evaluación de la subpartida de movimiento de tierras desde el 03 de julio hasta el 20 de noviembre del 2020.

Figura 27

Línea de tiempo de implementación de LPS en la partida de Conformación de la plataforma.



Nota. Elaboración propia (2022).

Tabla 15

Etapas de implementación de Last Planner System en la partida de corte de material suelto y roca fracturada

ETAPA	Fecha Inicio	Fecha Fin Previsto	Fecha Fin Original	Fecha Fin Real	Sigla
Definir	17-Ene-20	29-Ene-20	29-Ene-20	3-Feb-20	D
Medir	4-Feb-20	28-Feb-20	20-Feb-20	7-Mar-20	M
Analizar	8-Mar-20	13-Mar-20	11-Mar-20	13-Mar-20	A
Implementar	6-Jul-20	26-Jul-20	19-Jul-20	8-Ago-20	I
Controlar	9-Ago-20	18-Set-20	3-Set-20	27-Set-20	C

Nota. Se realizó la evaluación de la subpartida de movimiento de tierras desde el 17 de enero hasta el 27 de septiembre del 2020.

Figura 28

Línea de tiempo de implementación de LPS en la partida de Conformación de la plataforma.



Nota. Elaboración propia (2022).

4.4.2. Proceso de desarrollo de la investigación

Para llevar a cabo la implementación de LPS se llevaron a cabo los siguientes pasos:



INDUCCIÓN

- Capacitación de personal de obra
- Identificación de procesos
- Revisión de organigramas para establecer responsabilidades
- Aplicación de los formatos de LPS



APLICACIÓN DE LPS

- Elaboración del Plan Maestro
- Elaboración de LookAhead Planning
- Analisis de restricciones
- Reuniones semanales



EVALUACIÓN

- Evaluar los resultados por medio de PPC
- Evaluación de las restricciones y causas del no cumplimiento
- Realizar las curvas de producción
- Evaluación del avance de obra

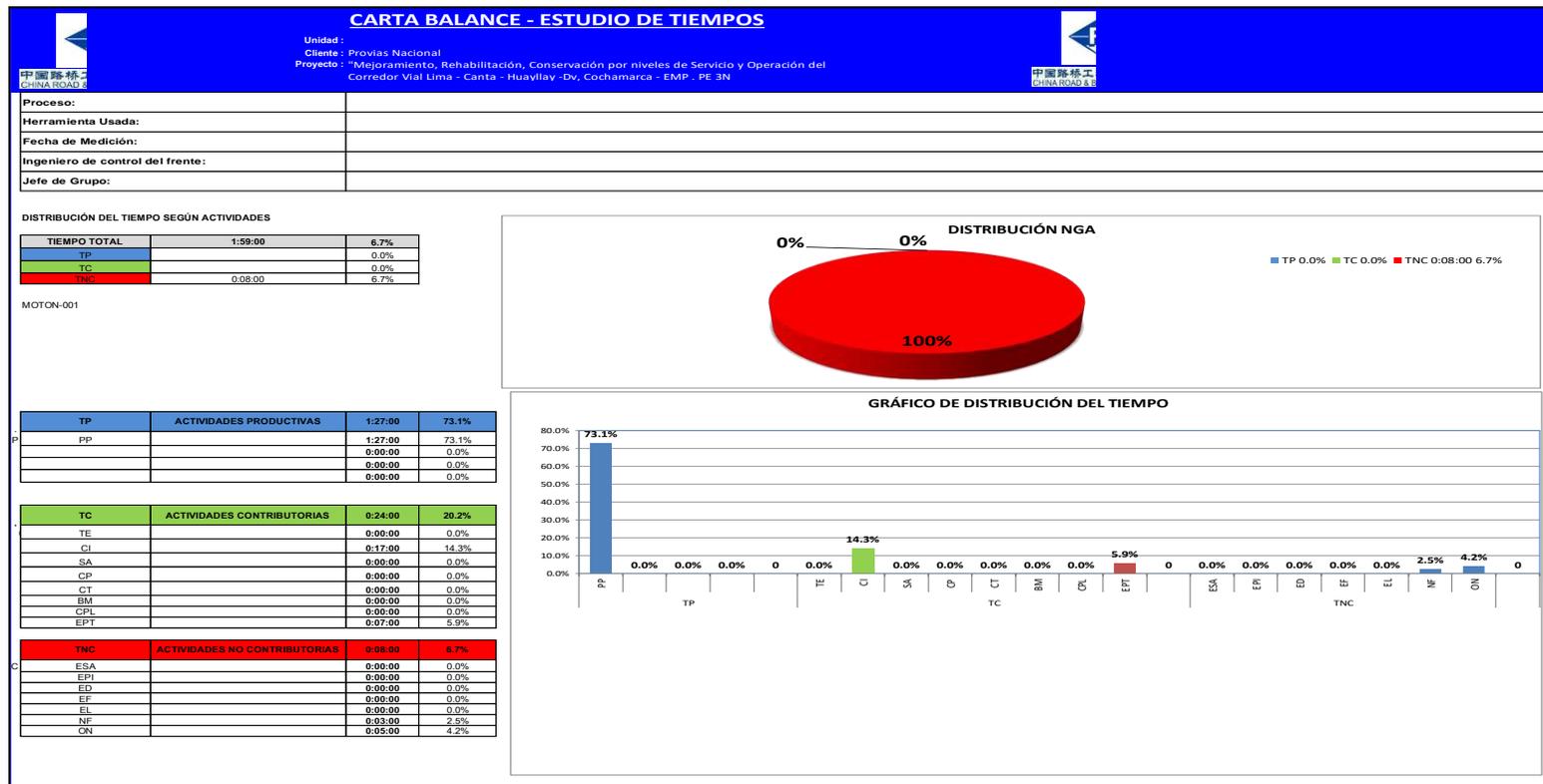
4.4.3. Método de recolección de datos de la investigación

Para la recolección de datos se usaron las fichas de carta balance y de Porcentaje de Plan Cumplido.

A continuación, se muestran dichas fichas:

Figura 29

Ficha de Carta Balance



Nota. Propia del investigador

Figura 30

Ficha de Porcentaje de Plan Cumplido

	PORCENTAJE DE ACTIVIDADES COMPLETADAS										PERIODO INFORMADO					
											Desde el:					
	Inidad:	Fuente:	Proyecto:	Hasta el:	Actualizado al:											
	Proyecto:	Provias Nacional														
ACTIVIDAD	UND	MES	#N/D							TOTAL SEMANA	%	RESTRICCIÓN		Observaciones/Comentarios		
		DIA	J	V	S	D	L	M	M			J	SI/NO		Tipo	CNC
		FECHA	00	01	02	03	04	05	06							
CUMPLIMIENTO DE OBRA												50%				

Nota. Propia del investigador

1.- Plan Maestro: El plan maestro será la base del sistema, el cual se debe desarrollar especificando todas las tareas, metrados, duraciones de las partidas a ejecutar y donde se requiere la participación de todos los relacionados de la obra.

Tabla 16

Plan maestro de la partida de Movimiento de Tierras

MOVIMIENTO DE TIERRA							
FRENTE 1				4-Ene	5-Jul		
Excavación MS y RS 95+500 - 92+500	26,548	850.00	31 37	4-Ene	10-Feb		
Excavación MS y RS 92+500 - 91+000	23,340	850.00	27 33	11-Feb	15-Mar		
Excavación MS y RS 89+500 - 91+000	18,532	850.00	22 26	2-Jul	28-Jul		
Excavación RF 95+500 - 92+500	391	500.00	1 1	22-Jul	23-Jul		
Excavación RF 92+500 - 91+000	4,674	500.00	9 11	24-Jul	4-Ago		
Excavación RF 89+500 - 91+000	53	500.00	0 1	5-Ago	6-Ago		
Excavación RF 82+000 - 80+500	9,774	500.00	20 23	16-Ago	8-Set		
Pedraplén 92+500 - 88+500	22,121	1400.00	16 19	8-Ago	27-Ago		
Pedraplén 88+500 - 87+000	33,103	1400.00	24 28	8-Set	6-Oct		
Pedraplén 83+000 - 85+000	30,387	1400.00	22 26	7-Oct	2-Nov		
Mejoramiento 95+500 - 87+000	12,932	300.00	43 51	5-Set	26-Oct		
Mejoramiento 87+000 - 80+500	15,416	300.00	51 60	27-Oct	26-Dic		
Mejoramiento 80+500 - 70+000	28,038	300.00	93 110	2-Nov	20-Feb		
Relleno Terraplén 95+200 - 89+500	336,245	2000.00	168 197	1-Dic	16-Jun		
Subdren 95+500 - 87+000	3,936	60.00	66 77	10-Set	26-Nov		
Subdren 87+000 - 80+500	4,157	80.00	52 61	27-Nov	27-Ene		
Subdren 80+500 - 70+000	3,421	80.00	43 50	28-Ene	19-Mar		
Subdren 70+000 - 59+000	3,421	80.00	43 50	20-Mar	9-May		
Subbase 83+000 - 95+500	31,874	750.00	42 50	1-May	20-Jun		
Base 83+000 - 95+500	21,089	500.00	42 50	16-May	5-Jul		
Imprimación 83+000 - 95+500	117,733	3500.00	34 40	10-Jun	20-Jul		
Cunetas 83+000 - 59+000	8,906	300.00	30 35	25-Jun	30-Jul		
Pavimentación 83+000 - 95+500	11,686	325.00	36 42	4-Ago	15-Set		
FRENTE 2				22-Jul	10-Set		
Excavación MS y RS 89+500 - 88+500	16,066	850.00	19 23	22-Jul	14-Ago		
Excavación MS y RS 88+500 - 87+000	11,012	850.00	13 16	15-Ago	31-Ago		
Excavación MS y RS 87+000 - 85+000	6,205	850.00	7 9	1-Set	10-Set		
Excavación MS y RS 85+000 -	10,789	850.00	13 15	11-Set	26-Set		

83+000							
Excavación MS y RS 83+000 -							
82+000	14,409	850.00	17	20	27-Set	17-Oct	
Excavación MS y RS 82+000 -							
80+500	15,400	850.00	18	22	18-Oct	9-Nov	
Excavación RF 89+500 - 88+500	23,572	500.00	47	56	6-Ago	1-Oct	
Excavación RF 87+000 - 85+000	7,466	500.00	15	18	2-Oct	20-Oct	
Excavación RF 85+000 - 83+000	8,167	500.00	16	20	21-Oct	10-Nov	
Excavación RF 83+000 - 82+000	19,320	500.00	39	46	11-Nov	27-Dic	
Pedraplén 95+500 - 92+500	142,740	3000.00	48	56	6-Ago	1-Oct	
Pedraplén 87+000 - 85+000	96,468	3000.00	32	38	7-Oct	14-Nov	
Pedraplén 83+000 - 82+000	27,953	3000.00	9	11	6-Oct	17-Oct	
Pedraplén 82+000 - 80+500	13,755	3000.00	5	6	18-Oct	24-Oct	
Mejoramiento 70+000 - 59+000	26,191	300.00	87	102	15-Ene	27-Abr	
Relleno Terraplén 82+000 -							
89+500	300,921	2000.00	150	176	20-Oct	14-Abr	
Subbase 83+000 - 59+000	68,006	750.00	91	106	1-Abr	16-Jul	
Base 83+000 - 59+000	42,050	500.00	84	99	3-May	10-Ago	
Imprimación 83+000 - 59+000	248,555	3500.00	71	83	23-May	14-Ago	
Cunetas 83+000 - 59+000	24,188	300.00	81	95	7-Jun	10-Set	
Pavimentación 83+000 - 59+000	24,628	325.00	76	89	12-Jul	9-Oct	

FRENTE 3				6-Ago	10-Jul
Excavación MS y RS 80+500 -					
70+000	43,423	850.00	51	60	6-Ago 5-Oct
Excavación MS y RS 70+000 -					
59+000	15,212	850.00	18	21	6-Oct 27-Oct
Excavación RF 88+500 - 87+000	15,718	500.00	31	37	25-Ago 1-Oct
Excavación RF 80+500 - 70+000	19,610	500.00	39	46	2-Oct 17-Nov
Excavación RF 70+000 - 59+000	4,192	500.00	8	10	18-Nov 28-Nov
Pedraplén 80+500 - 70+000	102,143	1400.00	73	86	17-Oct 11-Ene
Pedraplén 70+000 - 59+000	4,516	1400.00	3	4	12-Ene 16-Ene
Relleno Terraplén 82+000 -					
75+000	192,136	2000.00	96	113	10-Dic 2-Abr
Relleno Terraplén 75+000 -					
59+000	166,489	2000.00	83	98	3-Abr 10-Jul

Nota. El plan maestro de la partida de movimiento de tierras abarca un lapso comprendido del 04 de enero del 2020 al 10 de julio del 2021.

2.- Pull Sesión: Esta metodología es también conocida como planificación inversa ya que permite contribuir con el desarrollo del Plan Maestro, estas reuniones están integradas por la

gerencia, los contratistas, supervisores, residente y el Ing. SSOMA, con la finalidad de establecer los hitos del proyecto y así mismo las actividades que se realizaron en obra, entre ellas tenemos:

Tabla 17

Pull Sesión de la obra general

Partida	Fase Interna	Grupo	Und.	Descripción
Obras preliminares				Movilización y desmovilización
Obras preliminares	P-1A	G-10	glb	Movilización y desmovilización de equipos
Obras preliminares				Mantenimiento y seguridad de vía
Obras preliminares	P-2A	G-10	mes	Mantenimiento de vías y mantenimiento de accesos a Canteras, DMEs y Fuentes de Agua.
Obras preliminares	P-2B	G-10	km	Construcción de Nuevos acceso a Canteras, DMEs, Fuentes de Agua, Plantas Industriales
Obras preliminares	P-2C	G-10	m	Construcción de desvíos para ejecución de Puentes
Obras preliminares				Trazo y replanteo
Obras preliminares	P-40	G-10	km	Trazo y replanteo
Explanaciones				Corte en material suelto, roca suelta y roca fija
Explanaciones	P-4A	G-20	m3	Corte en material suelto (MS) y roca suelta (RS) para plataforma. Incluye el desbroce y remoción de derrumbes. Incluye también el empuje y carguío de la roca fija
Explanaciones	P-4D	G-20	m3	Perforación y voladura
Explanaciones	P-4E	G-20	m3	Demoliciones de estructuras de concreto existentes, incluido puentes
Explanaciones				Perfilado y conformación para explanaciones
Explanaciones	P-6A	G-30	m3	Conformaciones de terraplenes
Explanaciones	P-6B		m2	Perfilado y Compactado de Subrasante

Explanaciones	P-6C		m3	Mejoramiento de suelos con material de cantera y banquetas de relleno
Pavimentos	Colocación base granular			
Pavimentos	P-8A	G-30	m3	Extendimiento y compactación de base granular
Pavimentos	Imprimación asfáltica			
Pavimentos	P-10	G-50	m2	Imprimación bituminosa para calzada y berma. Colocación de riego de liga
Pavimentos	Pavimento de concreto asfáltico			
Pavimentos	P-11A	G-50	m3	Preparación de mezcla asfáltica
Pavimentos	P-11B	G-50	m3	Colocación y compactación de mezcla asfáltica
Pavimentos	Materiales para mezcla asfáltica e imprimación			
Pavimentos	P-12	G-50	glb	Materiales para mezcla asfáltica e imprimación
Pavimentos	P-12B	G-50	glb	Cemento Asfáltico PEN 40/50 al 120/150
Pavimentos	P-12C	G-50	kg	Aditivo mejorador de adherencia
Pavimentos	P-12D	G-50	kg	Filler mineral
Obras de arte y drenaje	Excavación no clasificada para estructuras			
(mismo)	P-13A	G-60	m3	Excavación para alcantarillas TMC (Diámetro Varios), alc marco, muro, zanjas. Incluye encausamiento en obras de arte
(mismo)	P-13B	G-80	m3	Excavación para puentes
Obras de arte y drenaje	Relleno para estructuras			
(mismo)	P-14A	G-60	m3	Relleno alc TMC, alc marco, muro, zanja
(mismo)	P-14B	G-80	m3	Relleno en puentes
Obras de arte y drenaje	Encofrado y desencofrado			
(mismo)	P-17A	G-60	m2	Encofrado y desencofrado de cabezales
(mismo)	P-17A	G-60	m2	Encofrado y desencofrado de cabezales en Alcantarillas TMC
(mismo)	P-17C	G-60	m2	Encofrado y desencofrado en Alcantarillas Marcos

(mismo)	P-17D	G-60	m2	Encofrado y desencofrado en Badenes
(mismo)	P-17E	G-60	m2	Encofrado y desencofrado en Muros
(mismo)	P-17B	G-80	m2	Encofrado y desencofrado en puentes
Obras de arte y drenaje		Concreto		
(mismo)	P-18A	G-60	m3	Preparación de concreto
(mismo)	P-18B	G-60	m3	Colocación de concreto para OA
(mismo)	P-18C	G-80	m3	Colocación de concreto para Puentes
(mismo)	P-18D	G-60	m3	Colocación de concreto Ciclópeo
Obras de arte y drenaje		Acero de refuerzo		
(mismo)	P-19A	G-60	kg	Habilitación y colocación de acero en Obras de Arte (Cunetas Rectangulares)
(mismo)	P-19B	G-60	kg	Habilitación y colocación de acero en Alcantarillas Tipo Marco
(mismo)	P-19C	G-60	kg	Habilitación y colocación de acero en Badenes
(mismo)	P-19D	G-60	kg	Habilitación y colocación de acero en Muros
(mismo)	P-19E	G-60	kg	Habilitación y colocación de acero en Puentes
Obras de arte y drenaje		Alcantarillas TMC		
(mismo)	P-20A	G-60	m	Cama de arena, suministro y colocación de alcantarillas TMC
(mismo)	P-20A	G-60	m	Cama de arena, suministro y colocación de alcantarillas TMC D=36"
(mismo)	P-20B	G-60	m	Cama de arena, suministro y colocación de alcantarillas TMC D=48"
(mismo)	P-20C	G-60	m	Cama de arena, suministro y colocación de alcantarillas TMC D=60"
(mismo)	P-20D	G-60	m	Cama de arena, suministro y colocación de alcantarillas TMC D=72"
Obras de arte y drenaje		Cunetas, subdrenes, gaviones, enrocado, emboquillados		
(mismo)	P-21A	G-60	m	Acondicionamiento y recubrimiento con concreto de cunetas sin refuerzo de acero
(mismo)	P-21B	G-60	m	Acondicionamiento y recubrimiento con concreto de cunetas Reforzadas de Acero

(mismo)	P-23B	G-60	m	Construcción de Subdrenes (Geotextil, tubería)
(mismo)	P-23C	G-60	m3	Gaviones
(mismo)	P-23D	G-60	m3	Enrocado
(mismo)	P-23E	G-60	m2	Emboquillado de Piedra
Señalización		Señalización horizontal, vertical y seguridad vial		
Señalización	P-24A	G-100	lb	Señalización horizontal, vertical y Seguridad Vial
Señalización	P-24B	G-100	m	Barreras de Seguridad
Transporte		Transporte de material de relleno y granular de cantera		
Transporte	P-22A	G-110	m3- km	Transporte de Material Granular $D \leq 1\text{Km}$ y $D \geq 1\text{Km}$. + (Transporte de Material $D \leq 1\text{Km}$ y $D \geq 1\text{Km}$.)
Transporte	P-22I	G-110	m3- km	Transporte de Material para Base Granular $D \leq 1\text{Km}$
Transporte	P-22J	G-110	m3- km	Transporte de Material para Base Granular $D > 1\text{Km}$
Transporte	P-22K	G-110	m3- km	Transporte de Material para Rellenos en plataforma $D \leq 1\text{Km}$
Transporte	P-22L	G-110	m3- km	Transporte de Material para Rellenos en plataforma $D > 1\text{Km}$
Transporte	P-22M	G-110	m3- km	Transporte de Material para Obras de Arte para $D \leq 1\text{Km}$
Transporte	P-22N	G-110	m3- km	Transporte de Material para Obras de Arte para $D > 1\text{Km}$
Transporte		Transporte de concreto premezclado		
Transporte	P-22B	G-110	m3- km	Transporte de Concreto Premezclado $D \leq 1\text{Km}$ y $D \geq 1\text{Km}$.
Transporte		Transporte de mezcla asfáltica		
Transporte	P-22C	G-110	m3- km	Transporte de Mezcla Asfáltica $D \leq 1\text{Km}$ y $D \geq 1\text{Km}$.
Transporte		Transporte de material excedente		
Transporte	P-22D	G-110	m3- km	Transporte de material excedente a DMES

Transporte	P-22E		m3- km	Transporte de material excedente a DMES proveniente de explanaciones y voladura D <= 1 KM
Transporte	P-22F		m3- km	Transporte de material excedente a DMES proveniente de explanaciones y voladura D > 1 KM
Transporte	P-22G		m3- km	Transporte de material excedente a DMES proveniente de Obras de Arte D <= 1 KM
Transporte	P-22H		m3- km	Transporte de material excedente a DMES proveniente de Obras de Arte D > 1 KM
Ambiente		Acondicionamiento de botadero		
Ambiente	P-27A	G-120	m3	Conformación de botaderos
Ambiente	P-27B	G-120	lb	Readecuaciones y monitoreos
Canteras		Explotación de canteras		
Canteras	P-28A	G-130	m3	Extracción y transporte interno de material cantera de Río/Cerro
Canteras		Procesamiento de material		
Canteras	P-28B	G-130	m3	Zarandeo de material para relleno de Cantera Cerro
Canteras	P-28C	G-130	m3	Procesamiento material base granular
Canteras	P-28D	G-130	m3	Procesamiento de Piedra y Arena para Asfalto
Canteras	P-28E	G-130	m3	Procesamiento de Agregados para Concreto
Canteras	P-28F	G-130	m3	Procesamiento de Agregados para filtro
Canteras	P-28G	G-130	m3	Selección de piedra mediana y grande
Canteras	P-28H	G-130	m3	Dosificación de Base Granular
Varios		Varias obras de arte y puentes		
Varios	P-29	G-90	glb	Dowells, Juntas para muros, junta en badenes, nivelación de buzones, juntas de dilatación en puentes, tubos PVC en puentes, apoyos de neopreno, barandas metálicas, falso puente, impermeabilización con pintura bituminosa, acabado borde de vigas, geocompuesto de drenaje tridimensional, bruña rompe agua
Varios	P-30	G-90	ton	Vigas Metálicas en Puentes
Varios		Adicionales y ordenes de cambio		
Varios	P-31	G-90	glb	Adicionales y órdenes de cambio

Nota. En esta tabla se describe la partida y la especificación técnica de cada una de las actividades a realizar.

- a) **Análisis de costos unitarios:** El análisis de precios unitarios nos permitirá conocer la valorización de los equipos, materiales, herramientas, mano de obra, etc.
- b) **Sectorización:** Para el desarrollo de la obra “Mejoramiento, Rehabilitación, Conservación por Niveles de Servicio y Operación del Corredor Vial: Lima – Canta – Huayllay – Dv. Cochamarca – Emp.PE 3N”, se ha sectorizado por kilómetros de la carretera. Se trabajará de esta manera con el fin de balancear las labores diarias, de esa manera las actividades se desarrollarán en menor tiempo permitiendo trabajar con cuadrillas más productivas y eficientes, las cuales obtendrán una mayor práctica repitiendo las actividades.
- c) **Lockheed:** Se realiza una programación de 4 semanas, en ella se detallarán las actividades a realizar según el programa maestro, dado que se está trabajando con tres sectores, se pudo definir el proceso de las actividades en un tren de trabajo.

Figura 32

Look Ahead Planning – Semana 14,15,16 y 17

PROGRAMACIÓN LOOK AHEAD PLANNING - SEMANA 14																																			
ID	ACTIVIDADES	Prog. Inicio	Prog. Fin	Und	# Cuadrilla	Cantidad terreno	Cantidad Projectado	SEMANA 14							SEMANA 15							SEMANA 16							SEMANA 17						
								Enero							Febrero							Febrero							Febrero						
								J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26								
1	Movimiento de Tierras																																		
1.1	Corte en MS y RS																																		
1.1.1	Cuadrilla 1																																		
	Turno día	95+500	92+500	m3	1	1,917.57	5,100.00	850	850	850				850	850	850																			
	Turno día	95+500	92+500	m3	1	2,621.09	3,400.00							850	850	850	850																		
	Turno día	92+500	91+000	m3	1	4,728.06	1,700.00								850	850																			
	Turno día	92+500	91+000	m3	1	4,728.06	5,100.00										850	850	850	850	850	850													
	Turno día	92+500	91+000	m3	1	4,728.06	5,100.00														850	850	850	850	850	850									

ELABORADO POR:	APROBADO POR:	Leyenda:
Nombre: BACH. Jhony C. Arotoma Landeo	Nombre	Actividad NO liberada 
Cargo: Asistente de producción	Cargo	Actividad Parcialmente liberada 
Fecha	Fecha	Actividad LIBERADA 

Nota. En las semanas 14,15,16 y 17 se liberaron todas las actividades.

Figura 33

Look Ahead Planning – Semana 18, 19, 20 y 21

PROGRAMACIÓN LOOK AHEAD PLANNING - SEMANA 18																																			
ID	ACTIVIDADES	Prog. Inicio	Prog. Fin	Und	# Cuadrilla	Cantidad terreno	Cantidad Proyectado	SEMANA 18							SEMANA 19							SEMANA 20							SEMANA 21						
								Febrero							Marzo							Marzo							Marzo						
								J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
27	28	29	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25								
1	Movimiento de Tierras																																		
1.1	Corte en MS y RS																																		
1.1.1	Cuadrilla 1																																		
	Turno día	92+500	91+000	m3	1	5,100.00	850	850	850																										
	Turno día	92+500	91+000	m3	1	5,100.00				850	850	850																							
	Turno día	92+500	91+000	m3	1	2,550.00																													
1.1.2	Cuadrilla 2																																		
	Turno día	82+000	85+000	m3	2	1,700.00																													
	Turno día	82+000	85+000	m3	2	5,100.00				850	850	850																							
	Turno día	82+000	85+000	m3	2	2,550.00																													
ELABORADO POR:					APROBADO POR:					Leyenda:																									
Nombre: BACH. Jhony C. Arotoma Landeo					Nombre:					Actividad NO liberada 																									
Cargo: Asistente de producción					Cargo:					Actividad Parcialmente liberada 																									
Fecha:					Fecha:					Actividad LIBERADA 																									

Nota. En las semanas 18, 19, 20 y 21 se liberaron todas las actividades.

Figura 34

Look Ahead Planning – Semana 21, 22, 23 y 24

PROGRAMACIÓN LOOK AHEAD PLANNING - SEMANA 21																																			
ID	ACTIVIDADES	Prog. Inicio	Prog. Fin	Und	# Cuadrilla	Cantidad terreno	Cantidad Proyectado	SEMANA 21							SEMANA 22							SEMANA 23							SEMANA 24						
								Julio							Julio							Julio							Julio						
								J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29								
1	Movimiento de Tierras																																		
1.1	Corte en MS y RS																																		
1.1.1	Cuadrilla 1																																		
	Turno día	92+500	91+000	m3	1	3,000.00	850	850	850		850																								
	Turno día	91+000	89+500	m3	1	6,800.00					850	850	850	850	850																				
	Turno día	91+000	89+500	m3	1	5,100.00										850	850	850		850	850	850													
	Turno día	91+000	89+500	m3	1	5,100.00														850	850	850		850	850	850									
1.1.2	Cuadrilla 2																																		
	Turno día	82+000	85+000	m3	2	5,100.00	850	850	850		850	850	850																						
	Turno día	82+000	85+000	m3	2	5,100.00					850	850	850		850	850	850																		
	Turno día	82+000	85+000	m3	2	5,100.00										850	850	850		850	850	850		850	850	850									
1.2	Corte en RF																																		
1.2.1	Cuadrilla 1																																		
	Turno día	95+500	89+500	m3	1	1,500.00																													

ELABORADO POR:	APROBADO POR:	Leyenda:
Nombre: BACH. Jhony C. Arotoma Landeo	Nombre:	Actividad NO liberada 
Cargo: Asistente de producción	Cargo:	Actividad Parcialmente liberada 
Fecha:	Fecha:	Actividad LIBERADA 

Nota. En la semana 24 no se liberaron las actividades de corte.

Figura 35

Look Ahead Planning – Semana 25, 26, 27 y 28

PROGRAMACIÓN LOOK AHEAD PLANNING - SEMANA 25																												
ID	ACTIVIDADES	Prog. Inicio	Prog. Fin	Und	# Cuadrilla	Cantidad terreno	Cantidad Proyectoado	SEMANA 25							SEMANA 26					SEMANA 27					SEMANA 28			
								julio							agosto					agosto					agosto			
								J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1	Movimiento de Tierras																											
1.1	Corte en MS y RS																											
1.1.1	Cuadrilla 1																											
	Turno día	91+000	89+500	m3	1		5,100.00	850	850	850																		
1.1.2	Cuadrilla 2																											
	Turno día	82+000	80+500	m3	1		5,100.00	850	850	850																		
	Turno día	82+000	80+500	m3	1		5,100.00				850	850	850															
	Turno día	82+000	80+500	m3	1		3,400.00							850	850	850												
	Turno día	85+000	88+500	m3	1		1,700.00																					
1.1.2	Cuadrilla 3																											
	Turno día	59+000	70+000	m3	1		5,100.00				850	850	850															
	Turno día	59+000	70+000	m3	1		5,100.00							850	850	850												
	Turno día	59+000	70+000	m3	1		5,100.00										850	850	850									
1.2	Corte en RF																											
1.2.1	Cuadrilla 1																											
	Turno día	95+500	89+500	m3	1		3,000.00	500	500	500																		
	Turno día	95+500	89+500	m3	1		3,000.00				500	500	500															
	Turno día	95+500	89+500	m3	1		1,000.00							500	500													
	Turno día	82+000	80+500	m3	1		5,000.00										500	500	500	500	500	500	500	500	500	500		
1.2.2	Cuadrilla 2																											
	Turno día	82+000	83+000	m3	1		3,000.00				500	500	500	500	500	500												
	Turno día	82+000	83+000	m3	1		4,500.00										500	500	500	500	500	500	500	500	500	500		
1.3	PEDRAPLEN																											
1.3.2	Cuadrilla 2																											
	Turno día	95+500	92+500	m3	1		72,000.00	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000			
1.3.2	Cuadrilla 1																											
	Turno día	92+500	91+000	m3	1		25,200.00				1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400			
1.5	RELLENO TERRAPLEN																											
1.5.1	Cuadrilla 1																											
	Turno día	95+200	93+500	m3	1		42,000.00				2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000			
ELABORADO POR:					APROBADO POR:					Leyenda:																		
Nombre: BACH. Jhony C. Arotoma Landeo					Nombre:					Actividad NO liberada																		
Cargo: Asistente de producción					Cargo:					Actividad Parcialmente liberada																		
Fecha:					Fecha:					Actividad LIBERADA																		

Nota. En la semana 25, 26, 27 y 28 no se liberaron las actividades de pedraplén y relleno terraplén

Figura 36

Look Ahead Planning – Semana 29, 30, 31 y 32

PROGRAMACIÓN LOOK AHEAD PLANNING - SEMANA 29																																			
ID	ACTIVIDADES	Prog. Inicio	Prog. Fin	Und	# Cuadrilla	Cantidad terreno	Cantidad Proyecto	SEMANA 29							SEMANA 30							SEMANA 31							SEMANA 32						
								Agosto							Setiembre							Setiembre							Setiembre						
								J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23								
1	Movimiento de Tierras																																		
1.1	Corte en MS y RS																																		
1.1.2	Cuadrilla 2																																		
	Turno día	85+000	88+500	m3	1	5,100.00		500	500	500		500	500	500		500	500	500		500	500	500		500	500	500									
	Turno día	85+000	88+500	m3	1	5,100.00					500	500	500					500	500	500					500	500	500								
	Turno día	85+000	88+500	m3	1	4,250.00								500	500	500					500	500	500												
	Turno día	88+500	89+500	m3	1	850.00														500	500	500													
1.1.3	Cuadrilla 3																																		
	Turno día	59+000	70+000	m3	1	3,400.00		500	500	500																									
	Turno día	70+000	80+500	m3	1	6,800.00					500	500	500																						
	Turno día	70+000	80+500	m3	1	5,100.00								500	500	500																			
	Turno día	70+000	80+500	m3	1	5,100.00														500	500	500													
1.2	Corte en RF																																		
1.2.1	Cuadrilla 1																																		
	Turno día	82+000	80+500	m3	1	3,000.00		500	500	500																									
	Turno día	82+000	80+500	m3	1	4,500.00					500	500	500																						
	Turno día	87+000	88+500	m3	1	4,500.00								500	500	500																			
1.2.2	Cuadrilla 2																																		
	Turno día	82+000	83+000	m3	1	3,000.00		500	500	500																									
	Turno día	82+000	83+000	m3	1	4,500.00					500	500	500																						
	Turno día	82+000	83+000	m3	1	4,500.00								500	500	500																			
1.2.3	Cuadrilla 3																																		
	Turno día	70+000	80+500	m3	1	6,000.00								500	500	500																			
1.3	PEDRAPLEN																																		
1.3.2	Cuadrilla 2																																		
	Turno día	95+500	92+500	m3	1	72,000.00		3,000	3,000	3,000		3,000	3,000	3,000		3,000	3,000	3,000		3,000	3,000	3,000		3,000	3,000	3,000									
1.3.2	Cuadrilla 1																																		
	Turno día	92+500	91+000	m3	1	2,800.00		1,400	1,400																										
	Turno día	85+000	83+000	m3	1	30,800.00				1,400		1,400	1,400	1,400		1,400	1,400	1,400		1,400	1,400	1,400		1,400	1,400	1,400									
1.3.3	Cuadrilla 3																																		
	Turno día	59+000	70+000	m3	1	7,000.00								1,400	1,400	1,400																			
	Turno día	70+000	80+500	m3	1	30,000.00											3,000	3,000	3,000		3,000	3,000	3,000		3,000	3,000	3,000								
1.4	MEJORAMIENTO																																		
1.4.1	Cuadrilla 1																																		
	Turno día	95+500	87+000	m3	1	2,700.00														300	300	300		300	300	300									
1.5	RELLENO TERRAPLEN																																		
1.5.1	Cuadrilla 1																																		
	Turno día	95+200	93+500	m3	1	48,000.00		2,000	2,000	2,000		2,000	2,000	2,000		2,000	2,000	2,000		2,000	2,000	2,000		2,000	2,000	2,000									
1.5.1	Cuadrilla 2																																		
	Turno día	93+500	92+500	m3	1	36,000.00					2,000	2,000	2,000		2,000	2,000	2,000		2,000	2,000	2,000		2,000	2,000	2,000										

ELABORADO POR:
Nombre: BACH, Jhony C. Arotoma Landeo
Cargo: Asistente de producción
Fecha:

APROBADO POR:
Nombre:
Cargo:
Fecha:

Leyenda:
Actividad NO liberada
Actividad Parcialmente liberada
Actividad LIBERADA



Nota. En la semana 32 no se liberaron las actividades de relleno terraplén.

Figura 37

Look Ahead Planning – Semana 33, 34, 35 y 36

PROGRAMACIÓN LOOK AHEAD PLANNING - SEMANA 33																																			
ID	ACTIVIDADES	Prog. Inicio	Prog. Fin	Und	# Cuadrilla	Cantidad terreno	Cantidad Proyectado	SEMANA 33							SEMANA 34							SEMANA 35							SEMANA 36						
								Setiembre							Octubre							Octubre							Octubre						
								J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
24	25	26	27	28	29	30	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21								
1	Movimiento de Tierras																																		
1.1	Corte en MS y RS																																		
1.1.2	Cuadrilla 2																																		
	Turno día	88+500	89+500	m3	1		5,100.00	850	850	850																									
	Turno día	88+500	89+500	m3	1		5,100.00				850	850	850																						
	Turno día	88+500	89+500	m3	1		5,100.00							850	850	850				850	850	850													
	Turno día	88+500	89+500	m3	1		4,250.00																850	850	850										
1.1.3	Cuadrilla 3																																		
	Turno día	70+000	80+500	m3	1		5,100.00	850	850	850																									
	Turno día	70+000	80+500	m3	1		11,900.00				850	850	850																						
	Turno Noche	70+000	80+500	m3	1		5,100.00	850	850	850																									
	Turno Noche	70+000	80+500	m3	1		11,900.00				850	850	850																						
1.2	Corte en RF																																		
1.2.1	Cuadrilla 1																																		
	Turno día	87+000	88+500	m3	1		4,500.00	500	500	500																									
	Turno día	87+000	88+500	m3	1		4,500.00				500	500	500																						
	Turno día	87+000	88+500	m3	1		3,000.00							500	500	500				500	500	500													
1.2.2	Cuadrilla 2																																		
	Turno día	82+000	83+000	m3	1		4,000.00	500	500	500																									
	Turno día	83+000	85+000	m3	1		8,000.00				500			500	500	500				500	500	500													
1.2.3	Cuadrilla 3																																		
	Turno día	70+000	80+500	m3	1		12,000.00	500	500	500																									
1.3	PEDRAPLEN																																		
1.3.2	Cuadrilla 2																																		
	Turno día	95+500	92+500	m3	1		27,000.00	3,000	3,000	3,000																									
	Turno día	83+000	80+500	m3	1		45,000.00				3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000				3,000	3,000	3,000													
1.3.2	Cuadrilla 1																																		
	Turno día	85+000	83+000	m3	1		7,000.00	1,400	1,400	1,400																									
	Turno día	91+000	87+000	m3	1		26,600.00				1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400				1,400	1,400	1,400													
1.3.3	Cuadrilla 3																																		
	Turno día	70+000	80+500	m3	1		72,000.00	3,000	3,000	3,000																									
1.4	MEJORAMIENTO																																		
1.4.1	Cuadrilla 1																																		
	Turno día	95+500	87+000	m3	1		7,200.00	300	300	300																									
1.5	RELLENO TERRAPLEN																																		
1.5.1	Cuadrilla 1																																		
	Turno día	95+200	93+500	m3	1		42,000.00	2,000	2,000	2,000																									
	Turno día	70+000	80+500	m3	1		6,000.00																2,000	2,000	2,000										
1.5.2	Cuadrilla 2																																		
	Turno día	93+500	92+500	m3	1		48,000.00	2,000	2,000	2,000																									
1.5.3	Cuadrilla 3																																		
	Turno día	87+000	80+500	m3	1		42,000.00				2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000				2,000	2,000	2,000													

ELABORADO POR:
 Nombre: BACH. Jhony C. Arotoma Landeo
 Cargo: Asistente de producción
 Fecha:

APROBADO POR:
 Nombre:
 Cargo:
 Fecha:

Leyenda:
 Actividad NO liberada
 Actividad Parcialmente liberada
 Actividad LIBERADA

Nota. En la semana 33, 34, 35 y 36 se liberaron todas las actividades.

Figura 38

Look Ahead Planning – Semana 37, 38, 39 y 40

PROGRAMACIÓN LOOK AHEAD PLANNING - SEMANA 37																																			
ID	ACTIVIDADES	Prog. Inicio	Prog. Fin	Und	# Cuadrilla	Cantidad terreno	Cantidad Proyecto	SEMANA 37							SEMANA 38							SEMANA 39							SEMANA 40						
								Octubre							Octubre							Noviembre							Noviembre						
								J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18								
1	Movimiento de Tierras																																		
1.2	Corte en RF																																		
1.2.1	Cuadrilla 1																																		
	Turno día	87+000	88+500	m3	1	2,500.00		500	500	500																									
	Turno día	70+000	59+000	m3	1	5,500.00					500	500	500	500	500	500	500	500	500																
	Turno día	89+000	89+500	m3	1	4,000.00														500															
1.2.2	Cuadrilla 2																																		
	Turno día	83+000	85+000	m3	1	2,500.00		500	500	500																									
	Turno día	85+000	87+000	m3	1	5,000.00					500	500	500	500	500	500	500	500																	
	Turno día	85+000	87+000	m3	1	4,000.00													500	500	500	500	500	500	500	500	500								
	Turno día	88+500	89+000	m3	1	500.00																				500									
1.2.3	Cuadrilla 3																																		
	Turno día	70+000	80+500	m3	1	5,000.00		500	500	500																									
	Turno día	88+500	89+000	m3	1	7,000.00									500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500								
1.3	PEDRAPLEN																																		
1.3.2	Cuadrilla 2																																		
	Turno día	83+000	80+500	m3	1	12,000.00		3,000	3,000	3,000	3,000																								
1.3.2	Cuadrilla 1																																		
	Turno día	81+000	87+000	m3	1	14,000.00		3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500																				
1.3.3	Cuadrilla 3																																		
	Turno día	70+000	80+500	m3	1	21,000.00		3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000																				
1.4	MEJORAMIENTO																																		
1.4.1	Cuadrilla 1																																		
	Turno día	95+500	87+000	m3	1	3,300.00		500	500	500																									
	Turno Noche	95+500	87+000	m3	1	2,400.00									500	500																			
	Turno día	87+000	80+500	m3	1	3,900.00											500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500								
	Turno Noche	87+000	80+500	m3	1	3,900.00											500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500								
1.4.2	Cuadrilla 2																																		
	Turno día	59+000	70+000	m3	1	4,500.00									500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500								
	Turno Noche	59+000	70+000	m3	1	4,500.00									500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500								
1.5	RELLENO TERRAPLEN																																		
1.5.1	Cuadrilla 1																																		
	Turno día	80+500	70+000	m3	1	48,000.00		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000								
	Turno Noche	80+500	70+000	m3	1	42,000.00																													
1.5.2	Cuadrilla 2																																		
	Turno día	93+500	92+500	m3	1	20,000.00		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000																				
	Turno Noche	93+500	92+500	m3	1	14,000.00																													
	Turno día	92+500	87+000	m3	1	28,000.00											2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000								
	Turno Noche	92+500	87+000	m3	1	28,000.00											2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000								
1.5.3	Cuadrilla 3																																		
	Turno día	87+000	80+500	m3	1	48,000.00		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000								
	Turno Noche	87+000	80+500	m3	1	42,000.00											2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000								

ELABORADO POR:
 Nombre: BACH, Johnny C. Arotoma Landeo
 Cargo: Asistente de producción
 Fecha:

APROBADO POR:
 Nombre:
 Cargo:
 Fecha:

Leyenda:
 Actividad NO liberada
 Actividad Parcialmente liberada
 Actividad LIBERADA



Nota. En las semanas 37, 38, 39 y 40 no se liberaron las actividades de relleno terraplén.

Figura 40

Look Ahead Planning – Semana 49, 50, 51 y 52

PROGRAMACIÓN LOOK AHEAD PLANNING - SEMANA 49																																			
ID	ACTIVIDADES	Prog. Inicio	Prog. Fin	Und	# Cuadrilla	Cantidad terreno	Cantidad Proyectado	SEMANA 49							SEMANA 50							SEMANA 51							SEMANA 52						
								Enero							Enero							Enero							Febrero						
								J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10								
1	Movimiento de Tierras																																		
1.4	MEJORAMIENTO																																		
1.4.1	Cuadrilla 1																																		
	Turno día	80+500	73+000	m3	1	7,200.00	300	300	300		300	300	300		300	300	300	300	300	300		300	300	300		300	300	300		300	300	300			
1.4.2	Cuadrilla 2																																		
	Turno día	70+000	73+000	m3	1	7,200.00	300	300	300		300	300	300		300	300	300	300	300	300		300	300	300		300	300	300		300	300	300			
1.5	RELLENO TERRAPLEN																																		
1.5.1	Cuadrilla 1																																		
	Turno día	59+000	70+000	m3	1	38,000.00	2,000	2,000	2,000		2,000	2,000	2,000		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000		2,000	2,000	2,000		2,000	2,000	2,000		2,000	2,000	2,000			
1.5.2	Cuadrilla 2																																		
	Turno día	92+500	87+000	m3	1	12,000.00	2,000	2,000	2,000		2,000	2,000	2,000																						
1.5.3	Cuadrilla 3																																		
	Turno día	87+000	80+500	m3	1	22,000.00	2,000	2,000	2,000		2,000	2,000	2,000		2,000	2,000																			

ELABORADO POR:
 Nombre: BACH. Jhony C. Arotoma Landeo
 Cargo: Asistente de producción
 Fecha:

APROBADO POR:
 Nombre:
 Cargo:
 Fecha:

Leyenda:

- Actividad NO liberada
- Actividad Parcialmente liberada
- Actividad LIBERADA

Nota. En la semana 49, 50, 51 y 52 se liberaron todas las actividades.

4.4.4. Incidentes en obra

1) Análisis de restricciones

A continuación, se procede a determinar y analizar las restricciones presentes en la obra en mención, estas se clasificaron en dos tipos, restricciones asociadas a la ejecución de obra, dentro de estas está la mano de obra y los materiales empleados y las asociadas a los RDI, encontrándose dentro de esta la información en conflicto, insuficiente, erróneo o discutible. Este tipo de restricciones impiden la ejecución de las tareas programadas en el plan maestro anteriormente.

Tabla 18

Restricciones encontradas en la semana 14

Ítem	Descripción de la Actividad	Área	Restricción	Prioridad	LOG DE RESTRICCIONES							Fecha de Corte:		Comentarios
					Clasificación		Identificación y Seguimiento				Responsable			
					Tipo	Restricción	Fecha Creación	Fecha Requerida	Fecha Liberada	Estado	Tiempo de Liberación	Área	Persona	
1.1.1	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes
1.1.2	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes
1.1.3	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes

1.1.4	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes
-------	--	------------	---------------------------	-------------	----	-----	------------	------------------	--	---------	---	----	-----	---------------------------

Nota. Las restricciones encontradas son por falta de equipo necesario para llevar a cabo las actividades.

Tabla 19

Restricciones en las semanas 18

Ítem	Descripción de la Actividad	Área	Restricción	Prioridad	LOG DE RESTRICCIONES								Fecha de Corte:	
					Clasificación		Identificación y Seguimiento			Responsable			Comentarios	
					Tipo	Restricción	Fecha Creación	Fecha Requerida	Fecha Liberada	Estado	Tiempo de Liberación	Área		Persona
1.1.1	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes
1.1.2	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes
1.1.3	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes
1.1.4	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes

Nota. Las restricciones encontradas son por falta de equipo necesario para llevar a cabo las actividades.

Tabla 20*Restricciones en las semanas 22*

LOG DE RESTRICCIONES														Fecha de Corte:
Ítem	Descripción de la Actividad	Área	Restricción	Prioridad	Clasificación		Identificación y Seguimiento			Responsable				Comentarios
					Tipo	Restricción	Fecha Creación	Fecha Requerida	Fecha Liberada	Estado	Tiempo de Liberación	Área	Persona	
1.1.1	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes
1.1.2	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes
1.1.3	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes
1.1.4	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes

Nota. Las restricciones encontradas son por falta de equipo necesario para llevar a cabo las actividades.

Tabla 21

Restricciones en las semanas 26

Ítem	Descripción de la Actividad	Área	Restricción	Prioridad	LOG DE RESTRICCIONES									Fecha de Corte:
					Clasificación		Identificación y Seguimiento			Responsable				Comentarios
					Tipo	Restricción	Fecha Creación	Fecha Requerida	Fecha Liberada	Estado	Tiempo de Liberación	Área	Persona	
1.1.1	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes
1.1.2	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes
1.1.3	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes
1.1.4	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes

Nota. Las restricciones encontradas son por falta de equipo necesario para llevar a cabo las actividades.

Tabla 22

Restricciones en las semanas 30

Ítem	Descripción de la Actividad	Área	Restricción	Prioridad	LOG DE RESTRICCIONES									Fecha de Corte:
					Clasificación		Identificación y Seguimiento			Responsable				Comentarios
					Tipo	Restricción	Fecha Creación	Fecha Requerida	Fecha Liberada	Estado	Tiempo de Liberación	Área	Persona	
1.1.1	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes
1.1.2	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes
1.1.3	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes
1.1.4	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes

Nota. Las restricciones encontradas son por falta de equipo necesario para llevar a cabo las actividades.

Tabla 23

Restricciones en las semanas 34

LOG DE RESTRICCIONES														Fecha de Corte:
Ítem	Descripción de la Actividad	Área	Restricción	Prioridad	Clasificación		Identificación y Seguimiento			Responsable			Comentarios	
					Tipo	Restricción	Fecha Creación	Fecha Requerida	Fecha Liberada	Estado	Tiempo de Liberación	Área		Persona
1.1.1	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes
1.1.2	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes
1.1.3	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes
1.1.4	Corte en material suelto y roca suelta	Producción	Falta de equipo necesario	ALTA	EQ	LOG	26/06/2020	1/07/2020		Abierto	5	EQ	N/A	Falta Tractor y volquetes

Nota. Las restricciones encontradas son por falta de equipo necesario para llevar a cabo las actividades.

Durante la implementación del Last Planner System (LPS) en el proyecto de construcción, se identificó como restricción principal la falta de equipo necesario para la ejecución eficiente de diversas tareas. Esta limitación afectó específicamente las siguientes áreas:

Retraso en el uso de maquinaria: Diversos equipos no estaban disponibles en las fechas previstas debido a problemas de logística o mantenimiento prolongado. Esto causó una interrupción en actividades fundamentales como el movimiento de tierras y la nivelación del terreno, lo que generó la necesidad de reprogramar varias fases del proyecto.

Uso compartido de equipos, la disponibilidad limitada de ciertos equipos obligó a varias cuadrillas a compartir la misma maquinaria, lo que resultó en un uso no eficiente de los recursos. Esta restricción retrasó la ejecución simultánea de tareas que dependían de los mismos equipos, como la excavación y el transporte de materiales.

Incompatibilidad entre el cronograma y la disponibilidad de equipos, algunas tareas que requerían maquinaria específica no pudieron comenzar a tiempo debido a la falta de sincronización entre el plan de obra y la llegada del equipo necesario. Esta falta de alineación generó tiempos muertos y obligó a reajustar la planificación semanal.

Sobrecosto por alquiler de equipos, debido a la falta de maquinaria propia, la empresa se vio obligada a alquilar equipos de manera urgente, lo que aumentó los costos operativos. Además, el retraso en la entrega de estos equipos alquilados complicó aún más el cronograma.

En resumen, la falta de equipo necesario afectó la eficiencia del proyecto, generando reprogramaciones, tiempos muertos y sobrecostos, lo que subrayó la importancia de una planificación más precisa en la gestión de recursos durante la implementación del LPS.

2) Porcentaje de Plan Cumplido

A continuación, se presenta el Porcentaje de Plan Cumplido en el Pre Test de la evaluación de la obra “Mejoramiento, Rehabilitación, Conservación por Niveles de Servicio y Operación del Corredor Vial: Lima – Canta – Huayllay – Dv. Cochamarca – Emp. PE 3N”.

Tabla 24*Porcentaje de Plan Cumplido en el Pre Test*

Semana	Periodo	PAC
10	Del 02-Ene-20 al 08-Ene-20	33%
11	Del 10-Ene-20 al 16-Ene-20	67%
12	Del 17-Ene-20 al 23-Ene-20	50%
13	Del 24-Ene-20 al 30-Ene-20	33%
14	Del 31-Ene-20 al 06-Feb-20	33%
15	Del 07-Feb-20 al 13-Feb-20	25%
16	Del 14-Feb-20 al 20-Feb-20	33%
17	Del 21-Feb-20 al 27-Feb-20	67%
18	Del 28-Feb-20 al 05-Mar-20	50%
19	Del 06-Mar-20 al 12-Mar-20	50%
20	Del 13-Mar-20 al 19-Mar-20	67%
21	Del 02-Jul-20 al 08-Jul-20	50%
22	Del 09-Jul-20 al 15-Jul-20	83%
23	Del 16-Jul-20 al 22-Jul-20	67%
24	Del 23-Jul-20 al 29-Jul-20	57%
25	Del 30-Jul-20 al 05-Ago-20	56%
26	Del 06-Ago-20 al 12-Ago-20	55%
27	Del 13-Ago-20 al 19-Ago-20	73%
28	Del 20-Ago-20 al 26-Ago-20	42%

Nota. El PPC en la evaluación de Pre Test es en promedio del 52%.

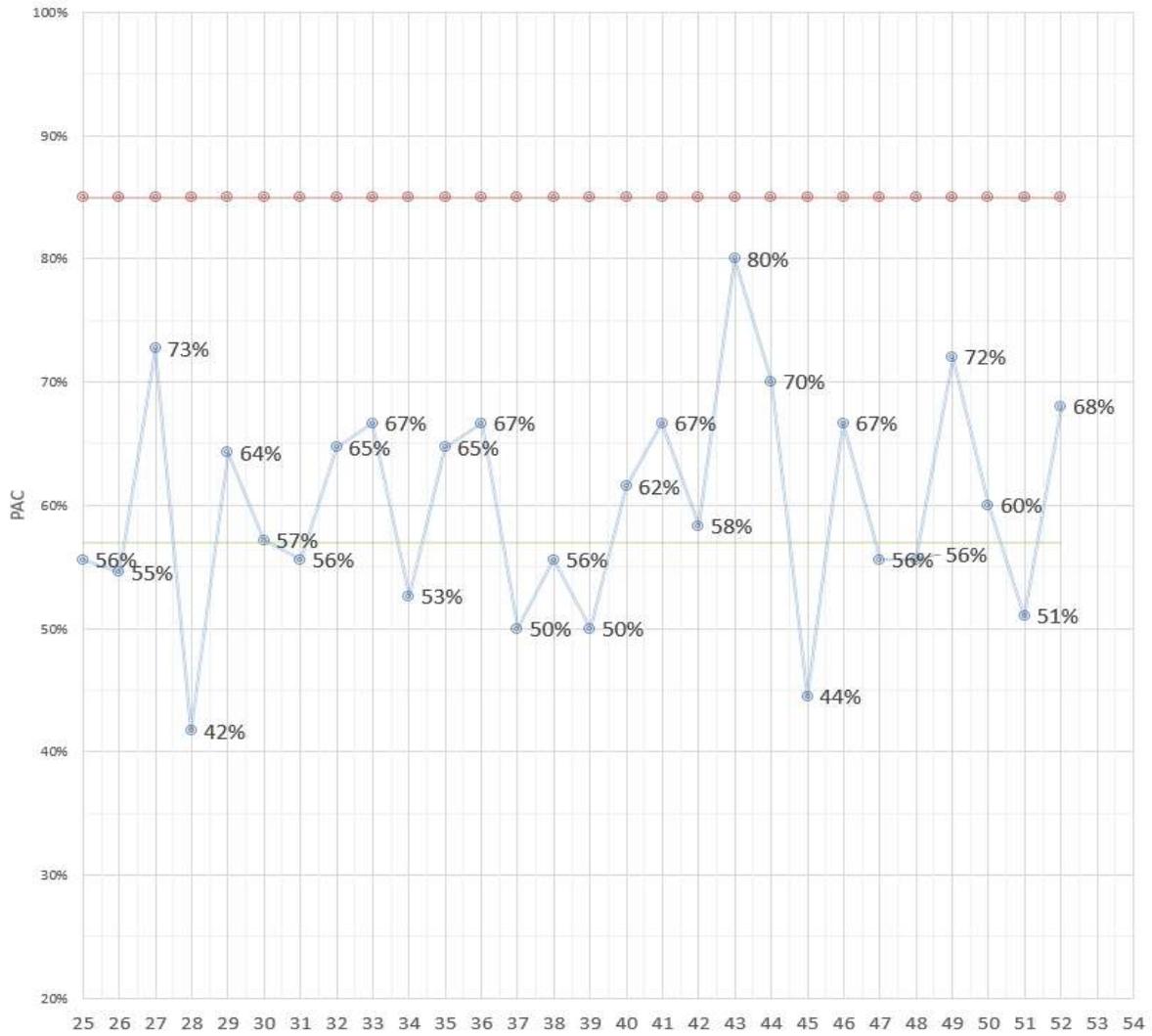
Tabla 25*Porcentaje de Plan Cumplido en el Post Test.*

Semana	Periodo	PAC
29	Del 27-Ago-20 al 02-Set-20	64%
30	Del 03-Set-20 al 09-Set-20	57%
31	Del 10-Set-20 al 16-Set-20	56%
32	Del 17-Set-20 al 23-Set-20	65%
33	Del 24-Set-20 al 30-Set-20	67%
34	Del 01-Oct-20 al 07-Oct-20	53%
35	Del 08-Oct-20 al 14-Oct-20	65%
36	Del 15-Oct-20 al 21-Oct-20	67%
37	Del 22-Oct-20 al 28-Oct-20	50%
38	Del 29-Oct-20 al 04-Nov-20	56%
39	Del 05-Nov-20 al 11-Nov-20	50%
40	Del 12-Nov-20 al 18-Nov-20	62%
41	Del 19-Nov-20 al 25-Nov-20	67%
42	Del 26-Nov-20 al 02-Dic-20	58%
43	Del 03-Dic-20 al 09-Dic-20	80%
44	Del 10-Dic-20 al 16-Dic-20	70%
45	Del 17-Dic-20 al 23-Dic-20	44%
46	Del 24-Dic-20 al 30-Dic-20	67%
47	Del 31-Dic-20 al 06-Ene-21	56%
48	Del 07-Ene-21 al 13-Ene-21	56%
49	Del 14-Ene-21 al 20-Ene-21	72%
50	Del 21-Ene-21 al 27-Ene-21	60%
51	Del 28-Ene-21 al 03-Feb-21	51%
52	Del 04-Feb-21 al 10-Feb-21	68%

Nota. El PPC en la evaluación de Post Test es en promedio del 61%.

Figura 41

Porcentaje de Plan Cumplido



Nota. El PPC después de la evaluación aumento en 9% en relación a la evaluación del PPC obtenido desde la semana 10 a la semana 28.

4.5. Discusiones

La presente investigación tuvo por finalidad aplicar la filosofía Lean Construction para optimizar la construcción de la carretera Canta – Huayllay tramo 2b, se realizó el diagnóstico

situacional para posteriormente aplicar las herramientas de Lean Construction. A continuación, se hará un contraste entre los resultados obtenidos y nuestros antecedentes:

4.5.1. Discusión con objetivo 1:

A través del diagnóstico inicial se determinaron deficiencias en el cumplimiento de actividades en la obra de construcción, teniendo un trabajo contributivo de 37.4%, trabajo no contributivo de 16.2% y el trabajo productivo de 46.5%, por otro lado, en la partida de conformación de la plataforma el trabajo contributivo era de 24.8%, el trabajo no contributivo de 9.2% y el trabajo productivo de 66.1%, en donde concuerda con Vega (2018), que en su investigación determina que durante la etapa de evaluación se presentó un bajo rendimiento por parte de la cuadrilla. Al mismo tiempo concuerda con Álvarez (2019) y Aboseif y Khallaf (2020), el primero en su estudio reflejó como diagnóstico diversas causas de no cumplimiento de las actividades e incumplimiento de los frentes, mientras que los segundos autores identificaron en su diagnóstico inicial la falta de comunicación, la falta de compromiso de las partes interesadas, la mala calidad, y los horarios de tiempo. Es por ello que con el objetivo de mejorar los procesos constructivos se recomienda la implementación de LPS, para poder implementar LPS se requiere de carácter urgente capacitar a los colaboradores para lograr mejorar la calidad de los proyectos.

4.5.2. Discusión con objetivo 2:

El PPC antes de implementación era de 52%, a través de la aplicación de LPS, el porcentaje de plan cumplido aumentó en 9%, concordando con Dávila y Pereda (2019), que después de tres semanas de implementar LPS llegó a una mejora del PPC, llegando al 77% de este, al finalizar su evaluación generó un alcance de 88.4% de PPC, demostrando que se realizó una buena planificación en las actividades programadas y con la ayuda de este sistema Last Planner aumento su confiabilidad en la gestión de proyectos. Al mismo tiempo concuerda con

Álvarez (2019), que según sus resultados conseguidos en referencia a cada indicador, el PCR y el PPC llegó a un 70.37% y 61.50% correspondientemente

Asimismo, después de la implementación se optimizaron recursos, materiales y mano de obra, obteniendo un valor ganado de 3,002,515.00 soles concordando con Sucapuca (2017), que según sus resultados se acortó los tiempos del proyecto en un mes y una semana, los costos con LPS es de suma de 52'195.845,170 s/ y sin el LPS es de suma de 56'952.621.010 s/, por los cual se ahorró un monto de 4'746.051,750 s/.

4.5.3. Discusión con objetivo 3:

En el proceso de explicaciones se alcanzó de obtener un Índice de Desempeño del Costo (CPI) de 1.36 que es mayor a 1 donde nos indica un costo inferior con respecto al desempeño en la fecha, y en el Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) se obtuvo un 1.76 que es mayor a 1 donde nos indica que estamos adelantado en nuestro cronograma.

En el proceso de obras de arte se alcanzó de obtener un Índice de Desempeño del Costo (CPI) de 1.41 que es mayor a 1 donde nos indica un costo inferior con respecto al desempeño en la fecha, y en el Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) se obtuvo un 0.53 que es menor a 1 donde nos indica que estamos retrasados en nuestro cronograma.

4.5.4. Discusión con objetivo 4:

El Porcentaje de plan cumplido antes de implementación de Last Planner System era de 52%, a través de la aplicación de LPS, se alcanzó un porcentaje de plan cumplido del 91%, aumentando en 9%. Después de la implementación de LPS en la partida de corte de material suelto y roca fracturada se obtuvo un trabajo contributorio del 26.2%, trabajo no contributorio de 10.1% y el trabajo productivo de 63.7%, teniendo un aumento del 17.2% en el trabajo productivo. Por otro lado, en la actividad de conformación de la plataforma se obtuvo de trabajo contributorio el 20.8%, el trabajo no contributorio fue de 7.5% y el trabajo productivo fue de

71.7%, aumentando en 5.6%. Concordando con Pirca y Pirca (2019), que en su estudio obtuvo como resultados un aumento de rendimiento en las actividades, pues su trabajo productivo (TP) se incrementó en 21.02% y su trabajo no contributivo (TNC) y trabajo contributivo (TC) se redujo en 12.370% y 8.650% respectivamente.

4.6. Análisis estadístico

Se utilizó el programa IBM-SPSS-26 para analizar los datos, y fue empleado para interpretar los resultados. La matriz de análisis de datos se aprecia en la Tabla 26 como un componente del método de procesamiento y análisis de datos.

Tabla 26

Procedimientos de análisis de datos

Variable	Dimensión	Escala de medición	Estadística descriptiva	Estadística inferencial
Variable dependiente: Construcción de la carretera	Valor Ganado	Razón	- Tendencia central (mediana, media aritmética) - Dispersión (desviación estándar, varianza)	- Prueba paramétrica Wilcoxon-TStudent - Prueba no paramétrica Shapiro- Wilk
	PPC			

Nota. Propia del investigador.

En el presente estudio se hizo un planteamiento estadístico que estará conformado por análisis del pre test y el post test respecto al Porcentaje de plan cumplido y el valor ganado.

Análisis de porcentaje de Plan Cumplido

Tabla 27

Prueba de normalidad del PPC

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Porcentaje de Plan Cumplido PRE TEST	0.788	7	0.031
Porcentaje de Plan Cumplido POST TEST	0.847	7	0.116

Nota. Elaboración propia (2022).

Puesto que la significancia es mayor a 0.05 en el Post Test y menor en el Pre Test se concluye que ambas variables no siguen una distribución normal, por lo que se emplea una prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

Tabla 28

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

		N	Rango promedio	Z	Sig.asin. (bilateral)
Porcentaje de Plan Cumplido POST TEST - Porcentaje de Plan Cumplido PRE TEST	Rangos negativos	0 ^a	,00		
	Rangos positivos	5 ^b	3,00	-2,023 ^b	0.043
	Empates	2 ^c			
	Total	7			

Nota. Elaboración propia (2022).

Puesto que la significancia es menor a 0.05 se concluye que hay una diferencia entre el PPC realizado antes y el PPC después de la implementación de la metodología Lean Construction.

Análisis de Valor Ganado en Corte de material suelto y roca fracturada

Tabla 29

Prueba de normalidad de Valor Ganado

		Shapiro-Wilk	
		Estadístico	gl Sig.
Valor ganado corte de material suelto y roca fracturada Pre Test			
		0.964	3 0.637
Valor ganado corte de material suelto y roca fracturada Post Test			
		0.964	3 0.637

Nota. Elaboración propia (2022).

Puesto que la significancia es mayor a 0.05 se concluye que ambas variables siguen una distribución normal, por lo que se emplea una prueba T de Student.

Tabla 30

Estadística de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar
Par 1	Valor ganado corte de material suelto y roca fracturada Pre Test	732730,3333	3	167889,61082
	Valor ganado corte de material suelto y roca fracturada Post Test	268402,6667	3	61498,77684

Nota. Elaboración propia (2022).

Tabla 31*Correlación de muestras emparejadas*

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par	Valor ganado corte de material suelto y roca fracturada Pre Test			
1	material suelto y roca fracturada Post Test	7.5592		0.017

Nota. Elaboración propia (2022).

Puesto que la significancia es menor a 0.05 se concluye que hay una diferencia entre el Valor Ganado antes y después de la implementación de LPS.

Análisis de Valor Ganado en Conformación de la plataforma**Tabla 32***Prueba de normalidad de Valor Ganado*

		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Valor ganado	Conformación de la plataforma Pre Test	0.964	3	0.637
Valor ganado	Conformación de la plataforma Post Test	0.964	3	0.637

Nota. Elaboración propia (2022).

Puesto que la significancia es mayor a 0.05 se concluye que ambas variables siguen una distribución normal, por lo que se emplea una prueba T de Student.

Tabla 33*Estadística de muestras emparejadas*

		Media	N	Desviación estándar
Par 1	Valor ganado corte de material suelto y roca fracturada Pre Test	2733598,3333	3	626346,06411
	Valor ganado corte de material suelto y roca fracturada Post Test	2286969,3333	3	524010,50410

Nota. Elaboración propia (2022).**Tabla 34***Correlación de muestras emparejadas*

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	Valor ganado corte de material suelto y roca fracturada Pre Test Valor ganado corte de material suelto y roca fracturada Post Test			
		7.5592		0.017

Nota. Elaboración propia (2022).

Puesto que la significancia es menor a 0.05 se concluye que hay una diferencia entre el Valor Ganado antes y después de la implementación de LPS.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

5.1.1. Conclusiones Generales

A través de la implementación de LPS se optimizaron recursos, materiales y mano de obra, esto se ve reflejado en el valor ganado de todo el proyecto que fue de 3,002,515.00, mientras que en las partidas de corte de material suelto y roca fracturada se obtuvo un valor ganado de 1,392,984 y en la partida de conformación de la plataforma se tuvo un valor ganado de 1,339,887.

5.1.2. Conclusiones Específicas

En el diagnóstico inicial de rendimiento de la subpartida de corte de material suelto y roca fracturada se determinó un trabajo contributorio de 37.4%, trabajo no contributorio de 16.2% y el trabajo productivo de 46.5%, por otro lado, en la partida de conformación de la plataforma el trabajo contributorio era de 24.8%, el trabajo no contributorio de 9.2% y el trabajo productivo de 66.1%.

Se implementó la herramienta Last Planner en la obra de construcción de la carretera Canta-Huallay Tramo 2B. A través de la herramienta Last Planner se realizó la sectorización de las partidas a investigar. Después se determinó el tren de actividades, luego se fijó el plan maestro, el cual indicó 52 semanas. Posterior a ello se realizó el LookAhead en donde se identificaron las restricciones del proyecto. Finalmente, con la herramienta de Carta Balance se verificó las mejoras en la optimización de recursos y tiempo.

El Porcentaje de plan cumplido antes de implementación de Last Planner System era de 52%, a través de la aplicación de LPS, se consiguió un porcentaje de plan cumplido del 91%, aumentando en 9%. Después de la implementación de LPS en la partida de corte de material

suelto y roca fracturada se obtuvo un trabajo contributivo del 26.2%, trabajo no contributivo de 10.1% y el trabajo productivo de 63.7%, teniendo un aumento del 17.2% en el trabajo productivo. Por otro lado, en la actividad de conformación de la plataforma se obtuvo de trabajo contributivo el 20.8%, el trabajo no contributivo fue de 7.5% y el trabajo productivo fue de 71.7%, aumentando en 5.6%.

5.2. Recomendaciones

5.2.1. Recomendación General

El Last Planner debe reemplazar la planificación habitual de obras, puesto que en el sistema tradicional no se analizan todas las variables que interceden en la ejecución de la obra en períodos diarios. Para el uso y efectividad del Last Planner es necesario el compromiso de los relacionados de la obra, para que se muestre así la mejoría en los rendimientos de los trabajos a realizar.

5.2.2. Recomendaciones Específicas

La implementación del Last Planner System (LPS) en el presente proyecto mejoró significativamente la optimización de recursos y tiempos, incrementando el porcentaje de plan cumplido del 52% al 91%. Estos resultados sugieren que LPS es altamente aplicable en otros sectores de la construcción, como infraestructuras urbanas, edificaciones y proyectos de transporte, donde puede mejorar la planificación, reducir sobre costos y aumentar la productividad. Además, la mejora en el trabajo productivo, con un aumento del 17.2% en la partida de corte de material suelto y roca fracturada, y un aumento del 5.6% en la conformación de la plataforma, resalta la eficacia de esta metodología para lograr un uso más eficiente de los recursos, reduciendo tiempos muertos y costos operativos. Su capacidad para coordinar eficientemente equipos y actividades lo convierte en una herramienta clave para proyectos que requieren un control riguroso de plazos y recursos.

La base para una planificación adecuada en obra es la correcta y sincera elaboración del plan maestro, por lo cual es recomendable aplicar correctamente los Metrados, duraciones, y recursos a emplearse en las partidas que se realizarán, esto hará exista disponibilidad de recursos en obra y se evite los contratiempos.

Es recomendable la realización de un Lookhead Planning en reunión con los involucrados y en forma semanal, esto generando por áreas en construcción y tiempos para que el detalle de avance sea específico y poder ampliar la perspectiva.

El porcentaje de plan de cumplimiento debe ser constante, esto nos permitirá saber el avance real comparado al avance esperado de la obra, lo cual resulta primordial para saber que partidas se deben revisar y optimizar y si se logrará cumplir con el tiempo de obra establecido.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Alvarez Aquepucho, G. (2019). *Análisis de la productividad en una edificación en altura a través de la implementación de Last Planner System®* [Tesis de Titulación, Univeridad Peruana Union]. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/2870>
- Angeli Gutiérrez, C. A. (2017). *Implementación del sistema Last Planner en edificación en altura en una empresa constructora: estudio de casos de dos edificios en las comunas de las Condes y San Miguel* [Tesis de Titulación, Universidad Andrés Bello]. http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/4601/a120179_Angeli_C_Implementacion_del_sistema_last_planner_tesis_2017.pdf?sequence=1
- Azhar, S., Farooqui, R. U., & Ahmed, S. M. (2008). *Cost overrun factors in construction industry of Pakistan. En First International Conference on Construction in Developing Countries (ICCIDC-I)*, 4-5 August 2008, Karachi, Pakistan (pp. 499-508).
- Ballard, H. G. (2000). *The Last Planner System of Production Control* [Tesis Doctoral]. University of Birmingham.
- Bazán Paytán, J. M. (2016). *Propuesta de implementación de la herramienta Last Planner System para mejorar la gestión logística del área de obras industriales de la empresa CAM* [Tesis de Titulación, Universidad Privada del Norte]. <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10732>
- Borja Suárez, M. (2016). *Metodología De La Investigacion Para Ingenieros*.
- Carlos López, M. (2016). *Aplicación del Análisis del Valor Ganado en distintos escenarios* [Tesis de Titulación]. Universidad de Sevilla.
- CASTAÑO JIMÉNEZ, P. (2014). *Implementación del sistema de planeación y control “Last Planner” en el tramo 2b del corredor parcial de envigado para mejorar la confiabilidad y reducir la incertidumbre en la construcción* [Tesis de Maestria, Universidad EAFIT]. <https://core.ac.uk/download/pdf/47242085.pdf>
- EIROY. (2014). Metodología Last Planner System. In *Soluciones e Ingeniería*.
- Guzmán Tejada, A. (2014). *Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos* [Tesis de Titulación, Pontificia Universidad

- Catolica del Perú]. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5778?show=full>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la Investigación* (R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, & P. Baptista Lucio (eds.); 6a edición). McGraw-Hill.
- MENDOZA SANCHEZ, W. W. (2019). *Implementación del Last planner y la Metodología del valor ganado en proyectos civiles “construcción de puentes”, red vial 5- Huacho* [Tesis de Titulación]. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Olawale, Y. A., & Sun, M. (2010). *Cost and time control of construction projects: inhibiting factors and mitigating measures in practice*. *Construction Management and Economics*, 28(5), 509-526.
- PIRCA MACETAS, G., & MACETAS PIRCA, J. (2019). *Aplicación del sistema Last Planner system en el proceso de planificación de la obra: “Dirección Regional de Educación de Huancavelica”* [Tesis de Titulación]. Universidad Nacional de Huancavelica.
- PONS ACHELL, J. F., & RUBIO PÉREZ, I. (2019). *Lean construction y la planificación colaborativa metodología del Last Planner® System* (1a edición). CGATE.
- Rodríguez Fernández, A. D., Alarcón Cárdenas, L. F., & Pellicer Armiñana, E. (2011). La gestión de la obra desde la perspectiva del último planificador. *Ciencia y Técnica de La Ingeniería Civil*, 35–44.
- Rodríguez Hoyos, A. A. (2015). *Implementación Del Sistema De Planificación ‘Last Planner’ Al Proyecto Alpamarca 2000 TPD, Junín* [Tesis de Titulación]. Universidad Católica de Santa María.
- SUCAPUCA TITO, V. K. (2017). *Sistema de control para avance de proyecto: transporte de agua dulce y aguas residuales a planta de pre tratamiento, caso empresa hydraulic ts instalación de tuberías en arequipa aplicando last planner system* [Tesis de Titulación]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Vega Trujillo, T. (2018). *Implementación de Last Planner System y Building Information Modeling en proyectos de construcción: Metodologías de diseño, coordinación y construcción en una pequeña empresa de desarrollo inmobiliario* [Tesis de Maestría, Universidad de Ingeniería Civil].

<https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/13327#.XXav8sC5ixI.mendeley>

ANEXOS

ANEXO 01 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUALES	DEFINICIÓN OPERACIONALES	DIMENSIÓN	INDICADOR
Variable independiente: Last Planner System	Es un sistema de control que mejora sustancialmente el cumplimiento de actividades y la correcta utilización de recursos de los proyectos de construcción (Vega, 2017).	El sistema de Last Planner es una herramienta de la Filosofía Lean Construction que mediante el diagnóstico en obra permite realizar una correcta planificación maestra, mensual y semanal, en busca de la optimización y rendimientos de proyectos.	Aplicación de Last Planner ® System	Identificación de las Partidas Sectorización Tren de Trabajo Planificación Maestra Planificación Mensual Planificación Semanal
Variable dependiente: Construcción de la carretera	El valor ganado objetivo de medir el desempeño es en base del alcance, tiempo y costo (Rodríguez Hoyos, 2015).	Varianza tiempo y costo	Costo Tiempo Recursos	S/ Horas HH/HH

ANEXO 02 PANEL FOTOGRÁFICO

1.Movimiento de tierras



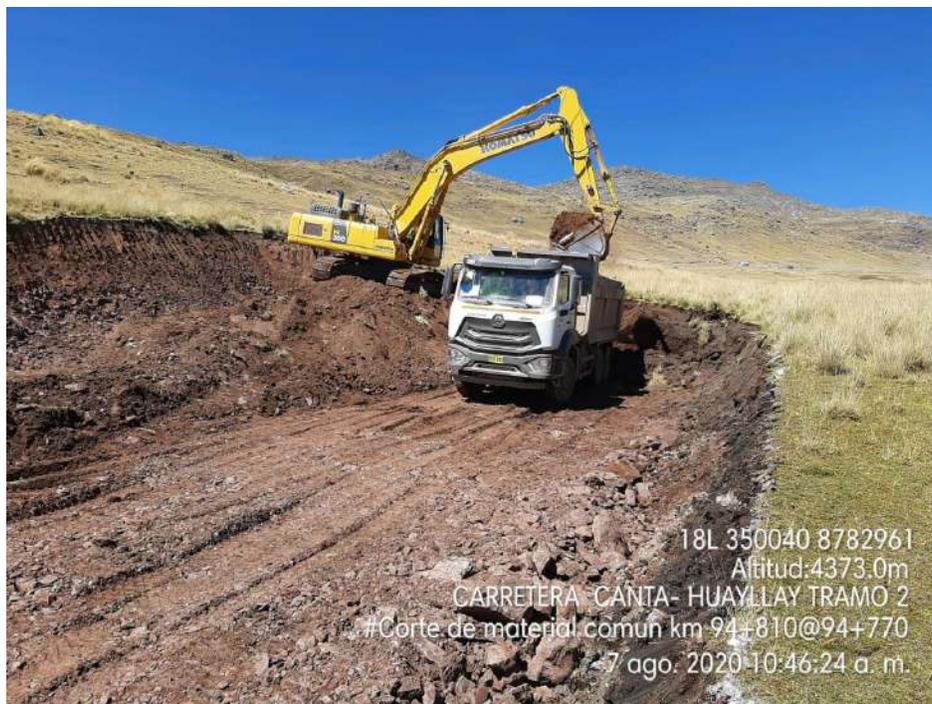
Corte de talud



Corte y excavación pedraplén



Corte en material común



18L 350040 8782961
Altitud:4373.0m
CARRETERA CANTA- HUAYLLAY TRAMO 2
#Corte de material común km 94+810 @ 94+770
7 ago. 2020 10:46:24 a. m.

Corte en material común



18L 348265 8773916
Altitud:4605.0m
CARRETERA CANTA- HUAYLLAY TRAMO 2
#corte de material comun km 83+400 @ 83+370
4 jul. 2020 2:40:23 p. m.

Corte en material común

Conformación Pedraplén



Conformación pedraplén km 77+760-78+000



Conformación pedraplén km 84+520-84+690



Maquinaria implementada



18L 347337 8770423
Altitud:4621.0m
CARRETERA CANTA- HUAYLLAY TRAMO 2
#Relleno con material de cantera km 78+180@78+050
25 ago. 2020 9:25:03 a. m.

Relleno con material de cantera

Causas que impidieron el cumplimiento de las actividades



Excesiva nieve



Maquinaria detenida



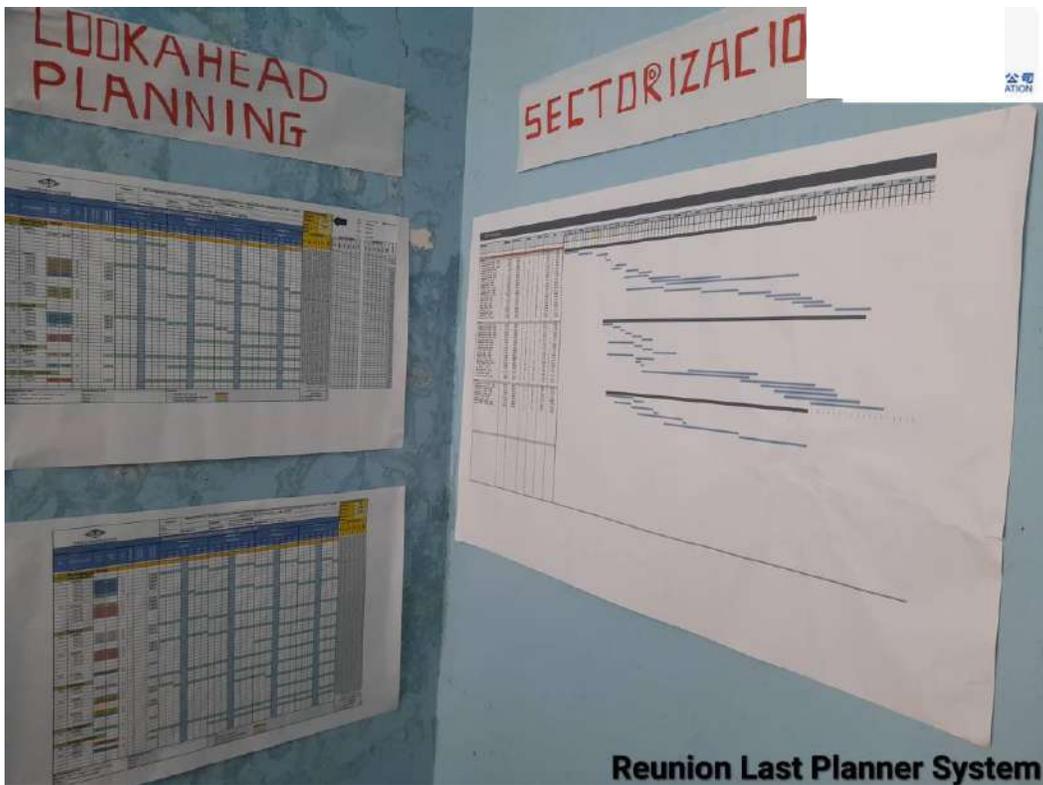


Maquinaria sin funcionamiento por la nieve

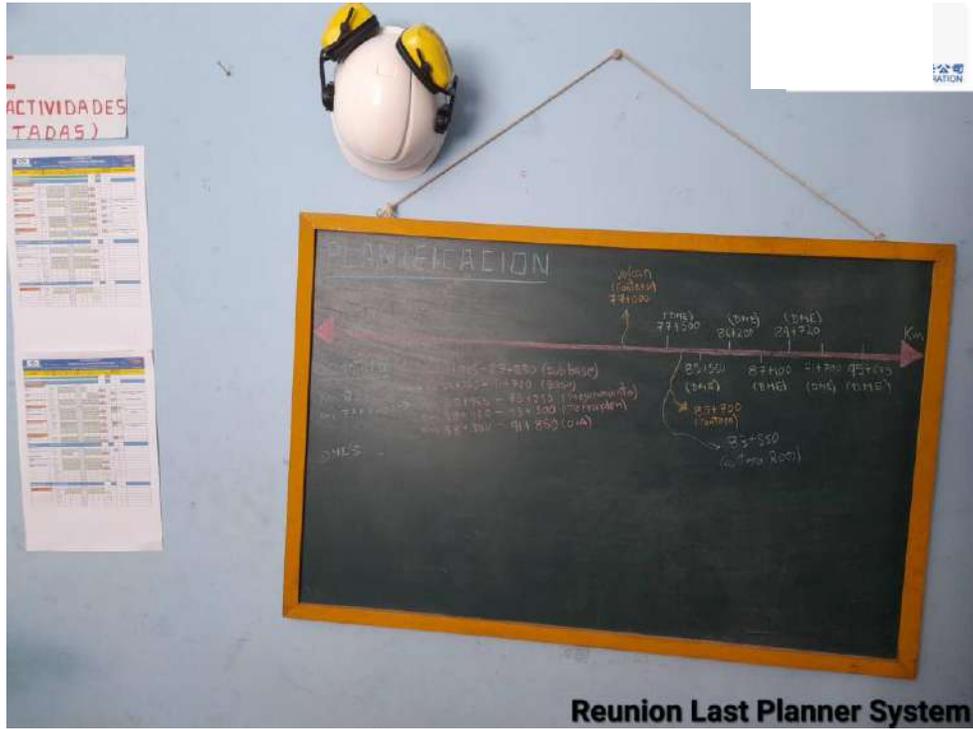
Implementación de LPS



Plan Maestro



Sectorización



Planificación de las actividades



Reuniones semanales con el personal involucrado



Reuniones con personal administrativo



Reuniones con personal administrativo



Reuniones con los trabajadores