

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“MEJORA DE LA PLANIFICACIÓN TRADICIONAL EN
PROCESOS CONSTRUCTIVOS MEDIANTE LA FILOSOFÍA
LEAN CONSTRUCTION”**

TESIS

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

PRESENTADA POR:

Bach. HUAMÁN MURILLO, LUIS DIEGO

Bach. SUNE CHÁVEZ, JAVIER

Asesor: Mg. TORRES PÉREZ, ENRIQUE LUIS

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico principalmente a mis padres José y Silvia, por su apoyo incondicional, por los constantes consejos y la confianza que me brindaron. A mis hermanos y amigos que siempre mostraron su apoyo moral.

Luis Diego Huamán Murillo.

A mis padres Rosario y Plácido por su apoyo incondicional en todo momento. A mis hermanas, Rocío y Rosario por su motivación día a día, a Josselyn por su tiempo para escucharme y motivarme. A nube por acompañarme cada noche en los últimos meses y a Sebastián, mi sobrino preferido.

Javier Sune Chávez.

AGRADECIMIENTO

A Dios.

A nuestras familias.

A Vial-Con E.I.R.L.

Un agradecimiento y cordial saludo también al Ing. William Monteagudo Sucno, por las facilidades y apoyo durante el desarrollo de la investigación, y a todos los docentes que fueron parte de nuestro proceso de formación profesional en nuestra escuela de Ingeniería Civil.

Luis D. Huamán.

Javier Sune.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1. Descripción y Formulación del Problema General y Específicos	4
1.2. Objetivo General y Específicos	6
1.3. Delimitación de la Investigación: Espacial, Temporal y Temática	6
1.4. Justificación e Importancia	7
1.4.1. Justificación Práctica:	7
1.4.2. Justificación Social:	7
1.4.3. Justificación Económica:	7
1.4.4. Justificación Medio Ambiental:	7
1.4.5. Importancia del Estudio:	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes del Estudio de Investigación	9
2.2. Investigaciones Relacionadas con la Investigación	9
2.2.1. Nacionales	9
2.2.2. Internacionales	13
2.3. Bases Teóricas y Científica que Sustenta la Investigación	15
2.3.1. Planificación Tradicional	15
2.3.2. Procesos Constructivos	19
2.3.3. Filosofía Lean Construction	22
2.4. Definición de Términos Básicos	29
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS	31
3.1. Hipótesis	31
3.1.1. Hipótesis General	31
3.1.2. Hipótesis Específicas	31
3.2. Variables	32
3.2.1. Definición Conceptual de las Variables	32
3.2.2. Operacionalización de las Variables	33
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	34
4.1. Tipo y Método de Investigación	34

4.1.1. Orientación de la Investigación	34
4.1.2. Enfoque de la Investigación.....	34
4.1.3. Origen de la fuente de Información	34
4.1.4. Tipos de Investigación	34
4.1.5. Nivel de la Investigación	34
4.2. Diseño de la Investigación	35
4.3. Población y Muestra	35
4.3.1. Población de Estudio	35
4.3.2. Diseño Muestral	35
4.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	35
4.4.1. Tipos de Técnica e Instrumentos	35
4.4.2. Criterio de Validez y Confiabilidad de los Instrumentos.....	35
4.4.3. Procedimientos para la Recolección de Datos.....	37
4.5. Técnicas para el Procesamiento y Análisis de la Información	37
CAPÍTULO V: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	38
5.1. Descripción del Proyecto	38
5.1.1. Empresa Contratista.....	38
5.1.2. Información del Proyecto.....	38
5.2. Descripción de los Procesos Constructivos en Obra.....	41
5.2.1. Proceso de Fresado de Lomos en Carpeta Asfáltica.....	41
5.2.2. Proceso de Tratamiento de Fisuras	44
5.2.3. Proceso de Bacheo en Frío.....	45
5.2.4. Proceso de Aplicación de Micropavimento	46
5.3. Propuesta de Cronograma Lean	53
5.4. Garantizar que los Flujos no Paren	53
5.4.1. Sectorización.....	54
5.4.2. Dimensionamiento de cuadrillas.....	54
5.4.3. Implementación del Sistema de Control	55
5.4.4. Planificación Intermedia o Lookahead	56
5.4.5. Análisis de Restricciones	57
5.4.6. Plan Semanal.....	57
5.4.7. Plan Diario	58
5.5. Asegurar los Niveles de Servicio	58
5.5.1. El Principio de la Detección.	58

5.5.2. El Principio de Mitigación	59
5.6. Garantizar que los Procesos sean Eficientes	61
5.6.1. Proceso de Fresado de Lomos y Tratamiento de Fisuras.....	61
CAPÍTULO VI: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	70
6.1. Resultados de la Investigación.....	70
6.1.1. Resultados de la Propuesta de Cronograma Lean.....	70
6.1.2. Resultados de Garantizar que los Flujos no Paren.....	71
6.1.3. Resultados de la Mejora del Control de Calidad	72
6.1.4. Resultados de Lograr que los Procesos sean Eficientes.....	72
6.2. Análisis e Interpretación de los Resultados	72
6.2.1. De la propuesta de Cronograma Lean.....	73
6.2.2. Análisis de Garantizar que los Flujos no Paren	73
6.2.3. Análisis de la Mejora del Control de Calidad.....	74
6.2.4. Análisis de Garantizar que los Procesos sean Eficientes	74
6.3. Contrastación de la Hipótesis.....	75
6.3.1. Hipótesis Específica 01	75
6.3.2. Hipótesis Específica 02.....	75
6.3.3. Hipótesis Específica 03.....	76
6.3.4. Hipótesis General.....	77
6.4. Discusión.....	77
CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES.....	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
ANEXOS	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Definición de Variables	32
Tabla 2: Operacionalización de Variables	33
Tabla 3: Validación de Variables.....	36
Tabla 4: Análisis Factorial de Variables.....	36
Tabla 5: Tabla de gradación de agregados según tipo de micropavimento	50
Tabla 6: Dimensionamiento de cuadrillas y días proyectados.....	55
Tabla 7: Cantidad de días adelantados o atrasados por Subtramo	71
Tabla 8: Porcentaje de plan cumplido y causas de no cumplimiento	71
Tabla 9: Cuadro de resultados de la mejora del control de calidad	72
Tabla 10: Tipo de trabajo en porcentaje de los trabajos preliminares	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ejemplo de cronograma de obra.....	16
Figura 2: Ejemplificación del sistema push en la producción	17
Figura 3: Niveles de Servicio para Calzada.....	22
Figura 4: Informes de los Beneficios al aplicar Lean Construction	23
Figura 5: Esquema del procedimiento del Sistema del Último Planificador	24
Figura 6: Ejemplo de programación maestra de una obra	24
Figura 7: Ejemplo de programación Lookahead.....	25
Figura 8: Ejemplo de programación semanal y análisis de restricciones	26
Figura 9: Porcentaje de Plan Cumplido y Causas de no Cumplimiento.....	27
Figura 10: Sector 02 (La Oroya – Huancayo).....	39
Figura 11: Sector 01 (Pte. Ricardo Palma – La Oroya).....	39
Figura 12: Isla en el extremo de la zona de trabajo	41
Figura 13: Inspección In Situ del estado de la carpeta asfáltica	42
Figura 14: Delimitación del área de fresado	42
Figura 15: Fresado de lomos con minicargador.....	43
Figura 16: Acumulación y eliminación de material excedente.....	43
Figura 17: Rocío de emulsión con agua.....	44
Figura 18: Esparcimiento de arena fina húmeda	44
Figura 19: Inspección in situ de la carpeta asfáltica	45
Figura 20: Aplicación de mezcla en frío (Bacheo).....	45
Figura 21: Tránsito Provisorio	48
Figura 22: Señalización de área de protección	49
Figura 23: Delimitación de área de transición	49
Figura 24: Charla 5min. de seguridad y ATS	50
Figura 25: Abastecimiento de material e insumos para micropavimento.....	51
Figura 26: Delimitación de zona de trabajo y aplicación de micropavimento	51
Figura 27: Limpieza de la zona de aplicación con compresora de aire	52
Figura 28: Aplicación de micropavimento	52
Figura 29: Secuencia de programación.....	55
Figura 30: Implementación Last Planner System	56
Figura 31: Planificación intermedia o Lookahead.....	57
Figura 32: Plan Diario.....	58

Figura 33: Inspección in situ de la aplicación de micropavimento.....	59
Figura 34: Formato de inspección de los tramos aplicados con micropavimento	60
Figura 35: Inspecciones posteriores de ahuellamientos.....	60
Figura 36: Esquema organizacional de la cuadrilla de trabajos preliminares.....	63
Figura 37: Participantes evaluados en la carta balance.....	64
Figura 38: Distribución de mediciones por porcentaje según tipo de trabajo	64
Figura 39: Carta balance 20/08 – Medición N° 241 al 300	65
Figura 40: Herramientas modificadas.....	67
Figura 41: Reubicación del camión baranda y aumento de personal	67
Figura 42: Distribución de mediciones por porcentaje según tipo de trabajo	68
Figura 43: Carta balance 11/09 – Medición N° 251 al 310	69
Figura 44: Propuesta de cronograma Lean	70

RESUMEN

La presente investigación fue de enfoque cuantitativo, que abordó la problemática de la planificación tradicional en los procesos constructivos de una obra de mantenimiento vial y tuvo como objetivo mejorar la planificación tradicional a fin de optimizar los procesos constructivos, siendo la muestra el “PROYECTO: MANTENIMIENTO PERIÓDICO CON MICROPAVIMENTO TIPO III EN EL SUBTRAMO 01 Y SUBTRAMO 02 DE LA CARRETERA CENTRAL”, el cual se resolvió recurriendo a la aplicación de las herramientas de la Filosofía Lean Construction, como: sistema del último planificador, poka yoke y carta balance. Se obtuvo como resultado, la reducción del tiempo de ejecución contractual del proyecto en 4 días y un promedio de porcentaje de plan cumplido (PPC) mayor al 60%; también se alcanzó solo el 8.70 % de metrado rehecho de los tramos aplicados con micropavimento, reduciendo en 3 días la duración del levantamiento de observaciones; así mismo, se incrementó el trabajo productivo y contributorio de los trabajos preliminares en 7.22% y 13.24%, y una reducción del trabajo no contributorio en 20.46%. Adicionalmente, con todas las mejoras mencionadas se logró un ahorro del 5.22 % del presupuesto contractual del proyecto, que nos llevó a la conclusión de que se optimizó los procesos constructivos en la obra de mantenimiento vial y también a la recomendación de considerar la difusión de la Filosofía Lean Construction en nuestra casa de estudios, aprovechando los beneficios de sus herramientas en los distintos tipos de proyectos.

Palabras Clave: Planificación Tradicional, Procesos constructivos, Mantenimiento Vial, Lean Construction.

ABSTRACT

The present investigation was of a quantitative approach, which addressed the problem of traditional planning in the Construction processes of a road maintenance work and aimed to improve the traditional planning in order to optimize the Construction processes, the sample being the “PROJECT: MAINTENANCE NEWSPAPER WITH TYPE III MICRO-PAVEMENT IN SUB-SECTION 01 AND SUB-SECTION 02 OF THE CENTRAL ROAD ”, which was solved using the tools of the Lean Construction philosophy, such as: last planner system, poka yoke and balance chart. The result was a reduction in the contractual execution time of the project by 4 days and an average percentage of the completed plan (PPC) greater than 60%; It was also achieved only 8.70% of repaired metering of the sections applied with micro pavements, reducing the duration of the survey by 3 days; Likewise, the productive and contributory work of the preliminary works increased by 7.22% and 13.24%, and a reduction of the non-contributory work by 20.46%. Additionally, with all the aforementioned improvements, a saving of 5.22% of the project's contractual budget was achieved, which led us to the conclusion that the Construction processes in the road maintenance work were optimized and also to the recommendation to consider the dissemination of the Lean Construction philosophy in our house of studies, taking advantage of its tools in the different types of projects.

Keywords: Traditional Planning, Construction Processes, Road Maintenance, Lean Construction.

INTRODUCCIÓN

Las carreteras son de vital importancia para el desarrollo económico y social de un país, por lo que mantener las carreteras en un buen estado, siempre será necesario para que el transporte de recursos y personas no se vea afectado o interrumpido, en este contexto el mantenimiento vial juega un papel fundamental.

El Perú es un país muy diverso en temas climáticas y geográficos, por lo que existen zonas con un gradiente térmico muy variado como lo es la sierra, con geografía muy accidentada y tráfico pesado intenso, causando el deterioro de la carpeta asfáltica, demandando tomar medidas preventivas y correctivas para mantener el buen estado de las vías. Así mismo, las vías nacionales son las que adquieren mayor relevancia en el país por su conexión entre provincias, regiones e inclusive países vecinos. Por esto, es importante que las vías estén en un estado óptimo, es decir, que cumplan con los niveles de servicio mínimos establecidos, para que todos los que se movilicen a través de ella lo hagan con comodidad y seguridad, por ello, el mantenimiento vial ha tomado protagonismo en los últimos años.

En base a la importancia de esta actividad, muy recurrente en nuestro país, buscamos mejorar la planificación tradicional con la que se elaboran y ejecutan los proyectos, con la finalidad de optimizar los procesos constructivos que contempla un mantenimiento vial, ya que muchas veces no se aseguran los plazos de entrega contractuales ni la calidad mínima necesaria para estas vías, significando penalidades y disminución de rentabilidad para las empresas contratistas y/o ejecutoras responsables. Es así, que la presente investigación plantea como objetivo general el mejorar la planificación tradicional en una obra de mantenimiento vial a fin de optimizar los procesos constructivos mediante la aplicación de las herramientas de la Filosofía Lean Construction, lo cual se pretende lograr a través del desarrollo de los siguientes objetivos específicos:

- Proponer un cronograma, Lean, en una obra de mantenimiento vial a fin de reducir el tiempo de ejecución del proceso de aplicación de micropavimento.
- Mejorar el plan de seguimiento y control en una obra de mantenimiento vial a fin de mantener un flujo continuo en los trabajos preliminares.
- Mejorar el control de calidad en una obra de mantenimiento vial a fin de asegurar los niveles de servicio en la revisión de tramos aplicados.

La investigación contempla seis capítulos, que se mencionan a continuación:

En el Capítulo I se desarrolla la problemática de la planificación tradicional y los procesos constructivos, también se menciona la poca aplicación de la Filosofía Lean Construction en obras de mantenimiento vial. Por lo que se plantea mejorar la planificación tradicional a fin de optimizar los procesos constructivos en una obra de mantenimiento vial mediante la aplicación de la Filosofía Lean Construction. También, se menciona las delimitaciones que tiene la investigación, y de igual forma la justificación e importancia de la misma.

El Capítulo II abarca los antecedentes de la investigación, las investigaciones relacionadas nacionales e internacionales, y los conceptos teóricos referentes a la planificación tradicional y sus partes, los procesos constructivos contemplados en una obra de mantenimiento vial y las herramientas a implementar de la Filosofía Lean Construction, como: el sistema del último planificador, poka yoke y carta balance.

El Capítulo III contempla la hipótesis general y específicas que se busca comprobar con la investigación, así mismo, se plantea una definición conceptual de las variables y su operacionalización con sus respectivas dimensiones e indicadores, de los cuales se obtuvo los objetivos específicos.

En el Capítulo IV se explica el diseño y metodología implementada para el desarrollo de la investigación, ya que las herramientas mencionadas son nuestros instrumentos y su aplicación es utilizada para recolectar la información de la producción, cumplimiento de planes semanales, causas de no cumplimiento y tiempos, en campo. Así mismo, se define la población y muestra, que para nuestro caso es el objeto de estudio.

El Capítulo V abarca la descripción general del proyecto, la empresa contratista e información del proyecto, también se describe los procesos constructivos de la obra de mantenimiento vial; luego, se realiza la aplicación de las herramientas del Lean Construction, dividido en cuatro apartados, los cuales son: propuesta de cronograma Lean, garantizar que los flujos no paren, asegurar los niveles de servicio y garantizar que los procesos sean eficientes.

En el Capítulo VI se muestran los resultados obtenidos de la aplicación de las herramientas Lean, como respuesta al propósito de los objetivos, su análisis e interpretación de los mismos, para luego ser contrastadas con las hipótesis planteadas en el capítulo III y se discute los resultados con lo planteado por los autores de

investigaciones relacionadas, tanto nacionales como internacionales, y nuestras bases teóricas.

Por último, se presentan las conclusiones, como respuesta a la finalidad de los objetivos, y las recomendaciones obtenidas en base a los resultados de la investigación. Así mismo, adjuntamos la referencia bibliográfica utilizada en la investigación y los anexos correspondientes.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y Formulación del Problema General y Específicos

Según (Orihuela & Ulloa, 2011), la planificación tradicional se cimienta en preparar una planeación general de toda la obra, de inicio a fin, mediante el uso de técnicas PERT, CPM, etc., las cuales son realizadas del punto de vista teórico, interpretando lo que DEBERÍA hacerse; sin embargo, al momento de la ejecución aparecen diversas variabilidades que dejan sin fundamento a dicha programación, generando un gran contraste con lo que se HIZO. Así mismo, plantea que los típicos procesos constructivos conllevan incertidumbre y una gran variabilidad, ocasionando pérdidas, y sostiene que el Last Planner System no busca disponer de tecnología o grandes inversiones, sino de una comprensión de que la manera tradicional de planificar no son las más asertivas y de la colaboración del equipo de trabajo.

La poca información en el momento adecuado y la falta de experiencia en nuevas metodologías para las gestión y planificación de obras es otra de los puntos débiles del modelo tradicional, repercutiendo esto en que se ejecuten proyectos fuera de los plazos establecidos en el contrato (Pons Achell, 2014). Esto, afectando al cronograma de obra, el cual es vital para obras de mantenimiento vial, ya que, si el proceso de aplicación de micropavimento se extiende uno o más días, significa una pérdida de rentabilidad considerable, al ser la más incidente en el presupuesto.

Por otro lado, la falta de coordinación del equipo de trabajo que conforman el proyecto, la poca comunicación y la baja productividad son otros problemas comunes del modelo tradicional, generando variabilidades durante su ejecución (Pons Achell, 2014). Esto está relacionado con el plan de seguimiento y control durante la ejecución del proyecto, y para nuestro caso del mantenimiento vial es importante para todo el proyecto y también específicamente para los trabajos preliminares, ya que es la actividad que abre paso al proceso más importante que es el de aplicación de micropavimento.

Según (Pons Achell, 2014), entre los aspectos negativos del modelo tradicional se encuentra que el control de calidad es ineficaz ya que se basa en métodos estadísticos que no garantizan la calidad en su totalidad, desencadenando reclamos por la escasa calidad. Así mismo, se relaciona con la revisión de tramos aplicados, ya que evalúan los niveles de servicio, los cuales indican la condición en la cual se encuentra una vía, y son utilizados para categorizar su estado según los límites admisibles (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Según (Ñavincopa, 2019) sostiene que el sector transporte en el Perú se ha visto reacio a la aplicación de nuevas metodologías o sistemas que intervengan directamente en la planificación, es así que se generan problemas como una rentabilidad mínima, falta de motivación en el equipo, tiempos no contributorios, etc. Por tanto, analizando la problemática que conlleva dicha planificación tradicional y teniendo conocimiento de los beneficios que puede aportar la aplicación de las herramientas de la Filosofía Lean Construction, muy conocida en la construcción de edificaciones, pero muy poco aplicada en proyectos de mantenimiento vial; decidimos llenar este vacío, ya que debemos pensar que la inversión destinada al mantenimiento de vías es para una mejor movilidad, seguridad y un compromiso con el medio ambiente. Por lo que planteamos la siguiente pregunta:

Problema General:

¿De qué manera la planificación tradicional influye en los procesos constructivos de una obra de mantenimiento vial?

Problemas Específicos:

- a) ¿De qué manera un cronograma, Lean, influye en el tiempo de ejecución del proceso de aplicación de micropavimento de una obra de mantenimiento vial?
- b) ¿En qué medida el plan de seguimiento y control influye en los trabajos preliminares de una obra de mantenimiento vial?
- c) ¿De qué manera el control de calidad influye en la revisión de tramos aplicados de una obra de mantenimiento vial?

1.2. Objetivo General y Específicos

Objetivo General:

Mejorar la planificación tradicional de una obra de mantenimiento vial a fin de optimizar los procesos constructivos mediante la aplicación de las herramientas de la Filosofía Lean Construction.

Objetivos Específicos:

- a) Proponer un cronograma, Lean, en una obra de mantenimiento vial a fin de reducir el tiempo de ejecución del proceso de aplicación de micropavimento.
- b) Mejorar el plan de seguimiento y control en una obra de mantenimiento vial a fin de mantener un flujo continuo en los trabajos preliminares.
- c) Mejorar el control de calidad en una obra de mantenimiento vial a fin de asegurar los niveles de servicio en la revisión de tramos aplicados.

1.3. Delimitación de la Investigación: Espacial, Temporal y Temática

a) Delimitación Espacial

La investigación es desarrollada de manera colaborativa entre la oficina técnica en Lima y la del mismo proyecto (Pte. Ricardo Palma – Huancayo), todo bajo autorización de la empresa VIAL-CON E.I.R.L, única y exclusivamente para el proyecto en ejecución: “Proyecto de mantenimiento periódico con micropavimento tipo III en el subtramo 01 y subtramo 02 de la Carretera Central”, así mismo, uno de nosotros está permanentemente en obra y otro realizará viajes semanales al proyecto, recogiendo datos constantemente.

b) Delimitación Temporal

La investigación consta de un plazo de 8 semanas, donde se analiza la data recogida en campo, desde el arranque hasta el cierre del proyecto, con opción a que se pueda extender el tiempo de ejecución del proyecto debido a algún adicional o extensión de contrato con la concesionaria encargada de los tramos de trabajo.

c) Delimitación Temática

La investigación es desarrollada bajo la aplicación de las herramientas de la Filosofía Lean Construction, referentes a la mejora de la planificación tradicional y optimización de procesos constructivos. Así mismo, puede existir limitaciones propias para la generalización de resultados considerando el diseño empleado, ya que este proyecto se está ejecutando durante la pandemia del COVID-19, bajo un estricto plan de vigilancia, prevención y control, pudiendo diferir los resultados, en proyectos futuros con un plan diferente al mencionado.

1.4. Justificación e Importancia

1.4.1. Justificación Práctica:

Esta investigación se justifica prácticamente porque hay una necesidad de mejorar la forma tradicional de planificar en las obras en general y específicamente de mantenimiento vial, con la ayuda de las herramientas de la Filosofía Lean Construction.

1.4.2. Justificación Social:

Esta investigación se justifica socialmente porque asegura el tránsito permanente para el transporte de pasajeros y mercancías, de manera cómoda y segura, en beneficio de la sociedad; reduciendo los costos de operación y mantenimiento de los vehículos usuarios de la vía.

1.4.3. Justificación Económica:

Esta investigación se justifica económicamente porque reduce el plazo de ejecución de la obra de mantenimiento vial, disminuyendo los gastos respecto al presupuesto contractual, en beneficio de la empresa ejecutora del proyecto.

1.4.4. Justificación Medio Ambiental:

Esta investigación se justifica medio ambientalmente porque asegura los niveles de servicio, mitigando el ruido ambiental provocado entre la carpeta asfáltica deficiente y los neumáticos de los vehículos, y la emisión de gases de efecto invernadero.

1.4.5. Importancia del Estudio:

La presente investigación es importante porque permite a las empresas encargadas del mantenimiento vial tener flujos continuos de trabajo, procesos eficientes, mejor control de las variabilidades, un buen plan de seguimiento y control, cumplimiento de plazos contractuales; así mismo, otorga a la sociedad vías de mejor calidad y mayor duración. También, se tiene mejor detalle de las variabilidades al momento de ejecutar un proyecto de mantenimiento vial, obteniendo una mejor respuesta ante cualquier situación, mejorando así el rendimiento y productividad.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio de Investigación

Según (Orihuela & Ulloa, 2011), el problema de la planificación tradicional, con la cual se ejecutan distintos tipos de proyectos, es que su nivel de asertividad es muy bajo; así mismo, los típicos procesos constructivos presentan grandes pérdidas causadas por la incertidumbre y la gran variabilidad que existe al momento de ejecutarse en campo. Así mismo, el plan de seguimiento y control, es uno de los puntos más importantes en las que se enfocan las empresas interesadas, sean públicas o privadas, en busca de mejorar su producción y utilidades. También, diferentes estudios realizados en distintos países muestran que la mala planificación, el apuro en terminar la obra y la dificultad de coordinación son los problemas más frecuentes que aumentan los costes, disminuya la productividad en obra y merme la calidad.

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2019), en el Perú existen aproximadamente 28,769.6 kilómetros de carreteras pavimentadas. A lo largo de los años el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (OSITRAN) han establecido parámetros sobre los niveles de servicios mínimos que debe tener una vía pavimentada, ya sea pavimento flexible o rígido; para garantizar esto, se han establecido proyectos de mantenimiento vial, ya sea rutinario o periódico, dependiendo de la severidad de las deformaciones.

En este contexto la Filosofía Lean Construction, construcción sin pérdidas, cuenta con herramientas que abordan la planificación, producción, seguimiento y control de las obras. Por ello, si bien ha sido aplicada en edificaciones y obras civiles, ha sido muy poco aplicado en obras de mantenimiento vial, es por ello que se busca la aplicación de las herramientas en esta área importante.

2.2. Investigaciones Relacionadas con la Investigación

2.2.1. Nacionales

(Milián, 2018) Esta investigación está enfocada en la optimización del proceso de aplicación de slurry seal en la empresa CONCAR S.A. mediante el uso de herramientas de la Filosofía Lean Construction a fin de aportar en la calidad y productividad de sus proyectos futuros. Se realizó un análisis observacional al procedimiento empleado tradicionalmente para la

aplicación de slurry seal y se realizó una evaluación de cada tarea que interviene para obtener el producto final. Lo antes mencionado, fue in situ, en colaboración con el personal a cargo de la ejecución de dichos procesos, y también del área de producción y control de calidad.

Luego de la implementación de las herramientas de la Filosofía Lean Construction, se obtuvo un aumento de su productividad en 15%, y una producción semanal de 92% respecto al tiempo total para la aplicación de slurry seal; con esto, se puede decir que es viable para cumplir el objetivo de optimizar los procesos constructivos en la empresa CONCAR S.A.

Esta investigación propone la aplicación de la herramienta Last Planner System para optimizar el proceso de aplicación de slurry seal, logrando aumentar su productividad y calidad; es por ello que vemos conveniente la aplicación de herramientas y fusión de las mismas para su aplicación en los procesos constructivos de una obra de mantenimiento vial, buscando su optimización desde el enfoque de eficacia en la programación y su productividad.

(Ñavincopa, 2019) Esta investigación está basada en plantear un plan de mejora a fin de lograr una planificación idónea respecto a la productividad de las tareas ejecutadas en un mantenimiento rutinario en la carretera nacional de la región Lima por Provias Nacional bajo la modalidad de administración directa.

Inicialmente se localizó los problemas en la ejecución de los proyectos bajo esta modalidad; como también, deficiencias en métodos y técnicas en su realización. Luego, se planteó las herramientas de la Filosofía Lean Construction para la mejora de su gestión y evaluar las consecuencias en la productividad del mantenimiento rutinario.

Aplicado el plan de mejora, mediante la aplicación de herramientas de la Filosofía Lean Construction, se vio un aumento en la productividad de 16.86% a 29.54%, es decir, un incremento de 12.68%; así mismo, se reducen los trabajos contributorios y no contributorios.

Esta investigación propone un plan de mejora que optimiza la productividad de los procesos, también el uso de cartas balance, herramienta de la Filosofía Lean Construction, para determinar tiempos productivos, contributorios y no contributorios. Por esto, vemos

conveniente la aplicación de las distintas herramientas de la Filosofía Lean Construction tanto en programación, seguimiento y control, como también en el control de calidad de una obra de mantenimiento vial con el fin de optimizar los procesos constructivos del mismo.

(Millones, 2019) Esta investigación expone los resultados de la vinculación entre un modelo de gestión basado en flujo de procesos (Lean Construction) y los fundamentos del Project Management Body of Knowledge (PMBOK), demostrando una mejora de la productividad en obras de infraestructura vial. Su objeto de estudio se enfoca principalmente en aspectos teóricos y metodológicos.

De la aplicación de la Filosofía Lean Construction, realizó el análisis de tiempos productivos, contributivos y no contributivos; para la determinación de la eficiencia de los recursos y mediante la complementación de la planificación del PMBOK, se logró realizar una planificación más real de las actividades generando una mayor confiabilidad.

Mediante la aplicación de las herramientas se logró optimizar el proceso de perfilado de la subrasante sin aporte de material, generando una reducción de en el plazo de ejecución de 98 días a 68 días y una reducción en el presupuesto de 255,851.59 a 230,061.70.

Esta investigación plantea principalmente una complementación entre las herramientas del Lean Construction y los fundamentos del PMBOK, realizando un mejor análisis de restricciones que da como resultado obtener una mejor planificación en los procesos y de mayor confiabilidad, obteniendo así una optimización en la ejecución del proyecto, resultando así un beneficio económico al reducir los costos y tiempo de ejecución. Por esto, vemos conveniente la aplicación de las herramientas de la Filosofía Lean Construction a una obra de mantenimiento vial, buscando la reducción de tiempos de ejecución y optimización de procesos constructivos bajo una buena planificación.

(Flores, 2016) Esta investigación expone que la Filosofía Lean Construction y sus herramientas no son muy difundidos en nuestro país, y son aplicados sólo por algunas empresas, que obtuvieron buenos resultados. También, se enfoca en proponer la aplicación de la Filosofía como método de

planificación, programación, ejecución y control del proyecto "Estadio de la universidad nacional del altiplano-Puno".

Para esto, se desarrolla una guía práctica de aplicación de las herramientas más importantes como lo son: last planner system, tren de actividades, nivel general de actividad, carta balance, etc. Así mismo, se realiza un análisis de la productividad, obteniendo un 36% de trabajo productivo, 44% de trabajo contributorio y 20% de trabajo no contributorio, a fin de compararlos con los estándares a nivel nacional e internacional.

Esta investigación plantea como eje de planificación, programación, ejecución y control a las herramientas del Lean Construction, y busca la difusión de las mismas en vista a sus resultados obtenidos, por ello, creemos importante su aplicación en el mantenimiento vial a fin de optimizar los procesos constructivos.

(Mengo, Naiza, & Rivera, 2018) Esta investigación expone los resultados al poner en prácticas las herramientas que brinda la Filosofía Lean Construction en la construcción de talleres para maquinaria pesada enfocándose en aspectos como calidad, seguridad, costo y tiempo.

Para la aplicación de las herramientas se realizaron mediciones en campo para buscar la mayor efectividad de estas, mejorando la productividad y cumplir con los requerimientos de la obra como son acabados y los cronogramas de entrega.

De la aplicación de estas herramientas se puede concluir que se obtuvo una mejora de la productividad reduciendo la incertidumbre de las partidas conllevando a la reducción de tiempos obteniendo en el cumplimiento del cronograma propuesto para el proyecto.

Esta investigación tuvo como enfoque la aplicación directa de las herramientas Lean como lo son el Poka-Yoke y el Andon en la calidad, seguridad, costo y tiempo; por lo que hay una demostración de la efectividad de las herramientas Lean para mejorar la ejecución de un proyecto.

2.2.2. Internacionales

(Brevis, 2018) Esta investigación expone que los proyectos no son realizados de manera óptima, cayendo en muchos errores a causa de diferentes factores. Por ejemplo, la falta de información necesaria para la coordinación del suministro de recursos lleva a una mala planificación de la obra. Por esto, se identificarán los errores de la planificación del proyecto “Urbanización Mercado Mayorista Vega Monumental-Etapa II”, y mediante el Last Planner System se propone un plan de trabajo que ayude a mermar los retrasos de la obra.

Esta investigación plantea que a pesar que el sector construcción viene creciendo en los últimos años, este viene siendo de una forma inadecuada, con muchos errores y sin optimizar su proceso de ejecución. También, explica la importancia de la planificación de una obra y propone su mejora mediante el last planner system, herramienta de la Filosofía Lean Construction. Por ello, vemos conveniente su aplicación en el mantenimiento vial, para mejorar la planificación tradicional y defectuosa que se arrastra de siempre, buscando el trabajo colaborativo.

(Crespo, 2015) Esta investigación se enfoca en implementar la Filosofía Lean Construction en los proyectos ubicados en la ciudad de Quito, y busca mitigar el tiempo usado en tareas que no añaden valor al producto final. Para esto, se diagnosticó el estado inicial de la productividad en los proyectos, y a partir de ello se establecieron mejoras para un posterior diagnóstico; adicionalmente, se aplica el last planner system, para cumplir con las tareas de la planificación y reducir la variabilidad. Finalmente, se planteó una ruta de planeación y ejecución para buscar la mejora continua a fin de mejorar la productividad, rentabilidad y competitividad.

Esta investigación trata sobre la aplicación de la Filosofía Lean Construction en la planificación y ejecución, asegurando el cumplimiento de las tareas programadas y aumentando el nivel de productividad. Por ello, aplicarlo a una obra de mantenimiento vial será muy interesante, debido a la alta variabilidad, pero con ayuda de las herramientas de la Filosofía Lean Construction se busca optimizar los procesos y generar un

flujo continuo durante su ejecución, de tal manera se agrega valor al producto final.

(Parra, 2019) La presente investigación tiene su principal enfoque en la aplicación de la herramienta Last Planner System o Sistema Último Planificador para optimizar la gestión del proyecto, creando un flujo de trabajo constante derivando a un mejor uso de recursos.

En segundo plano se utilizó la herramienta Productividad Total de Factores (PTF) que interviene directamente en la ejecución de la obra, analizando las incidencias principales de cada partida como mano de obra, materiales, maquinaria y equipo; intentando así buscar si existe una relación entre estas dos herramientas en la ejecución del proyecto.

Esta investigación tiene como propósito buscar la relación entre la herramienta de la Filosofía Lean Construction: Last Planner System y la Productividad Total de Factores (PTF) para una mejora de producción en la ejecución de una obra vial.

(Costa, 2016) Esta investigación se enfoca principalmente en la pertinencia y factibilidad de implementar la Filosofía Lean Construction en la etapa de diseño y planificación de proyectos de las ciudades intermedias de Ecuador como lo son Cuenca y Loja. Mediante el análisis se abordan temas del porqué no se cumplen los costos, plazo de ejecución ni calidad. La investigación recopila bibliografía de diferentes proyectos, nacionales e internacionales, que usaron la Filosofía Lean Construction para obtener una mejor planificación en la etapa de diseño, y mediante estas experiencias se plantea una metodología para poder aplicar en los proyectos de la ciudad de Cuenca y Loja.

Esta investigación tiene como finalidad principal establecer una metodología para la aplicación de la Filosofía de Lean Construction en las ciudades medias de Ecuador como lo son Cuenca y Loja; esta metodología se basa principalmente en las experiencias de otros proyectos que aplicaron la metodología, demostrando que se necesita un cambio de estructura de diseño y planificación para obtener resultados óptimos en la ejecución de los proyectos.

(Villamizar & Ortiz, 2016) Esta investigación se centra principalmente en mostrar una guía para una óptima aplicación de la Filosofía Lean Construction desde la concepción del proyecto hasta la entrega, mejorando la programación realizando un amplio análisis de restricciones, derivando en un proceso constructivo más productivo reduciendo pérdidas y descontrol de las acciones de la misma; asimismo también analiza la parte administrativa “Layout” (Logística Interna); todo esto con la finalidad de obtener un producto de calidad.

Esta investigación tiene como finalidad establecer una guía para la aplicación de la Filosofía Lean Construction en los proyectos, aplicándola desde su concepción hasta la entrega; analizando riesgos para mejorar el proceso constructivo obteniendo así una mejora de la productividad, reduciendo costos y mejorando la calidad de los acabados.

2.3. Bases Teóricas y Científica que Sustenta la Investigación

2.3.1. Planificación Tradicional

- Definición.

La planificación es la función base de todas las demás. Esta, señala de manera previa cuáles son los objetivos que deben realizarse para cumplir con la meta; por ello, es un modelo teórico para proceder más adelante. También, abarca los planes a utilizar y expone hasta donde se aspira llegar, explicando cómo, cuándo y en que secuencia debe ejecutarse (Toro, 2012).

- Etapas de una Planificación.
 - a) Planeamiento: Conocer y comprender lo que se quiere construir o realizar.
 - b) Programación: Estimar el tiempo total imprescindible para ejecutar todas las actividades.
 - c) Control: Realizar un seguimiento paralelo a la ejecución de la obra, calculando lo que se hace respecto de lo programado.

- Elementos de una Planificación Tradicional.

a) Cronograma:

Es una representación gráfica que establece el inicio y fin de una obra como de las tareas a ejecutarse. Así mismo, establece la programación de las actividades que la componen, apoyándose en el presupuesto del mismo (Frutos, 2019).

Este cronograma de obra está compuesto por diferentes elementos, como son:

- Partidas que se realizarán durante toda la obra.
- Tiempo de duración para realizar cada actividad, con fecha tentativa de inicio y fin.
- Ruta crítica en base a la interrelación de las tareas a realizar.
- Hitos, que demarcarán el estado real de lo programado.

Normalmente se apoya en el diagrama de Gantt, el cual posiciona las tareas en las filas y su duración en las columnas, tal como podemos apreciar en la siguiente figura:



Figura 1: Ejemplo de cronograma de obra

Nota: Esta figura muestra el cronograma empleado tradicionalmente, con inicio y fin estimado de cada actividad a realizar durante la ejecución del proyecto. Tomada de (Serrano Aguilar & Carrillo Landín, 2015).

b) Sistema push:

Este sistema se basa en la producción de empuje (PUSH), es decir, que se programan actividades en el plan de producción sin tener seguridad que se podrán ejecutar, dejando de lado las restricciones de recursos, mano de obra o que simplemente se finalice correctamente una actividad anterior; todo ello desemboca en la pérdida de tiempo por desfases y a su vez afectando a todo el cronograma de la obra (Sifuentes, 2018). A continuación, se puede visualizar un esquema de este sistema en la siguiente figura:

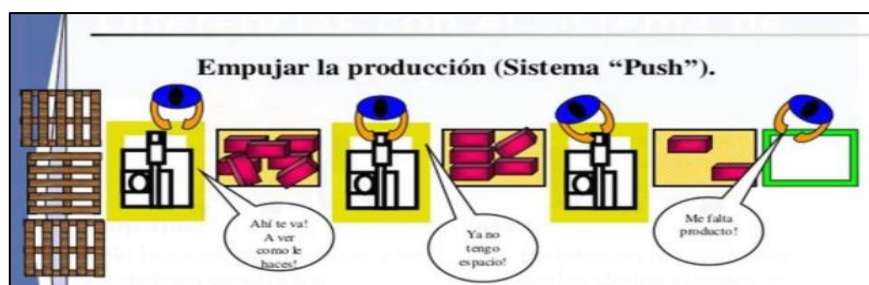


Figura 2: Ejemplificación del sistema push en la producción

Nota: Esta figura muestra el proceso de producción bajo el sistema push (empujar), usado tradicionalmente. Tomada de (Sifuentes, 2018).

c) Plan de Seguimiento y Control:

El seguimiento está basado en el análisis de la data generada durante la ejecución del proyecto, que ayudará a la detección de restricciones y desviaciones respecto al plan inicial. Mientras que el control, consta de las acciones determinadas para que se dé lo programado (Sanz, 2011). Normalmente este seguimiento y control se transparenta con el avance de obra, el cual tiene que ir cumpliendo según lo programado inicialmente. En caso se dé algún retraso en las actividades, se debe tomar medidas correctivas, esto para que no afecte al presupuesto inicial; a que recordar que tradicionalmente se tiene programado toda la obra de inicio a fin como también está determinada el costo, calidad y tiempo. Así mismo se compone por (Cervantes, 2004):

- ✓ Avance de obra según programa.
- ✓ Planeación versus avance real.
- ✓ Técnicas de control.
- ✓ Técnicas de monitoreo.

- ✓ Control de materiales y recursos humanos.
- ✓ Flujo de efectivo.

d) Producción:

Según (Flores Mendoza & Ramos Cornejo, 2018), se conoce como producción básicamente a la cantidad de bienes y/o servicios, de la misma manera conocer la relación con la productividad; teniendo en cuenta que la productividad es en esencia la eficacia de obtener una cantidad de productos producidos (producción) en relación a cada producto utilizado durante un periodo de tiempo determinado. Esta relación se puede establecer de la siguiente manera:

$$PRODUCTIVIDAD = \frac{\text{Cantidad de Productos}}{\text{Recursos Empleados}}$$

De igual manera, según (Burneo Panta, 2013) la productividad es de gran importancia para que un negocio pueda aumentar su rentabilidad, es decir sus utilidades; también, se establece que la mejora de esta, se ve ligada a la utilización de métodos, estudio de tiempos, optimización de procesos, etc., en busca de una mejora continua.

e) Control de Calidad:

Una herramienta poderosa de gestión eficaz es la materialización de un sistema adecuado de control de calidad, debido a que no solo abarca la calidad de un producto, sino que también afecta a las operaciones de los negocios de las empresas y el prestigio de las reparticiones públicas, teniendo como consecuencia la mejora de ingresos y aumento de la credibilidad de la empresa.

En control de calidad básicamente se trata de estudios realizados, ensayos y mediciones a los materiales y/o equipos que se emplean en el proceso constructivo para llegar a un producto determinado; así mismo, un eficiente control de calidad, ya sea en áreas como rehabilitación o mantenimiento, se deben tener en cuenta las actividades como: tareas previas, durante la ejecución de la obra y control sobre producto terminado debido a que es fundamental asegurar las condiciones de

servicio de los pavimentos, estas condiciones se pueden apreciar como: estado funcional, capacidad estructural del pavimento, seguridad de los usuarios y prolongación de la vida útil (Bianchetto, 2010).

- Problemas de la Planificación Tradicional

Las razones por la cual esta planificación tradicional no se cumple, según (Ballard & Howell, 2003):

- ✓ Está sustentada en la habilidad y conocimiento del ingeniero encargado de la programación de toda la obra.
- ✓ Solo mide lo que se ejecutado y lo programado, pero no cuantifica la efectividad de la planificación.
- ✓ No se realiza un análisis de las fallas de la planificación y las causas de no cumplimiento, por tanto, no se produce una retroalimentación.

2.3.2. Procesos Constructivos

- Definición.

Según (Ramírez Herrada, 2012) un proceso constructivo se define como el ciclo mediante el cual se materializan los proyectos de saneamiento, viales, edificaciones, etc. Así mismo, es la serie de actividades a ejecutar, por el grupo de especialistas de cada área. También menciona que, debido a la gran variabilidad existente en las distintas obras, es necesario decantarse por una metodología que optimice los procesos constructivos.

Por otro parte, los procesos deben estar detallados a fin de ser eficaces, productivos y cumplir con la calidad mínima establecida. Por ello, es importante establecer qué tipo de proceso constructivo se optará para el desarrollo del proyecto, estos procesos también dependen de factores geográficos y/o climatológicos.

- Tipos de Procesos que abarca el Mantenimiento Vial.

- a) Trabajos Preliminares a la Aplicación de Micropavimento:

Para el caso de un mantenimiento vial donde se aplicará micropavimento, abarca las actividades previas, cuyo objetivo principal es dejar el área a intervenir en un estado óptimo.

Para un mantenimiento, de carácter periódico, los trabajos preliminares a ejecutar son:

- ✓ Fresado de lomo en carpeta asfáltica.
- ✓ Tratamiento de fisuras con emulsión y arena.
- ✓ Bacheo con mezcla asfáltica en frío.

b) Proceso de Fresado de Lomos en Carpeta Asfáltica:

Este proceso se basa en cortar superficialmente la carpeta asfáltica, incluido tramos de túneles, puentes y más, con ayuda de un equipo especializado para este tipo de tareas, todo bajo los lineamientos especificados en los documentos contractuales y las órdenes del encargado del sector. El objetivo del fresado de lomos es rectificar los desniveles con el fin de recuperar las condiciones estructurales y superficiales de la carpeta asfáltica, y obtener así, una circulación cómoda y segura (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

c) Proceso de Tratamiento de Fisuras:

Este proceso se basa en riegos con emulsión asfáltica, en zonas de la carpeta asfáltica que presenten fisuras y/o grietas, para luego ser sellados con arena, incluido los tramos en túneles, puentes y más. El objetivo de esta actividad es recuperar las condiciones iniciales del pavimento; así mismo, ayudará a disminuir o retrasar la aparición de daños en la superficie de rodadura. En resumen, este proceso previene y corrige fallas futuras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

d) Proceso de Bacheo en Frío:

Este trabajo se basa en la reparación de baches en la carpeta asfáltica, es decir, se repara y reemplaza ciertas áreas de pavimento que estén desgastados y que afecten a la carpeta asfáltica, incluido los tramos en túneles, puentes y más.

El objetivo de esta actividad es recuperar las condiciones iniciales para un buen tránsito vehicular, como también, evitar que los desperfectos superficiales lleguen a ser profundos. Cabe recalcar que mientras más rápido se identifiquen estos deterioros, es mejor (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

e) Proceso de Aplicación de Micropavimento:

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014), este proceso se basa en la colocación de una o más capas de emulsión sobre la carpeta asfáltica de una vía, incluido los tramos en túneles, puentes y más. El objetivo es recuperar las condiciones estructurales y superficiales de la carpeta asfáltica, y lograr un idóneo tránsito vehicular de manera cómoda, segura, rápida y económica.

f) Revisión de Tramos Aplicados:

Actividad in situ, posterior a la aplicación de micropavimento, que tiene como objetivo revisar y medir si los niveles de servicio de los tramos aplicados cumplen con la normativa, evitando así posibles observaciones.

- ✓ Niveles de Servicio. Son indicadores que miden la condición en la cual se encuentra una vía, y son utilizados para categorizar su estado según los límites admisibles. Estos son independientes de cada vía y pueden cambiar dependiendo los factores técnicos y económicos, como del aprovechamiento de los recursos propios. Para el mantenimiento vial desarrollado bajo los niveles de servicio, se realizan los trabajos de tal forma que se cumplan los estándares mínimos, según el tipo de vía. Siendo obligación de la empresa ejecutora el cumplimiento de los mismos, es así, que la remuneración económica es dependiente de la calidad del trabajo; así mismo, nuestro tipo de vía es pavimento flexible, para las cuales rigen los siguientes niveles de servicio (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014):

3a. Niveles de servicio para: CALZADA (Tratamiento Superficial)		Nivel de Servicio Tipo de Vía				
		Autopista 1ª clase	Autopista 2ª clase	Carretera 1ª clase	Carretera 2ª Clase	Carretera 3ª Clase
Parámetro	Medida	IMD > 6000	4001 ≤ IMD ≤ 6000	2001 ≤ IMD ≤ 4000	400 ≤ IMD ≤ 2000	IMD < 400
Piel de Cocodrilo	Porcentaje máximo de área con piel de cocodrilo	-	-	-	-	0%
Fisuras Longitudinales	Porcentaje máximo de área con fisuras mayores a 3 mm de grosor	-	-	-	-	0%
	Porcentaje máximo de área con fisuras entre 1 y 3 mm de grosor	-	-	-	-	5%
Deformación por deficiencia estructural	Porcentaje máximo de área con hundimientos mayores que 25 mm.	-	-	-	-	0%
Ahuellamiento	Porcentaje máximo de área con ahuellamiento mayor que 12 mm.	-	-	-	-	5%
Reparaciones o parchados	Porcentaje máximo de parches en mal estado	-	-	-	-	0%
Peladura y Desprendimiento	Porcentaje máximo de áreas con peladuras	-	-	-	-	5%
	Porcentaje máximo de áreas con desprendimiento	-	-	-	-	0%
Baches (Huecos)	Porcentaje máximo de área con Baches (huecos)	-	-	-	-	0%
Fisuras Transversales	Porcentaje máximo de área con fisuras mayores a 3 mm de grosor	-	-	-	-	0%
	Porcentaje máximo de área con fisuras entre 1 y 3 mm de grosor	-	-	-	-	5%
Desprendimiento de bordes	Porcentaje máximo de longitud con desprendimiento de bordes	-	-	-	-	5%
Rugosidad Obra Nueva	Rugosidad característica del tramo (TSB nuevo)	-	-	-	-	3.0 IRI: (1)
Rugosidad Obra con Recapa Asfáltica	Rugosidad característica del tramo (TSB con Recapa Asfáltica)	-	-	-	-	3.5 IRI: (1)
Rugosidad Periodo de Servicio	Rugosidad característica del tramo (TSB Periodo de Servicio)	-	-	-	-	4.3 IRI: (1)
Fricción Superficial	Coefficiente de fricción medido en pavimento mojado	-	-	-	-	No menor de 0.50

Figura 3: Niveles de Servicio para Calzada

Nota: Límites admisibles según los parámetros de la vía. Tomada de (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

2.3.3. Filosofía Lean Construction

- Origen.

Durante su permanencia en la Universidad de Stanford, California, USA, en 1992, el finlandés Lauri Koskela redactó el documento “Aplicación de la nueva Filosofía de la producción a la construcción”, donde instauró las bases teóricas del nuevo sistema de producción aplicado a la construcción.

Lo de Koskela marcó un antes y después en la construcción, donde promovía la aplicación del sistema de producción Toyota y la Filosofía Lean. El término Lean Construction fue impreso por los fundadores del Grupo Internacional de Lean Construction (IGLC) en 1993 (Pons & Rubio, 2019).

- Definición.

También conocido como construcción sin pérdidas, abarca la aplicación de principios y herramientas desde su planificación, ejecución y puesta en servicio. Entonces, es una Filosofía de trabajo que busca la excelencia de la empresa, en todo el ciclo de vida de proyecto, como lo son (Pons & Rubio, 2019):

- ✓ Diseño
- ✓ Ingeniería

- ✓ Precomercialización
 - ✓ Marketing y ventas
 - ✓ Ejecución
 - ✓ Servicio de postventa
 - ✓ Mantenimiento
- Beneficios de la Implantación de Lean Construction.

De un informe en EE.UU. (2012) y otro de McGraw Hill Construction (2013), respecto la implementación del Lean Construction en la construcción de edificios, donde el 70% a 85% de empresas que aplicaron esta Filosofía, alcanzaron beneficios, que a continuación se muestran en la siguiente figura (Pons Achell, 2014):

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

Figura 4: Informes de los Beneficios al aplicar Lean Construction

Nota: Elaboración Propia. Tomada de (Pons Achell, 2014).

- Herramientas de Lean Construction.

Para nuestro trabajo de investigación se está utilizando el sistema del último planificador, poka yoke y carta balance que se presentan a continuación.

a) Sistema del Último Planificador:

Este sistema propone que la brecha entre lo que DEBERÍA hacerse y lo que se HIZO, puede mejorar sustancialmente si se logra recopilar información confiable de la mano de los últimos planificadores (maestros de obra, subcontratistas, jefes de cuadrilla, etc.), de tal forma que en un plazo medio se pueda observar lo que se PUEDE hacer, y en plazo corto lo que se HARÁ (Ballard & Howell, 2003).

Luego de ser realizados las actividades, se puede medir la efectividad de la planificación mediante indicadores como Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) y Causas de No Cumplimiento (CNC). Se muestra un esquema en la siguiente figura:

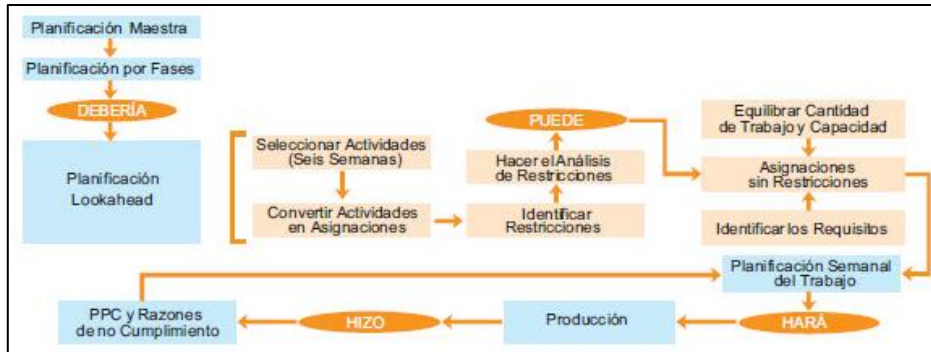


Figura 5: Esquema del procedimiento del Sistema del Último Planificador

Nota: Tomada de (Orihuela & Ulloa, 2011).

- Planificación Maestra: Según (Orihuela & Ulloa, 2011), se establece los hitos que deben cumplirse para alcanzar los objetivos, se trabaja por fases y se programa todo el proyecto, la cual puede ser modificada y ajustada durante la ejecución del mismo.

Es la base del sistema del último planificador, ya que de aquí se obtendrá la programación a mediano y corto plazo, por ello es de vital importancia tener en consideración el desenvolvimiento real de la empresa en campo (Guzmán Tejada, 2014).

ACTIVIDAD	MESES								
	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	
Obras Provisionales	♦								
Movimientos de Tierras			S2						
Calzaduras			♦						
Cimentación			S2						
Muro de Contención				S2 S1					
Columnas y Placas				S2 S1 1P	2P 3P 4P	5P 6P 7P			
Vigas y Losas				S2 S1 1P	2P 3P 4P	5P 6P 7P			
Tabiquería					1P	S2 2P 3P	4P 5P	6P 7P	
Tarrajeos						S1 1P 2P	3P 4P	5P 6P	
Pisos					S2		1P 2P	3P 4P	

Figura 6: Ejemplo de programación maestra de una obra

Nota: Tomada de (Orihuela & Ulloa, 2011).

- Planificación por fases: Se desglosan las actividades que serán ejecutadas en cada fase del proyecto. Se usa el sistema pull, es decir, se realiza una programación en reversa del final al inicio. Se realiza una pull sesión, donde se ayudan de post-it para

esquematisar la secuencia de actividades y según ello se determina el tiempo aproximado de duración, estos contemplan buffers que eviten problemas por variabilidad. Los beneficios de esta parte de programación son (Orihuela & Ulloa, 2011):

- ✓ Mejor comprensión del proyecto por parte del equipo.
 - ✓ Aumenta la interacción del equipo.
 - ✓ Cada miembro sabe lo que otros requieren para la ejecución de su tarea.
 - ✓ Se comprende lo que se debe hacer y cuando hacerlo.
- Planificación Look Ahead: Este tipo de planificación tiene la finalidad de direccionar los esfuerzos a la gestión de la prevención de lo que se necesita para ejecutar una actividad, y no al control de la programación, buscando evitar equivocaciones en el presente para tener resultados positivos en el futuro (Guzmán Tejada, 2014). Según (Orihuela & Ulloa, 2011), para esta planificación intermedia, se toman de 4 a 6 semanas normalmente. Sin embargo, debido a la coyuntura y la variabilidad por riesgo de contagio se tomará 2 semanas. Aquí, se disgregan las tareas para realizar el análisis de restricciones más adelante.

De esto se obtiene actividades libres y listas para programarlas en el plan semanal. Se muestra a continuación un ejemplo de look ahead:

ACTIVIDAD	ENERO																														
	SEM 11-01							SEM 11-02							SEM 11-03							SEM 11-04									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Columnas y Placas																															
Fierro Columnas y Placas																															
Encofrado Columnas y Placas																															
Concreto Columnas y Placas																															
Losas, Vigas y Escaleras																															
Fierro Losas, Vigas y Escalera																															
Encofrado Losas, Vigas y Escalera																															
Ladrillo de Techo																															
Concreto Losas, Vigas y Escalera																															

Figura 7: Ejemplo de programación Lookahead

Nota: Programación a mediano plazo, se muestra 4 semanas. Tomada de (Orihuela & Ulloa, 2011).

- Planificación semanal y análisis de restricciones: Según (Guzmán Tejada, 2014), este tipo de programación es de corto plazo, y se obtiene del lookahead luego de un análisis de restricciones, realizado previamente, que elimine la variabilidad de las actividades y asegurar que el trabajo cuenta con todo lo necesario para desarrollarse, por tanto, solo son consideradas las actividades liberadas para la programación.

Luego de liberar las actividades, se localizan aquellas que serán ejecutadas en el plan semanal, teniendo en cuenta la prioridad, proceso de trabajo y los recursos necesarios para su ejecución. A continuación, se muestra un ejemplo de programación semanal y análisis de restricciones (Orihuela & Ulloa, 2011).

ACTIVIDAD	ENERO					Und	Metrado	RESTRICCIONES						Liberado	
	Sem 11-03							Información	Actividad Precedentes	Espacio	Mano de obra	Material	Equipos		Condiciones Externas
	17	18	19	20	21										
Columnas y Placas															
Fierro Columnas y Placas						kg	4,000	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Si	
Encofrado Columnas y Placas						m ²	250	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Si	
Concreto Columnas y Placas						m ³	23	ok	ok	ok	ok	Falta agregados	ok	No	
Losas, Vigas y Escaleras															
Fierro Losas, Vigas y Escalera						kg	2,900	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Si	
Encofrado Losas, Vigas y Escalera						m ²	255	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Si	
Ladrillo de Techo						und	2,900	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Si	
Concreto Losas, Vigas y Escalera						m ³	70	ok	ok	ok	ok	Falta agregados	ok	No	

Figura 8: Ejemplo de programación semanal y análisis de restricciones

Nota: Tomada de (Orihuela & Ulloa, 2011).

- PPC Y CNC: Son indicadores que miden la efectividad de la programación semanal, y a su vez se identifican las causas de no cumplimiento de las actividades que no lograron ejecutarse, para un análisis más profundo. Según (Guzmán Tejada, 2014), es de vital importancia la obtención de resultados positivos, para lo cual, se tendrán algunas consideraciones, que se muestran a continuación:

- ✓ Levantamiento de restricciones del lookahead
- ✓ Se debe asignar trabajo según la cuadrilla
- ✓ Escoger y ordenar secuencialmente los trabajos a realizar.
- ✓ Asegurar el entendimiento de la programación por parte de los encargados a ejecutar en campo.

El porcentaje de plan cumplido se pueden representar como la siguiente figura:

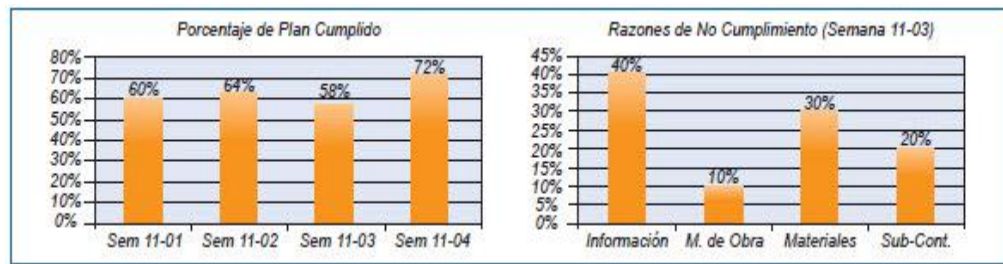


Figura 9: Porcentaje de Plan Cumplido y Causas de no Cumplimiento

Nota: Gráficos de barras con porcentajes que representan indicadores del programa semanal. Tomada de (Orihuela & Ulloa, 2011).

- Programación diaria: Este tipo de programación es el último peldaño de la metodología de planificación y programación que postula el sistema del último planificador, la cual se obtiene de la programación semanal; la finalidad de esta programación es que se tenga claro lo que se ejecutará en la jornada diaria, es por eso que intervienen los ingenieros, capataces y operarios (Guzmán Tejada, 2014).

b) Poka Yoke:

Proviene de la terminología japonesa, conformada por dos palabras, poka y yokeru que significan evitar y error inadvertido, por lo que junto significa evitar el error inadvertido o conocido como cero defectos. Dicho termino fue planteado por el ingeniero Shigeo Shingo por los años 60, siendo una herramienta Lean. Así mismo, esta herramienta se basa en evitar de diferentes formas los errores humanos durante los diferentes procesos o si existen, que sean corregidos de manera inmediata (Marco, 2019).

Según (Rodríguez Corro, 2018), la herramienta se basa en los siguientes principios:

- ✓ Eliminar: refiere a que se eliminen todas las opciones de que exista una falla o error durante el proceso de obtención de un producto, esto mediante el rediseño del mismo. Por ejemplo, peligros derivados por uso de soldadura, pudiendo usar conexiones roscadas.

- ✓ Prevenir: trata sobre tomar acciones preventivas de tal manera que sea poco probable que aparezca una falla durante el proceso. Por ejemplo, que un vehículo no encienda a menos que el piloto lleve el cinturón de seguridad.
- ✓ Reemplazar: refiere a modificar o cambiar un proceso por otro más eficiente o confiable a fin de mejorar el producto. Por ejemplo, en vez de utilizar una aplanadora manual para la compactación del bacheo en frío, utilizar el tráfico vehicular.
- ✓ Facilitar: consiste en usar diferentes medios que faciliten la realización de actividades. Por ejemplo, comunicaciones por radio entre vigías al momento de restringir el tránsito para la ejecución de tareas.
- ✓ Detección: este principio se basa en detectar el error para que pueda ser corregido en el acto a fin de evitar desperfectos más adelante. Por ejemplo, inspecciones visuales luego de la realización de una tarea, tomando acciones correctivas en el momento.
- ✓ Mitigación: refiere que se debe reducir al máximo los efectos causados por errores durante el proceso. Por ejemplo, la renovación del equipo de protección personal para los trabajadores, debido a desgaste del propio uso.

c) Carta Balance:

Es una herramienta más que aporta el Lean Construction, el cual proporciona información de la distribución de los tiempos del personal encargado de llevar a cabo un proceso constructivo. Según esto, los tiempos son tomados por distintos tipos de trabajo, como pueden ser (Vásquez, 2019):

- Trabajo Productivo: Trabajo que aporta a la producción de una actividad y beneficia principalmente al avance físico de la obra.
- Trabajo Contributorio: Todo trabajo necesario para obtener trabajo productivo.

- Trabajo No Contributivo: Trabajo que no aporta a la producción ni al avance de la obra.

Según (Burneo Panta, 2013) el objetivo de esta herramienta nos ayuda a analizar qué tan eficiente es el proceso que utilizamos, a fin de mejorar el proceso de una forma más inteligente sin necesidad de recargar más trabajo. Al conocer el proceso y su eficiencia se podrá optimizar durante la ejecución de la actividad. Para su aplicación se debe considerar lo siguiente:

- ✓ Primero, se debe observar la actividad para conocer su desarrollo.
- ✓ Luego, identificar los actores principales que ejecutan la actividad y que influyen directamente en la producción del proceso.
- ✓ Se debe tomar una cantidad de muestras considerables para conocer la actividad, preferencia mínimo 30 minutos.
- ✓ La cuadrilla de trabajo debe estar conformada por 8 a 10 personas como máximo.
- ✓ Por último, se deben realizar preferiblemente todas las anotaciones que se crean convenientes y necesarias para mejorar el proceso.

Para la distribución de trabajos se utilizó el formato de carta balance (Véase Anexo 57).

2.4. Definición de Términos Básicos

- Planificación. Establecer la programación semana a semana de todo el proyecto, con fecha inicio y fin (Orihuela & Ulloa, motiva, 2011).
- Procesos Constructivos. Es el ciclo mediante el cual se materializan los proyectos (Ramírez Herrada, 2012).
- Productividad de la mano de obra. Es la cantidad de horas hombres utilizadas para llevar a cabo la producción una determinada actividad (Vásquez, 2019).

- Control de Productividad. Es el proceso semanal del cual se obtiene un indicador y da un panorama general del costo de la obra (Vásquez, 2019).
- Niveles de Servicio. Son indicadores que evalúan el estado de la carpeta asfáltica y son usados como límites para su clasificación (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).
- Microfresado de Carpeta Asfáltica. Actividad donde se cepilla la superficie de la carpeta asfáltica de la vía a fin de renovar sus condiciones iniciales de servicio (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).
- Lean Production. Sistema que busca eliminar los desperdicios y aumentar el valor agregado (Guzmán Tejada, 2014).
- Last Planner System. Es un sistema de planificación colaborativa y herramienta principal de la Filosofía Lean Construction (Pons & Rubio, 2019).
- Planificación Pull. Es una metodología de planificación de adelante hacia atrás, tomando en cuenta el último entregable (Pons & Rubio, 2019).
- Trabajo Productivo. Toda acción o tarea que aporta directamente a la producción de una actividad (Guzmán Tejada, 2014).
- Trabajo Contributorio. Es el trabajo requerido para que se dé el trabajo productivo, el cual debe ser minimizar al máximo a fin de optimizar la productividad (Guzmán Tejada, 2014).
- Trabajo no Contributorio. Es el trabajo considerado desperdicio, que solo genera pérdidas la cual se debe tratar de eliminar del proceso constructivo (Guzmán Tejada, 2014).

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

Mejorando la planificación tradicional, se optimizan los procesos constructivos de una obra de mantenimiento vial.

3.1.2. Hipótesis Específicas

- a) Un cronograma, Lean, reduce el tiempo de ejecución del proceso de aplicación de micropavimento.
- b) Un plan de seguimiento y control, mantiene un flujo continuo en los trabajos preliminares.
- c) Un control de calidad, asegura los niveles de servicio en la revisión de tramos aplicados.

3.2. Variables

3.2.1. Definición Conceptual de las Variables

Tabla 1: Definición de Variables

	Hipótesis	Variable Ind.	Variable Dep.	Definición
General	Mejorando la planificación tradicional se optimizan los procesos constructivos de una obra de mantenimiento vial.	X: Planificación tradicional	Y: Procesos constructivos	X: Serie de acciones determinadas que se realizan para cumplir un objetivo. Y: Conjunto de acciones continuas para materializar una actividad.
Esp. 01	Un cronograma , Lean, reduce el tiempo de ejecución del proceso de aplicación de micropavimento .	X₁: Cronograma	Y₂: Proceso de aplicación de micropavimento	X₁: Lista de actividades a realizar, con fecha de inicio y fin estimado. Y₂: Procedimientos que abarcan desde la delimitación del área de aplicación hasta la aplicación del micropavimento.
Esp. 02	Un plan de seguimiento y control , mantiene un flujo continuo en los trabajos preliminares .	X₂: Plan de seguimiento y control	Y₁: Trabajos preliminares	X₂: Acciones conjuntas, paralelas a la ejecución, para la verificación de la planificación de un proyecto. Y₁: Es toda actividad realizada, previa a la aplicación de micropavimento.
Esp. 03	Un control de calidad , asegura los niveles de servicio en la revisión de tramos aplicados .	X₃: Control de calidad	Y₃: Revisión de tramos aplicados	X₃: Ensayos realizados a los componentes del micropavimento, necesarios para asegurar la calidad de la misma. Y₃: Acción necesarias para verificación del cumplimiento de los niveles de servicio exigidos.

Nota: Elaboración Propia.

3.2.2. Operacionalización de las Variables

Tabla 2: Operacionalización de Variables

OBJETIVOS	VARIABLES PRINCIPALES	
OBJETIVO GENERAL	X: Planificación tradicional (Independiente)	Y: Procesos Constructivos (dependiente)
	DIMENSIONES DE X (Descomp.)	DIMENSIONES DE Y (Descomp.)
Mejorar la planificación tradicional de una obra de mantenimiento vial a fin de optimizar los procesos constructivos mediante la aplicación de las herramientas de la Filosofía Lean Construction.	X1: Cronograma	Y1: Trabajos preliminares
	X2: Plan de Seguimiento y control	Y2: Proceso de aplicación de micropavimento
	X3: Control de calidad	Y3: Revisión de tramos aplicados
	INDICADORES DE X (Fundamentos)	INDICADORES DE Y (Fundamentos)
	X11: Cantidad de días retrasados X12: Cantidad de días adelantados X21: Porcentaje de plan cumplido X22: Causas de no cumplimiento X31: Porcentaje de metrado rehecho. X32: Porcentaje del costo de metrado rehecho	Y11: Metros lineales de tratamiento de fisuras Y12: Área de fresado Y13: Área de bacheo en frío Y21: Área de aplicación de micropavimento Y22: Control de ratios Y31: Porcentaje de tramos aceptados Y32: Porcentaje de tramos no aceptados
Problema General	¿De qué manera la planificación tradicional influye en los procesos constructivos de una obra de mantenimiento vial?	
Problema Específico 1	¿De qué manera un cronograma , Lean, influye en el tiempo de ejecución del proceso de aplicación de micropavimento de una obra de mantenimiento vial?	
Problema Específico 2	¿En qué medida el plan de seguimiento y control influye en los trabajos preliminares de una obra de mantenimiento vial?	
Problema Específico 3	¿De qué manera el control de calidad influye en la revisión de tramos aplicados de una obra de mantenimiento vial?	
Objetivo General	Mejorar la planificación tradicional de una obra de mantenimiento vial a fin de optimizar los procesos constructivos mediante la aplicación de las herramientas de la Filosofía Lean Construction.	
Objetivo Específico 1	Proponer un cronograma , Lean, en una obra de mantenimiento vial en busca de reducir el tiempo de ejecución del proceso de aplicación de micropavimento .	
Objetivo Específico 2	Mejorar el plan de seguimiento y control en una obra de mantenimiento vial a fin de mantener un flujo continuo en los trabajos preliminares .	
Objetivo Específico 3	Mejorar el control de calidad en una obra de mantenimiento vial a fin de asegurar los niveles de servicio en la revisión de tramos aplicados .	
Hipótesis General	Mejorando la planificación tradicional se optimizan los procesos constructivos de una obra de mantenimiento vial.	
Hipótesis Específico 1	Un cronograma , Lean, reduce el tiempo de ejecución del proceso de aplicación de micropavimento .	
Hipótesis Específico 2	Un plan de seguimiento y control , mantiene un flujo continuo en los trabajos preliminares .	
Hipótesis Específico 3	Un control de calidad , asegura los niveles de servicio en la revisión de tramos aplicados .	

Nota: Elaboración Propia.

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Tipo y Método de Investigación

El método de la investigación es deductivo ya que buscaremos demostrar los beneficios respecto a la aplicación de las herramientas de la Filosofía Lean Construction en los procesos constructivos de una obra de mantenimiento vial.

4.1.1. Orientación de la Investigación

La orientación de la investigación es aplicada, porque se aplicará conocimientos primarios y secundarios ya concebidos anteriormente y también, se busca resolver los principales problemas de una planificación tradicional y las deficiencias en la ejecución de los procesos constructivos de una obra de mantenimiento vial, otorgándole así, solución al problema general de nuestra investigación.

4.1.2. Enfoque de la Investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo, porque, se medirá la mejora de las dimensiones de la planificación tradicional y la optimización de procesos constructivos.

4.1.3. Origen de la fuente de Información

La fuente de información es prolectiva, ya que, se recogerá información durante la ejecución de la obra, de acuerdo a nuestro criterio y los fines de la investigación.

4.1.4. Tipos de Investigación

El tipo de investigación es explicativa-correlacional, porque busca explicar las hipótesis planteadas y también, asociar la mejora de la planificación con la optimización de procesos constructivos.

4.1.5. Nivel de la Investigación

El nivel de la investigación es aplicativo, debido a que se busca mejorar la planificación tradicional de una obra de mantenimiento vial mediante la aplicación de herramientas de la Filosofía Lean Construction.

4.2. Diseño de la Investigación

- Según el propósito del estudio es experimental, porque se busca comprobar la efectividad de las herramientas de la Filosofía Lean Construction en la planificación tradicional de una obra de mantenimiento vial.
- Según el número de mediciones es longitudinal, porque se tomarán varias muestras, durante la ejecución de la obra.
- Según la cronología de las observaciones es prospectivo, ya que la recolección de los datos se realizará luego de la planificación del proyecto.

4.3. Población y Muestra

4.3.1. Población de Estudio

Población es un término que no corresponde a este tipo de investigación; sin embargo, nosotros lo estamos considerando como objeto de estudio. Así mismo, el objeto de estudio son las vías; y según el medio en el que estamos desarrollando la investigación, la población son las vías de los sectores de la carretera central.

4.3.2. Diseño Muestral

La muestra para la siguiente investigación son las vías de los sectores 01 (Pte. Ricardo Palma - La Oroya) y 02 (La Oroya - Huancayo) de la carretera central.

4.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

4.4.1. Tipos de Técnica e Instrumentos

En la presente investigación se utilizó como técnica de registro y recolección de datos la aplicación de las herramientas de la Filosofía Lean Construction, ya que luego de su implementación de los instrumentos como el Last Planner System, Poka Yoke y carta balance, se analizó el efecto de dichos instrumentos en la planificación de la obra de mantenimiento vial, usando la técnica de observación experimental para el registro de información durante la ejecución del proyecto.

4.4.2. Criterio de Validez y Confiabilidad de los Instrumentos

Los instrumentos principales de nuestra investigación fueron el last planner system, Poka Yoke y carta balance, los cuales tienen una confiabilidad debido

a su continua aplicación en otros tipos de proyectos como de edificación u obras civiles, a través del look ahead, análisis de restricciones, planes semanales y diarios que lograron resultados positivos para los objetivos planteados a través de los indicadores.

Respecto al porcentaje de plan cumplido (PPC) la confiabilidad es relativa, y dependió de la sensatez al momento que se realizaron los planes semanales y diarios, ya que las metas deben ser consecuentes con lo que se espera obtener, buscando siempre la mejora.

Indicadores:

- Cantidad de días retrasados, adelantados.
- Porcentaje de plan cumplido, causas de no cumplimiento.
- Porcentaje de metrado rehecho, Porcentaje de costo de metrado rehecho.

Variables:

- Cronograma.
- Plan de seguimiento y control.
- Control de calidad.

Tabla 3: Validación de Variables

Variable	Indicador
Cronograma	Días
Plan de seguimiento y control	Porcentaje de Plan Cumplido
Control de calidad	Revisión de tramos aplicados

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 4: Análisis Factorial de Variables

Indicador	Factor 01	Factor 02	Factor 03
Días	Adelantados Retrasados		
Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)		0-100%	
Revisión de Tramos Aplicados			Metrado rehecho Costo de metrado rehecho Tramos aceptados Tramos rechazados

Nota: Elaboración Propia.

En base a la Tabla 4 se demostró que las pruebas son válidas ya que los factores miden una variable en específico, corroborando lo planteado en la operacionalización de variables (Véase Tabla 2).

4.4.3. Procedimientos para la Recolección de Datos

Para la recolección de datos de la investigación, se aplicó los instrumentos antes mencionados en el proyecto “PROYECTO: MANTENIMIENTO PERIÓDICO CON MICROPAVIMENTO TIPO III EN EL SUBTRAMO 01 Y SUBTRAMO 02 DE LA CARRETERA CENTRAL”, con ayuda del Last Planner System que abarcó la planificación maestra, look ahead de 2 semanas, análisis de restricciones, plan semanal y plan diario para tener un mejor detalle de las tareas a realizar, de donde se obtuvo los datos como porcentaje de plan cumplido (PPC) y causas de no cumplimiento (CNC); por otra parte, se aplicó la carta balance en los trabajos preliminares, y se obtuvo datos como trabajo productivo, contributorio y no contributorio; por último, luego de la producción se hacían inspecciones de control interno para recopilar información sobre fallas como peladuras o ahuellamientos que presentaban los tramos aplicados, y obtener datos de tramos aceptados y metrado rehecho (Véase Figura 34).

4.5. Técnicas para el Procesamiento y Análisis de la Información

Consistió en la recolección de datos importantes, los cuales fueron evaluados, de los cuales se obtuvo información útil que luego de ser analizada, fueron de ayuda para tomar medidas correctivas según nuestros objetivos. Para el procesamiento de datos se utilizaron plantillas para medir el porcentaje de plan cumplido (PPC) y mostrar las causas de no cumplimiento (CNC) en Microsoft Excel, el cual nos permitirá medir la efectividad de nuestra programación semanal y conocer las causas de no cumplimiento de las actividades que no lograron realizarse, en caso esto suceda. También, se usarán cuadros de mediciones de trabajo para la carta balance de los trabajos preliminares, para conocer la evolución antes y después de que se implementó el instrumento.

CAPÍTULO V: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Descripción del Proyecto

5.1.1. Empresa Contratista

VIAL-CON E.I.R.L. Fue fundada en Lima-Perú el año 2000, nace con el enfoque claro de: “aplicar y desarrollar nuevas tecnologías que contribuyan a la ingeniería vial en proyectos de construcción y mantenimiento de infraestructuras viales”. Desde sus inicios se han desarrollado proyectos en materia de consultoría e ingeniería de detalle para la conservación de Pavimentos y ejecución de obras y servicios de mantenimiento vial en diversas regiones del país. En el año 2011 LIMA SLURRY SEAL SAC, se asocia a VIAL-CON EIRL con el objetivo de otorgar a nuestros clientes una ventaja competitiva en ofrecer productos con valor agregado, basado en asesoría técnica especializada antes, durante y después de la ejecución de proyectos de construcción, y mantenimiento de infraestructuras viales.

5.1.2. Información del Proyecto

a) Ubicación Geográfica. Los tramos en los que ejecutó el proyecto pertenecen al grupo de carreteras IIRSA Centro (Evitamiento Ramiro Prialé – Puente Ricardo Palma, La Oroya – Huancayo, La Oroya – Pucallpa); estos tramos específicamente se encuentran entre la provincia de Huarochirí (Región Lima), pasando por la provincia de Yauli (Región Junín) y llegando hasta la provincia de Huancayo (Región Junín).

El primer tramo del proyecto de mantenimiento vial inició específicamente en el sector 02, este sector comenzó en la ciudad de la Oroya que pertenece a la provincia de Yauli, siendo este el km 0+000 y llegó hasta la ciudad de Huancayo, siendo este punto el km 119+450, la totalidad de este tramo pertenece a la región Junín y se muestra en la siguiente figura:

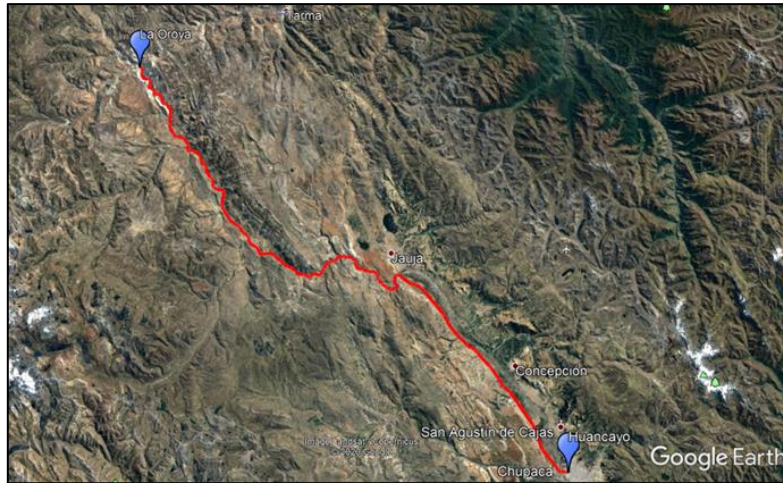


Figura 10: Sector 02 (La Oroya – Huancayo)

Nota: Tomada de Google Earth Pro.

El segundo tramo en el cual se ejecutó el proyecto de mantenimiento vial es el sector 01 de la carretera central, iniciando específicamente en el Puente Ricardo Palma, dicha ubicación pertenece a la provincia de Huarochirí de la Región Lima, este se ubicó exactamente en el km 38+306 y llegó hasta la ciudad de La Oroya, provincia de Yauli - Junín, siendo este último punto el km 173+657, dando así una totalidad del tramo de 135.35 km. Dicha ruta se le nombra oficialmente PE-22 según el Ministerio de transporte y comunicaciones (MTC).

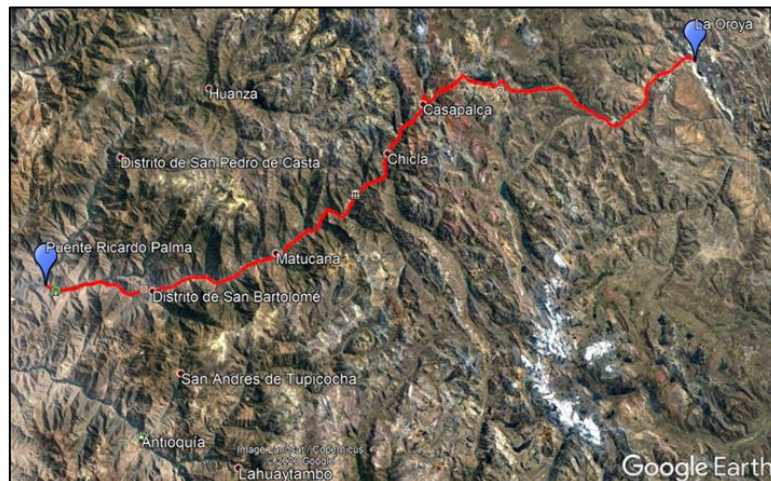


Figura 11: Sector 01 (Pte. Ricardo Palma – La Oroya)

Nota: Tomada de Google Earth Pro.

- b) Datos Técnicos del Proyecto. La carretera central, en los tramos Pte. Ricardo Palma – La Oroya y el tramo La Oroya – Huancayo son de gran importancia para el desarrollo económico y social que beneficia directamente a las regiones Junín y Lima, presenta las siguientes características:

Categoría	: Primera Clase
Longitud total	: 254.8 km
Ancho de calzada	: 7.20 m (Promedio)
Espesor de calzada	: 6" a 8" (Promedio)
Ancho de bermas	: 1m a 1.5m (Promedio)
Tipo de pavimento	: Flexible

c) Características de la Zona.

- ✓ Clima: El clima de la zona en donde se ejecutó el proyecto de mantenimiento vial es muy variado a lo largo de su longitud, es principalmente predominante el clima frío y seco, propio de la serranía peruana; sin embargo, se tuvo en cuenta estas variaciones climáticas, por la presencia repentina de lluvias, para una correcta aplicación del micropavimento.
- ✓ Economía: Se destacan dos aspectos predominantes en materia económica, en el sector 01 de la zona de aplicación del proyecto, la actividad económica de mayor incidencia es la minería; que se concentra en la zona de la Oroya, provincia de Yauli en la región Junín. En el sector 02 de la zona de aplicación del proyecto, la actividad económica de mayor incidencia es la agricultura, esto debido a las zonas agrícolas del valle del Mantaro.
- ✓ Tráfico: El tráfico es muy variado a lo largo de la longitud de los tramos de aplicación; sin embargo, el tipo de tráfico que predomina es el tráfico pesado, esto es en consecuencia del transporte de minerales provenientes de la zona minera de la Oroya y recursos agrícolas provenientes de la zona del valle del Mantaro.
- ✓ Topografía: Se presentan dos tipos de topografía de acuerdo a la zona de estudio, en el sector 01 (Pte. Ricardo Palma – La Oroya) del tramo de aplicación la carretera se puede apreciar una geometría compuesta por tangentes cortas curvas cerradas, mientras que en el sector 02 de la zona de estudio (La Oroya – Huancayo) está compuesta por zonas de tangentes largas y curvas abiertas a lo largo del tramo.

- ✓ Geografía: Se puede apreciar dos tipos de geografías predominantes a lo largo de la zona de estudio, en el sector 01 del proyecto que tiene una geografía mayormente accidentada y el sector 02 donde predomina una geografía más llana.
- d) Presupuesto Contractual del Proyecto. El presupuesto establecido para la ejecución del proyecto ascendió a un monto de 974,311.94 – novecientos setenta y cuatro mil trescientos once con 94/100 soles, este presupuesto está desagregado en las siguientes partidas (Véase Anexo 2).
- e) Cronograma Contractual de Ejecución de Obra. El tiempo de ejecución del proyecto, según el contrato fue de 8 semanas, del 7 de agosto del 2020 al 30 de setiembre del mismo año, tal como lo muestra el cronograma contractual (Véase Anexo 1). Cabe recalcar que se tomó como punto de inicio el desarrollo de actividades productivas y como punto final, el último día de levantamiento de observaciones.

5.2. Descripción de los Procesos Constructivos en Obra

5.2.1. Proceso de Fresado de Lomos en Carpeta Asfáltica

- Señalización y Delimitación de área de trabajo: Consistió en usar elementos de seguridad como lo fueron: conos reflectivos (pueden ser de 1m o 1.5m), tranqueras de madera, paletas de señalización y el uso de dos (2) vigías, una en cada extremo de la zona de trabajo. Cada extremo de trabajo constó de una isla que se encargaba de detener o dar pase al tráfico vehicular, y la zona de trabajo estaba delimitada por cuchillas con conos de seguridad. Tal como podemos ver en la siguiente figura:



Figura 12: Isla en el extremo de la zona de trabajo

Nota: Se establecerán 2 islas en cada extremo de la zona de trabajo, estas islas deberán estar como mínimo a 50 metros de la zona de trabajo. Elaboración Propia.

- Inspección de Tramos: Consistió en una inspección visual e in situ en el cual se utilizó una regla de metal de 3 metros de largo, que se colocaba de manera transversal sobre la carpeta asfáltica, para posteriormente usar una cuña, de metal o madera, para medir el nivel de deformidad de la carpeta, tal como se puede apreciar en la siguiente figura. Así mismo, de acuerdo a la inspección se determinaba si el tramo inspeccionado requería de una intervención.



Figura 13: Inspección In Situ del estado de la carpeta asfáltica

Nota: Se inspecciona los tramos con desperfectos en la carpeta asfáltica y se toman mediciones de los defectos. Elaboración propia.

- Delimitación de Área de Fresado: Actividad inmediatamente posterior a la inspección, la cual consistía en establecer el ancho a fresar para así obtener un estado óptimo en la cual se pueda aplicar una mezcla asfáltica.

Esta área a fresar fue delimitada con la mayor exactitud posible, debido a que un exceso de fresado en la carpeta asfáltica pudo ser perjudicial al momento de la aplicación del micropavimento. Véase la siguiente figura:

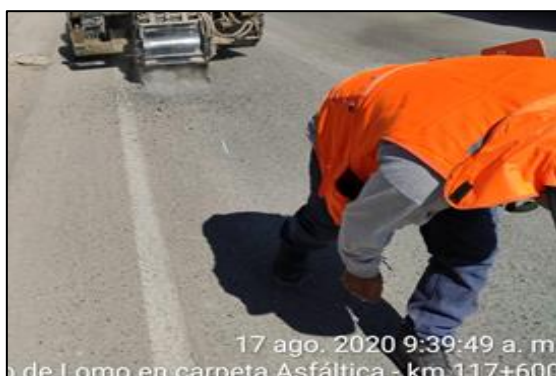


Figura 14: Delimitación del área de fresado

Nota: Con ayuda de tiza se delimita el recorrido donde se fresará la carpeta asfáltica, esto se repite en cada tramo. Elaboración Propia.

- Fresado de lomos con minicargador: Después de la delimitación y haber establecido una zona de trabajo debidamente señalizada, se procedió a fresar con un minicargador adaptado con una fresadora. Dependiendo de la severidad de la deformación de la carpeta asfáltica, se procedía a pasar en reiteradas ocasiones el minicargador con la fresadora hasta obtener un resultado que permitía una correcta aplicación del micropavimento, tal como se puede observar en la siguiente figura:



Figura 15: Fresado de lomos con minicargador

Nota: El minicargador fresará cada tramo marcado anteriormente. Elaboración Propia.

- Limpieza de material excedente: Era la actividad final, la cual consistía en acumular el material excedente proveniente del fresado de la carpeta asfáltica, el cual era acumulado y posteriormente llevado a un acopio para su reciclaje, tal como se muestra a continuación:



Figura 16: Acumulación y eliminación de material excedente

Nota: Elaboración Propia.

5.2.2. Proceso de Tratamiento de Fisuras

- Rocío de Emulsión con agua: Se procedía a mezclar emulsión y agua con una dosificación adecuada, para que la emulsión penetrase con mayor facilidad las fisuras y/o grietas, para posteriormente rociar a la carpeta asfáltica, tal como podemos visualizar en la siguiente figura:



Figura 17: Rocío de emulsión con agua

Nota: Rocío a grietas y/o fisuras detectadas en la inspección. Elaboración Propia

- Esparcimiento arena fina húmeda: Consistió en esparcir arena húmeda fina, para que al momento de hacer contacto con la emulsión esta se adhiera de manera óptima, penetrando de esta manera la arena en las fisuras y/o grietas, creando así un parche, como se visualiza a continuación:

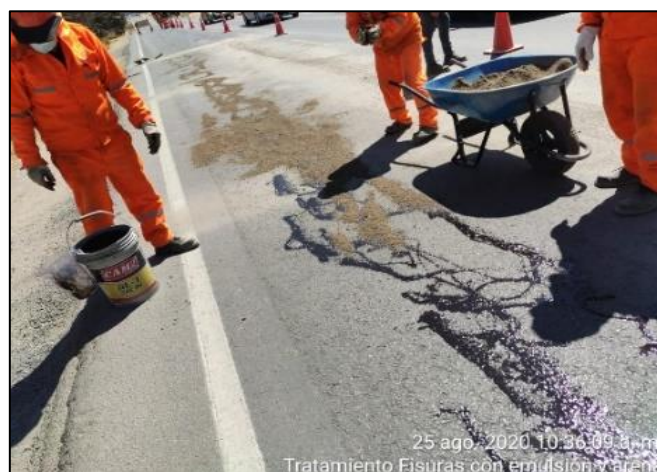


Figura 18: Esparcimiento de arena fina húmeda

Nota: Elaboración Propia.

5.2.3. Proceso de Bacheo en Frío

- Delimitación de zona de aplicación: Se hizo una inspección in situ para determinar la severidad de deformación de la carpeta asfáltica, dependiendo del deterioro de esta, el capataz de la cuadrilla determinaba cuantas capas de mezcla en frío se aplicarían para poder subsanar el deterioro de la carpeta, véase la siguiente figura:



Figura 19: Inspección in situ de la carpeta asfáltica

Nota: Elaboración Propia.

- Aplicación de mezcla en frío: Una vez que se determinaba la zona de aplicación y el número de capas a aplicar, se procedió a usar un trompo mezclador para obtener una mezcla más homogénea, y así aplicar la mezcla sobre la zona deteriorada, como se ve en la siguiente figura:



Figura 20: Aplicación de mezcla en frío (Bacheo)

Nota: Las capas necesarias dependen del deterioro de la vía. Elaboración Propia.

5.2.4. Proceso de Aplicación de Micropavimento

- Plan Transitorio Provisorio. El objetivo principal fue establecer las pautas, prácticas y procedimientos de seguridad vial a seguir durante la ejecución de los trabajos para la aplicación de micro pavimento. Estas fueron medidas temporales adoptadas por el proyecto para mitigar el riesgo de los usuarios durante el paso por la carretera; también tuvo como función minimizar y/o evitar los accidentes de tránsito, haciendo cumplir estrictamente las normas y estándares de prevención de riesgos.

Identificación de Peligros asociados a la ejecución de las actividades. Se realizó el análisis de identificación de peligros asociados a la ejecución de los trabajos de reforzamiento, dichos peligros se resumen en los siguientes:

- ✓ Atropellos.
 - ✓ Choques.
 - ✓ Golpes.
 - ✓ Corte / Amputación.
 - ✓ Caídas a nivel y a diferente nivel.
 - ✓ Exposición a ruido prolongado.
 - ✓ Lesión por proyección de objetos y partículas.
 - ✓ Lesión por quemaduras / cáncer a la piel / deshidratación.
 - ✓ Lesiones en la columna.
 - ✓ Manejo de sustancias peligrosas
 - ✓ Exposición a climas adversos
 - ✓ Psicosociales
 - ✓ Problemas ergonómicos
 - ✓ Tormentas eléctricas
 - ✓ Vibraciones
 - ✓ Volcaduras
- Equipos de Protección Personal (EPP). Los equipos de protección personal constituyeron uno de los conceptos más básicos en cuanto a la seguridad en el lugar de trabajo y fueron necesarios siempre y cuando los peligros no han podido ser eliminados por completo o controlados.

Tales como fueron: casco, zapato de seguridad, lentes de seguridad, tapones auditivos, guantes de cuero, guantes de jebe, tyveks y mascarilla.

- Equipos de Protección Colectivo (EPC) Se consideró los siguientes EPC para la ejecución de las actividades de las actividades: conos de seguridad, tranqueras, chavos, paletas de pare y siga.
- Señalización. La señalización del área de trabajo, tomó en consideración lo señalado en el Capítulo IV del “Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras” y se siguió los principios básicos establecidos para la señalización en general. Los objetivos de toda señal y dispositivo de control del tráfico fueron:
 - ✓ Llevar a cabo una necesidad específica.
 - ✓ Mandar atención.
 - ✓ Dar un sentido claro y simple.
 - ✓ Mandar respeto de todos los motoristas, y
 - ✓ Dar tiempo adecuado para responder apropiadamente.

Con respecto a la señalización vertical:

- ✓ Todas las señales temporales tendrán fondo de color naranja, así como letras y marco de color negro, los cuales deberán ser reflectivos y visibles de noche.
 - ✓ Con respecto a dimensiones, las señales temporales preventivas serán de 0.90m x 0.90m y las señales temporales informativas serán de 0.75m x 1.20m.
 - ✓ En caso de ser necesario se utilizarán señales sobre caballetes, las señales deberán estar al menos 0.30 m sobre el nivel de la vía.
- Ubicación y Colocación:
 - ✓ Las señales temporales fueron colocadas en lugares que permitan la mayor efectividad y claridad del mensaje que se daba, teniendo en cuenta las características físicas de la vía, la ubicación elegida permitió que el conductor reciba el mensaje con determinada anticipación.

- ✓ Las señales temporales se colocaron al lado derecho del sentido del tránsito vehicular, en el caso se hubiese necesitado dar un mayor énfasis al mensaje, se podía utilizar por duplicado la señal tanto a la derecha como a la izquierda.
 - ✓ Las señales temporales fueron montadas en soportes portables a fin de permitir su cambio de colocación de acuerdo a las características del tráfico y/o contexto de la zona.
- Control del Tránsito Provisorio. La implementación de las medidas para el control de tránsito, fue elaborada tomando en cuenta que se restringió el pase de vehículos a una sola vía en la carretera, para el presente plan se consideró el siguiente Control Temporal de Tránsito, tal como se aprecia en la siguiente figura:

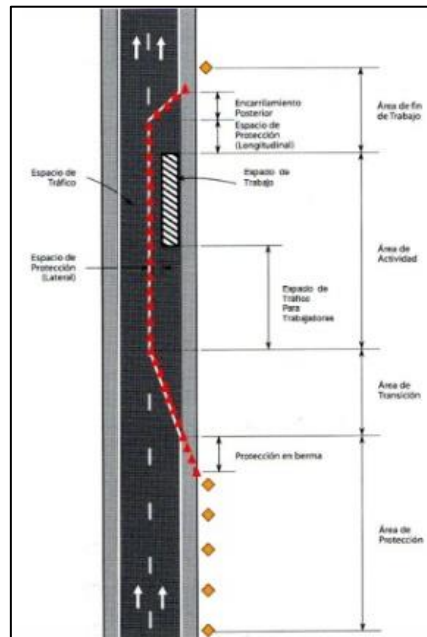


Figura 21: Tránsito Provisorio

Nota: Elaboración Propia.

- Área de Protección. En esta sección los conductores de vehículos se informaron por medio de las señales, la disminución de la velocidad, la presencia de desvío o un solo carril y no adelantar. Esta área se consideró como un área de amortiguamiento, en la que los conductores puedan disminuir su velocidad con el tiempo suficiente y sin sobresaltos.



Figura 22: Señalización de área de protección

Nota: Elaboración Propia

- Área de transición. El área de transición era la sección donde los vehículos eran encauzados fuera de su carril normal, hacia el otro carril, donde los vehículos atravesaron el espacio de tráfico. El redireccionamiento se realizó canalizando de manera adecuada a los vehículos al otro carril donde no se realiza ninguna actividad.



Figura 23: Delimitación de área de transición

Fuente: Elaboración Propia.

- Realización del Formato ATS y charla 5 minutos: se dio por parte de todo trabajador involucrado en la actividad para identificar los peligros, evaluando los riesgos asociados a la actividad y adoptar medidas de control necesarias para evitar dichos riesgos.



Figura 24: Charla 5min. de seguridad y ATS

Nota: Charla sobre las consideraciones a tener al ir a campo y llenado de los ATS por parte de los trabajadores a cargo del Ingeniero de seguridad. Elaboración Propia.

- Abastecimiento del Micropavimentador: el camión Micropavimentador fue abastecido con agua, emulsión y cemento; así mismo, tanto el camión de cisterna de agua y emulsión fueron abastecidos de agua y emulsión asfáltica respectivamente. Los materiales a usar en la mezcla de micropavimento debieron cumplir con las condiciones básicas que ordena la ISSA, estas condiciones son:
 - ✓ Del agregado: el agregado mineral utilizado en la mezcla asfáltica de micropavimento debió ser molido, es decir piedra chancada, y según el tipo de micropavimento que se va a aplicar debió cumplir con la siguiente granulometría:

Tabla 5: Tabla de gradación de agregados según tipo de micropavimento

TAMIZ TAMAÑO	TIPO II PORCENTAJE QUE PASA	TIPO III PORCENTAJE QUE PASA	RESERVAS TOLERANCIA
3/8" (9,5 mm)	100	100	
#4 (4,75 mm)	90 – 100	70 – 90	±5%
#8 (2,36 mm)	65 – 90	45 – 70	±5%
#16 (1,18 mm)	45 – 70	28 – 50	±5%
#30 (600 µm)	30 – 50	19 – 34	±5%
#50 (330 µm)	18 – 30	12 – 25	±4%
#100 (150 µm)	10 – 21	7 – 18	±3%
#200 (75µm)	5 – 15	5 – 15	±2%

Nota: El porcentaje de agregado que pase dos tamices sucesivos no cambiará de un extremo del rango especificado al otro extremo. Tomado de (International Slurry Surfacing Association, 2010).

- ✓ Relleno mineral/filler/cemento: se usó un relleno mineral o filler para mejorar la consistencia de la mezcla y ajustar propiedades de fractura o

tiempo de fraguado, entre los tipos de relleno mineral que se utilizó estuvieron: el cemento Portland, hidróxido de calcio, polvo de caliza, cenizas volantes; los porcentajes a usar varió entre el 0 al 3%, este porcentaje dependió del diseño del micropavimento.

- ✓ Agua: el agua a usar para la mezcla de micropavimento debió de estar libre de agentes contaminantes como sales perjudiciales y contaminantes, si en caso se tiene duda del agua a usar, se debió realizar análisis pertinentes para asegurar la calidad de esta.



Figura 25: Abastecimiento de material e insumos para micropavimento

Nota: La Micropavimentadora es llenada de material y se recopilan los insumos necesarios para ir a campo. Elaboración Propia.

- Delimitación de zonas para la protección: se colocó elementos de seguridad y señales que adviertan a los vehículos de la ejecución de los trabajos; se delimitó zonas de inicio de obra, zona de transición, zona de trabajo y zona de fin de obra; también, se realizó el trazado y marcas sobre la carpeta asfáltica suficientemente visibles para que el conductor del camión micropavimentador se guiase.



Figura 26: Delimitación de zona de trabajo y aplicación de micropavimento

Nota: Una vez se llega a campo, se delimita los tramos donde se aplicará el micropavimento, según la cantidad de líneas (milímetros). Elaboración Propia.

- Corroboración de condiciones ambientales adecuadas para la aplicación: según la norma International Slurry Surfacing Association (ISSA) A143 para el rendimiento del micropavimento, el micro pavimento puede aplicarse cuando la temperatura atmosférica y como la del pavimento se encuentren por encima de los 45°F (7°C).
- Limpieza de la zona de trabajo: se limpió el tramo a aplicar usando una compresora de aire y se dejó lista la superficie para que el camión Micropavimentador proceda a colocar micropavimento.



Figura 27: Limpieza de la zona de aplicación con compresora de aire

Nota: Elaboración Propia.

- Aplicación del micropavimento: después de la limpieza del tramo, el equipo micropavimentador entró a la zona de trabajo para que luego se inicie con la aplicación. Los insumos y recursos usados que son empleados para la colocación del micropavimento fueron revisados por el área de calidad a fin de asegurar la calidad de la mezcla. Cabe resaltar que el primer día de actividad se realizó una calibración del equipo Micropavimentador con el objetivo de ajustar al diseño del micropavimento utilizado en el proyecto.



Figura 28: Aplicación de micropavimento

Nota: Elaboración Propia

5.3. Propuesta de Cronograma Lean

Antes del inicio del proyecto, el plazo de ejecución tenía una duración de 55 días, desde el 07 de agosto del 2020 hasta el 30 de setiembre del mismo año (Véase Anexo 1). Este plazo fue propuesto por la oficina técnica de la empresa VIAL-CON E.I.R.L. Sin embargo, con el fin de reducir el tiempo de ejecución del proceso de aplicación de micropavimento, por ser la más incidente en el cronograma de obra y el presupuesto, y por ende de todo el proyecto, se elaboró un cronograma maestro o meta, bajo los lineamientos del sistema del último planificador. Esta nueva programación tuvo como inicio el 06 de agosto del 2020 y como fecha de término el día 25 de setiembre del 2020, la realización de este cronograma meta, se hizo de forma colaborativa con los responsables de cada área de trabajo involucrada en el proyecto, entre ellos: administrativa, logística, oficina técnica, calidad, producción y jefes de cuadrillas (Véase Figura 44).

5.4. Garantizar que los Flujos no Paren

Para el desarrollo de la investigación se utilizó como medio la Filosofía Lean Construction, ya que, con ayuda de sus herramientas, se buscó mejorar la planificación tradicional que se realiza en obras de mantenimiento vial, esto con la finalidad de optimizar los procesos constructivos, es decir, que los flujos de trabajo sean continuos en programación como en tiempo. Nos enfocamos en planificar de una manera colaborativa hasta el nivel más bajo en la obra, disminuyendo al mínimo la variabilidad que puede surgir durante su ejecución; así mismo, analizamos a fondo los procesos constructivos buscando que sean más eficientes y productivos, generando así menos desperdicio en tiempo y mano de obra, como también, maximizando la rentabilidad del proyecto.

Para lograr que los flujos no paren se necesitaba una planificación integral desde los ingenieros a cargo, hasta los capataces de las distintas partidas que se realizaban durante la ejecución de la obra, es así que se analizaba que se hará más adelante y prever las restricciones para el desarrollo continuo del proyecto. Al tratarse de una obra de mantenimiento vial, era muy relevante el tema de tiempo y producción, ya que el alquiler de la maquinaria por día es muy significativo, por ello era vital que no se exceda el cronograma contractual y que los procesos constructivos dentro de la obra sea un flujo constante y productivo a la vez.

Es así que, para este fin, se implementó la herramienta Last Planner System para la planificación del proyecto, que abarca desde el plan maestro hasta un plan diario.

5.4.1. Sectorización

En este primer punto se realizó una división de los sectores en los que se realizaba el proyecto, esto con el fin de cuantificar la cantidad de producción que se realizaba en un cierto periodo de tiempo (días trabajados), con una cuadrilla determinada.

Contractualmente se había propuesto un rendimiento base de 2000 m²/día, dando una duración de 35 días a la ejecución del proceso de la aplicación de micropavimento; sin embargo, para poder mejorar este cronograma contractual se estableció un rendimiento meta que oscilaba entre 2250 a 2500 m²/día, esto dependía de la ubicación de los tramos que se iban a ejecutar, así mismo, para los trabajos preliminares, específicamente, el proceso de fresado de lomo en carpeta asfáltica, se tenía un rendimiento base de 180 m²/día, y se estableció un rendimiento meta de 250 m²/día. Cabe mencionar que estos rendimientos metas fueron establecidos de forma colaborativa con el área de producción, calidad y los capataces encargados de cada frente.

Para el proyecto se consideraron dos sectores en base a las distancias y ubicaciones de los tramos a intervenir, estos sectores fueron los subtramos 01 (Pte. Ricardo Palma – La Oroya) y el Subtramo 02 (La Oroya – Huancayo).

5.4.2. Dimensionamiento de cuadrillas

Inicialmente el proyecto se planteó la ejecución del proyecto con una cuadrilla para el proceso de aplicación de micropavimento y dos cuadrillas para el proceso de fresado de lomo en carpeta asfáltica; sin embargo, por temas internos de la empresa se contó con una sola cuadrilla para el proceso de fresado de lomos.

Así mismo, una vez establecida los rendimientos metas para cada sector, se plantearon las cuadrillas para cada actividad productiva, esto con el fin de cumplir con el cronograma meta; en tal sentido, usando el rendimiento meta y el metrado a ejecutar para cada sector, se obtuvieron los días proyectados de ejecución del proyecto, teniendo en cuenta que este nuevo plazo no exceda al contractual.

Tabla 6: Dimensionamiento de cuadrillas y días proyectados

Proceso de aplicación de micropavimento				
	Metrado (m ²)	Rendimiento (m ² /día)	Nro. Cuadrillas	Nro. Días
Sector 01	5010	250	1	20.04
Sector 02	3210	250	1	12.84
Proceso de fresado de lomos en carpeta asfáltica				
	Metrado (m ²)	Rendimiento (m ² /día)	Nro. Cuadrillas	Nro. Días
Sector 01	40602	2375	1	17.10
Sector 02	26103	2375	1	10.99

Nota: Elaboración Propia.

5.4.3. Implementación del Sistema de Control

Iniciaba con una planificación general o también conocido como cronograma meta, el cual iba variando durante la ejecución del proyecto, luego, se realizan programaciones intermedias, semanales y hasta diarias, según la actividad a desarrollar.

Así mismo, se llevaba a cabo un análisis de restricciones semanalmente para poder liberar actividades, las cuales eran programadas para su ejecución. Una característica especial de este sistema es que es una planificación colaborativa, es decir, que involucra a todo el equipo de trabajo, desde el nivel más alto al nivel más bajo de responsabilidad, esto para lograr una sinergia específica con un objetivo en común. El procedimiento de este sistema se puede apreciar en las siguientes figuras:

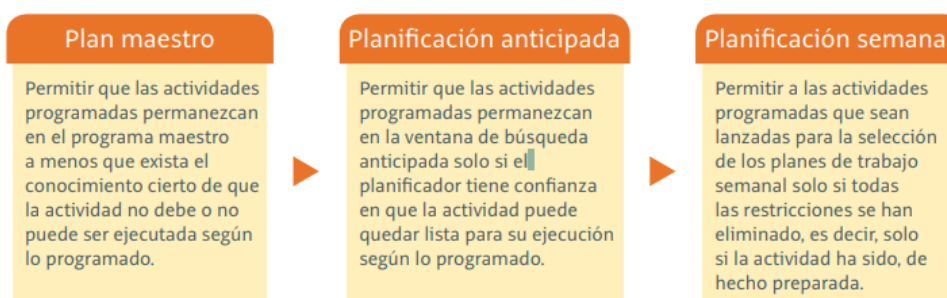


Figura 29: Secuencia de programación

Nota: Reglas para permitir que las actividades que se programen estén en cada nivel de jerarquía del sistema de programación. Tomada de (Pons & Rubio, 2019).

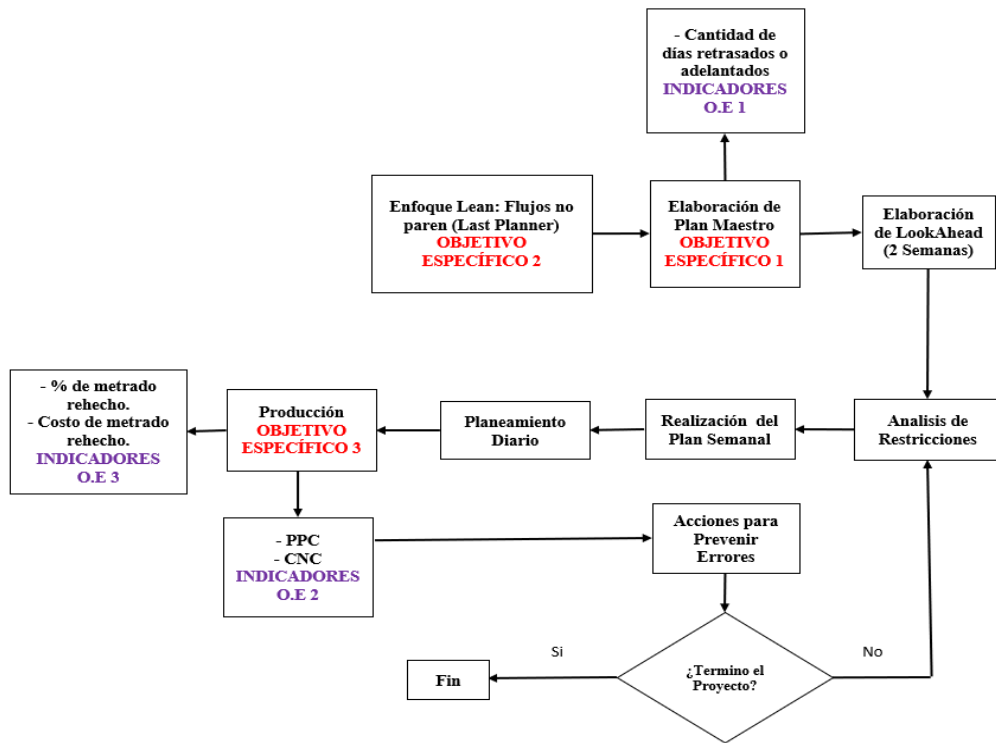


Figura 30: Implementación Last Planner System

Nota: Elaboración Propia.

5.4.4. Planificación Intermedia o Lookahead

Una vez completado el plan maestro, entraba a tallar las personas involucradas directamente con la ejecución de las actividades como lo eran capataces de las diferentes partidas e ingenieros a cargo, estos, trabajaban de manera colaborativa para hacer una planificación de 4 a 6 semanas; sin embargo, por la variabilidad a causa de la COVID-19, se consideró un lookahead de 2 semanas. El objetivo de esta planificación a 2 semanas era anticipar al equipo de trabajo sobre lo que se hará más adelante, y prever todo lo necesario para el correcto desarrollo de lo programado. Posteriormente a esto se realizaba un análisis de restricciones, las cuales eran liberadas en un tiempo determinado, obteniendo de esto actividades liberadas para ser colocadas en la programación semanal. A continuación, se muestra el lookahead de 2 semanas aleatorias, como se puede ver en la siguiente figura:

5.4.7. Plan Diario

Para nuestro caso, este era el último nivel de programación, ya que, por temas de clima y temperatura, solo se podían realizar trabajos desde las 6.30 am hasta las 14:00pm como máximo. Por lo que llevar a cabo una programación diaria-horaria era vital y ayudaba mucho para el control de las actividades y su ejecución. A continuación, se muestra un plan diario aleatorio, como se puede apreciar en la siguiente figura:

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Miercoles 26/08/2020					Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		
							07:30 a.m. - 08:00 a.m.	11:30 a.m. - 12:00 p.m.	12:30 p.m. - 01:00 p.m.	02:00 p.m. - 02:45 p.m.	02:45 p.m. - 03:00 p.m.			Sí	No	
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO															
2.10	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO															
A	Sectoros que presentan ahuellamiento															
4.00	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2														
	80+240	80+380	420.00			07:30 a.m. - 08:00 a.m.	x					420.00	420.00	x		
	90+100	90+150	160.00			11:30 a.m. - 12:00 p.m.		x				160.00	160.00	x		
	90+300	90+460	512.00			12:30 p.m. - 01:00 p.m.			x			512.00	512.00	x		
	90+800	91+100	960.00			02:00 p.m. - 02:45 p.m.				x		960.00	960.00	x		
	91+750	91+900	480.00			02:45 p.m. - 03:00 p.m.					x	480.00	480.00	x		

Figura 32: Plan Diario

Nota: Elaboración Propia.

5.5. Asegurar los Niveles de Servicio

Para garantizar que los niveles de servicio después la aplicación de micropavimento se cumplan, se aplicaron los principios del POKA YOKE como lo son: Detección y Mitigación; estos principios fueron aplicados a lo largo de la ejecución del proyecto, estableciendo procedimientos para cada uno de ellos y lograr el objetivo planteado de asegurar los niveles de servicio después de la aplicación de micropavimento.

5.5.1. El Principio de la Detección.

Se utilizó el principio de la detección, que establece que “se debe notar que está mal y detenerlo”, es decir identificar un error rápidamente para que se pueda hacer una inmediata corrección; se estableció una inspección in situ inmediatamente después de la aplicación del micropavimento para de esta manera subsanar cualquier error que se haya cometido evitando que dicho error se agrave.

1. En primera instancia se estableció una inspección visual por parte del área de calidad; en esta cuadrilla de calidad participaba el Técnico de Calidad que establecía de manera inmediata el estado de la mezcla asfáltica de micropavimento; teniendo en cuenta aspectos como la temperatura

ambiente y de la carpeta asfáltica, esto con el fin de establecer una óptima dosificación para que la mezcla tenga un desempeño adecuado al momento en la que se aplicaba y se evitaba posibles defectos como lo son una rotura inadecuada de la mezcla causando pérdidas tanto económicas y como de tiempo.

2. Paralelamente y de manera complementaria también se realizaba una inspección en los tramos aplicados; esta inspección consistía en usar una regla metálica de 1.5m de largo inmediatamente después de la aplicación de la mezcla de micropavimento; se colocaba la regla de manera transversal al eje del carril con la cual se corroboraba la corrección de los ahuellamientos. A continuación, se muestra una inspección in situ inmediatamente después de la aplicación, en la siguiente figura



Figura 33: Inspección in situ de la aplicación de micropavimento

Nota: Inspección in situ con regla para determinar la corrección del ahuellamiento de la carpeta inmediatamente después de la aplicación. Elaboración Propia.

5.5.2. El Principio de Mitigación

Se utilizó el principio de mitigación que establece que “no dejes que la situación se ponga tan mala”, es decir minimizar los efectos de los errores, para aplicar este principio se estableció una cuadrilla para la inspección interna de tramos aplicados con micropavimento en las 48 horas posteriores, esto con el fin asegurar el cumplimiento de los niveles de servicio.

1. Para la realización del control interno primero se determinaban parámetros para establecer si un tramo es aceptado; es decir cuándo y cuando no cumple los niveles de servicios establecidos por la concesionaria, en efecto de esto se estableció un formato de inspección que consistía en mediciones cada 10 metros de los tramos aplicados y se observaba si existía alguna

subsanaar dicho tramo evitando así futuras complicaciones con la inspección del supervisor.

5.6. Garantizar que los Procesos sean Eficientes

Para lograr que los procesos sean eficientes, se observaba en campo el desarrollo de los diferentes procesos constructivos referente a los trabajos preliminares, específicamente, el tratamiento de fisuras y el fresado de lomos de la carpeta asfáltica. Así mismo, con ayuda de la observación y una hoja de control, se tomaba apuntes de las acciones que tomen cada uno de los que constituyen la cuadrilla a evaluar.

5.6.1. Proceso de Fresado de Lomos y Tratamiento de Fisuras

Se buscó conocer a profundidad el desarrollo de la actividad, referente al uso de tiempos para realizar una acción, con esto detallaba la distribución del trabajo en un determinado tiempo, que puede oscilar desde los 30 a 60 minutos. Antes de las mediciones respectivas, se necesitaba conocer a fondo el desarrollo de la actividad y tomar en cuenta los puntos importantes de la misma, se tomaba en consideración lo siguiente:

- I. En base al PET (Procedimiento Escrito de Trabajo) de los trabajos preliminares, y a la observación del proceso en sí, se estableció diferentes tipos de trabajo, como lo son: Productivo, Contributorio y No Contributorio, que se describen a continuación:
 - a) Trabajo Productivo (TP)
 - Fresado de Lomos (FL): consistía en retirar de manera superficial el exceso de pavimento que está en mal estado.
 - Tratamiento de fisuras (TF): Corregimiento de las fisuras y/o grietas, en la carpeta asfáltica con emulsión y arena.
 - b) Trabajo Contributorio (TC)
 - Delimitación zona de fresado (DF): consistía en marcar la carpeta asfáltica con spray según la progresiva a intervenir.
 - Dirección de minicargador (DM): acción por la cual el capataz guía al operario de la fresadora por las marcas.
 - Revisión de tramos fresados (RF): consistía en revisar de manera visual los tramos que ya fueron fresados.

- Acumulación de material excedente (AC): acción por la cual se acumula los restos del pavimento con ayuda de escobas y rastrillos.
- Eliminación de material excedente (EL): consistía en cargar el material excedente acumulado al camión baranda con ayuda de lampas.
- Delimitación zona de trabajo (DT): acción por la cual se establecen islas y cuchillas necesarias para delimitar la zona de trabajo.
- Traslado (TR): consistía en desplazar maquinaria y mano de obra de una zona de trabajo a otra.
- Dirección de personal (DP): acción por la cual se da órdenes al personal para realizar una acción en particular.
- Traslado Interno (TI): consistía en el movimiento dentro de la zona de trabajo y fresado.
- Recarga de material (RM): acción por la cual se provee de material (arena) a las carretillas para el tratamiento de fisuras.
- Movimiento de señalización (MS): consistía en mover conos, chavos, trancas dentro de la zona de trabajo.

c) Trabajo No Contributorio (TNC)

- Esperas (ES): se refirió al tiempo en el que la maquinaria y mano de obra no realiza ninguna acción por diferentes motivos a excepción de falta de combustible o desperfecto mecánico.
- Parada por falta de combustible (PC): consistía en el tiempo parado de personal y maquinaria por falta de combustible en la fresadora.
- Parada por desperfectos mecánicos (PM): acción en la que no se realiza actividad específicamente por desperfectos de la fresadora.

II. Se debía conocer el esquema organizacional de la cuadrilla encargada de ejecutar dicho proceso, como podemos visualizar en la siguiente figura:

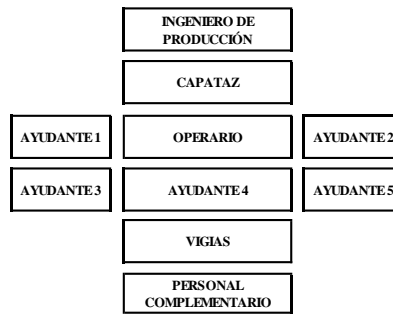


Figura 36: Esquema organizacional de la cuadrilla de trabajos preliminares

Nota: Elaboración Propia.

- Ingeniero de producción: profesional encargado de la planificación de los trabajos preliminares.
- Capataz: encargado que dirigía al personal y supervisar el desarrollo de las actividades relacionadas.
- Operario: responsable que operaba la maquina fresadora, y encargado de velar por su correcto funcionamiento y mantenimiento.
- Ayudante: encargados que movilizaban conos, chavos, trancas, acumular y eliminar material excedente.
- Vigías: personas responsables que coordinaban el pase vehicular ordenado en ambas direcciones, ubicadas al inicio y final de la delimitación de la zona de trabajo.

Para la realización de la carta balance de los trabajos preliminares se consideró a cuatro personas (un capataz, un operario y dos ayudantes), con cargos distintos, a los cuales se les realizó un seguimiento sin previo aviso, desde un lugar donde se tenga mejor visualización del desarrollo del proceso. Cabe mencionar que no se consideró a las vigías ni personal complementario, ya que no influyen directamente en la actividad. A continuación, se muestra el personal que se evaluaba en la carta balance en la siguiente figura:

Item	Nombres y Apellidos	Cat.
1	Donato Gomero	Capataz
2	Jerson Dic	Operario
3	Victor Urbano	Ayudante 1
4	Jhonny Capcha	Ayudante 2

Figura 37: Participantes evaluados en la carta balance

Nota: Elaboración Propia.

III. La toma de datos en campo, consistía en escoger una hora determinada durante el desarrollo de la actividad, en el cual se realizaba un seguimiento a los participantes antes mencionados, y se tomaba mediciones cada minuto, asignando un tipo de trabajo según lo mencionado en el punto I. Luego se realizaba las mediciones necesarias, estas eran volcadas en gabinete para su respectivo análisis, con la finalidad de optimizar los procesos, haciendo que sean más eficientes por medio de la redistribución de tareas, añadiendo recursos, cambiando maquinarias, etc.

IV. Para conocer a profundidad el proceso de los trabajos preliminares se realizó 300 mediciones, durante las primeras 2 semanas de ejecución de la obra, donde cada medición equivale a una duración de 1 minuto.

Luego de la recopilación de información en campo, se digitalizó las plantillas en hoja de Excel (Véase Anexo 57). En la siguiente figura podemos observar el comportamiento y distribución de porcentaje de tiempo según los tipos de trabajo durante las primeras semanas:

Tipo de trabajo	Código	Descripción	Número de Mediciones					PROMEDIO
			1 al 60	61 al 120	121 al 180	181 al 240	241 al 300	
TP	FL	Fresado de lomos	15%	14%	15%	13%	13%	14%
	TF	Tratamiento de fisuras	0%	0%	0%	3%	0%	1%
TC	DF	Delimitación zona de fresado	4%	5%	4%	4%	3%	4%
	DM	Dirección de minicargador	14%	13%	9%	7%	4%	9%
	RF	Revisión de tramos fresados	1%	1%	1%	3%	5%	2%
	AC	Acumulación de material excedente	20%	20%	22%	19%	13%	19%
	EL	Eliminación de material excedente	15%	15%	10%	12%	17%	14%
	DT	Delimitación zona de trabajo	0%	0%	0%	0%	2%	0%
	0	Traslado	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	DP	Dirección de personal	4%	3%	5%	3%	4%	3%
	TI	Traslado Interno	2%	3%	2%	6%	5%	4%
	RM	Recarga de material	0%	0%	0%	3%	0%	1%
	MS	Movimiento de señalización	0%	0%	0%	1%	1%	0%
TNC	ES	Esperas	25%	26%	33%	27%	34%	29%
	PC	Parada por falta de combustible	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	PM	Parada por desperfectos mecánicos	0%	0%	0%	0%	0%	0%
TOTAL			100%	100%	100%	100%	100%	100%

Figura 38: Distribución de mediciones por porcentaje según tipo de trabajo

Nota: Elaboración Propia.

V. Con ayuda de las cartas balance realizado durante las primeras semanas de ejecución del proyecto, se conoció a profundidad el proceso y las deficiencias de los trabajos preliminares en observaciones de 60 minutos.

Conforme se veía algún tipo de trabajo que no figuraba en el formato establecido, se iban agregando día a día. A continuación, se mostrará la carta balance registrada en campo el día 20 de agosto del 2020 y la descripción de lo que se analizó en gabinete:

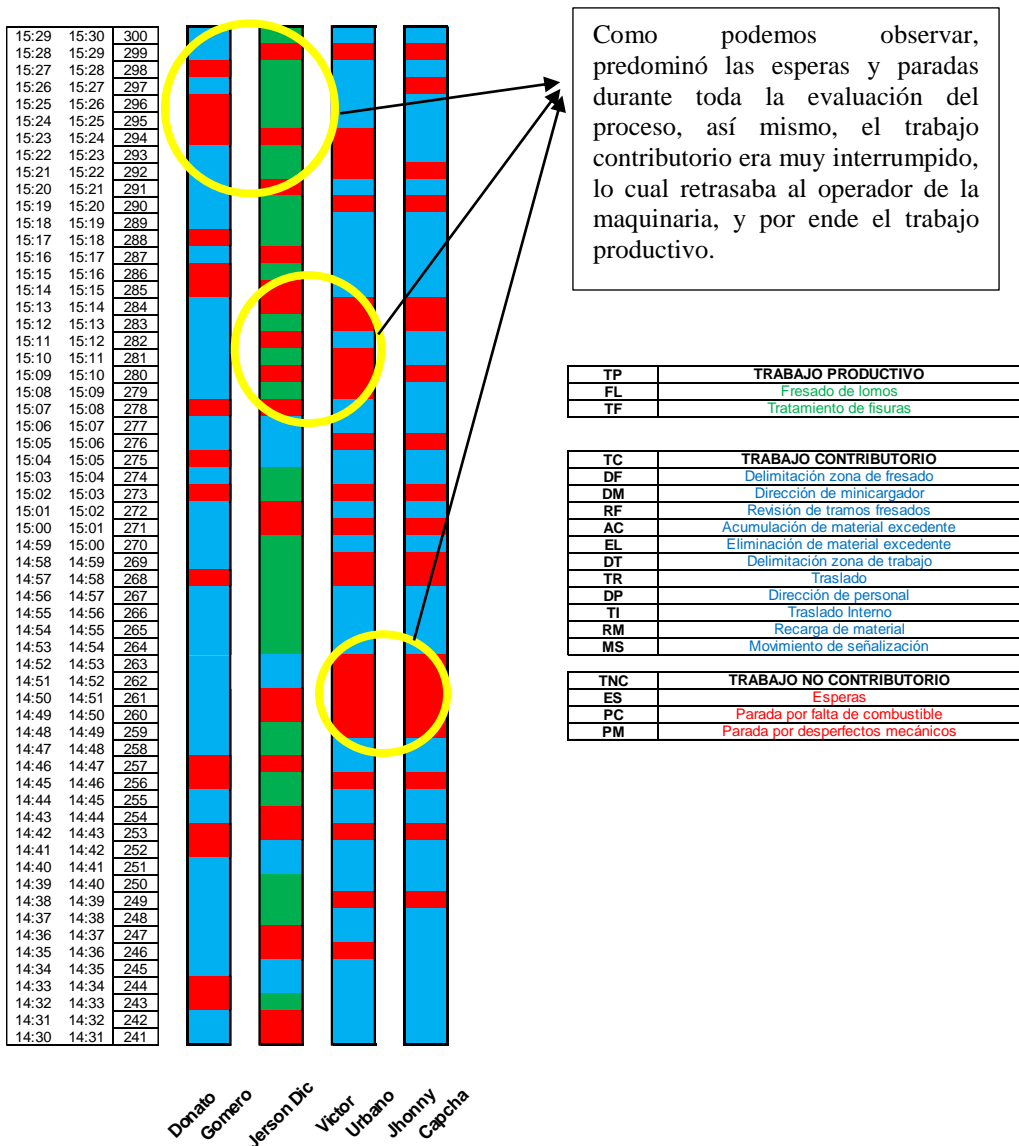


Figura 39: Carta balance 20/08 – Medición N° 241 al 300

Nota: Elaboración Propia.

Las cartas balance realizadas el 10,13,15 y 17 de agosto se muestran en los Anexos 58, 59, 60 y 61, respectivamente, donde se vio una gran concentración de trabajos contributorios y una cantidad considerable de trabajos no contributorios. Así mismo en la Figura 38 observamos que los subprocesos más observados fueron las esperas, acumulación y eliminación de material excedente.

Esto se debía a que no se contaba con las herramientas adecuadas, mala ubicación del camión baranda, falta de personal, falta de comunicación entre capataz y ayudantes e inexistencia de una planificación colaborativa entre la cuadrilla y el ingeniero de producción.

VI. Luego de analizar la información de campo, en gabinete, y se reconoció los puntos débiles y carencias del proceso de desarrollo de los trabajos preliminares, se procedió a proponer mejoras de forma colaborativa entre el ingeniero de producción, capataz y oficiales. Para esto se habilitó una sala, con todas las medidas preventivas como indica el protocolo de bioseguridad, donde se mostró el análisis realizado y su influencia en la producción. Luego de la participación de los antes mencionados, se tomaron algunas acciones correctivas que se mencionan a continuación:

- a) Se inició por la planificación diaria de la actividad en forma colaborativa, de tal forma que la actividad no pare en ningún momento, ya que se tenía con anticipación todo lo necesario para que la actividad inicie y culmine según lo programado.
- b) Las herramientas de los ayudantes, como lo son rastrillos y escobas para acumular el material excedente, los cuales se rompían a pocos días de uso por la fuerza generada para arrastrar el material. Por lo que, los mangos de madera de las herramientas fueron reemplazadas por mangos de acero, soldadas con barras de acero a su estructura principal, alargando su vida útil y su desempeño. Estas herramientas modificadas se muestran en la siguiente figura:



Figura 40: Herramientas modificadas

Nota: Elaboración Propia.

- c) Se optó a que el camión baranda se movilizara en la misma dirección de la fresadora, pero en sentido contrario, de tal manera que todo el material excedente que quedaba del fresado de la carpeta asfáltica sea acumulado y a la vez depositado en ese mismo momento en el camión baranda.
- d) Se aumentó 2 ayudantes más a la cuadrilla, para trabajos complementarios, los cuales ocupaban a los ayudantes encargados de la acumulación y eliminación del material excedente.



Figura 41: Reubicación del camión baranda y aumento de personal

Nota: Elaboración Propia.

- e) Se optó por comprar una carreta, que traslade el minicargador, al momento que se tuvo que ir de una progresiva a otra, siempre y cuando esta distancia supere los 5km, ya que la carretera central es una vía de alto tránsito y se perdería tiempo en traslado de una zona de trabajo a otra.

- VII. Luego de definir las mejoras a implementar durante el desarrollo de los procesos, se realizó un seguimiento para corroborar su cumplimiento a fin de que estos sean más eficientes y óptimos. Para la verificación de la ejecución de dichas mejoras, se tuvo apoyo de un supervisor e ingeniero de producción, ya que, podría haber cierto rechazo a las nuevas medidas tomadas, causar mermas a la productividad, etc. Sin embargo, hubo una gran aceptación y predisposición por parte de la cuadrilla.
- VIII. Una vez implementadas las mejoras a los procesos, se inició con la toma de datos para las cartas balance, que ayudaron al posterior análisis y se conoció las mejoras que se obtuvieron.

En la Figura 42 podemos ver los promedios por porcentaje de la distribución de trabajo para los procesos de los trabajos preliminares, donde se logró reducir el trabajo no contributivo, aumento del trabajo contributivo y productivo. A continuación, se muestra el cuadro de registro de la distribución de las mediciones:

Tipo de trabajo	Código	Descripción	Número de Mediciones									
			1 al 60	61 al 120	121 al 160	161 al 200	201 al 250	251 al 310	311 al 370	371 al 430	431 al 490	PROMEDIO
TP	FL	Fresado de lomos	18%	16%	18%	17%	21%	23%	21%	21%	23%	20%
	TF	Tratamiento de fisuras	16%	6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%
TC	DF	Delimitación zona de fresado	3%	8%	3%	3%	1%	1%	3%	3%	3%	3%
	DM	Dirección de minicargador	3%	10%	15%	18%	19%	20%	18%	18%	18%	16%
	RF	Revisión de tramos fresados	2%	1%	0%	0%	0%	0%	2%	1%	1%	1%
	AC	Acumulación de material excedente	23%	28%	44%	24%	39%	42%	27%	38%	26%	32%
	EL	Eliminación de material excedente	0%	0%	0%	15%	8%	6%	21%	10%	21%	9%
	DT	Delimitación zona de trabajo	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	0	Traslado	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	DP	Dirección de personal	12%	3%	6%	3%	5%	3%	2%	2%	2%	4%
	TI	Traslado Interno	3%	4%	4%	11%	2%	3%	4%	3%	2%	4%
	RM	Recarga de material	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
MS	Movimiento de señalización	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
TNC	ES	Esperas	20%	15%	11%	11%	5%	1%	3%	3%	5%	8%
	PC	Parada por falta de combustible	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	PM	Parada por desperfectos mecánicos	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%
TOTAL			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

Figura 42: Distribución de mediciones por porcentaje según tipo de trabajo

Nota: Elaboración Propia.

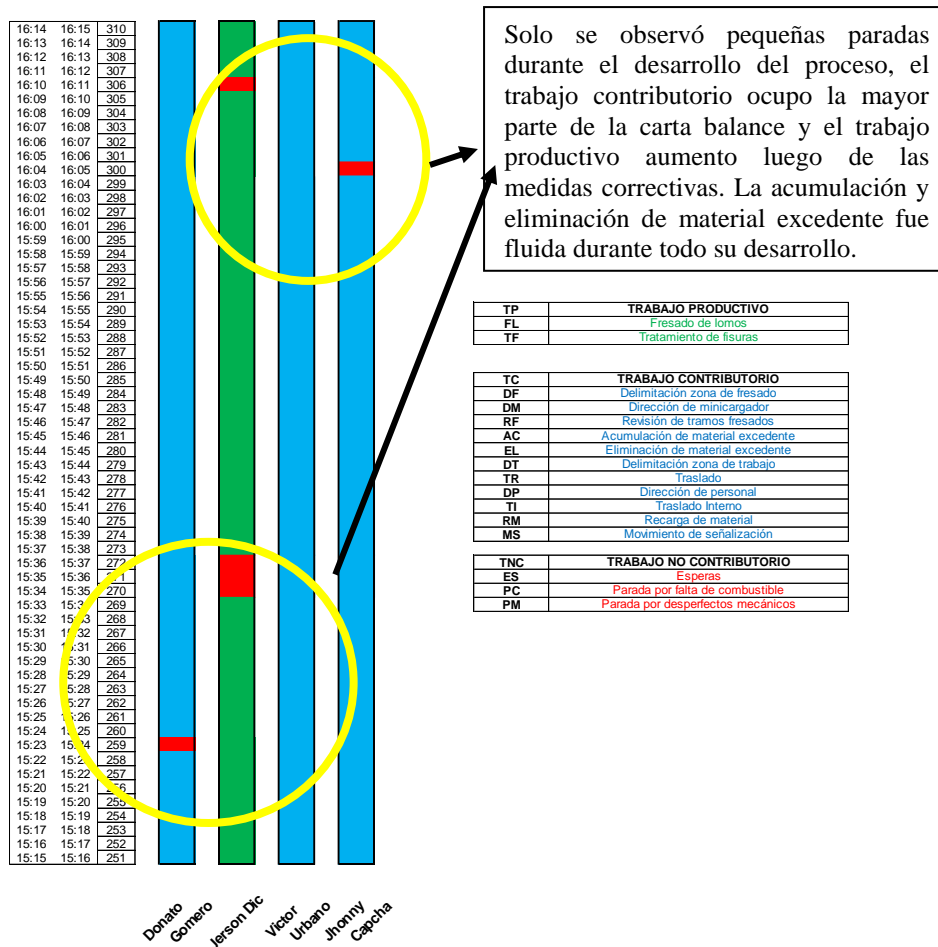


Figura 43: Carta balance 11/09 – Medición N° 251 al 310

Nota: Elaboración Propia.

Las cartas balance realizadas el 29 de agosto, 01 (dos), 04, 09, 17, 18 y 19 de setiembre se muestran en los Anexos 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68 y 69 respectivamente, donde se visualiza una mayor concentración de trabajos contributorios y una decaída considerable en los trabajos no contributorios. Así mismo, en la Figura 42 se observó que los subprocesos más observados fueron la acumulación de material excedente y fresado de lomos.

Tabla 7: Cantidad de días adelantados o atrasados por Subtramo

	Cantidad de días	Proceso de fresado de lomos	Proceso de aplicación de micropavimento
Subtramo 01 (Huancayo – La Oroya)	Adelantados	2	1
	Retrasados	--	--
Subtramos 02 (La Oroya – Pte. Ricardo Palma)	Adelantados	3	2
	Retrasados	--	--
Cantidad total de días adelantados		5	3
Costo promedio por día		S/ 5,529.36	S/ 17,426.00
Sub total		S/ 27,646.80	S/ 52,278.00
Total		S/ 79,924.80	

Nota: Se presenta el cuadro para los procesos de aplicación de micropavimento y fresado de lomos, así mismo sus costos promedios por día de producción (Véase Anexo 3 y 4). Elaboración Propia.

6.1.2. Resultados de Garantizar que los Flujos no Paren

Tabla 8: Porcentaje de plan cumplido y causas de no cumplimiento

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC) Y CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO (CNC)						
Semanas	Act. Realizadas	Act. No Cumplidas	PPC	CNC	Promedio semanal ejecutado	
					Tratamiento de fisuras (ml.)	Fresado de lomos (m²)
Semana 1	0	2	0%	EQ.	--	169.00
Semana 2	4	2	67%	PROG. y EQ.	--	310.46
Semana 3	1	5	17%	PROG. y EQ.	--	154.99
Semana 4	6	2	75%	PROG. y EQ.	166.50	298.93
Semana 5	4	1	80%	PROG.	--	284.81
Semana 6	6	1	86%	EQ.	475.00	303.63
Semana 7	6	0	100%	--	250.67	270.43

Nota: Elaboración Propia.

6.1.3. Resultados de la Mejora del Control de Calidad

Tabla 9: Cuadro de resultados de la mejora del control de calidad

	Subtramo 1	Subtramo 2	Total
Metrado total intervenido (m²)	40490.6	26582.6	67073.2
Metrado total de tramos rehechos (m²)	3281.2	2553.0	5834.2
Costo promedio de aplicación de micropavimento (S/.)			S/ 7.74
Costo de metrado rehecho (S/.)	S/ 25,396.49	S/ 19,760.22	S/ 45,156.71
Cantidad de tramos aceptados (und.)	82	45	127
Cantidad de tramos no aceptados (und.)	9	6	15
Porcentaje de metrado rehecho (%)	8.10%	9.60%	8.70%
Porcentaje del costo de metrado rehecho (%)	2.61%	2.03%	4.63%
Porcentaje de tramos aceptados (%)	90.11%	88.24%	89.44%
Porcentaje de tramos no aceptados (%)	9.89%	11.76%	10.56%

Nota: Elaboración Propia.

6.1.4. Resultados de Lograr que los Procesos sean Eficientes

Tabla 10: Tipo de trabajo en porcentaje de los trabajos preliminares

Aplicación de Carta Balance en los Trabajos Preliminares				
Tipo de trabajo		Antes	Después	Variación
Trabajo Productivo	TP	14.95%	22.17%	7.22%
Trabajo Contributorio	TC	56.15%	69.39%	13.24%
Trabajo No Contributorio	TNC	28.90%	8.44%	20.46%

Nota: Elaboración Propia.

6.2. Análisis e Interpretación de los Resultados

En este ítem se realizó el análisis e interpretación de los datos obtenidos de la aplicación de los instrumentos de recolección y se interpretó estos resultados en base al desarrollo de los capítulos teóricos, a fin de dar respuesta a los objetivos de la investigación.

6.2.1. De la propuesta de Cronograma Lean

El método para la recolección de datos fue la aplicación de las herramientas de la Filosofía Lean Construction y los instrumentos como: Last Planner System, plan maestro, lookahead, análisis de restricciones, plan semanal, plan diario y carta balance.

El objetivo de este apartado fue la de proponer un cronograma, Lean, con la finalidad de reducir el tiempo de ejecución del proceso de aplicación de micropavimento, la cual se expresó en cantidad de días adelantados o retrasados, respecto al cronograma contractual y a su vez esta puede ser representada en costo ahorrado o gastado respecto del presupuesto contractual. Para el subtramo 1 y 2, el proceso de fresado de lomos tuvo un adelanto de 2 y 3 días, respectivamente; así mismo para el proceso de aplicación de micropavimento un adelanto de 1 y 2 días. En teoría se adelantó 8 días del proyecto en general, esto indica que se aumentó la producción diaria contractual y se trabajó de manera colaborativa entre las áreas, gracias a los principios de la Filosofía Lean Construction, para este caso puntual el plan maestro fue de vital importancia ya que demarca las metas y es de allí que surgen las demás programaciones desde el look ahead hasta la planeación diaria, donde se buscó la menor variabilidad posible. Así mismo, se puede apreciar un efecto positivo de la aplicación de las herramientas de la Filosofía Lean Construction, haciendo más rentable económicamente la ejecución del proyecto.

6.2.2. Análisis de Garantizar que los Flujos no Paren

El objetivo de este punto fue mejorar el plan de seguimiento y control a fin de mantener un flujo continuo en los trabajos preliminares, esto mediante la evaluación del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) y las Causas de No Cumplimiento (CNC), los cuales son indicadores del Last Planner System. Para esto se realizó desde un plan maestro hasta una programación semanal y diaria, tomando en cuenta el análisis de restricciones y haciendo mejora continua semana a semana para los trabajos preliminares y en general para todo el proyecto. Al principio del proyecto surgieron variabilidades que hicieron que el porcentaje de plan cumplido sea muy irregular, a lo cual se tomaron medidas correctivas logrando un ascenso continuo semana a semana como se ve en la Tabla 8, esto gracias a la planificación colaborativa, evaluación de las

restricciones y acciones correctivas. Así mismo las causas de no cumplimiento fueron disminuyendo conforme se iba avanzando, llegando a tener un PPC del 100% sin ninguna causa de no cumplimiento. Sin embargo, al existir una variabilidad alta en este tipo de proyectos ya que el metrado a ejecutar es en base a una inspección realizada unos meses atrás, existió errores en la programación, la cual se trató de manejar y buscar soluciones a corto plazo; por otro lado, los problemas de equipos se fueron absolviendo con requerimientos y mantenimiento preventivos semanales.

6.2.3. Análisis de la Mejora del Control de Calidad

El objetivo de este punto fue mejorar el control de calidad a fin de asegurar los niveles de servicio en la revisión de tramos aplicados, esto a través de la herramienta poka-yoke de la Filosofía Lean Construction la cual se basa en 6 principios los cuales son: eliminar, prevenir, reemplazar, facilitar, detectar y mitigar. Estas fueron muy importantes ya que se realizaba una inspección ocular y se tomaban medidas al momento de la aplicación de micropavimento, como también de entre 1 o 2 días después de la aplicación, esto para asegurar que los tramos aplicados cumplan con el nivel mínimo de servicio requerido por la supervisión interna y externa. Así mismo, como mejora continua se optó por disminuir el límite de nivel de servicio a <6 mm, por lo que se obtuvo que del metrado total de tramos intervenidos, solo el 8.70 % sea rehecho, representando esto el 4.63% del presupuesto contractual. Cabe recalcar que a pesar de las medidas tomadas durante la ejecución se presentaron peladuras y ahuellamientos, esto a causa de la aplicación o el diseño de mezcla del micropavimento, el cual se trató de mejorar día a día bajo los principios antes mencionados. Luego de la supervisión, solo se observaron 15 de los 127 tramos aplicados, representando una aprobación del 89.44 %, siendo muy aceptable, esto gracias a los principios aplicados de la herramienta poka-yoke. Anteriormente el promedio de porcentaje de metrado rehecho de 4 proyectos fue de 12.64% (Véase Anexo 56).

6.2.4. Análisis de Garantizar que los Procesos sean Eficientes

Para este apartado, no se tiene un objetivo como tal, pero su desarrollo fue muy importante para afianzar los objetivos específicos y por ende el general. Este punto se enfocó en que se garantice la eficiencia de los procesos constructivos,

expresados en la medición del trabajo productivo, contributorio y no contributorio del mismo, mediante la aplicación de la herramienta carta balance de la Filosofía Lean Construction. Con ello, se logró conocer a profundidad el desarrollo del proceso y la distribución de trabajos por porcentaje, para así tomar las medidas correctivas necesarias y convenientes de forma colaborativa con las personas encargadas del proceso. Luego, se volvió a aplicar la carta balance obteniendo un resultado óptimo, reflejado en el aumento del trabajo productivo y contributorio, como la disminución del trabajo no contributorio.

6.3. Contrastación de la Hipótesis

6.3.1. Hipótesis Específica 01

“Un cronograma, Lean, reduce el tiempo de ejecución del proceso de aplicación de micropavimento.”

- Según la Tabla 2 (ítem 3.2.2 – Operacionalización de las Variables), los indicadores del cronograma eran cantidad de días retrasados o adelantados. Como podemos visualizar en los resultados que se presentan en el ítem 6.1.1, para el proceso de aplicación de micropavimento se logró reducir el tiempo de ejecución en 3 días respecto al cronograma contractual. Por otra parte, para el proyecto en general, en el subtramo 2 se adelantó 1 día respecto al plan inicial, mientras que el subtramo 1 se adelantó 6 días.

Las herramientas de la Filosofía Lean Construction como el Last Planner System fueron implementados desde el inicio del proyecto, teniendo una repercusión positiva, situando al proceso de aplicación de micropavimento y al proyecto en sí, en adelante, la cual puede ser expresada en rentabilidad para la empresa, como lo muestra la Tabla 7.

6.3.2. Hipótesis Específica 02

“Un plan de seguimiento y control, mantiene un flujo continuo en los trabajos preliminares.”

- Llevando a cabo un correcto plan de seguimiento y control logramos mantener un flujo continuo en los frentes de trabajo; de los resultados que se presentan en el ítem 6.1.2 y 6.1.4, las primeras semanas de la implementación de la carta balance y los distintos niveles de programación,

el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) osciló de 0 a 50% en promedio como podemos verlo en la Tabla 8.

Conforme se aplicaron las medidas correctivas en base a las cartas balance realizadas se logró mantener un flujo continuo de trabajo, reflejado en la mejora de la productividad como lo vemos en la Tabla 10 y en la evolución ascendente del Porcentaje de Plan Cumplido desde la semana 4 a la semana 7 como se ve en la Tabla 8.

Con estas mejoras expresadas en los resultados, se garantizó que los flujos no paren y que los procesos sean eficientes, manteniendo un flujo continuo en los trabajos preliminares.

6.3.3. Hipótesis Específica 03

“Un control de calidad, asegura los niveles de servicio en la revisión de tramos aplicados.”

- Según la Tabla 2 (ítem 3.2.2 – Operacionalización de Variables), los indicadores de control de calidad eran porcentaje de metrado rehecho y porcentaje de costo del metrado rehecho. Se llevó a cabo un control de calidad interno, que aseguren los niveles de servicio mínimos establecidos por la supervisión del cliente; de los resultados que se presentan en el ítem 6.1.3, muestran que solo el 8.70% de todo el metrado de los tramos aplicados se volvió a rehacer, lo cual expresado en costo respecto al presupuesto inicial es el 4.63%; por otra parte, solo no se aceptó el 10.56% respecto a cantidad de tramos, como lo podemos ver en la Tabla 9, esto gracias a las inspecciones constantes y a la mejora continua entre el área de producción y de calidad, que de manera colaborativa se estableció que el mínimo nivel de servicio para la aceptación de tramos internamente sería $6\text{mm}<$, es decir el 50% de lo mínimo establecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), se garantizó con esto que se aseguren los niveles de servicios mínimos requeridos, sin impactar en tiempo y costo en el presupuesto inicial mediante un correcto control de calidad durante la ejecución del proyecto.

6.3.4. Hipótesis General

“Mejorando la planificación tradicional, se optimizan los procesos constructivos de una obra de mantenimiento vial.”

- Con lo planteado en los ítems 6.3.1, 6.3.2 y 6.3.3 podemos asegurar que con las diferentes herramientas de la Filosofía Lean Construction aplicados a la mejora de la planificación tradicional, se optimizó los procesos constructivos de una obra de mantenimiento vial en tiempo, costo y calidad de los mismos.

6.4. Discusión

A partir de los resultados obtenidos, aceptamos la hipótesis general que plantea que, mejorando la planificación tradicional, se optimizan los procesos constructivos de una obra de mantenimiento vial.

Los resultados guardan relación con lo que sostiene (Milián, 2018), (Ñavincopa, 2019), (Mengoa, Naiza, & Rivera, 2018), (Flores, 2016) y (Crespo, 2015), quienes señalan que las herramientas de la Filosofía Lean Construction tienen un impacto positivo en la planificación tradicional que se realiza en las distintas obras. Estos autores expresan que dicho impacto, repercute en la mejora de la programación y productividad, y otros también en la calidad de los procesos constructivos. Así mismo, (Millones, 2019) sostiene que mediante la aplicación de las herramientas se logró optimizar el proceso de perfilado de la subrasante, lo cual generó una reducción en el plazo de ejecución y en el presupuesto general de la obra; de la misma forma (Villamizar & Ortiz, 2016) sostiene que se logró un beneficio económico para la empresa a cargo, como también, mejoras en la productividad y control de los procesos. Lo antes mencionado es compatible con lo hallado en la presente investigación.

Por otra parte, (Brevis, 2018) sostiene que la planificación tradicional se basa en muchos supuestos, debido a la falta de conocimiento y de interés por parte de los profesionales a cargo por nuevas formas de planificar, reduciendo las variabilidades, los cuales son puntos fundamentales a los cuales ataca esta investigación.

Sin embargo, en lo que no concuerda el estudio realizado por (Parra, 2019) con la presente investigación, es que menciona que el análisis de datos realizados evidenció que no hay relación directa entre el Last Planner System y la mano de obra,

materiales, maquinaria y equipo; ya que, en este estudio estos factores antes mencionados son vitales dentro de la planeación semanal, diaria y en general de todo el proyecto.

Respecto a las bases teóricas, las herramientas de la Filosofía Lean pueden aportar beneficios al momento de implementarse en la planificación; sin embargo, a que ser muy consecuente al momento de programar semanalmente ya que el porcentaje de plan cumplido puede perder confiabilidad en caso se tracen metas fáciles de cumplir y puede no representar el avance real de la obra.

También podemos discutir que en todo momento se buscó cumplir con los requerimientos planteados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para beneficio de la población, obteniendo así vías de calidad y duraderas.

CONCLUSIONES

1. En relación a lo expuesto, mediante la propuesta del cronograma, Lean, se redujo el tiempo de ejecución del proceso de aplicación de micropavimento en 1 y 2 días para el subtramo 1 y 2, respectivamente, representando un adelanto de 4.76 % y 14.29 % del plan inicial, y 8.57 % del proyecto en general; esto significa un ahorro de S/. 79,924.80, equivalente a 8.20 % del presupuesto contractual del proyecto de mantenimiento vial, tal como podemos visualizar en la Tabla 7, siendo este, resultado de la comparación del cronograma contractual y Lean (Véase Figura 44 y Anexo 1).
2. A través de la mejora del plan de seguimiento y control como también, de la implementación de la carta balance, se logró mantener un flujo continuo en los trabajos preliminares y que los procesos sean eficientes, representado en el aumento del porcentaje de plan cumplido (PPC) desde 0% en la primera semana hasta el 100% en la última semana, tal como podemos ver en la Tabla 8; así mismo se obtuvo un aumento de 7.22% y 13.24% del trabajo productivo y contributorio, respectivamente, y la reducción del trabajo no contributorio en un 20.46%, tal como se puede visualizar en la Tabla 10.
3. Por medio de la mejora del control de calidad mediante la aplicación de algunos principios de la herramienta Poka Yoke, se aseguró los niveles de servicio en la revisión de tramos aplicados, ya que, de un total de 142 tramos aplicados (Véase Anexos 53, 54 y 55), el 89.44% fue aceptado; mientras que el 10.56% no, lo cual representa 8.70% de metrado rehecho, tal como lo podemos visualizar en la Tabla 9, es decir, 3.64% menos que el promedio de 4 proyectos anteriores (Véase Anexo 56) esto en base a los niveles de servicio mínimo ($6\text{mm}<$) establecido por la concesionaria de la vía; así mismo, se logró reducir el tiempo de levantamiento de observaciones en 3 días (Véase Figura 44 y Anexo 1).
4. Estas 3 conclusiones específicas, nos llevan a la conclusión general de que se optimizó los procesos constructivos de una obra de mantenimiento vial mediante la aplicación de las herramientas de la Filosofía Lean Construction.

RECOMENDACIONES

1. Consideramos que, es importante promover cursos electivos o capacitaciones referentes a la Filosofía Lean Construction en vista a los beneficios que puede aportar y su relación con otras metodologías que se manejan actualmente, esto aplicado para diferentes tipos de proyectos como de edificación, obras civiles y mantenimiento vial.
2. Sugerimos que, al momento de establecer la programación semanal, sea consecuente con las metas a trazar, ya que un porcentaje de plan cumplido puede ser muy alto al tener rendimientos fáciles de lograr, las mismas que no garantizan el cumplimiento real del cronograma de una obra.
3. Consideramos importante la implementación de capacitación del personal antes y durante el desarrollo del proyecto acerca de la metodología de trabajo, según los lineamientos de la Filosofía Lean Construction, a fin de lograr un compromiso unificado por parte del equipo y obtengan conocimiento de los beneficios que esta puede brindar.
4. Sugerimos que la aplicación de la carta balance se realice durante el desarrollo pleno de la actividad a evaluar, para así conocer verdaderamente el flujo que se necesita, para que el proceso sea más eficiente, a fin de mejorar la productividad y producción diaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aparicio, A. (27 de Marzo de 2014). *Ejemplo cronograma obra [Gráfico]*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/AntonioAparicio/ejemplo-crvalorizado-32812388>
- Ballard, & Howell. (2003). *An Update to The Last Planner*. Virginia: IGLC 11.
- Bianchetto, H. D. (2010). *OPTIMIZACIÓN DE LA DURABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS A PARTIR DE UN CORRECTO CONTROL DE CALIDAD*[Universidad Tecnológica Nacional, Argentina]. Buenos Aires. Obtenido de <https://www.fra.utn.edu.ar/upload/779a87fbb858582acdb2fdadecd81e36.pdf>
- Brevis, D. (2018). *MEJORA DE LA PLANIFICACIÓN DE OBRA, PARA OPTIMIZAR LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO "URBANIZACIÓN MERCADO MAYORISTA VEGA MONUMENTAL, ETAPA I"* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Constructor, Universidad Técnica Federico Santa María]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11673/45982>
- Burneo Panta, L. C. (2013). *MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL MANTENIMIENTO RUTINARIO DE UNA CARRETERA APLICANDO FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION* [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional PIRHUA. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/1752>
- Cervantes, J. C. (2004). *Planeación y control de obra del Instituto de Religión Tampico: propuesta de análisis y evaluación de planeación estratégica y riesgo*[Tesis para optar el grado de maestro en Gerencia de proyectos, Universidad de las Américas Puebla]. Bibliotecas UDLAP. Obtenido de http://caterina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mgc/perez_c_jc/
- Costa, C. (2016). *Estudio para determinar la factibilidad de introducción de la filosofía "Lean construction" en la etapa de planificación y diseño de proyectos, en empresas públicas y privadas de ciudades intermedias casos: Cuenca y Loja*[Tesis de Magister, Uni. de Cuenca]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26161>

- Crespo, W. (2015). *Mejora de la productividad en la construcción de edificaciones en la Ciudad de Quito, aplicando Lean Construction [Tesis para optar el Grado de Magister en Gerencia de la Construcción, Universidad Central de Ecuador]*. Repositorio Digital. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5427>
- Flores Mendoza, E. J., & Ramos Cornejo, M. E. (2018). *ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN VIAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de San Agustín]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7548>
- Flores, D. (2016). *APLICACIÓN DE LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION EN LA PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN, EJECUCIÓN Y CONTROL DE LA CONSTRUCCÓN DEL ESTADIO DE LA UNA-PUNO [Tesis para optar el Título de Arquitecto, Universidad Nacional del Altiplano]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2208>
- Frutos, E. d. (06 de Marzo de 2019). *arquisejos*. Obtenido de <https://arquisejos.com/cronograma-de-obra/>
- Guzmán Tejada, A. (2014). *Aplicación de la filosofía lean construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5778>
- International Slurry Surfacing Association. (Febrero de 2010). *www.slurry.org*. Obtenido de https://cdn.ymaws.com/www.slurry.org/resource/resmgr/technical_bulletins/Spanish_TB/A143_Final_Revision_for_Publ.pdf
- Marco, J. A. (06 de Junio de 2019). *Blog de logística IMF*. Obtenido de https://blogs.imf-formacion.com/blog/logistica/logistica/sistema-poka-yoke/#%C2%BFQue_significa_%E2%80%9CPokaYoke%E2%80%9D
- Mengo, O., Naiza, H., & Rivera, C. (2018). *ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS APLICANDO FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION PARA OBRAS CIVILES DE GRAN MINERÍA [Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Dirección de la Construcción,*

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/625002>

Milián, N. (2018). *APLICACIÓN DEL LEAN CONSTRUCTION PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE APLICACIÓN DE SLURRY SEAL EN LA EMPRESA CONCAR S.A. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Señor de Sipán]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/5072>

Millones, M. (2019). *“MODELO DE GESTIÓN BASADO EN FLUJO DE PROCESOS (LEAN CONSTRUCTION) Y EN PMBOK, PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL. CASO: MANTENIMIENTO RUTINARIO DE LA RUTA PE-34E [Tesis de Doctorado, Univ. Nacional San Agustín de Arequipa]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8928>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *MANUAL DE CARRETERAS: MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN VIAL*.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (29 de Mayo de 2019). www.gob.pe. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344790-estadistica-infraestructura-de-transportes-infraestructura-vial>

Ñavincopa, R. (2019). *Mantenimiento rutinario por administración directa para optimizar la productividad en la red vial nacional región Lima, año 2019 [Tesis para optar el grado de Maestro en Ingeniería Vial, Universidad Ricardo Palma]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2508>

Orihuela, P., & Ulloa, K. (Julio de 2011). *Esquema del procedimiento del sistema last planner[Gráfico]*. Obtenido de motiva.

Orihuela, P., & Ulloa, K. (Julio de 2011). *motiva*. Obtenido de http://www.motiva.com.pe/articulos/La_Planificacion_Obras_Sistema_LastPlanner.pdf

Parra, D. (2019). *EFECTO DEL LAST PLANNER SYSTEM EN LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES EN PROYECTOS DE OBRAS VIALES [Tesis para*

- optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Chimborazo*. Repositorio Digital. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5431>
- Pons Achell, J. F. (2014). *Introducción a Lean Construction*. Fundación laboral de la construcción, Madrid.
- Pons, J., & Rubio, I. (05 de Mayo de 2019). *Guias prácticas Lean Construction*. Obtenido de <https://www.cgate.es/pdf/LEAN%20CONSTRUCTION%20PDF%20Web.pdf>
- Ramírez Herrada, F. J. (2012). *"OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN EL CONDOMINIO BOLOGNESI - PUENTE PIEDRA"*[Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/417>
- Rodríguez Corro, J. L. (17 de Diciembre de 2018). *Linkedin*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/poka-yoke-en-la-construcci%C3%B3n-jos%C3%A9-luis-rodr%C3%ADguez-corro/>
- Sanz, E. (2011). *www.sorprendemos.com*. Obtenido de <https://sorprendemos.com/consultoresdocumentales/?p=507>
- Serrano Aguilar, J. O., & Carrillo Landín, A. G. (2015). *PROGRAMACIÓN DE OBRAS CIVILES DEL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN CALLES DE LA CIUDAD, APLICANDO EL PROGRAMA MICROSOFT PROJECT*[Trabajo para obtener el Título de Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/5420>
- Sifuentes, H. (26 de Enero de 2018). *Sistemas Push, Pull y Bottleneck [Dibujo]*. Obtenido de [sites.google: https://sites.google.com/site/freyserdanielcorzogonzales/sistemas-push-pull-y-bottleneck](https://sites.google.com/site/freyserdanielcorzogonzales/sistemas-push-pull-y-bottleneck)
- Toro, M. (2012). *La planificación: Conceptos básicos, principios, componentes, características y desarrollo del proceso [Trabajo para Especialización en Planificación y Evaluación, Universidad Santa María]*. Docsity.
- Vásquez, J. (2014 de Mayo de 2019). *kykconsulting.pe*. Obtenido de <https://kykconsulting.pe/como-hacer-analisis-carta-balance/>

Villamizar, D., & Ortiz, L. (2016). *IMPLEMENTACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE LEAN CONSTRUCTION EN LA CONSTRUCTORA COLPROYECTOS S.A.S. DE UN PROYECTO DE VIVIENDA EN EL MUNICIPIO DE VILLA DEL ROSARIO*[Tesis para Título de Especialista en Eval. y Ger. de Proy., Universidad Industrial de Santander]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2016/164908.pdf>

Anexo 2: Presupuesto contractual del proyecto

PRESUPUESTO



PROYECTO : MANTENIMIENTO PERIÓDICO CON MICROPAVIMENTO TIPO III EN EL SUBTRAMO 01 Y SUBTRAMO 02 DE LA CARRETERA CENTRAL

CLIENTE : CONCAI S.A.

HECHO POR : VIAL-CON E.I.R.L.

FECHA : 13/09/2020

Ítem	Partidas	Unidad	Metrado	P.U.	Parcial
1.00	Trabajos Preliminares				96,982.75
1.10	Movilización y desmovilización (Incluye transporte interno)	Glb	1.00	42,800.00	42,800.00
1.20	Señalización Temporal, Seguridad y Control de Tránsito	Mes	1.50	30,488.50	45,732.75
1.30	Instalación de campamento, laboratorio y acopio	Glb	1.00	3,500.00	3,500.00
1.40	Gestión informativa para los usuarios de la vía y autoridades locales	Mes	1.50	3,300.00	4,950.00
2.00	Pavimentos				433,249.15
A	Subtramo 01: Puente Ricardo Palma - La Oroya				266,885.47
2.10	Sectores que presentan ahuellamiento				
2.11	Tratamiento de fisuras con arena y emulsión modificada con polímeros	ml	1,740.02	4.47	7,777.91
2.12	Bacheo en frío	m2	59.00	22.74	1,341.44
2.13	Fresado de lomos en carpeta asfáltica	m2	5,010.00	16.56	82,974.51
2.14	Primera Capa de Micropavimento Tipo III	m2	6,150.00	4.31	26,475.75
2.15	Segunda Capa de Micropavimento Tipo III	m2	34,452.00	4.31	148,315.86
B	Subtramo 02: La Oroya - Huancayo				166,363.68
2.20	Sectores que presentan ahuellamiento				
2.21	Tratamiento de fisuras con arena y emulsión modificada con polímeros	ml	185.00	4.47	826.95
2.22	Fresado de lomos en carpeta asfáltica	m2	3,210.00	16.56	53,163.31
2.23	Primera Capa de Micropavimento Tipo III	m2	5,925.00	4.31	25,507.13
2.24	Segunda Capa de Micropavimento Tipo III	m2	20,178.00	4.31	86,866.29
4.00	Abandono, adecuación y limpieza de zonas provisionales				4,500.00
4.10	Abandono, adecuación y limpieza de zonas provisionales	Glb	1.00	4,500.00	4,500.00
5.00	Seguros				8,000.00
5.10	Seguro de transporte equipo Micropavimentador	Glb	1.00	8,000.00	8,000.00
Total Costo Directo					542,731.90
Gastos Generales		42.14%			228,683.00
Utilidad		10.00%			54,273.19
Sub Total					825,688.09
I.G.V.		18.00%			148,623.86
Costo Total					974,311.94

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 3: Costo promedio por día del frente de micropavimento

COSTO DÍA DEL FRENTE DE MICROPAVIEMTO				
Mano de Obra				
Personal de Piso	Cuadrilla	Precio hora	Precio día	Observación
CAPATAZ "A"	1.000	26.59	212.72	
OPERARIO	2.000	20.45	327.20	
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	3.000	21.25	510.00	
OFICIAL	3.000	16.60	398.40	
PEON	3.000	14.96	359.04	
Sub Tota de Mano de Obra			1807.36	
Equipos				
Descipción	Cuadrilla	Precio hora	Precio día	Observación
CARGADOR FRONTAL L-120 o similar	0.500	180.00	720.00	
CAMION CISTERNA 4000 gl (AGUA)	0.000	75.00	0.00	Equipo a cargo del Cliente
CAMION CISTERNA 4000 gl (EMULSIÓN)	0.000	75.00	0.00	Equipo a cargo del Cliente
CAMION BARANDA (4TN)	1.000	45.00	360.00	
CAMIÓN MICROPAVIMENTADOR	1.000	520.00	4160.00	
CAMIÓN VOLQUETE DE 15 M3	1.000	90.00	720.00	
COMPRESORA DE AIRE	1.000	0.00	0.00	Equipo a cargo del Cliente
TANQUE ESTACIONARIO DE 8000 gln sobre llantas	1.000	75.00	600.00	
RETROEXCAVADORA	0.500	130.00	520.00	
Sub Total de Equipos			7080.00	
Materiales				
Descipción	Cantidad/día	Precio Unitario	Precio día	Observación
EMULSIÓN ASFÁLTICA TIPO CQS-1hp (Inc desp. 4%)	0	0.00	0.00	Material proporcionado por el cliente
ADITIVO CONTROLADOR DE ROTURA	100	5.45	545.00	
ARENA CHANCADA CANTERA PACCHA	0	0.00	0.00	Material proporcionado por el cliente
CEMENTO PORTLAND TIPO I	2	22.00	44.00	
COMBUSTIBLE	20	11.99	239.80	
Sub Total de Materiales			828.80	
Total Gasto Directo			9716.16	
Gastos Generales (42.16%)			4080.79	
Utilidades (10%)			971.62	
Subtotal			14768.56	
I.G.V. (18%)			2658.34	
Total Gasto Diario			17426.90	

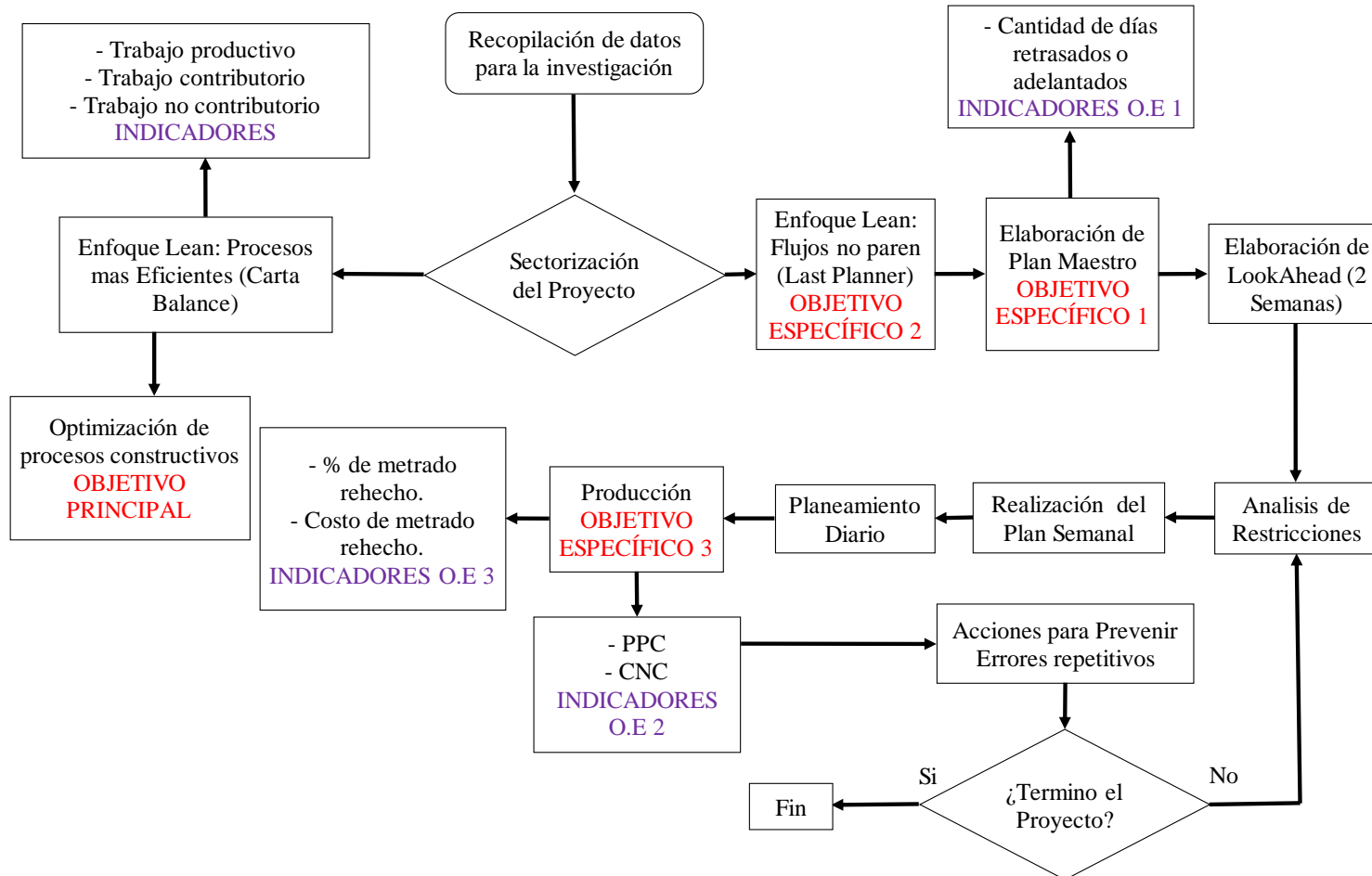
Nota: Elaboración Propia.

Anexo 4: Costo promedio por día del frente de fresado de lomos

COSTO DÍA DEL FRENTE DE FRESADO DE LOMO EN CARPETA ASFÁLTICA				
Mano de Obra				
Personal de Piso	Cuadrilla	Precio hora	Precio día	Observación
Operador mini + fresadora	1.00	21.25	170.00	
Operario	1.00	20.45	163.60	
Oficial	1.00	16.60	132.80	
Peón	1.00	14.96	119.68	
Sub Tota de Mano de Obral			586.08	
Equipos				
Descipción	Cuadrilla	Precio hora	Precio día	Observación
Fresadora pequeña	1.000	180.00	1440.00	
Camion baranda	1.000	75.00	600.00	
Minicargador con Barredora	0.500	75.00	300.00	
Sub Total de Equipos			2340.00	
Materiales				
Descipción	Cantidad/día	Precio Unitario	Precio día	Observación
Puntas de 20 mm con punta de carburo	2.5	30.00	75.00	
Diesel 2	15	5.45	81.75	
Sub Total de Materiales			156.75	
Total Gasto Directo			3082.83	
Gastos Generales (42.16%)			1294.79	
Utilidades (10%)			308.28	
Subtotal			4685.90	
I.G.V. (18%)			843.46	
Total Gasto Diario			5529.36	




Nota: Elaboración Propia.

Anexo 5: Flujo para la recopilación de datos de la investigación





Nota: Elaboración Propia.

Anexo 9: Análisis de restricciones N° 1 - 01/08

		ANÁLISIS DE RESTRICCIONES				
Nombre del Proyecto: "Mantenimiento Periódico con Micropavimento Tipo III en el Subtramo 01 y subtramo 02 de la Carretera Central"			Empresa Ejecutora: VIAL-CON E.I.R.L.	FECHA: 1-Ago-20		
			Ubicación: Carretera Central S1 (Pte. Ricardo Palma - La Oroya) y S2 (La Oroya - Huancayo)	N° HOJA	1	
Cod.	Actividad	Restricción	Fecha que se debe realizar la actividad	Descripción de la Restricción	Fecha Requerida en Obra	Responsable
1	Tramo de prueba, capa nivelante y final de micropavimento tipo III	Habilitación de personal de piso	15-Ago-20	Juntar personal capacitado para el desarrollo de la actividad.	10-Ago-20	Junior Oger Álvarez Gatica
2		Habilitación de maquinaria pesada		Contratar maquinaria para carguío de materiales.	11-Ago-20	Luis Diego Huamán Murillo
3		Habilitación de micropavimentador		Contratar micropavimentador con anticipación (importante).	14-Ago-20	Junior Oger Álvarez Gatica
4		Emulsión Asfáltica CQS-IHP		Insumo necesario para tramo de prueba.	13-Ago-20	Lenin Alejandro Santillan Robles
5		Arena chancada pasante Malla 3/8"		Insumo necesario para tramo de prueba.	13-Ago-20	Yensel Milena Espinoza Armas
6		Habilitación de laboratorio de control de calidad		Para pruebas de la emulsión asfáltica.	13-Ago-20	Lenin Alejandro Santillan Robles
7		Adquisición de elementos de seguridad		Necesarios para la señalización en la vía.	14-Ago-20	Luis Ernesto Rivera Lavado
8		Requerimiento de Procedimiento Escrito de Trabajo (PET)		Se debe indicar el procedimiento antes de ejecutar en campo.	14-Ago-20	Ronald Roberto Soto Primo
9		Herramientas manuales		Habilitación de herramientas de calidad para personal de piso.	14-Ago-20	Ronald Roberto Soto Primo
10		Gestión y permiso de actividades		Solicitar permiso a las comunidades antes de la aplicación.	12-Ago-20	Luis Diego Huamán Murillo
11	Fresado de lomos en carpeta asfáltica	Habilitación de personal de piso	6-Ago-20	Juntar personal capacitado para el desarrollo de la actividad.	2-Ago-20	Donato Gomeró Carbajal
12		Habilitación de minicargador-fresadora		Contratar maquinaria para la actividad productiva.	2-Ago-20	Luis Diego Huamán Murillo
13		Operario calificado para minicargador		Buscar operario calificado y especializado en la maquinaria.	2-Ago-20	Luis Diego Huamán Murillo
14		Adquisición de picas para fresadora		Necesarios para cambios en la fresadora.	4-Ago-20	Luis Diego Huamán Murillo
15		Requerimiento de Procedimiento Escrito de Trabajo (PET)		Se debe indicar el procedimiento antes de ejecutar en campo.	5-Ago-20	Donato Gomeró Carbajal
16		Herramientas manuales		Habilitación de herramientas de calidad para personal de piso.	5-Ago-20	Donato Gomeró Carbajal
Administración Pamela Yessica Fernandez Rodrigo Prevencionista de Riesgo Luis Ernesto Rivera Lavado Asistente de Seguridad Yancarlos Pachamora Fernández Capataz de Fresado Donato Gomeró Carbajal Capataz de Micropavimento Ronald Roberto Soto Primo			Residente José Humberto Acosta Lezama Ingenierode Campo Junior Oger Álvarez Gatica Ingeniero de Calidad Yensel Milena Espinoza Armas Técnico de Calidad Lenin Alejandro Santillan Robles Ingeniero de Oficina Tecnica Luis Diego Huamán Murillo			
						
FIRMA			FIRMA			
ELABORADO POR: Luis Diego Huamán Murillo			APROBADO POR: José Humberto Acosta Lezama			




Nota: Elaboración Propia.

Anexo 10: Análisis de restricciones N° 2 – 19/08

VIAL-CON		ANÁLISIS DE RESTRICCIONES				
Nombre del Proyecto: "Mantenimiento Periódico con Micropavimento Tipo III en el Subtramo 01 y subtramo 02 de la Carretera Central"			Empresa Ejecutora: VIAL-CON E.I.R.L.	FECHA: 19-Ago-20		
			Ubicación: Carretera Central S1 (Pte. Ricardo Palma - La Oroya) y S2 (La Oroya - Huancayo)	N° HOJA	2	
Cod.	Actividad	Restricción	Fecha que se debe realizar la actividad	Descripción de la Restricción	Fecha Requerida en Obra	Responsable
1	Capa nivelante y final de micropavimento tipo III	Emulsión Asfáltica CQS-IHP	24-Ago-20	Insumo necesario para aplicación de micropavimento.	20-Ago-20	Lenin Alejandro Santillan Robles
2		Arena chancada pasante Malla 3/8"		Insumo necesario para aplicación de micropavimento.	22-Ago-20	Yensel Milena Espinoza Armas
3		Adquisición de elementos de seguridad		Necesarios para la señalización en la vía.	23-Ago-20	Luis Ernesto Rivera Lavado
4		Herramientas manuales		Habilitación de herramientas de calidad para personal de piso.	23-Ago-20	Ronald Roberto Soto Primo
5		Gestión y permiso de actividades		Solicitar permiso a las comunidades antes de la aplicación.	21-Ago-20	Luis Diego Huamán Murillo
6	Fresado de lomos en carpeta asfáltica	Adquisición de picas para fresadora	24-Ago-20	Necesarios para cambios en la fresadora.	23-Ago-20	Luis Diego Huamán Murillo
7		Herramientas manuales		Habilitación de herramientas de calidad para personal de piso.	23-Ago-20	Donato Gomero Carbajal
8	Tratamiento de fisuras	Emulsión Asfáltica CSS	25-Ago-20	Insumo necesario para el tratamiento de fisuras.	23-Ago-20	Lenin Alejandro Santillan Robles
9		Arena fina		Para el sellado de fisuras y/o grietas.	24-Ago-20	Luis Diego Huamán Murillo
10		Herramientas manuales		Habilitación de herramientas de calidad para personal de piso.	24-Ago-20	Donato Gomero Carbajal
Administración Pamela Yessica Fernandez Rodrigo Prevencionista de Riesgo Luis Ernesto Rivera Lavado Asistente de Seguridad Yancarlos Pachamora Fernández Capataz de Fresado Donato Gomero Carbajal Capataz de Micropavimento Ronald Roberto Soto Primo			Residente José Humberto Acosta Lezama Ingenierode Campo Junior Oger Álvarez Gatica Ingeniero de Calidad Yensel Milena Espinoza Armas Técnico de Calidad Lenin Alejandro Santillan Robles Ingeniero de Oficina Tecnica Luis Diego Huamán Murillo			
						
FIRMA			FIRMA			
ELABORADO POR: Luis Diego Huamán Murillo			APROBADO POR: José Humberto Acosta Lezama			

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 11: Análisis de restricciones N° 3 – 02/09

		ANÁLISIS DE RESTRICCIONES				
Nombre del Proyecto: "Mantenimiento Periódico con Micropavimento Tipo III en el Subtramo 01 y subtramo 02 de la Carretera Central"			Empresa Ejecutora: VIAL-CON E.I.R.L.	FECHA: 2-Set-20		
			Ubicación: Carretera Central S1 (Pte. Ricardo Palma - La Oroya) y S2 (La Oroya - Huancayo)	N° HOJA	3	
Cod.	Actividad	Restricción	Fecha que se debe realizar la actividad	Descripción de la Restricción	Fecha Requerida en Obra	Responsable
1	Capa nivelante y final de micropavimento tipo III	Emulsión Asfáltica CQS-1HP	7-Set-20	Insumo necesario para aplicación de micropavimento.	5-Set-20	Lenin Alejandro Santillan Robles
2		Arena chancada pasante Malla 3/8"		Insumo necesario para aplicación de micropavimento.	6-Set-20	Yensel Milena Espinoza Armas
3		Adquisición de elementos de seguridad		Necesarios para la señalización en la vía.	6-Set-20	Luis Ernesto Rivera Lavado
4		Herramientas manuales		Habilitación de herramientas de calidad para personal de piso.	6-Set-20	Ronald Roberto Soto Primo
5		Gestión y permiso de actividades		Solicitar permiso a las comunidades antes de la aplicación.	3-Set-20	Luis Diego Huamán Murillo
6	Fresado de lomos en carpeta asfáltica	Adquisición de picas para fresadora	7-Set-20	Necesarios para cambios en la fresadora.	5-Set-20	Luis Diego Huamán Murillo
7		Herramientas manuales		Habilitación de herramientas de calidad para personal de piso.	6-Set-20	Donato Gomero Carbajal
8	Tratamiento de fisuras	Emulsión Asfáltica CSS	9-Set-20	Insumo necesario para el tratamiento de fisuras.	7-Set-20	Lenin Alejandro Santillan Robles
9		Arena fina		Para el sellado de fisuras y/o grietas.	8-Set-20	Luis Diego Huamán Murillo
10		Herramientas manuales		Habilitación de herramientas de calidad para personal de piso.	8-Set-20	Donato Gomero Carbajal
Administración Pamela Yessica Fernandez Rodrigo Prevencionista de Riesgo Luis Ernesto Rivera Lavado Asistente de Seguridad Yancarlos Pachamora Fernández Capataz de Fresado Donato Gomero Carbajal Capataz de Micropavimento Ronald Roberto Soto Primo			Residente José Humberto Acosta Lezama Ingenierode Campo Junior Oger Álvarez Gatica Ingeniero de Calidad Yensel Milena Espinoza Armas Técnico de Calidad Lenin Alejandro Santillan Robles Ingeniero de Oficina Tecnica Luis Diego Huamán Murillo			
						
FIRMA			FIRMA			
ELABORADO POR: Luis Diego Huamán Murillo			APROBADO POR: José Humberto Acosta Lezama			

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 12: Programación semanal 01

Ítem	Descripción de la Actividad	Und.	Metrado	Fecha de Inicio Planeada	AGOSTO						Met. Prog.	Met. Ejec.	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
					L	M	M	J	V	S			Sí	No		
					3/08/2020	4/08/2020	5/08/2020	6/08/2020	7/08/2020	8/08/2020						
2.00	APLICACIÓN DE MICROPAVIMENTO															
2.10	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO															
A	Sectores que presentan ahuellamiento															
1.00	Fresado de lomos en carpeta asfáltica	m2	500.00	6/08/2020												
1.10	118+700		250.00				X			250.00	144.00		X	EQ	Falla mecánica	
1.20	118+700		250.00					X		250.00	193.50		X	EQ	Falla mecánica	
3.00	OFICINA TÉCNICA - ADMINSTRACIÓN - LOGÍSTICA															
A	ADMINISTRACIÓN															
	Entrega de Contrato de Personal Staff	Glb			X	X	X	X	X				X	ADM	Falta de documentación	
	Habilitación de oficina	Glb							X				X	ADM	Falta de permiso	
B	OFICINA TÉCNICA															
	Entrega de plan prevención contra Covid-19	Glb			X								X			
	Entrega de procedimiento de trabajo de aplicación de micropavimento	Glb			X								X			
	Entrega de formatos de control y registro de avance	Glb					X						X			
C	LOGÍSTICA															
	Entrega de Epp's a todo personal staff y piso	Glb						X					X	LOG	Falta de equipos	
	Realización de cronograma de abastecimiento de arena y emulsión	Glb						X					X			
	Movilización de Equipos para Aplicación de Micropavimentos	Glb							X				X			

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 13: Programación semanal 02

Ítem	Descripción de la Actividad	Und.	Metrado	Fecha de Inicio Planeada	AGOSTO						Met. Prog.	Met. Ejec.	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
					L	M	M	J	V	S			Sí	No		
					10/08/2020	11/08/2020	12/08/2020	13/08/2020	14/08/2020	15/08/2020						
2.00	APLICACIÓN DE MICROPAVIMENTO															
2.10	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO															
A	Sectores que presentan ahuellamiento															
1.00	Fresado de lomos en carpeta asfáltica	m2	1,500.00	10/08/2020												
1.10	116+290		250.00		X					250.00	159.75		X	PROG	Mala programación de metrado a ejecutar	
1.20	112+600		250.00			X				250.00	411.00	X				
1.30	106+030		250.00				X			250.00	235.00		X	EQ	Falla mecánica	
1.40	105+640		250.00				X			250.00	425.00	X				
1.50	91+900		250.00					X		250.00	315.00	X				
1.60	90+440		250.00						X	250.00	317.00	X				
3.00	OFICINA TÉCNICA - ADMINSTRACIÓN - LOGÍSTICA															
A	ADMINISTRACIÓN															
	Entrega de Contrato de Personal Staff	Glb			X	X	X	X	X	X			X			
	Habilitación de oficina	Glb			X								X			
B	OFICINA TÉCNICA															
	Entrega de IPERC	Glb			X								X			
	Envío de Registro de avance semanal de fresado de lomo	Glb							X				X			
C	LOGÍSTICA															
	Entrega de Epp's a todo personal staff y piso	Glb						X						X	LOG	Falta de equipos
	Establecer Hospedaje y Pensión de Personal	Glb						X					X			
D	ÁREA DE CALIDAD															
	Recepción de muestra madre de Emulsión Asfáltica	Glb						X						X	QA	Falta de muestra madre de emulsión
	Ensayo de Residuo Asfáltico para comprobar pureza de Emulsión	Glb						X						X	QA	Falta de ensayo
	Calibración de la Micropavimentadora	Glb							X				X			
E	Aplicación de micropavimento			15/08/2020												
	Realización de tramo de prueba de micropavimento	m2														
	106+360		106+500						X	420.00	420.00	X				

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 14: Programación semanal 03

Ítem	Descripción de la Actividad	Und.	Metrado	Fecha de Inicio Planeada	AGOSTO						Met. Prog.	Met. Ejec.	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
					L	M	M	J	V	S			Sí	No		
					17/08/2020	18/08/2020	19/08/2020	20/08/2020	21/08/2020	22/08/2020						
1.00	FRESADO DE LOMOS EN CARPETA ASFÁLTICA															
1.10	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO															
A	Sectores que lomos en carpeta asfáltica															
1.00	Fresado de lomos en carpeta asfáltica	m2	1,500.00	17/08/2020												
1.10	117+600		250.00		X					250.00	76.20		X	LOG	Falta de carreta para transporte	
1.20	80+235		250.00			X				250.00	99.25		X	LOG	Falta de carreta para transporte	
1.30	37+078		250.00				X			250.00	85.30		X	LOG	Falta de carreta para transporte	
1.40	20+910		250.00					X		250.00	237.20		X	PROG	Mala programación de metrado a ejecutar	
1.50	20+850		250.00						X	250.00	287.30	X				
1.60	21+400		250.00							250.00	144.70		X	LOG	Falta de carreta para transporte	
2.00	OFICINA TÉCNICA - ADMINSTRACIÓN - LOGÍSTICA															
A	ADMINISTRACIÓN															
	Ficha de entrada de cada trabajador	Glb			X	X	X	X	X	X			X			
	Emisión de Ordenes de servicio para cada proveedor	Glb			X								X	ADM	Falta de documentación	
B	OFICINA TÉCNICA															
	Envío de Registro de Avance semanal de Fresado de lomo	Glb											X			
	Envío de Registro de Avance semanal de micropavimento	Glb											X			
	Control de Ratios de Producción	Glb											X			
C	LOGÍSTICA															
	Entrega de Epp's a todo personal staff y piso	Glb				X							X			
	Respuestos y Herramientas para el Equipo de fresado de lomos	Glb					X							X	LOG	Falta de repuestos para equipo
D	ÁREA DE CALIDAD															
	Habilitación de laboratorio de calidad	Glb			X								X			
	Prueba de residuo asfáltico a la mezcla de micropavimento	Glb			X	X	X	X	X	X			X			
3.00	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO															
A	Sectores que presentan ahuellamiento															
3.00	Aplicación de micropavimento Tipo III	m2	14,400.00													
3.10	106+023		2,400.00		X					2,400.00	2,565.00	X				
3.20	102+565		2,400.00			X				2,400.00	1,678.00		X	QA	Falla en la mezcla	
3.30	102+580		2,400.00				X			2,400.00	3,818.00	X				
3.40	112+600		2,400.00					X		2,400.00	1,980.00		X	QA	Falla en la mezcla	
3.50	105+580		2,400.00						X	2,400.00	2,407.00	X				
3.60	116+600		2,400.00							2,400.00	2,860.00	X				

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 15: Programación semanal 04

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	Fecha de Inicio Planeada	AGOSTO						Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
					L 24/08/2020	M 25/08/2020	M 26/08/2020	J 27/08/2020	V 28/08/2020	S 29/08/2020			Sí	No		
1.00	FRESADO DE LOMOS EN CARPETA ASFÁLTICA															
1.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA															
A	Sectores que lomos en carpeta asfáltica															
1.00	Fresado de lomos en carpeta asfáltica	m2	1,500.00	27/08/2020												
1.10	164+640		250.00		X					250.00	401.10	X				
1.20	159+350		250.00			X				250.00	261.75	X				
1.30	155+970		250.00				X			250.00	228.60		X	EQ		Falla mecánica
1.40	149+380		250.00					X		250.00	315.40	X				
1.50	146+100		250.00						X	250.00	311.80	X				
1.60	131+510		250.00							X	274.95	X				
2.00	Tratamiento de fisuras con emulsión y arena	ml	300.00	25/08/2020												
2.10	164+904		150.00			X				150.00	128.00		X	PROG		Mala programación de metrado a ejecutar
2.20	144+800		150.00						X	150.00	205.00	X				
2.00	OFICINA TÉCNICA - ADMINISTRACIÓN - LOGÍSTICA															
A	ADMINISTRACIÓN															
	Control diario de gastos - flujo de caja	Glb			X	X	X	X	X	X			X			
	Emisión de Ordenes de Servicio de cada proveedor	Glb			X								X			
B	OFICINA TÉCNICA															
	Envío de Registro de Avance semanal de Fresado de lomo	Glb											X			
	Envío de Registro de Avance semanal de micropavimento	Glb											X			
	Control de Ratió de Producción	Glb											X			
	Realización de Gestión Social												X	ADM		Falta de documentación
C	LOGÍSTICA															
	Realización de cronograma de abastecimiento de arena y emulsión	Glb			X								X			
	Equipos y herramientas para Aplicación de micropavimento	Glb				X								X	LOG	Falta de equipo y herramientas
D	ÁREA DE CALIDAD															
	Recesión de muestras de emulsión asfáltica	Glb			X								X			
	Prueba de Residuo asfáltico a la mezcla de micropavimento	Glb			X	X	X	X	X	X			X			
3.00	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO															
A	Sectores que presentan ahuellamiento															
3.00	Aplicación de micropavimento Tipo III	m2	15,000.00													
3.10	90+360		2,500.00		X					2,500.00	953.60		X	DIS		Tramos muy separados
3.20	80+240		2,500.00			X				2,500.00	1,360.00		X	QA		Falla en mezcla
3.30	80+240		2,500.00				X			2,500.00	2,532.00	X				
3.40	62+675		2,500.00					X		2,500.00	1,264.00		X	PROG		Mala programación de metrado a ejecutar
3.50	21+453		2,500.00						X	2,500.00	1,357.00		X	PROG		Mala programación de metrado a ejecutar
3.60	20+840		2,500.00							X	3,388.00	X				

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 16: Programación semanal 05

Ítem	Descripción de la Actividad	Und.	Metrado	Fecha de Inicio Planeada	AGOSTO - SETIEMBRE						Metrado Programa do	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
					L	M	M	J	V	S			Sí	No		
					31/08/2020	1/09/2020	2/09/2020	3/09/2020	4/09/2020	5/09/2020						
1.00	FRESADO DE LOMOS EN CARPETA ASFÁLTICA															
1.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA															
A	Sectores que lomos en carpeta asfáltica															
1.00	Fresado de lomos en carpeta asfáltica	m2	1,250.00	3/09/2020												
1.10	113+016		250.00		X					250.00	279.85	X				
1.20	111+800		250.00			X				250.00	319.95	X				
1.30	107+763		250.00				X			250.00	328.30	X				
1.40	104+168		250.00					X		250.00	335.55	X				
1.50	97+115		250.00						X	250.00	160.40		X	PROG	Mala programación de metrado a ejecutar	
2.00	OFICINA TÉCNICA - ADMINISTRACIÓN - LOGÍSTICA															
A	ADMINISTRACIÓN															
	Control diario de gastos - flujo de caja	Glb			X	X	X	X	X	X			X			
	Emisión de Ordenes de Servicio de cada proveedor	Glb			X								X			
	Envíos de Facturación a los proveedores de Equios y Maquinaria				X									X	ADM	Falta de documentación
B	OFICINA TÉCNICA															
	Envío de Registro de Avance semanal de Fresado de lomo	Glb							X				X			
	Envío de Registro de Avance semanal de micropavimento	Glb							X				X			
	Control de Ratió de Producción	Glb							X				X			
	Realización de Gestión Social				X								X			
C	LOGÍSTICA															
	Realización de cronograma de abastecimiento de arena y emulsión	Glb			X								X			
	Equipos y herramientas para Aplicación de micropavimento	Glb			X								X			
	Realización de Valorizaciones de Equipos de Micropavimento				X								X			
D	ÁREA DE CALIDAD															
	Recepción de muestras de emulsión asfáltica	Glb			X								X			
	Prueba de Residuo asfáltico a la mezcla de micropavimento	Glb			X	X	X	X	X	X			X			
	Recepción de arena y emulsión para nuevo acopio	Glb				X							X			
3.00	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA															
A	Sectores que presentan ahuellamiento															
3.00	Aplicación de micropavimento Tipo III	m2	15,000.00													
3.10	159+140		2,500.00		X					2,500.00	2,021.20		X	QA	Falla en mezcla	
3.20	155+860		2,500.00			X				2,500.00	4,503.90	X				
3.30	149+379		2,500.00				X			2,500.00	1,683.00		X	SC	Falta de material por subcontratista	
3.40	146+010		2,500.00					X		2,500.00	2,978.00	X				
3.50	141+090		2,500.00						X	2,500.00	2,772.00	X				
3.60	131+510		2,500.00							X	2,500.00	1,699.00		X	QA	Falla en mezcla

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 17: Programación semanal 06

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	Fecha de Inicio Planeada	SETIEMBRE						Met. Prog.	Met. Ejec.	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
					L	M	M	J	V	S			Si	No		
					7/09/2020	8/09/2020	9/09/2020	10/09/2020	11/09/2020	12/09/2020						
1.00	FRESADO DE LOMOS EN CARPETA ASFÁLTICA															
1.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA															
A	Sectores que lomos en carpeta asfáltica															
1.00	Fresado de lomos en carpeta asfáltica	m2	1,250.00	10/09/2020												
1.10	96+728		250.00		X					250.00	334.30	X				
1.20	93+175		250.00			X				250.00	342.55	X				
1.30	89+500		250.00				X			250.00	204.10		X	EQ	Fallas mecánicas	
1.40	89+760		250.00					X		250.00	363.30	X				
1.50	90+000		250.00						X	250.00	273.90	X				
2.00	Tratamiento de fisuras con emulsión y arena	ml	300.00													
2.10	93+175		150.00			X				250.00	250.00	X				
2.20	89+700		150.00				X			500.00	700.00	X				
2.00	OFICINA TÉCNICA - ADMINISTRACIÓN - LOGÍSTICA															
A	ADMINISTRACIÓN															
	Control diario de gastos - flujo de caja	Glb			X	X	X	X	X	X			X			
	Emisión de Ordenes de Servicio de cada proveedor	Glb			X								X			
	Envíos de Facturación a los proveedores de Equios y Maquinaria	Glb			X								X			
	Envío de rención de cuentas a oficina Lima				X								X			
B	OFICINA TÉCNICA															
	Envío de Registro de Avance semanal de Fresado de lomo	Glb							X				X			
	Envío de Registro de Avance semanal de micropavimento	Glb							X				X			
	Control de Ratió de Producción	Glb							X				X			
C	LOGÍSTICA															
	Realización de cronograma de abastecimiento de arena y emulsión	Glb			X								X			
	Equipos y herramientas para Aplicación de micropavimento	Glb			X								X			
	Realización de Valorizaciones de Equipos de Micropavimento				X								X			
	Realización de informe Plan Prevención Covid-19				X								X			
D	AREA DE CALIDAD															
	Recepción de muestras de emulsión asfáltica	Glb			X								X			
	Prueba de Residuo asfáltico a la mezcla de micropavimento	Glb			X	X	X	X	X	X			X			
	Recepción de Arena y Emulsión para nuevo Acopio	Glb			X								X			
	Realización de Informe de control de Aplicación para valrización	Glb			X	X	X						X			
3.00	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA															
A	Sectores que presentan ahuellamiento															
3.00	Aplicación de micropavimento Tipo III	m2	13,500.00													
3.10	112+780		2,250.00		X					2,250.00	2,293.00	X				
3.20	107+130		2,250.00			X				2,250.00	2,422.00	X				
3.30	106+450		2,250.00				X			2,250.00	1,328.00		X	EXT	Lluvias	
3.40	104+133		2,250.00					X		2,250.00	1,971.20		X	EJEC	Presencia de peladuras	
3.50	104+133		2,250.00						X	2,250.00	1,215.60		X	EJEC	Presencia de peladuras	
3.60	104+112		2,250.00							2,250.00	1,337.60		X	PROG	Mala programación de metrado a ejecutar	

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 18: Programación semanal 07

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	Fecha de Inicio Planeada	SETIEMBRE						Metrado Programa do	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
					L	M	M	J	V	S			Sí	No		
					14/09/2020	15/09/2020	16/09/2020	17/09/2020	18/09/2020	19/09/2020						
1.00	FRESADO DE LOMOS EN CARPETA ASFÁLTICA															
1.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA															
A	Sectores que lomos en carpeta asfáltica															
1.00	Fresado de lomos en carpeta asfáltica	m2	593.50	17/09/2020												
1.10	69+421 77+210		250.00				X			250.00	339.05	X				
1.20	55+325 69+620		250.00					X		250.00	378.75	X				
1.30	47+490 47+575		93.50						X	93.50	93.50	X				
2.00	Tratamiento de fisuras con emulsión y arena	ml	750.00													
2.10	77+040 77+210		250.00		X					120.00	175.00	X				
2.20	55+310 55+460		250.00					X		120.00	127.00	X				
2.30	47+570 67+700		250.00						X	120.00	450.00	X				
2.00	OFICINA TÉCNICA - ADMINISTRACIÓN - LOGÍSTICA															
A	ADMINISTRACIÓN															
	Control diario de gastos - flujo de caja	Glb			X	X	X	X	X	X			X			
	Emisión de Ordenes de Servicio de cada proveedor	Glb			X								X			
	Envíos de Facturación a los proveedores de Equipos y Maquinaria	Glb			X								X			
	Entrega de Fichas de Pago para trabajadores de Piso	Glb					X	X	X				X			
	Valorización de Hospedaje y Alimentación	Glb							X				X			
	Envío de rención de cuentas a oficina Lima	Glb							X				X			
B	OFICINA TÉCNICA															
	Envío de Registro de Avance semanal de Fresado de lomo	Glb							X				X			
	Envío de Registro de Avance semanal de micropavimento	Glb							X				X			
	Control de ratios de producción	Glb							X				X			
	Informe de ratios de combustible	Glb							X				X			
	Realización de Valorizaciones de Equipos de Micropavimento	Glb					X	X	X				X			
	Realización de informe Plan Prevención Covid-19	Glb			X								X			
C	LOGÍSTICA															
	Realización de cronograma de abastecimiento de arena y emulsión	Glb			X								X			
	Equipos y herramientas para Aplicación de micropavimento	Glb			X								X			
D	ÁREA DE CALIDAD															
	Recepción de muestras de emulsión asfáltica	Glb											X			
	Prueba de Residuo asfáltico a la mezcla de micropavimento	Glb			X	X	X	X	X	X			X			
	Recepción de Arena y Emulsión para nuevo Acopio	Glb							X				X			
	Revisión en campo de tramos aplicados para inspección	Glb			X	X	X	X	X	X			X			
3.00	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA															
A	Sectores que presentan ahuellamiento															
3.00	Aplicación de micropavimento Tipo III	m2	13,500.00													
3.10	96+710 97+345		2,250.00		X					2,250.00	1,860.00		X	PROG	Mala programación de metrado a ejecutar	
3.20	89+500 97+345		2,250.00			X				2,250.00	1,789.20		X	DIS	Tramos muy separados	
3.30	89+500 90+220		2,250.00				X			2,250.00	3,717.00	X				
3.40	77+040 81+100		2,250.00					X		2,250.00	917.20		X	PROG	Mala programación de metrado a ejecutar	
3.50	67+450 69+620		2,250.00						X	2,250.00	2,600.00	X				
3.60	64+880 69+620		2,250.00						X	2,250.00	1,725.00		X	EXT	Lluvias	

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 19: Programación semanal 08

Ítem	Descripción de la Actividad	Und.	Metrado	Fecha de Inicio Planeada	SETIEMBRE						Metrado Programa do	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
					L	M	M	J	V	S			Sí	No		
					21/09/2020	22/09/2020	23/09/2020	24/09/2020	25/09/2020	26/09/2020						
2.00	OFICINA TÉCNICA - ADMINISTRACIÓN - LOGÍSTICA															
A	ADMINISTRACIÓN															
	Control diario de gastos - flujo de caja	Glb			X	X	X	X	X	X		X				
	Envíos de Facturación a los proveedores de Equios y Maquinaria	Glb								X		X				
	Entrega de Fichas de Pago para trabajadores de Piso	Glb					X	X	X			X				
	Valorización de Hospedaje y Alimentación	Glb								X		X				
	Envío de rendición de cuentas a oficina Lima	Glb											X	ADM	Falta de documentación	
B	OFICINA TÉCNICA															
	Informe de ratios de combustible	Glb								X		X				
	Realización de Valorizaciones de Equipos de Micropavimento	Glb			X	X	X	X	X	X		X				
	Firma de acta de entrega de proyecto	Glb								X		X				
	Envío de tareo de personal de piso	Glb					X	X	X			X				
C	LOGÍSTICA															
	Coordinación de desmovilización de Equipos y Maquinarias	Glb					X	X	X			X				
	Envío de muestras de arena a Lima para nuevo diseño de micropavimento	Glb					X	X					X	QA	Falta de muestra para diseño de micropavimento	
D	ÁREA DE CALIDAD															
	Revisión en campo de tramos aplicados para inspección	Glb			X	X	X					X				
	Inspección final con la supervisión para firma de actas de producción	Glb					X	X	X			X				
3.00	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA															
A	Sectores que presentan ahuellamiento															
3.00	Aplicación de micropavimento Tipo III	m2	1,500.00													
3.10	47+480		47+570		1,500.00						1,500.00	1,500.00	X			

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 20: Catálogo de causas de no cumplimiento

 VIAL - CON <small>REGISTRADA Y COMERCIALIZADA EN PERÚ</small>	CATÁLOGO DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	
PROGRAMACION (PROG)	LOGISTICA (LOG)	CONTROL DE CALIDAD (QA/QC)
<p>Todas las causas que implican:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Errores o cambios en la programación. *Inadecuada utilización de las Herramientas de Programación. *Mala asignación de recursos. *Cualquier restricción que no fue identificada de manera oportuna. 	<p>Todas las causas que implican:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Falta de equipos, herramientas o materiales en obra, que han sido requeridos oportunamente por Producción. 	<p>Todas las causas que implican:</p> <ul style="list-style-type: none"> *La entrega oportuna de información a producción. *Recepción de muestras de emulsión asfáltica. *Falta de ensayos. *La calidad de la emulsión asfáltica.
DISTANCIA (DIS)	ERRORES DE EJECUCIÓN (EJEC)	SUBCONTRATAS (SC)
<p>Todas las causas que implican:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Incumplimiento por distancia entre tramos. 	<p>Se consideran las causas que corresponden a atrasos debido a retrabajos en el proceso constructivo, es decir que por errores de ejecución no se pudieron cumplir otras actividades programadas.</p>	<p>En este punto se consideran todas las causas de incumplimiento relacionadas a la falla en la entrega de algún recurso subcontratado o al atraso debido al no cumplimiento de alguna labor encargada a una subcontrata.</p>
EQUIPOS (EQ)	ADMINISTRATIVOS (ADM)	EXTERNOS (EXT)
<p>Todas las causas que implican averías o fallas en los equipos que no permitieron el cumplimiento de las actividades del Plan Semanal. Están incluidos los mantenimientos no programados de equipos.</p>	<p>Todas las causas que implican:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Falta de permisos. *Falta de documentación. 	<p>Todas las causas que implican:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Retrasos por razones climáticas extraordinarias. *Eventos extraordinarios como marchas sindicales sin previo aviso, huelgas, accidentes, etc.

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 21: Prog. diaria 15/08 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Sabado 15/08/2020						Metrado Programa do	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento	
							08:30 a.m. - 9:30 a.m.	08:30 a.m. - 9:30 a.m.	10:30 a.m. - 12:00	12:30 a.m. - 13:00	14:00 p.m. - 14:30	Sí			No	
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO															
2.10	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO															
A	Sectores que presentan ahuellamiento															
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2														
	106+360	106+500	420.00			08:30 a.m. - 9:30 a.m.	x					420.00	420.00	x		

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 22: Prog. diaria 17/08 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Lunes 17/18/2020						Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento	
							07:30 a.m. - 08:30 a.m.	09:30 a.m. - 10:30 a.m.	11:00 a.m. - 11:30 a.m.	01:00 p.m. - 02:30 p.m.	03:00 p.m. - 03:30 p.m.	Sí			No	
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO															
2.10	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO															
A	Sectores que presentan ahuellamiento															
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2														
	106+023	106+368	1,035.00			07:30 a.m. - 08:30 a.m.	x					1,035.00	1,035.00	x		
	105+470	105+650	324.00			09:30 a.m. - 10:30 a.m.		x				324.00	324.00	x		
	105+690	105+773	166.00			11:00 a.m. - 11:30 a.m.			x			166.00	166.00	x		
	108+780	108+870	135.00			03:00 p.m. - 03:30 p.m.					x	135.00	135.00	x		
	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2														
	107+000	107+230	905.00			01:00 p.m. - 02:30 p.m.					x	905.00	905.00	x		

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 23: Prog. diaria 18/08 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Martes 18/08/2020							Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
							07:00 a.m. - 08:00 a.m.	08:00 a.m. - 09:00 a.m.	09:00 a.m. - 10:00 a.m.	10:00 a.m. - 11:30 a.m.	11:30 a.m. - 12:00 a.m.	12:00 a.m. - 01:00 p.m.	01:00 p.m. - 02:00 p.m.			02:00 p.m. - 03:30 p.m.	Sí		
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																		
2.10	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO																		
A	Sectores que presentan ahuellamiento																		
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2																	
	102+565	102+800	352.50			07:00 a.m. - 08:00 a.m.	x					352.50	352.50	x					
	112+600	112+865	397.50			01:00 a.m. - 02:00 p.m.				x		397.50	397.50	x					
	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2																	
	105+580	105+750	350.00			09:00 a.m. - 10:00 a.m.		x				350.00	350.00	x					
	106+000	106+500	1,700.00			02:30 p.m. - 03:30 p.m.						1,700.00	-		x	QA	Falla en la mezcla		
	108+780	108+870	578.00			11:30 a.m. - 12:00 a.m.			x			578.00	578.00	x					

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 24: Prog. diaria 19/08 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Miercoles 19/08/2020					Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento	
							07:00 a.m. - 09:00	10:00 a.m. - 11:00	12:00 p.m. - 02:00	03:00 p.m. - 04:00	Sí			No				
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																	
2.10	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO																	
A	Sectores que presentan ahuellamiento																	
4.00	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2																
	102+580	102+800	770.00			07:00 a.m. - 09:00 a.m.	x					770.00	770.00	x				
	102+580	102+800	770.00			03:00 p.m. - 04:00 p.m.				x		770.00	770.00	x				
	105+580	105+750	578.00			10:00 a.m. - 11:00 a.m.		x				578.00	578.00	x				
	106+000	106+500	1,700.00			12:00 p.m. - 02:00 p.m.			x			1,700.00	1,700.00	x				

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 25: Prog. diaria 20/08 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Jueves 20/08/2020					Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
							07:00 a.m. - 08:00 a.m.	08:00 a.m. - 10:30 a.m.	10:30 a.m. - 11:00 a.m.	11:00 a.m. - 01:00 p.m.	01:00 p.m. - 03:00 p.m.			Sí	No		
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																
2.10	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO																
A	Sectores que presentan ahuellamiento																
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2															
	112+600	112+900	990.00			07:00 a.m. - 08:00 a.m.	x					990.00	990.00	x			
	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2															
	116+000	116+600	1,980.00			01:00 p.m. - 03:00 p.m.			x			1,980.00	-		x	QA	Falla en la mezcla
	116+684	116+950	399.00			10:30 a.m. - 11:00 a.m.	x					399.00	990.00	x			

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 26: Prog. diaria 21/08 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Viernes 21/08/2020					Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
							07:00 a.m. - 11:00 a.m.	11:00 a.m. - 01:00 p.m.	01:00 p.m. - 01:30 p.m.	01:30 p.m. - 02:30 p.m.	02:30 p.m. - 03:00 p.m.			Sí	No		
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																
2.10	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO																
A	Sectores que presentan ahuellamiento																
4.00	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2															
	105+580	105+650	210.00			02:30 p.m. - 03:00 p.m.				x		210.00	210.00	x			
	107+180	107+250	217.00			01:00 p.m. - 01:30 p.m.		x				217.00	217.00	x			
	116+000	116+600	1,980.00			07:00 a.m. - 11:00 a.m.	x					1,980.00	1,980.00	x			

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 27: Prog. diaria 22/08 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Sábado 22/08/2020						Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento	
							07:00 a.m. - 08:30	09:30 a.m. - 10:30	10:30 a.m. - 11:30	12:30 p.m. - 02:00 p.m.	Sí	No				
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO															
2.10	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO															
A	Sectores que presentan ahuellamiento															
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2														
	117+600 117+700		75.00			09:30 a.m. - 10:30 a.m.	x				75.00	75.00	x			
	117+870 117+920		150.00			10:30 a.m. - 11:30 a.m.		x			150.00	150.00	x			
	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2														
	116+600 117+000		1,320.00			07:00 a.m. - 08:30 a.m.	x				1,320.00	1,320.00	x			
	118+570 118+620		160.00			12:30 p.m. - 01:00 p.m.			x		160.00	160.00	x			
	118+710 118+820		363.00						x		363.00	363.00	x			
	118+820 118+950		429.00			02:00 p.m. - 03:00 p.m.				x	429.00	429.00	x			
	118+950 119+060		363.00							x	363.00	363.00	x			

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 28: Prog. diaria 24/08 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Lunes 24/08/2020						Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
							07:30 a.m. - 09:00 a.m.	09:30 a.m. - 10:00 a.m.	10:00 a.m. - 01:00 p.m.	02:00 p.m. - 03:00 p.m.	03:30 p.m.	Sí			No			
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																	
2.10	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO																	
A	Sectores que presentan ahuellamiento																	
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2																
	90+360 90+460		300.00			03:00 p.m. - 03:30 p.m.				x	300.00	-		x	DIS	Tramos muy separados		
	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2																
	117+870 117+930		198.00			09:30 a.m. - 10:00 a.m.		x			198.00	198.00	x					
	117+600 117+733		425.60			07:30 a.m. - 09:00 a.m.	x				425.60	425.60	x					
	110+700 110+800		330.00			01:00 p.m. - 02:00 p.m.			x		330.00	330.00	x					

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 29: Prog. diaria 25/08 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Martes 25/08/2020					Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
							07:30 a.m. - 08:00 a.m.	08:00 a.m. - 11:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:00 p.m.	12:00 p.m. - 12:30	02:00 p.m. - 02:30			Sí	No		
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																
2.10	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO																
A	Sectores que presentan ahuellamiento																
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2															
	90+360		90+460	300.00			11:00 a.m. - 11:30 a.m.	x				300.00	300.00	x			
	90+810		91+100	435.00			12:00 p.m. - 12:30 p.m.		x			435.00	435.00	x			
	91+650		91+900	625.00			02:00 p.m. - 02:30 p.m.			x		625.00	625.00	x			
	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2															
	80+240		80+380	420.00			07:30 a.m. - 08:00 a.m.	x				420.00	-		x	QA	Falla en mezcla

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 30: Prog. diaria 26/08 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Miercoles 26/08/2020							Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento	
							07:30 a.m. - 08:00 a.m.	08:00 a.m. - 11:30 a.m.	11:30 a.m. - 12:00 p.m.	12:30 p.m. - 01:00 p.m.	01:00 p.m. - 02:00 p.m.	02:00 p.m. - 02:45 p.m.	02:45 p.m. - 03:00 p.m.			Sí	No
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																
2.10	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO																
A	Sectores que presentan ahuellamiento																
4.00	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2															
	80+240		80+380	420.00			07:30 a.m. - 08:00 a.m.	x					420.00	420.00	x		
	90+100		90+150	160.00			11:30 a.m. - 12:00 p.m.		x				160.00	160.00	x		
	90+300		90+460	512.00			12:30 p.m. - 01:00 p.m.			x			512.00	512.00	x		
	90+800		91+100	960.00			02:00 p.m. - 02:45 p.m.				x		960.00	960.00	x		
	91+750		91+900	480.00			02:45 p.m. - 03:00 p.m.					x	480.00	480.00	x		

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 31: Prog. diaria 27/08 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Jueves 27/08/2020					Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		
							06:00 a.m. - 07:00	08:30 a.m. - 09:30	12:00 p.m. - 12:30	02:00 p.m. - 03:00	Sí			No		
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO															
2.10	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO															
A	Sectores que presentan ahuellamiento															
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2														
	37+080	37+100	30.00			12:00 p.m. - 12:30 p.m.			x			30.00	30.00	x		
	37+100	37+220	180.00						x			180.00	180.00	x		
	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2														
	76+970	77+040	217.00			06:00 a.m. - 07:00 a.m.	x					217.00	217.00	x		
	62+675	62+810	418.50			08:30 a.m. - 09:30 a.m.		x				418.50	418.50	x		
	62+675	62+810	418.50			02:00 p.m. - 03:00 p.m.				x		418.50	418.50	x		

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 32: Prog. diaria 28/08 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Viernes 28/08/2020						Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento	
							07:30 a.m. - 08:00	08:00 a.m. - 08:30	08:30 a.m. - 12:00	12:30 p.m. - 02:30	02:30 p.m. - 03:00	Sí			No	
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO															
2.10	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO															
A	Sectores que presentan ahuellamiento															
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2														
	21+453	21+635	546.00			02:30 p.m. - 03:00 p.m.					x	546.00	546.00	x		
	26+030	26+200	255.00			12:00 p.m. - 12:30 p.m.			x			255.00	255.00	x		
	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2														
	37+060	37+110	160.00			07:30 a.m. - 08:00 a.m.	x					160.00	160.00	x		
	37+100	37+220	396.00			08:00 a.m. - 08:30 a.m.		x				396.00	396.00	x		

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 33: Prog. diaria 29/08 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Sábado 29/08/2020							Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
							07:00 a.m. - 08:00 a.m.	08:00 a.m. - 09:00 a.m.	09:00 a.m. - 11:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:00 a.m.	12:00 a.m. - 01:00 p.m.	01:00 p.m. - 02:00 p.m.	02:00 p.m. - 03:00 p.m.			03:00 p.m. - 03:00 p.m.	Si		
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																		
2.10	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO																		
A	Sectores que presentan ahuellamiento																		
4.00	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2																	
	20+840	21+030	608.00			07:00 a.m. - 08:00 a.m.	x					x	608.00	608.00	x				
	20+840	21+030	608.00			03:00 p.m. - 03:00 p.m.							608.00	608.00	x				
	21+400	21+645	784.00			09:00 a.m. - 09:30 a.m.		x					784.00	784.00	x				
	21+400	21+645	784.00			01:00 p.m. - 02:00 p.m.					x		784.00	636.00		x	QA	Falla en mezcla	
	25+985	26+220	752.00			11:00 a.m. - 12:00 a.m.			x				752.00	752.00	x				

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 34: Prog. diaria 31/08 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Lunes 31/08/2020							Met. Prog.	Met. Ejec.	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
							07:00 a.m. - 07:30 a.m.	07:30 a.m. - 09:00 a.m.	09:00 a.m. - 10:00 a.m.	10:00 a.m. - 12:00 p.m.	12:00 p.m. - 01:00 p.m.	01:00 p.m. - 02:30 p.m.	02:30 p.m. - 14:00 p.m.			14:00 p.m. - 14:30 p.m.	Si		
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																		
2.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA																		
A	Sectores que presentan ahuellamiento																		
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2																	
	164+933	165+000	107.20			10:30 a.m. - 12:p.m.			x				107.20	107.20	x				
	164+665	164+790	187.50						x					187.50	187.50	x			
	164+745	165+000	382.50						x					382.50	382.50	x			
	164+640	164+700	180.00						x					180.00	180.00	x			
	164+630	164+745	322.00								x			322.00	322.00	x			
	159+350	159+410	204.00			01:00 p.m. - 02:30 p.m.					x		204.00	204.00	x				
	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2																	
	169+550	169+800	510.00			09:00 a.m. - 10:00 a.m.	x						510.00	160.00		x	QA	Falla en mezcla	
	159+140	159+240	330.00			03:00 p.m. - 04:00 p.m.						x	330.00	330.00	x				
2.20	SUBTRAMO 02: LA OROYA - HUANCAYO																		
A	Sectores que presentan ahuellamiento																		
1.00	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2																	
1.10	21+575	21+635	148.00			07:00 a.m. - 07:30 a.m.	x						148.00	148.00	x				

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 35: Prog. diaria 01/09 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Martes 01/09/2020							Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
							07:00 a.m. - 07:30 a.m.	07:30 a.m. - 08:00 a.m.	08:00 a.m. - 09:30 a.m.	09:30 a.m. - 11:30 a.m.	11:30 a.m. - 12:30 p.m.	12:30 p.m. - 01:30 p.m.	01:30 p.m. - 02:30 p.m.			02:30 p.m. - 03:00 p.m.	03:00 p.m. - 04:00 p.m.		
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																		
2.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA																		
A	Sectores que presentan ahuellamiento																		
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2																	
	155+860 156+210		1,050.00			01:30 p.m. - 02:30 p.m.							1,050.00	888.00			x	PROG	Replanteo de metrado
	156+730 156+790		90.00										90.00	90.00			x		
	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2																	
	169+550 169+650		350.00			07:00 a.m. - 07:30 a.m.	x						350.00	330.00			x	PROG	Replanteo de metrado
	164+617 165+000		1,378.80			08:00 a.m. - 09:30 a.m.		x					1,378.80	1,378.80			x		
	164+617 165+000		1,417.10			03:00 p.m. - 04:00 p.m.							1,417.10	1,417.10			x		
	159+350 159+410		210.00			11:30 a.m. - 12:30 p.m.							210.00	210.00			x		
	159+170 159+220		190.00										190.00	190.00			x		

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 36: Prog. diaria 02/09 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Miercoles 02/09/2020							Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
							07:00 a.m. - 07:30 a.m.	07:30 a.m. - 08:30 a.m.	08:30 a.m. - 11:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:30 p.m.	12:30 p.m. - 01:30 p.m.	01:30 p.m. - 02:00 p.m.	02:00 p.m. - 03:30 p.m.			Si	No		
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																		
2.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA																		
A	Sectores que presentan ahuellamiento																		
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2																	
	149+933 149+990		171.00			01:30 p.m. - 02:00 p.m.							171.00	-			x	SC	Falta de material por subcontratista
	149+379 149+497		354.00			02:30 p.m. - 03:30 p.m.							354.00	-			x	SC	Falta de material por subcontratista
	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2																	
	158+330 158+390		198.00			07:00 a.m. - 07:30 a.m.	x						198.00	198.00			x		
	156+730 156+790		198.00			08:30 a.m. - 09:30 a.m.		x					198.00	198.00			x		
	155+860 156+250		1,287.00			11:00 a.m. - 12:30 p.m.							1,287.00	1,287.00			x		

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 37: Prog. diaria 03/09 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Jueves 03/09/2019						Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento	
							07:30 a.m. - 08:00	08:30 a.m. - 09:30	10:30 a.m. - 12:00	01:00 p.m. - 02:00	02:30 p.m. - 03:30	Sí			No	
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO															
2.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA															
A	Sectores que presentan ahuellamiento															
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2														
	149+940	150+000	180.00			07:30 a.m. - 08:00 a.m.	x					180.00	180.00	x		
	149+933	149+990	171.00			02:30 p.m. - 03:30 p.m.					x	171.00	171.00	x		
	149+379	149+497	354.00								x	354.00	354.00	x		
	147+530	147+600	105.00			08:30 a.m. - 09:30 a.m.		x				105.00	105.00	x		
	146+670	146+750	224.00			10:30 a.m. - 12:00 p.m.			x			224.00	224.00	x		
	141+400	141+430	84.00						x			84.00	84.00	x		
	141+300	141+440	330.00						x			330.00	330.00	x		
	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2														
	147+480	147+640	560.00			01:00 p.m. - 02:00 p.m.				x		560.00	560.00	x		
	147+350	147+450	330.00							x		330.00	330.00	x		
	146+010	146+210	640.00			10:30 a.m. - 12:00 p.m.			x			640.00	640.00	x		

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 38: Prog. diaria 04/09 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Viernes 04/09/2020							Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento	
							07:00 a.m. - 09:00 a.m.	09:00 a.m. - 10:00 a.m.	10:00 a.m. - 11:30 a.m.	11:30 a.m. - 12:30 p.m.	12:30 p.m. - 01:00 p.m.	01:30 p.m. - 02:00 p.m.	02:00 p.m. - 03:00 p.m.			03:00 p.m. - 03:30 p.m.	Si			No
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																			
2.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA																			
A	Sectores que presentan ahuellamiento																			
4.00	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2																		
	149+920	150+000	280.00					x					280.00	264.00		x	PROG	Replanteo de metrado		
	149+390	149+530	462.00			07:00 a.m. - 09:00 a.m.		x					462.00	462.00		x				
	147+530	147+630	330.00					x					330.00	330.00		x				
	147+820	147+890	231.00			03:00 p.m. - 03:30 p.m.						x	231.00	231.00		x				
	145+290	145+350	204.00						x				204.00	204.00		x				
	144+740	144+950	756.00			10:00 a.m. - 11:30 a.m.			x				756.00	756.00		x				
	144+740	144+820	280.00			01:30 p.m. - 02:00 p.m.					x		280.00	280.00		x				
	141+090	141+160	245.00			12:30 p.m. - 01:00 p.m.				x			245.00	245.00		x				

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 39: Prog. diaria 05/09 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Sábado 05/09/2020						Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
							07:00 a.m. - 08:00 a.m.	08:30 a.m. - 09:00 a.m.	09:00 a.m. - 11:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:00 p.m.	12:00 p.m. - 02:00 p.m.	02:00 p.m. - 03:00 p.m.			Si	No		
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																	
2.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA																	
A	Sectores que presentan ahuellamiento																	
4.00	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2																
	146+560	146+660	310.00			07:00 a.m. - 08:00 a.m.		x					310.00	310.00		x		
	146+670	146+750	248.00			08:30 a.m. - 09:00 a.m.			x				248.00	248.00		x		
	141+090	141+170	280.00			11:00 a.m. - 12:00 p.m.				x			280.00	280.00		x		
	131+510	131+720	882.00			02:00 p.m. - 03:00 p.m.					x		882.00	861.00		x	QA	Falla en mezcla

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 40: Prog. diaria 07/09 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Lunes 07/09/2020						Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
							07:00 a.m. - 08:00 a.m.	08:30 a.m. - 10:00 a.m.	10:30 a.m. - 11:30 a.m.	12:30 p.m. - 01:30 p.m.	02:30 p.m. - 03:30 p.m.	Si			No			
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																	
2.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA																	
A	Sectores que presentan ahuellamiento																	
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2																
	114+070	114+165	304.00			12:30 p.m. - 01:30 p.m.					x	304.00	304.00	x				
	113+820	113+967	411.60			10:30 a.m. - 11:30 a.m.			x			411.60	411.60	x				
	113+020	113+090	252.00			08:30 a.m. - 10:00 a.m.		x				252.00	252.00	x				
	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2																
	112+780	112+950	578.00			07:00 a.m. - 08:00 a.m.	x					578.00	578.00	x				
	113+260	113+480	748.00			08:30 a.m. - 10:00 a.m.		x				748.00	748.00					
	112+780	112+950	748.00			02:30 p.m. - 03:30 p.m.					x	748.00	-		x	DIS	Tramos muy separados	

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 41: Prog. diaria 08/09 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Martes 08/09/2020						Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
							07:30 a.m. - 08:30 a.m.	09:30 a.m. - 11:30 a.m.	12:00 p.m. - 12:30 p.m.	01:00 p.m. - 01:30 p.m.	02:30 p.m. - 03:00 p.m.	Si			No			
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																	
2.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA																	
A	Sectores que presentan ahuellamiento																	
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2																
	112+400	112+550	495.00			09:30 a.m. - 11:30 a.m.		x				495.00	495.00	x				
	111+800	111+900	290.00			12:00 p.m. - 12:30 p.m.			x			290.00	290.00	x				
	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2																
	112+780	112+950	748.00			09:30 a.m. - 11:30 a.m.		x				748.00	748.00	x				
	109+143	109+270	444.50			07:30 a.m. - 08:30 a.m.	x					444.50	444.50	x				
	109+143	109+270	444.50			01:00 p.m. - 01:30 p.m.				x		444.50	444.50	x				
	107+130	107+240	385.00			02:30 p.m. - 03:00 p.m.					x	385.00	-		x	QA	Falla en mezcla	

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 42: Prog. diaria 09/09 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Miercoles 09/09/2020						Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
							07:30 a.m. - 08:30 a.m.	08:30 a.m. - 09:30 a.m.	09:30 a.m. - 10:30 a.m.	10:30 a.m. - 11:30 a.m.	11:30 a.m. - 12:30 p.m.	12:30 p.m. - 01:30 p.m.			01:30 p.m. - 02:30 p.m.	Si		
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																	
2.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA																	
A	Sectores que presentan ahuellamiento																	
4.00	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2																
	107+130	107+240	385.00			07:30 a.m. - 08:30 a.m.	x					385.00	385.00	x				
	107+130	107+240	385.00			01:30 p.m. - 02:30 p.m.				x		385.00	385.00	x				
	106+450	106+605	558.00			09:30 a.m. - 10:30 a.m.		x				558.00	558.00	x				
	107+764	108+180	680.00			11:30 a.m. - 12:30 p.m.			x			680.00	-		x	EXT	Lluvias	

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 43: Prog. diaria 10/09 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Jueves 10/09/2020						Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
							07:30 a.m. - 08:30 a.m.	08:30 a.m. - 09:30 a.m.	09:30 a.m. - 11:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:00 p.m.	12:00 p.m. - 01:30 p.m.	01:30 p.m. - 02:30 p.m.			Si	No		
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																	
2.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA																	
A	Sectores que presentan ahuellamiento																	
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2																
	104+133	104+184	132.60			12:00 p.m. - 12:30 p.m.			x			132.60	-		x	EJEC	Presencia de peladuras	
	Capa final de Micropavimento Tipo III																	
	111+800	111+900	320.00			07:30 a.m. - 08:30 a.m.	x					320.00	320.00	x				
	111+800	111+900	320.00			01:30 p.m. - 02:30 p.m.				x		320.00	320.00	x				
	107+764	108+180	1,331.20			09:30 a.m. - 11:00 a.m.		x				1,331.20	1,331.20	x				

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 44: Prog. diaria 11/09 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Viernes 11/09/2020						Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento		
							07:30 a.m. - 08:30 a.m.	08:30 a.m. - 10:00 a.m.	10:00 a.m. - 11:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:00 p.m.	12:00 p.m. - 01:00 p.m.	01:00 p.m. - 02:00 p.m.			02:00 p.m. - 03:00 p.m.	03:00 p.m. - 04:00 p.m.			Si	No
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																			
2.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA																			
A	Sectores que presentan ahuellamiento																			
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2																		
	109+150 109+270		336.00			10:00 a.m. - 11:00 a.m.		x				336.00	336.00	x						
	105+160 105+300		252.00			07:30 a.m. - 08:30 a.m.	x					252.00	252.00	x						
	104+133 104+184		132.60			03:30 p.m. - 04:00 p.m.					x	132.60	132.60	x						
	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2																		
	112+400 112+550		495.00			12:00 p.m. - 01:00 p.m.			x			495.00	495.00	x						
	105+150 105+310		544.00			02:00 p.m. - 03:00 p.m.				x		544.00	-		x	EJEC	Presencia de peladuras			

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 45: Prog. diaria 12/09 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Sábado 12/09/2020					Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		
							07:30 a.m. - 09:00 a.m.	09:00 a.m. - 10:00 a.m.	10:00 a.m. - 11:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:00 p.m.	12:00 p.m. - 01:00 p.m.			Si	No	
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO															
2.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA															
A	Sectores que presentan ahuellamiento															
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2														
	104+112 104+190		249.60			10:00 a.m. - 11:00 a.m.			x			249.60	249.60	x		
	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2														
	105+150 105+310		544.00			12:00 p.m. - 01:00 p.m.				x		544.00	544.00	x		
	105+150 105+310		544.00			07:30 a.m. - 09:00 a.m.	x					544.00	544.00	x		

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 46: Prog. diaria 14/09 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Lunes 14/09/2020						Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento	
							07:30 a.m.	08:30 a.m.	09:00 a.m. - 10:00 a.m.	10:00 a.m. - 11:00 a.m.	11:00 a.m. - 12:30 p.m.	12:30 p.m. - 02:00 p.m.			03:00 p.m.	Sí
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO															
2.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA															
A	Sectores que presentan ahuellamiento															
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2														
	97+285 97+345		384.00			09:00 a.m. - 10:00 a.m.			x			384.00	384.00		x	
	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2														
	97+100 97+200		360.00			07:30 a.m. 08:30 a.m.	x					360.00	360.00		x	
	97+100 97+200		360.00			02:00 p.m. - 03:00 p.m.				x		360.00	360.00		x	
	96+710 96+920		756.00			11:00 a.m.- 12:30 p.m.			x			756.00	756.00		x	

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 47: Prog. diaria 15/09 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Martes 15/09/2020							Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
							07:00 a.m. - 07:30 a.m.	07:30 a.m. - 08:00 a.m.	08:00 a.m. - 09:00 a.m.	09:00 a.m. - 10:00 a.m.	10:00 a.m. - 11:30 a.m.	11:30 a.m. - 01:00 p.m.	01:00 p.m. - 01:30 p.m.			03:00 p.m. - 04:00 p.m.	Sí		
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																		
2.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA																		
A	Sectores que presentan ahuellamiento																		
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2																	
	97+285 97+345		192.00			03:00 p.m. - 04:00 p.m.					x	192.00	192.00		x				
	97+285 97+345		192.00			07:00 a.m. - 07:30 a.m.	x					192.00	192.00		x				
	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2																	
	96+710 96+920		756.00			08:00 a.m. - 09:00 a.m.		x				756.00	756.00		x				
	93+200 93+320		408.00			10:00 a.m. - 11:30 a.m.			x			408.00	408.00		x				
	93+160 93+227		241.20						x				241.20	241.20		x			
	89+500 89+570		105.00			01:00 p.m. - 01:30 p.m.				x		105.00	-		x	DIS	Tramos muy separados		

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 48: Prog. diaria 16/09 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Miercoles 16/09/2020						Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento	
							07:30 a.m. - 08:00 a.m.	08:30 a.m. - 09:30 a.m.	09:30 a.m. - 11:30 a.m.	11:30 a.m. - 01:00 p.m.	01:00 p.m. - 02:00 p.m.	Sí			No	
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO															
2.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA															
A	Sectores que presentan ahuellamiento															
4.00	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2														
	89+500	89+570	248.50			07:30 a.m. - 08:00 a.m.	x					248.50	248.50	x		
	89+500	89+570	248.50			11:00 a.m. - 11:30 a.m.			x			248.50	248.50	x		
	89+760	90+220	1,610.00			08:30 a.m. - 09:30 a.m.		x				1,610.00	1,610.00	x		
	89+760	90+220	1,610.00			01:00 p.m. - 02:00 p.m.				x		1,610.00	1,610.00	x		

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 49: Prog. diaria 17/09 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Jueves 17/09/2020						Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento	
							07:30 a.m. - 08:00 a.m.	09:30 a.m. - 10:30 a.m.	10:30 a.m. - 12:00 p.m.	12:00 p.m. - 01:30 p.m.	01:30 p.m. - 02:30 p.m.	Sí			No	
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO															
2.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA															
A	Sectores que presentan ahuellamiento															
4.00	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2														
	81+000	81+100	155.00			07:30 a.m. - 08:00 a.m.	x					155.00	155.00	x		
	81+000	81+100	155.00			11:30 a.m. - 12:00 p.m.			x			155.00	155.00	x		
	77+040	77+224	303.60			09:30 a.m. - 10:30 a.m.		x				303.60	303.60	x		
	77+040	77+224	303.60			01:30 p.m. - 02:30 p.m.				x		303.60	303.60	x		

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 50: Prog. diaria 18/09 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Viernes 18/09/2020					Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		
							07:30 a.m. - 08:30 a.m.	10:00 a.m. - 11:00 a.m.	12:00 p.m. - 01:00 p.m.					Sí	No	
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO															
2.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA															
A	Sectores que presentan ahuellamiento															
4.00	Capa nivelante de Micropavimento Tipo III	m2														
	67+450 67+700		875.00			07:30 a.m. - 08:30 a.m.	x					875.00	875.00	x		
	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2														
	69+370 69+620		850.00			10:00 a.m. - 11:00 a.m.		x				850.00	850.00	x		
	67+450 67+700		875.00			12:00 p.m. - 01:00 p.m.			x			875.00	875.00	x		

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 51: Prog. diaria 19/09 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Sábado 19/09/2020					Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento		Tipo	Causa de Incumplimiento
							07:30 a.m. - 08:30 a.m.	10:00 a.m. - 11:30 a.m.	12:30 p.m. - 01:30 p.m.					Sí	No		
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO																
2.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA																
A	Sectores que presentan ahuellamiento																
4.00	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2															
	69+370 69+620		850.00			07:30 a.m. - 08:30 a.m.	x					850.00	850.00	x			
	67+450 67+700		875.00			10:00 a.m. - 11:30 a.m.		x				875.00	875.00	x			
	64+880 65+050		612.00			12:30 p.m. - 01:30 p.m.			x			612.00	-		x	EXT	Lluvias

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 52: Prog. diaria 21/09 – Proc. de aplicación de micropavimento

Ítem	Descripción de la Actividad	Unidad	Metrado	CI	CD	Fecha de Hora Planeada	Lunes 21/09/2020					Metrado Programado	Metrado Ejecutado	Estado de cumplimiento	
							07:30 a.m. - 08:30 a.m.	08:30 a.m. - 10:00 a.m.	10:00 a.m. - 11:30 a.m.	11:30 a.m. - 12:30 p.m.	12:30 p.m. - 01:30 p.m.			Sí	No
2.00	COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO														
2.10	SUBTRAMO 01: PUENTE RICARDO PALMA - LA OROYA														
A	Sectores que presentan ahuellamiento														
4.00	Capa final de Micropavimento Tipo III	m2													
	64+880	65+050	630.00			07:30 a.m. - 08:30 a.m.	x				630.00	630.00	x		
	55+310	55+460	540.00			10:00 a.m. - 11:30 a.m.		x			540.00	540.00	x		
	47+480	47+570	330.00			12:30 p.m. - 01:30 p.m.			x		330.00	330.00	x		

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 53: Control de calidad de aplicación del subtramo 1 – Parte 1

		CONTROL DE APLICACIONES DE CAPA FINAL									
		Ahuellamientos, peladuras, corrimientos - Subtramo 1									
PROYECTO		"MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA CENTRAL SUBTRAMO 1 Y SUBTRAMOS 2"									
F. de aplicación	Tramo de aplicación	Fecha de inspeccion	Defecto	rog. Inic	Prog. Fin	Carril		ongitud (m)	Metrado Ejecutado (m2)	Prof. AH mm	Fecha de corrección
						CD	CI				
lunes, 31 de Agosto	<159+140 - 165+000>	1/09/2020	-	164+933	165+000		X	67	107.20	6mm<	
		1/09/2020	-	164+665	164+790		X	125	187.50	6mm<	
		1/09/2020	-	164+745	165+000	X		255	382.50	6mm<	
		1/09/2020	-	164+640	164+700		X	60	180.00	6mm<	
		1/09/2020	-	164+630	164+745	X		115	322.00	6mm<	
		1/09/2020	-	159+350	159+410		X	60	204.00	6mm<	
		1/09/2020	-	169+550	169+800	X		250	160.00	6mm<	
		1/09/2020	Ahuellamiento	159+140	159+240	X		100	330.00	<6mm	2/09/2020
martes, 1 de Setiembre	<155+860 - 159+410>	2/09/2020	-	155+860	156+210		X	350	888.00	6mm<	
		2/09/2020	-	156+730	156+790		X	60	90.00	6mm<	
		2/09/2020	-	169+550	169+650	X		100	330.00	6mm<	
		2/09/2020	-	164+617	165+000		X	383	1378.80	6mm<	
		2/09/2020	-	164+617	165+000	X		383	1417.10	6mm<	
		2/09/2020	-	159+350	159+410		X	60	210.00	6mm<	
		2/09/2020	Peladuras	159+170	159+220	X		50	190.00	<6mm	3/09/2020
miércoles, 2 de Setiembre	<149+379 - 149+990>	3/09/2020	-	158+330	158+390		X	60	198.00	6mm<	
		3/09/2020	-	156+730	156+790		X	60	198.00	6mm<	
		3/09/2020	-	155+860	156+250		X	390	1287.00	6mm<	
jueves, 3 de Setiembre	<146+010 - 150+000>	4/09/2020	-	149+940	150+000	X		60	180.00	6mm<	
		4/09/2020	-	149+933	149+990		X	57	171.00	6mm<	
		4/09/2020	-	149+379	149+497		X	118	354.00	6mm<	
		4/09/2020	-	147+530	147+600	X		70	105.00	6mm<	
		4/09/2020	-	146+670	146+750		X	80	224.00	6mm<	
		4/09/2020	-	141+400	141+430		X	30	84.00	6mm<	
		4/09/2020	-	141+300	141+440		X	140	330.00	6mm<	
		4/09/2020	-	147+480	147+640	X		160	560.00	6mm<	
		4/09/2020	Ahuellamiento	147+350	147+450	X		100	150.00	<6mm	5/09/2020
		4/09/2020	-	146+010	146+210	X		200	640.00	6mm<	
viernes, 4 de Setiembre	<141+090 - 145+350>	5/09/2020	-	149+920	150+000		X	80	264.00	6mm<	
		5/09/2020	-	149+390	149+530		X	140	462.00	6mm<	
		5/09/2020	-	147+530	147+630	X		100	330.00	6mm<	
		5/09/2020	Ahuellamiento	147+820	147+890		X	70	231.00	<6mm	6/09/2020
		5/09/2020	-	145+290	145+350		X	60	204.00	6mm<	
		5/09/2020	-	144+740	144+950		X	210	756.00	6mm<	
		5/09/2020	-	144+740	144+820	X		80	280.00	6mm<	
sábado, 5 de Setiembre	<131+510 - 146+660>	6/09/2020	-	141+090	141+160		X	70	245.00	6mm<	
		6/09/2020	-	146+560	146+660	X		100	310.00	6mm<	
		6/09/2020	-	146+670	146+750	X		80	248.00	6mm<	
		6/09/2020	-	141+090	141+170	X		80	280.00	6mm<	
		6/09/2020	Peladuras	131+510	131+720		X	210	861.00	6mm<	7/09/2020
lunes, 7 de Setiembre	<112+780 - 114+165>	8/09/2020	-	114+070	114+165	X		95	304.00	6mm<	
		8/09/2020	-	113+820	113+967		X	147	411.60	6mm<	
		8/09/2020	-	113+020	113+090	X		70	252.00	6mm<	
		8/09/2020	-	112+780	112+950		X	170	578.00	6mm<	
		8/09/2020	-	113+260	113+480		X	220	748.00	6mm<	
		8/09/2020	Peladuras	112+780	112+950	X		170	578.00	<6mm	9/09/2020


Nota: Elaboración Propia

Anexo 54: Control de calidad de aplicación del subtramo 1 – Parte 2

martes, 8 de Setiembre	<107+130 - 112+550>	9/09/2020	-	112+400	112+550	X		150	495.00	6mm<	
		9/09/2020	-	111+800	111+900		X	100	290.00	6mm<	
		9/09/2020	-	112+780	112+950		X	170	444.50	6mm<	
		9/09/2020	-	109+143	109+270	X		127	748.00	6mm<	
		9/09/2020	-	109+143	109+270		X	127	444.50	6mm<	
miércoles, 9 de Setiembre	<106+450 - 108+180>	11/09/2020	-	107+130	107+240		X	110	385.00	6mm<	
		11/09/2020	-	107+130	107+240	X		110	385.00	6mm<	
		11/09/2020	-	106+450	106+605		X	155	558.00	6mm<	
jueves, 10 de Setiembre	<104+133 - 111+900>	11/09/2020	-	104+133	104+184		X	51	132.60	6mm<	
		11/09/2020	-	111+800	111+900		X	100	320.00	6mm<	
		11/09/2020	-	111+800	111+900	X		100	320.00	6mm<	
		11/09/2020	-	107+764	108+180		X	416	1331.20	6mm<	
viernes, 11 de Setiembre	<104+133 - 112+550>	12/09/2020	-	109+150	109+270		X	120	336.00	6mm<	
		12/09/2020	-	105+160	105+300	X		140	252.00	6mm<	
		12/09/2020	-	104+133	104+184		X	51	132.60	6mm<	
		12/09/2020	Ahuellamiento	112+400	112+550		X	150	250.00	<6mm	13/09/2020
sábado, 12 de Setiembre	<104+112 - 105+310>	13/09/2020	-	104+112	104+190		X	78	249.60	6mm<	
		13/09/2020	-	105+150	105+310	X		160	544.00	6mm<	
		13/09/2020	-	105+150	105+310		X	160	544.00	6mm<	
lunes, 14 de Setiembre	<96+710 - 97+345>	16/09/2020	-	97+285	97+345		X	60	384.00	6mm<	
		16/09/2020	-	97+100	97+200	X		100	360.00	6mm<	
		16/09/2020	-	97+100	97+200		X	100	360.00	6mm<	
		16/09/2020	-	96+710	96+920		X	210	756.00	6mm<	
martes, 15 de Setiembre	<89+500 - 97+345>	16/09/2020	-	97+285	97+345		X	60	192.00	6mm<	
		16/09/2020	-	97+285	97+345	X		60	192.00	6mm<	
		16/09/2020	-	96+710	96+920	X		210	756.00	6mm<	
		16/09/2020	-	93+200	93+320		X	120	408.00	6mm<	
		16/09/2020	Ahuellamiento	93+160	93+227		X	67	241.20	<6mm	16/09/2020
miércoles, 16 de Setiembre	<89+500 - 90+220>	17/09/2020	-	89+500	89+570		X	70	248.50	6mm<	
		17/09/2020	-	89+500	89+570	X		70	248.50	6mm<	
		17/09/2020	-	89+760	90+220		X	460	1610.00	6mm<	
		17/09/2020	-	89+760	90+220	X		460	1610.00	6mm<	
jueves, 17 de Setiembre	<77+040 - 81+100>	18/09/2020	-	81+000	81+100		X	100	155.00	6mm<	
		18/09/2020	-	81+000	81+100	X		100	155.00	6mm<	
		18/09/2020	-	77+040	77+224		X	184	303.60	6mm<	
		18/09/2020	-	77+040	77+224	X		184	303.60	6mm<	
viernes, 18 de Setiembre	<67+700 - 69+620>	19/09/2020	-	67+450	67+700		X	250	875.00	6mm<	
		19/09/2020	-	69+370	69+620		X	250	850.00	6mm<	
		19/09/2020	Ahuellamiento	67+450	67+700	X		250	450.00	<6mm	20/09/2020
sábado, 19 de Setiembre	<64+ 880 - 69+620>	22/09/2020	-	69+370	69+620	X		250	850.00	6mm<	
		22/09/2020	-	67+450	67+700	X		250	875.00	6mm<	
lunes, 21 de Setiembre	<47+480 - 65+050>	22/09/2020	-	64+880	65+050		X	170	630.00	6mm<	
		22/09/2020	-	55+310	55+460		X	150	540.00	6mm<	
		22/09/2020	-	47+480	47+570		X	90	330.00	6mm<	

Nota: Elaboración Propia

Anexo 55: Control de calidad de aplicación del subtramo 2

		CONTROL DE APLICACIONES DE CAPA FINAL									
		Ahuellamientos, peladuras, corrimientos - Subtramo 2									
PROYECTO		"MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA CENTRAL SUBTRAMO 1 Y SUBTRAMOS 2"									
F. de aplicación	Tramo de aplicación	Fecha de inspección	Defecto	Prog. Inicio	Prog. Fin	Carril		Longitud (m)	Metrado Ejecutado (m2)	Prof. AH mm	Fecha de corrección
						CD	CI				
lunes, 17 de Agosto	<105+690 - 107+230>	18/08/2020	-	106+023	106+368	X		345	1035.00	6mm<	-
		18/08/2020	-	105+470	105+650	X		180	324.00	6mm<	-
		18/08/2020	-	105+690	105+773	X		83	166.00	6mm<	-
		18/08/2020	-	108+780	108+870	X		90	135.00	6mm<	-
		19/08/2020	-	107+000	107+230	X		230	905.00	6mm<	-
martes, 18 de Agosto	<105+580 - 112+855>	20/08/2020	-	105+580	105+750	X		170	352.50	6mm<	
		20/08/2020	-	106+000	106+500	X		500	397.50	6mm<	
		20/08/2020	-	108+780	108+870	X		90	350.00	6mm<	
miércoles, 19 de Agosto	<102+580 - 106+500>	20/08/2020	Ahuellamiento	112+600	112+865	X		265	578.00	<6mm	21/08/2020
		20/08/2020	-	102+580	102+800		X	220	770.00	6mm<	
		21/08/2020	-	102+580	102+800	X		220	770.00	6mm<	
		21/08/2020	Desprendimiento	105+580	105+750		X	170	578.00	6mm<	23/08/2020
jueves, 20 de Agosto	<112+600 - 116+950>	21/08/2020	-	106+000	106+500		X	500	1700.00	6mm<	
		22/08/2020	-	112+600	112+900	X		300	990.00	6mm<	
		22/08/2020	Ahuellamiento	116+000	116+600	X		600	600.00	<6mm	23/08/2020
viernes, 21 de Agosto	<105+580 - 116+600>	22/08/2020	-	116+684	116+950	X		266	990.00	6mm<	
		23/08/2020	-	105+580	105+650		X	70	210.00	6mm<	
		23/08/2020	Ahuellamiento	107+180	107+250		X	70	217.00	<6mm	25/08/2020
sábado, 22 de Agosto	<116+600 - 119+060>	23/08/2020	-	116+000	116+600	X		600	1980.00	6mm<	
		23/08/2020	-	116+600	117+000	X		400	75.00	6mm<	
		23/08/2020	-	118+570	118+620		X	50	150.00	6mm<	
		23/08/2020	-	118+710	118+820		X	110	1320.00	6mm<	
		23/08/2020	-	118+820	118+950	X		130	160.00	6mm<	
		23/08/2020	-	118+950	119+060	X		110	363.00	6mm<	
		23/08/2020	-	117+600	117+700		X	100	429.00	6mm<	
lunes, 24 de Agosto	<90+360 - 117+930>	23/08/2020	-	117+870	117+920		X	50	363.00	<6mm	
		25/08/2020	-	90+360	90+460	X		100	300.00	6mm<	
		25/08/2020	-	117+870	117+930		X	60	198.00	6mm<	
		25/08/2020	-	117+600	117+733		X	133	425.60	6mm<	
martes, 25 de Agosto	<80+240 - 91+900>	25/08/2020	-	110+700	110+800		X	100	330.00	6mm<	
		26/08/2020	-	90+360	90+460		X	100	300.00	6mm<	
		26/08/2020	-	90+810	91+100	X		290	435.00	6mm<	
miércoles, 26 de Agosto	<80+240 - 91+900>	26/08/2020	-	91+650	91+900		X	250	625.00	6mm<	
		27/08/2020	Ahuellamiento	80+240	80+380		X	140	420.00	<6mm	28/08/2020
		27/08/2020	-	90+100	90+150		X	50	160.00	6mm<	
		27/08/2020	-	90+300	90+460		X	160	512.00	6mm<	
jueves, 27 de Agosto	<37+080 - 77+040>	27/08/2020	-	90+800	91+100	X		300	960.00	6mm<	
		28/08/2020	-	37+080	37+100	X		20	30.00	6mm<	
		28/08/2020	-	37+100	37+220	X		120	180.00	6mm<	
		28/08/2020	-	76+970	77+040		X	70	217.00	6mm<	
		28/08/2020	-	62+675	62+810		X	135	418.50	6mm<	
viernes, 28 de Agosto	<21+453 - 37+220>	28/08/2020	-	62+675	62+810	X		135	418.50	6mm<	
		29/08/2020	-	21+453	21+635		X	182	546.00	6mm<	
		29/08/2020	-	26+030	26+200		X	170	255.00	6mm<	
sábado, 29 de Agosto	<20+840 - 26+220>	29/08/2020	Peladuras	37+060	37+110	X		50	160.00	<6mm	29/08/2020
		29/08/2020	-	37+100	37+220	X		120	396.00	6mm<	
		30/08/2020	-	20+840	21+030		X	190	608.00	6mm<	
sábado, 29 de Agosto	<20+840 - 26+220>	30/08/2020	-	20+840	21+030	X		190	608.00	6mm<	
		30/08/2020	-	21+400	21+645	X		245	784.00	6mm<	
		30/08/2020	-	21+400	21+645		X	245	636.00	6mm<	
		30/08/2020	-	25+985	26+220		X	235	752.00	6mm<	

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 56: Porcentaje de metrado rehechos de proyectos anteriores

PORCENTAJES DE TRAMOS REHECHOS DE PROYECTOS ANTERIORES								
Item	Contrato	Nombre del Proyecto	Cliente	Actividad Principal	Año	Ubicación del Proyecto	% de Tramos rehechos	%Promedio de Tramos Rehechos
1	CO-DV-023-2019	GENERAL DE AHUELLAMIENTOS CON MICROPAVIMENTO TIPO III, TRATAMIENTO DE FISURAS DEL KM 120+000 AL KM 131+000 Y APLICACIÓN DE MICROPAVIMENTO DEL KM 120+000 AL KM 124+000 EN EL SECTOR 01 DE LA CARRETERA CENTRAL	DEVIANDES S.A.C.	Aplicación de micropavimento tipo III	2019	Lima - Junin	12.85%	12.64%
2	CO-DV-025-2019	CORRECCIÓN GENERAL DE AHUELLAMIENTOS CON MICROPAVIMENTO TIPO III: SECTOR 02 DE LA CARRETERA CENTRAL (LA OROYA - HUANCAYO)	DEVIANDES S.A.C.	Aplicación de micropavimento tipo III	2019	Junin	13.80%	
3	CONTRATO: 039-CCVS-LEGAL/2019AL/2019	APLICACIÓN DE SLURRY SEAL EN EL SUB TRAMO 1 SECTORES 1.3 Y 1.4 Y SUB TRAMO 2 SECTORES 2.3 Y 2.4	CONSORCIO CONCESIÓN VIAL DEL SUR (CCVS)	Aplicación de Slurry Seal	2019	Arequipa	9.54%	
4	CONAL-GT-027-19	APLICACIÓN DE MORTERO ASFÁLTICO EN EL CORREDOR VIAL: EMPALME PE 3S ABRA TOCCTO – QUEROBAMBA - PUQUIO	CONALVIAS CONSTRUCCIONES SAC	Aplicación de Slurry Seal	2019	Ayacucho	14.35%	

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 57: Formato de carta balance.

OBRA : MANTENIMIENTO PERIODICO SUB TRAMO 02
 PROPIETARI: VIAL-CON E.I.R.L.
 ACTIVIDAD : Fresado de lomos en carpeta asfáltica
 FECHA

UBICACIÓN
 PRIMERA MUESTRA
 SEGUNDA MUESTRA
 TERCERA MUESTRA
 HOR. TERM ACT.
 VOLUMEN :

CARTA BALANCE

	Donato Gómero	Jerson Dic	Victor Urbano	Jhonny Capcha
	Capataz	Operario	Ayudante 1	Ayudante 2
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

	Donato Gómero	Jerson Dic	Victor Urbano	Jhonny Capcha
	Capataz	Operario	Ayudante 1	Ayudante 2
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				

Item	Nombres y Apellidos	Cat.
1	Donato Gómero	Capataz
2	Jerson Dic	Operario
3	Victor Urbano	Ayudante
4	Jhonny Capcha	Ayudante

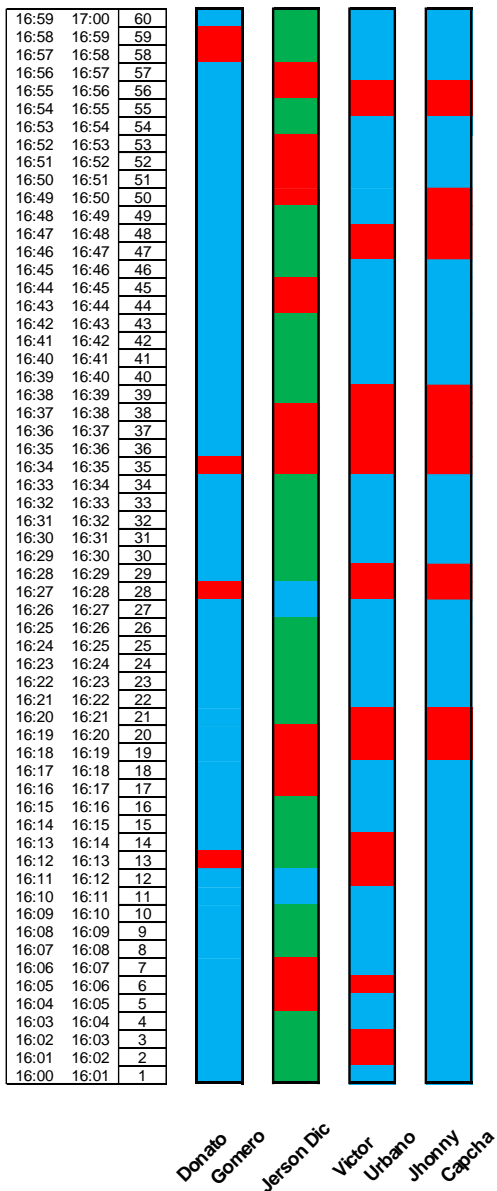
TP	TRABAJO PRODUCTIVO
FL	Fresado de lomos
TF	Tratamiento de fisuras

TC	TRABAJO CONTRIBUTIVO
DF	Delimitación zona de fresado
DM	Dirección de minicargador
RF	Revisión de tramos fresados
AC	Acumulación de material excedente
EL	Eliminación de material excedente
DT	Delimitación zona de trabajo
TR	Traslado
DP	Dirección de personal
TI	Traslado Interno
RM	Recarga de material
MS	Movimiento de señalización

TNC	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO
ES	Esperas
PC	Parada por falta de combustible
PM	Parada por desperfectos mecánicos

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 58: Carta balance 10/08 – Medición N° 1 al 60



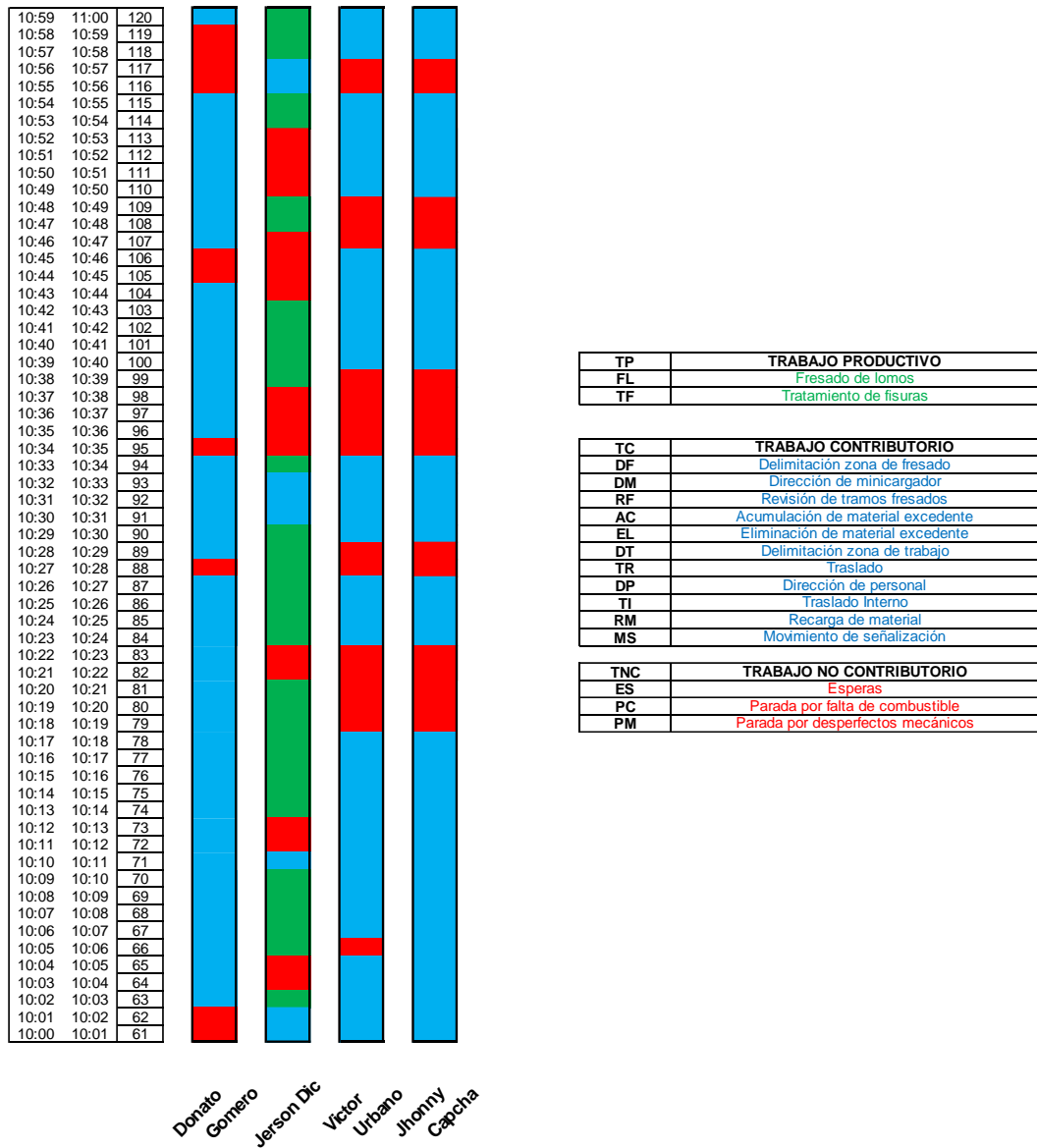
TP	TRABAJO PRODUCTIVO
FL	Fresado de lomos
TF	Tratamiento de fisuras

TC	TRABAJO CONTRIBUTIVO
DF	Delimitación zona de fresado
DM	Dirección de minicargador
RF	Revisión de tramos fresados
AC	Acumulación de material excedente
EL	Eliminación de material excedente
DT	Delimitación zona de trabajo
TR	Traslado
DP	Dirección de personal
TI	Traslado Interno
RM	Recarga de material
MS	Movimiento de señalización

TNC	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO
ES	Esperas
PC	Parada por falta de combustible
PM	Parada por desperfectos mecánicos

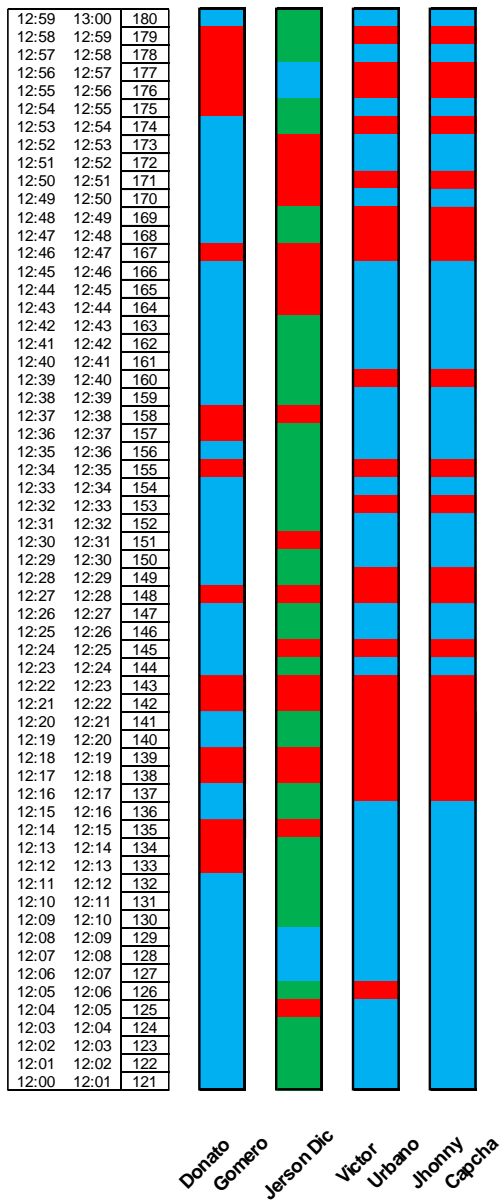
Nota: Elaboración Propia.

Anexo 59: Carta balance 13/08 – Medición N° 61 al 120



Nota: Elaboración Propia.

Anexo 60: Carta balance 15/08 – Medición N° 121 al 180



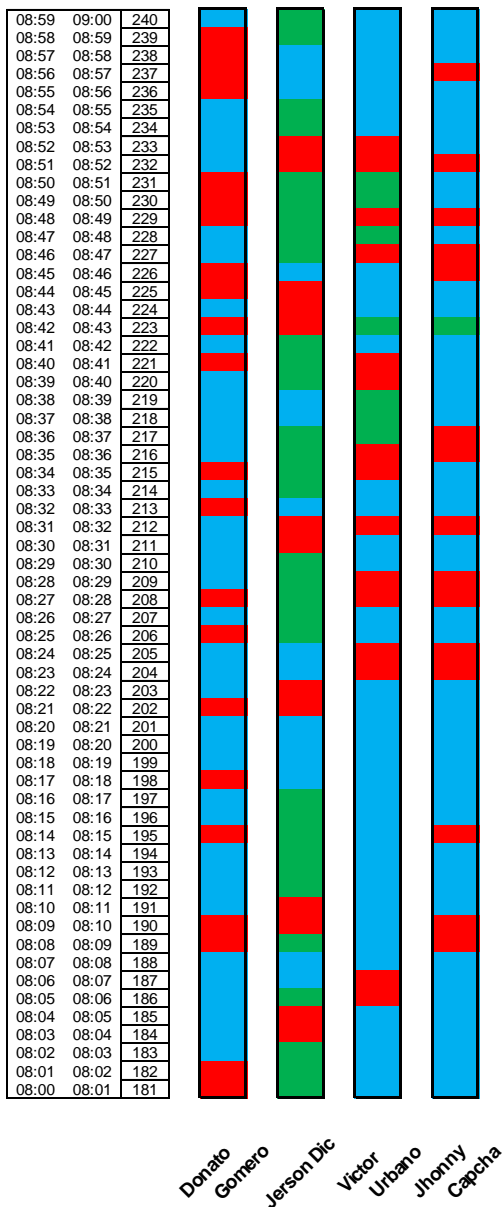
TRABAJO PRODUCTIVO	
TP	Fresado de lomos
FL	Tratamiento de fisuras
TF	

TRABAJO CONTRIBUTORIO	
TC	Delimitación zona de fresado
DF	Dirección de minicargador
DM	Revisión de tramos fresados
RF	Acumulación de material excedente
AC	Eliminación de material excedente
EL	Delimitación zona de trabajo
DT	Traslado
TR	Dirección de personal
DP	Traslado Interno
TI	Recarga de material
RM	Movimiento de señalización
MS	

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
TNC	Esperas
ES	Parada por falta de combustible
PC	Parada por desperfectos mecánicos
PM	

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 61: Carta balance 17/08 – Medición N° 181 al 240



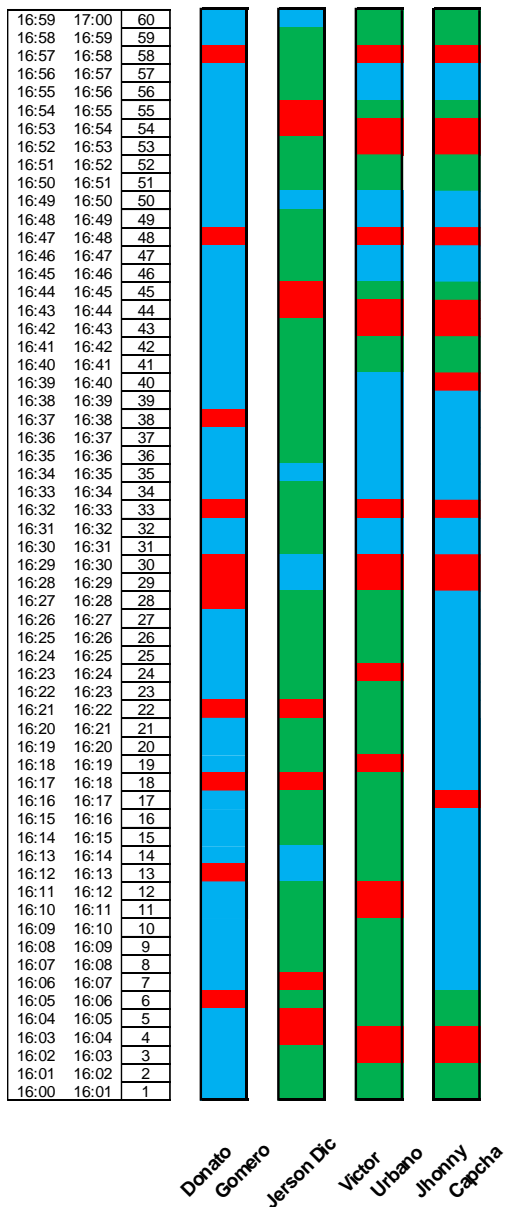
TP	TRABAJO PRODUCTIVO
FL	Fresado de lomos
TF	Tratamiento de fisuras

TC	TRABAJO CONTRIBUTORIO
DF	Delimitación zona de fresado
DM	Dirección de minicargador
RF	Revisión de tramos fresados
AC	Acumulación de material excedente
EL	Eliminación de material excedente
DT	Delimitación zona de trabajo
TR	Traslado
DP	Dirección de personal
TI	Traslado Interno
RM	Recarga de material
MS	Movimiento de señalización

TNC	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
ES	Esperas
PC	Parada por falta de combustible
PM	Parada por desperfectos mecánicos

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 62: Carta balance 29/08 – Medición N° 1 al 60



TP	TRABAJO PRODUCTIVO
FL	Fresado de lomos
TF	Tratamiento de fisuras

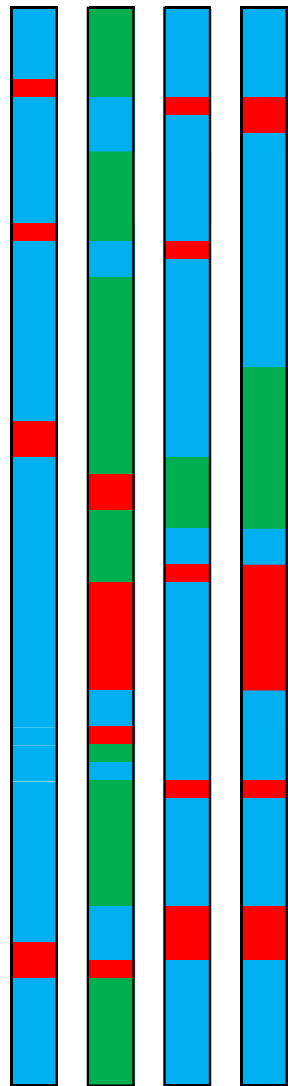
TC	TRABAJO CONTRIBUTIVO
DF	Delimitación zona de fresado
DM	Dirección de minicargador
RF	Revisión de tramos fresados
AC	Acumulación de material excedente
EL	Eliminación de material excedente
DT	Delimitación zona de trabajo
TR	Traslado
DP	Dirección de personal
TI	Traslado Interno
RM	Recarga de material
MS	Movimiento de señalización

TNC	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO
ES	Esperas
PC	Parada por falta de combustible
PM	Parada por desperfectos mecánicos

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 63: Carta balance 01/09 – Medición N° 61 al 120

09:29	09:30	120
09:28	09:29	119
09:27	09:28	118
09:26	09:27	117
09:25	09:26	116
09:24	09:25	115
09:23	09:24	114
09:22	09:23	113
09:21	09:22	112
09:20	09:21	111
09:19	09:20	110
09:18	09:19	109
09:17	09:18	108
09:16	09:17	107
09:15	09:16	106
09:14	09:15	105
09:13	09:14	104
09:12	09:13	103
09:11	09:12	102
09:10	09:11	101
09:09	09:10	100
09:08	09:09	99
09:07	09:08	98
09:06	09:07	97
09:05	09:06	96
09:04	09:05	95
09:03	09:04	94
09:02	09:03	93
09:01	09:02	92
09:00	09:01	91
08:59	09:00	90
08:58	08:59	89
08:57	08:58	88
08:56	08:57	87
08:55	08:56	86
08:54	08:55	85
08:53	08:54	84
08:52	08:53	83
08:51	08:52	82
08:50	08:51	81
08:49	08:50	80
08:48	08:49	79
08:47	08:48	78
08:46	08:47	77
08:45	08:46	76
08:44	08:45	75
08:43	08:44	74
08:42	08:43	73
08:41	08:42	72
08:40	08:41	71
08:39	08:40	70
08:38	08:39	69
08:37	08:38	68
08:36	08:37	67
08:35	08:36	66
08:34	08:35	65
08:33	08:34	64
08:32	08:33	63
08:31	08:32	62
08:30	08:31	61



Donato
Gomeiro
Jerson Dic
Victor Urbano
Jhonny Capcha

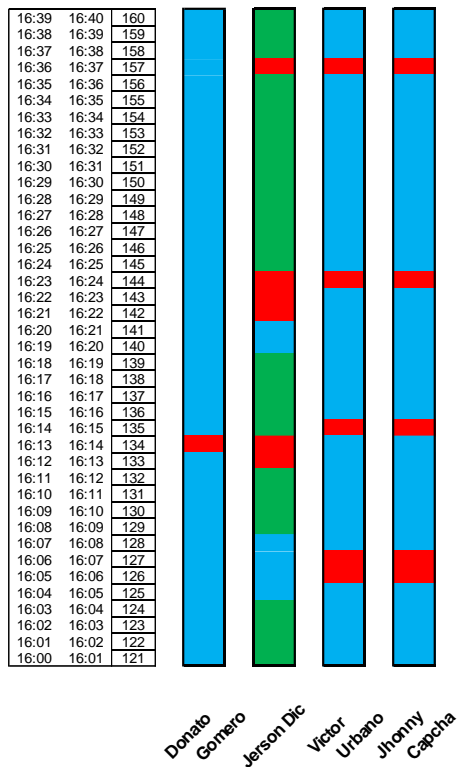
TP	TRABAJO PRODUCTIVO
FL	Fresado de lomos
TF	Tratamiento de fisuras

TC	TRABAJO CONTRIBUTIVO
DF	Delimitación zona de fresado
DM	Dirección de minicargador
RF	Revisión de tramos fresados
AC	Acumulación de material excedente
EL	Eliminación de material excedente
DT	Delimitación zona de trabajo
TR	Traslado
DP	Dirección de personal
TI	Traslado Interno
RM	Recarga de material
MS	Movimiento de señalización

TNC	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO
ES	Esperas
PC	Parada por falta de combustible
PM	Parada por desperfectos mecánicos

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 64: Carta balance 01/09 – Medición N° 121 al 160



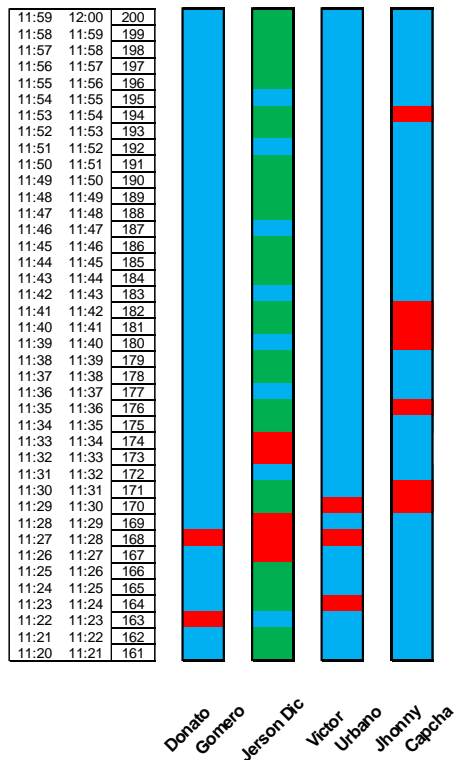
TP	TRABAJO PRODUCTIVO
FL	Fresado de lomos
TF	Tratamiento de fisuras

TC	TRABAJO CONTRIBUTORIO
DF	Delimitación zona de fresado
DM	Dirección de minicargador
RF	Revisión de tramos fresados
AC	Acumulación de material excedente
EL	Eliminación de material excedente
DT	Delimitación zona de trabajo
TR	Traslado
DP	Dirección de personal
TI	Traslado Interno
RM	Recarga de material
MS	Movimiento de señalización

TNC	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
ES	Esperas
PC	Parada por falta de combustible
PM	Parada por desperfectos mecánicos

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 65: Carta balance 04/09 – Medición N° 161 al 200



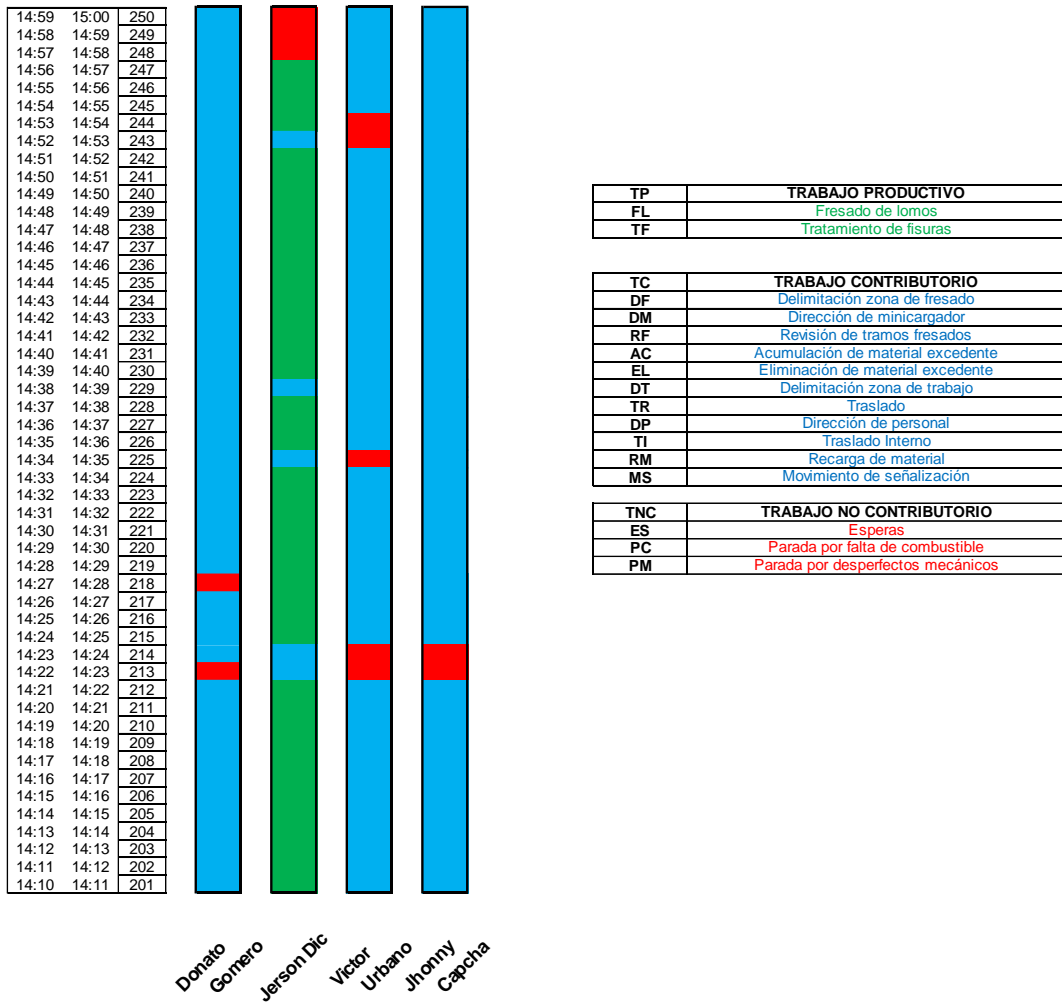
TP	TRABAJO PRODUCTIVO
FL	Fresado de lomos
TF	Tratamiento de fisuras

TC	TRABAJO CONTRIBUTORIO
DF	Delimitación zona de fresado
DM	Dirección de minicargador
RF	Revisión de tramos fresados
AC	Acumulación de material excedente
EL	Eliminación de material excedente
DT	Delimitación zona de trabajo
TR	Traslado
DP	Dirección de personal
TI	Traslado Interno
RM	Recarga de material
MS	Movimiento de señalización

TNC	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
ES	Esperas
PC	Parada por falta de combustible
PM	Parada por desperfectos mecánicos

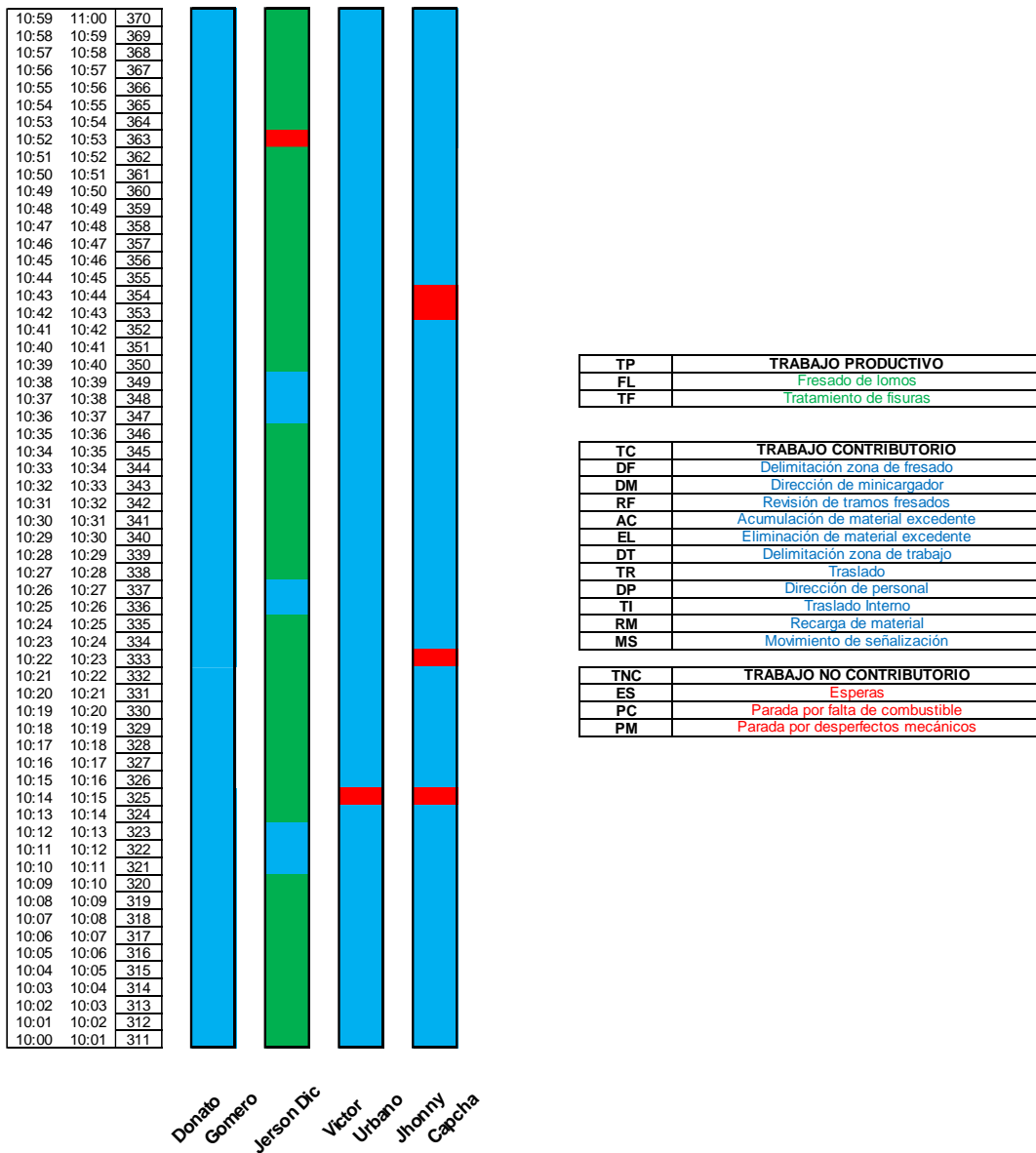
Nota: Elaboración Propia.

Anexo 66: Carta Balance 09/09 – Medición N° 201 al 250



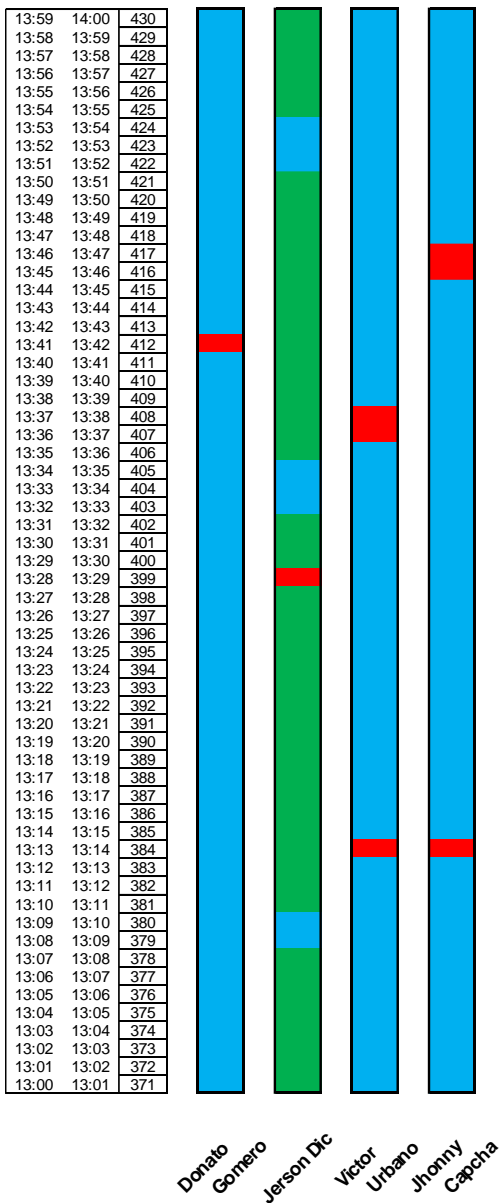
Nota: Elaboración Propia.

Anexo 67: Carta balance 17/09 – Medición N° 311 al 370



Nota: Elaboración Propia.

Anexo 68: Carta balance 18/09 – Medición N° 371 al 430



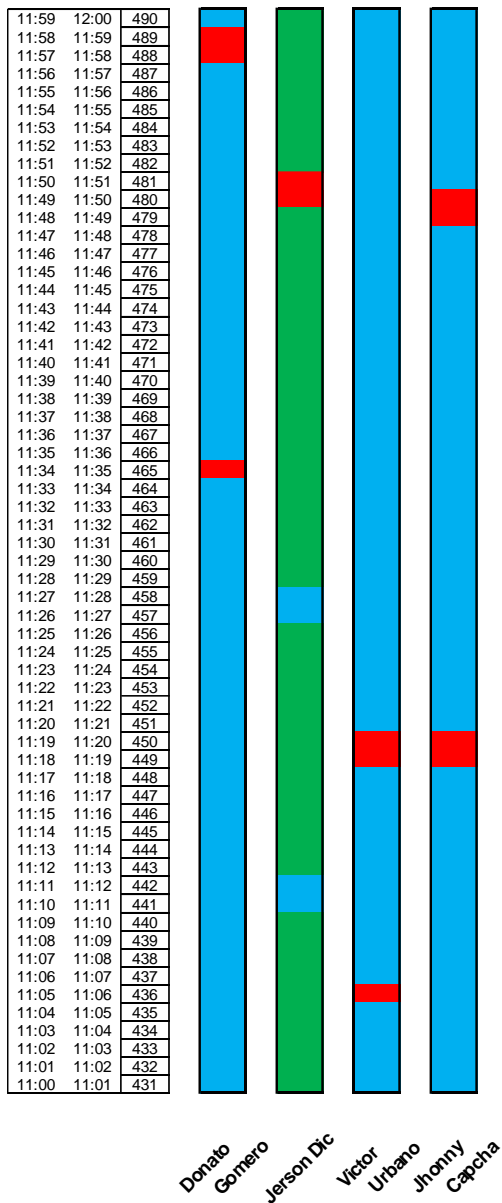
TP	TRABAJO PRODUCTIVO
FL	Fresado de lomos
TF	Tratamiento de fisuras

TC	TRABAJO CONTRIBUTIVO
DF	Delimitación zona de fresado
DM	Dirección de minicargador
RF	Revisión de tramos fresados
AC	Acumulación de material excedente
EL	Eliminación de material excedente
DT	Delimitación zona de trabajo
TR	Traslado
DP	Dirección de personal
TI	Traslado Interno
RM	Recarga de material
MS	Movimiento de señalización

TNC	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO
ES	Esperas
PC	Parada por falta de combustible
PM	Parada por desperfectos mecánicos

Nota: Elaboración Propia.

Anexo 69: Carta balance 19/09 – Medición N° 431 al 490



TRABAJO PRODUCTIVO	
TP	
FL	Fresado de lomos
TF	Tratamiento de fisuras

TRABAJO CONTRIBUTIVO	
TC	
DF	Delimitación zona de fresado
DM	Dirección de minicargador
RF	Revisión de tramos fresados
AC	Acumulación de material excedente
EL	Eliminación de material excedente
DT	Delimitación zona de trabajo
TR	Traslado
DP	Dirección de personal
TI	Traslado Interno
RM	Recarga de material
MS	Movimiento de señalización

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
TNC	
ES	Esperas
PC	Parada por falta de combustible
PM	Parada por desperfectos mecánicos

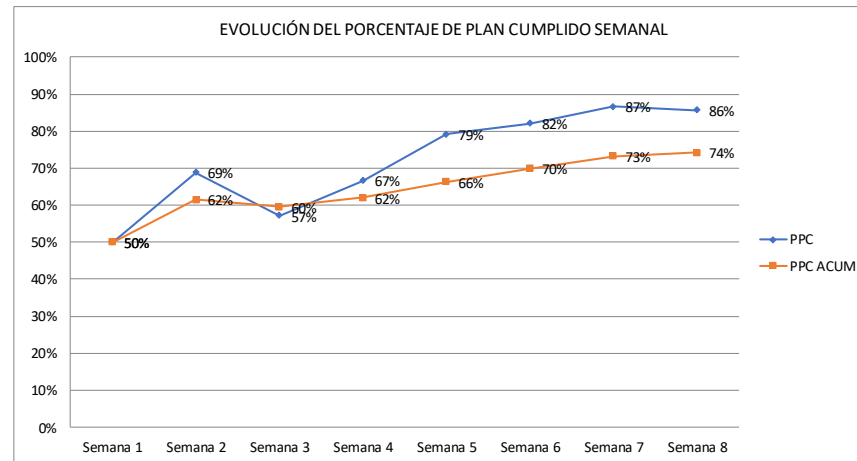
Nota: Elaboración Propia.

Anexo 70: Porcentaje de plan cumplido semanal general



PORCENTAJE DEL PLAN CUMPLIDO SEMANAL

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO				
Semanas	Actividades Realizadas	Actividades No Cumplidas	PPC	PPC ACUM.
Semana 1	5	5	50%	50%
Semana 2	11	5	69%	62%
Semana 3	12	9	57%	60%
Semana 4	16	8	67%	62%
Semana 5	19	5	79%	66%
Semana 6	23	5	82%	70%
Semana 7	26	4	87%	73%
Semana 8	12	2	86%	74%



Nota: Elaboración Propia.

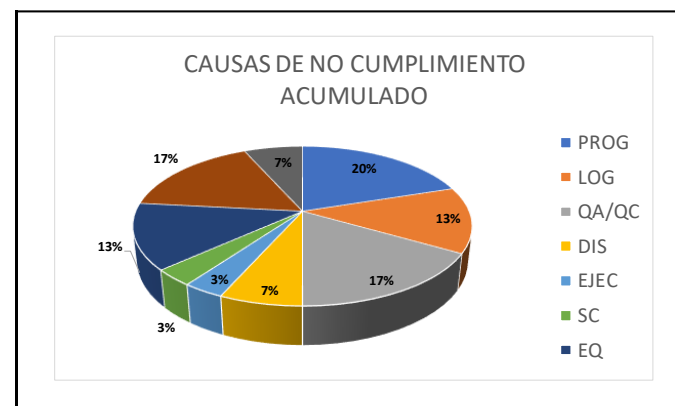
Anexo 71: Causas de no cumplimiento semanal general



ANÁLISIS DE INCUMPLIMIENTO ACUMULADO

SEMANAS	PROG	LOG	QA/QC	DIS	EJEC	SC	EQ	ADM	EXT
Semana 1		X					X	X	
Semana 2	X	X	X				X		
Semana 3	X	X	X					X	
Semana 4	X	X	X	X			X	X	
Semana 5	X		X			X		X	
Semana 6	X				X		X		X
Semana 7	X			X					X
Semana 8			X					X	
Σ	6	4	5	2	1	1	4	5	2
%	20%	13%	17%	7%	3%	3%	13%	17%	7%

30



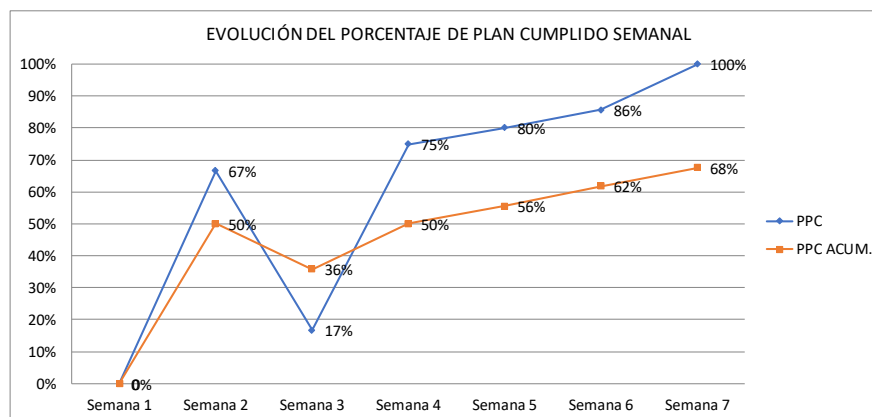
Nota: Elaboración Propia.

Anexo 72: Porcentaje de Plan cumplido semanal – trabajos preliminares



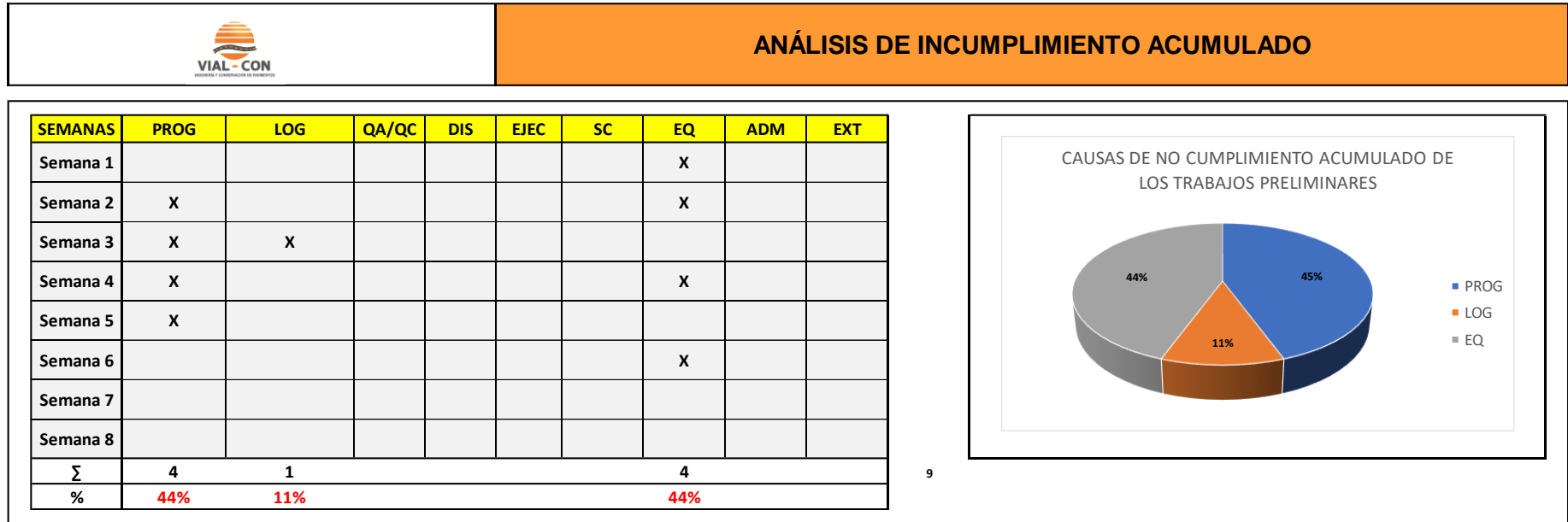
PORCENTAJE DEL PLAN COMPLETADO SEMANAL

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO				
Semanas	Actividades Realizadas	Actividades No Cumplidas	PPC	PPC ACUM.
Semana 1	0	2	0	0
Semana 2	4	2	67%	50%
Semana 3	1	5	17%	36%
Semana 4	6	2	75%	50%
Semana 5	4	1	80%	56%
Semana 6	6	1	86%	62%
Semana 7	6	0	100%	68%



Nota: Elaboración Propia.

Anexo 73: Causas de no cumplimiento semanal - trabajos preliminares



Nota: Elaboración Propia.



CARTA DE AUTORIZACIÓN

Lima, 05 de enero del 2021

Por medio de la presente, yo, William Monteagudo Sucno, Gerente General de VIAL-CON E.I.R.L. con RUC N° 20485176099 y domicilio fiscal en Calle José Lavalle N° 182 – Dpto. 202 – Urb. La Aurora (Cdra. 11 Av. Roque y Boloña) Lima – Lima – Miraflores, otorgo la presente carta de autorización a los bachilleres Luis Diego Huamán Murillo y Javier Sune Chávez, para el uso de datos e información pertinente del proyecto “PROYECTO: MANTENIMIENTO PERIÓDICO CON MICROPAVIMENTO TIPO III EN EL SUBTRAMO 01 Y SUBTRAMO 02 DE LA CARRETERA CENTRAL” para su trabajo de investigación del Programa de Titulación por tesis de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Ricardo Palma.

Sin otro particular.

Atentamente



Ing. William Monteagudo Sucno
Gerente General
VIAL-CON E.I.R.L.

VIAL-CON EIRL
Calle José Lavalle N° 182 Dpto. 202 Urb. La Aurora
Miraflores - Lima - Lima Telf.: 242 8339
RPC: 9962-89565 E-mail: william.montegaud@lss.com.pe
www.limaslurryseal.com