

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**TEMA:** GESTIÓN DE LOS RECURSOS EN EL PROYECTO: PAVIMENTACIÓN  
CON RAP Y POLVO DE LLANTA DE VÍAS RURALES ALEDAÑAS AL AEROPUERTO  
DE QUITO MEDIANTE PMBOK 7.0 Y POWER BI

**AUTOR:**

NUGRA GONZAGA NISVALDO RAYNIER

QUITO DM, 29 DE MAYO DE 2024

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	9
1.1	Justificación .....	9
1.2	Planteamiento del problema.....	10
1.3	Objetivos.....	11
1.4	Alcance .....	11
2.	CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	12
2.1.	Gestión de Recursos según la Guía del PMBOK de la Séptima Edición .....	12
2.2	Dominio de Desempeño del Equipo .....	12
2.3	Dominio de Desempeño de la Planificación.....	13
2.3.1	Recursos Físicos.....	14
2.4	Dominio de Desempeño del Trabajo del Proyecto .....	15
2.4.1	Metodología de Producción Lean .....	16
2.4.2	Gestión Visual.....	19
2.4.3	Mapeo de Flujo de Valor .....	20
2.5	Dominio de Desempeño de la Medición.....	22
2.5.1	Métricas SMART .....	22
2.6.1	Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) .....	22
2.6.2	Tableros de Control.....	24

2.6.3	Herramienta de Software Microsoft Power BI .....	24
3	CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO .....	26
3.1	Antecedentes del proyecto .....	26
3.2	Identificación y cuantificación de recursos.....	28
3.3	Diseño del plan de asignación de recursos .....	33
3.4	Preparación de información en Excel exportada de Project .....	37
3.5	Implementación de la herramienta de software Microsoft Power BI .....	43
3.6	Actividades críticas del proyecto .....	47
4	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
4.1	Conclusiones.....	49
4.2	Recomendaciones .....	49
5	REFERENCIAS.....	50
6	ANEXOS .....	52

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Modelo de Producción Tradicional. Fuente: (Pablo Orihuela, s.f).....	17
Ilustración 2. Modelo de Producción Lean. Fuente: (Pablo Orihuela, s.f) .....	17
Ilustración 6. Dashboard. Fuente: The Complete Guide to Power BI Visuals + Custom Visuals.....	20
Ilustración 7. Ejemplo de Mapeo de Flujo de Valor para el Rubro Pavimento Rígido. Fuente: (Chinchay, 2023).....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Ilustración 8. Interfaz de software Microsoft Power BI. Fuente: Proadware Software de Gestión .....	25
Ilustración 9. Vía rural C.30 de la parroquia Puenbo. Fuente: Google Earth .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Ilustración 10. Mapeo de Flujo de Valor de la situación actual del rubro RAP. Fuente: (Raynier Nugra, 2024) .....	31
Ilustración 11. Mapeo de Flujo de Valor Futuro del rubro RAP. Fuente: (Raynier Nugra, 2024) .....	32
Ilustración 12. APU de Publicaciones por la Prensa. Fuente: Diego Cabrera .....	54
Ilustración 13. APU de Charlas de Concientización. Fuente: Diego Cabrera .....	55
Ilustración 14. APU de Colocación de Señalización Preventiva. Fuente: Diego Cabrera	56
Ilustración 15. APU de Limpieza y Desbroce Manual. Fuente: Diego Cabrera.....	57
Ilustración 16. APU de Replanteo y Nivelación. Fuente: Diego Cabrera .....	58
Ilustración 17. APU de Agua para Control de Polvo con Camión Cisterna. Fuente: Diego Cabrera.....	59

Ilustración 18. APU de Imprimación Asfáltica. Fuente: Diego Cabrera .....	60
Ilustración 19. APU de RAP e=10cm. Fuente: Diego Cabrera.....	61
Ilustración 20. APU de Carpeta Asfáltica. Fuente: Diego Cabrera .....	62
Ilustración 21. APU de Arenado. Fuente: Diego Cabrera .....	63
Ilustración 22. APU de Señalización Horizontal. Fuente: Diego Cabrera.....	64
Ilustración 23. APU de Señalización Vertical. Fuente: Diego Cabrera.....	65
Ilustración 24. Descripción de Recursos Tipo Trabajo. Fuente: Raynier Nugra .....	33
Ilustración 25. Descripción de Recursos Tipo Trabajo y Material. Fuente: Raynier Nugra .....	34
Ilustración 26. Asignación de Recursos. Fuente: Raynier Nugra & Marlon Rivera.....	35
Ilustración 27. Informe de Trabajo Restante Mano de Obra de MS Project. Fuente: Raynier Nugra.....	36
Ilustración 28. Informe de Material Restante de MS Project. Fuente: Raynier Nugra.....	37
Ilustración 29. Importación de datos de Excel desde Power BI. Fuente: Raynier Nugra.	43
Ilustración 30. Segmentación de Datos en Power BI. Fuente: Raynier Nugra.....	44
Ilustración 31. Informe con Filtración de Datos y Gráficos. Fuente: Raynier Nugra.....	44
Ilustración 32. Informe Cantidad de Material. Fuente: Raynier Nugra .....	45
Ilustración 33. Informe de Trabajo de Equipo y Mano de Obra. Fuente: Raynier Nugra	45
Ilustración 34. Cantidad de Material Planificado vs Cantidad de Material Real. Fuente: Raynier Nugra.....	46
Ilustración 35. Trabajo Planificado vs Trabajo Real. Fuente: Raynier Nugra.....	46
Ilustración 36. Actividades Críticas del Proyecto. Fuente: Raynier Nugra & Marlon Rivera.....	47

Ilustración 37. Actividades Críticas del Proyecto. Fuente: Raynier Nugra & Marlon Rivera.....	48
Ilustración 38. Modificación de Días por Cambio en Actividad No Crítica a Crítica. Fuente: Raynier Nugra & Marlon Rivera .....	48
Ilustración 39. Almacenamiento de RAP en el Aeropuerto de Quito. Fuente: Raynier Nugra.....	52
Ilustración 40. RAP y Polvo de Llanta de Avión. Fuente: Raynier Nugra.....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Material Restante. Fuente: Raynier Nugra .....	38
Tabla 2. Trabajo Restante de Mano de Obra. Fuente: Raynier Nugra.....	39
Tabla 3. Cantidad de Material Planificada vs Cantidad de Material Real. Fuente: Raynier Nugra .....	40
Tabla 4. Cantidad de Horas Planificadas vs Cantidad de Horas Reales. Fuente: Raynier Nugra	41
Tabla 5. Parámetros de Mano de Obra. Fuente: Raynier Nugra.....	42

## RESUMEN

El presente trabajo aborda la gestión de los recursos para el proyecto: Pavimentación de Vías Aledañas al Aeropuerto de Quito utilizando RAP y Polvo de Llanta de Avión, implementando la guía PMBOK 7 y Power BI. En este trabajo se puede apreciar las herramientas útiles para hacer efectiva la gestión de este proyecto. Una de ellas es el mapeo de flujo de valor para hacer la planificación con el objetivo de identificar los desperdicios en cuanto a los recursos para que puedan ser eliminados y buscar otras alternativas que puedan optimizar los procesos de cada rubro, brindando así un ejemplo práctico con el rubro RAP.

Para el control y monitoreo tanto de recursos físicos como de humanos se utilizó Microsoft Power BI, desde el cual se importó la información apropiada de Excel, contando con varios indicadores de desempeño para la mano de obra que puedan ser útiles para, de ser necesario, buscar soluciones más acertadas en cuanto a lo que se requiera mejorar, y así mismo para los materiales, equipos y transporte, en donde se hizo uso de informes generados con Power BI para también llevar un control de las cantidades y trabajo que se va ejecutando a lo largo del proyecto.

## **ABSTRACT**

This work addresses the management of resources for the project: Paving of Roads Surrounding the Quito Airport using RAP and Airplane Tire Dust, implementing the PMBOK 7 guide and Power BI. In this work you can see the useful tools to make the management of this project effective. One of them is value flow mapping to do planning with the objective of identifying waste in terms of resources so that they can be eliminated and look for other alternatives that can optimize the processes of each item, thus providing a practical example with the RAP category.

For the control and monitoring of both physical and human resources, Microsoft Power BI was used, from which the appropriate information was imported from Excel, with several performance indicators for the workforce that could be useful to, if necessary, look for more accurate solutions in terms of what needs to be improved, and also for materials, equipment and transportation, where reports generated with Power BI were used to also keep track of the quantities and work that is being executed throughout the project.

# 1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

## 1.1 Justificación

La intención en este trabajo es “maximizar la eficiencia y minimizar las amenazas en cuanto a los recursos necesarios” (Project Management Institute, 2021) para el proyecto vial mencionado, utilizando también un software de monitoreo y control, como lo es Microsoft Power BI, en el que se pueda obtener la información modificada y actualizada de manera inmediata. “Este software tendrá como objetivo presentar de manera más clara el estado actual de los proyectos civiles, resaltando los indicadores claves de desempeño (KPI), con el fin de optimizar y controlar los recursos” (Tito, 2023, pág. 3). “Con ello se podrá brindar, a la empresa constructora responsable, una herramienta que facilite la toma de decisiones en cada fase de la obra” (Tito, 2023, pág. 3).

En un proyecto de pavimentación, solo “con un retraso de cada día, el costo total de los recursos y la mano de obra aumenta drásticamente” (Xueying Wu, Wenyi Zhao, Tianshan Ma & Ziyu Yang, 2019).

Dentro de la guía del PMBOK 7.0 se encuentra una metodología llamada “Lean”, en la que “su principal objetivo es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor a los proyectos” (Valencia, 2018). Es por esto por lo que se ha utilizado esta guía ya que “se centra más en los resultados que en los entregables” (Project Management Institute, 2021).

## 1.2 Planteamiento del problema

“El sistema convencional de trabajo en el sector de la infraestructura vial no permite identificar las posibles causas por las cuales se generan los problemas de eficiencia y eficacia” (Valencia, 2018).

El sector de la construcción es una de las actividades económicas más significativas debido a su estrecha relación con el fomento del crecimiento económico, la creación de puestos de trabajo y la expansión de la infraestructura a nivel nacional, sin embargo, ha tardado en la incorporación de avances tecnológicos ya que en varias empresas no se han implementado aún las tecnologías digitales más recientes, debido a la resistencia de estas en realizar una inversión económica inicial. (McKinsey & Company, 2016).

Además, “algunos ingenieros optan por mantener un enfoque tradicional en la gestión de proyectos, basándose en la experiencia con la que han gestionado sus proyectos y no implementan las nuevas tecnologías de información” (Tubilla & Segura, 2021).

En Ecuador, el empleo de estas herramientas tecnológicas no es una práctica frecuente, pero para lograr una mayor eficiencia en términos de gestión de recursos en proyectos de construcción, tanto en el sector público como en el privado, es necesario comenzar a adoptar las innovaciones tecnológicas. (Tito, 2023)

“Entre todas las tecnologías innovadoras, el dashboard, sustentado en el software Microsoft Power BI, sobresale ya que proporciona de manera ágil una visualización de los indicadores clave de rendimiento (KPI) para seguimiento y monitoreo de los proyectos” (Segura, 2020).

### **1.3 Objetivos**

#### **Objetivo General**

Optimizar la gestión de recursos en el proyecto de pavimentación con RAP y polvo de llanta de avión en las vías rurales aledañas al Aeropuerto de Quito. Para lograrlo, se aplicará el marco de trabajo PMBOK 7.0 y se utilizará la herramienta Power BI para monitorear y asignar eficientemente los recursos disponibles.

#### **Objetivos Específicos**

- Identificar y cuantificar los recursos necesarios para el proyecto de pavimentación.
- Asignar eficientemente los recursos disponibles, incluyendo materiales, maquinaria y personal y minimizar el desperdicio y maximizar la productividad en la ejecución del proyecto.
- Monitorear y controlar los consumos y el trabajo restante relacionados con los recursos.

### **1.4 Alcance**

Este trabajo de integración curricular se enfoca en la gestión de recursos para el proyecto vial de pavimentación de vías rurales cercanas al aeropuerto de Quito, utilizando RAP (Pavimento asfáltico reciclado) y polvo de llanta de avión. Para esto se empleará la metodología del PMBOK 7.0 y se aplicará la herramienta de software Microsoft Power BI. Se desea obtener, a través de un dashboard, una representación visual de los datos más relevantes en cuanto a recursos, con el fin de realizar una logística eficiente y eficaz, y analizar y evaluar los indicadores de desempeño KPIs en el mencionado proyecto. Para hacer efectiva

## **2. CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1. Gestión de Recursos según la Guía del PMBOK de la Séptima Edición**

La gestión de recursos se centra en planificar, estimar, adquirir, desarrollar, dirigir y controlar los recursos de un proyecto. Además, garantiza que los recursos estén disponibles a tiempo y en el lugar correcto de forma eficiente y eficaz. Esta gestión se encarga de los recursos internos de un proyecto, es decir, mano de obra, equipos, materiales y transporte.

La Guía del PMBOK de la Séptima Edición estructura la información de Gestión de Recursos de forma relacionada e interdependiente con el resto de gestiones que existen en un proyecto. Esta información se encuentra detallada a través de Dominios de Desempeño.

### **2.2 Dominio de Desempeño del Equipo**

“Este dominio se enfoca en establecer la cultura y el entorno que permita a un conjunto de diversos individuos evolucionar hasta convertirse en un equipo de proyecto de alto rendimiento.” (Project Management Institute, 2021).

Este Dominio se conforma por: Director, Equipo de Dirección de Proyecto y Equipo de Proyecto.

Tanto el Director como el Equipo de Dirección comparten la cualidad de liderazgo. El liderazgo puede ser centralizado, es decir, existe un individuo de la dirección que se encarga de asignar tareas y organizar los equipos de trabajo. El liderazgo podría ser también distribuido, es decir, que permite que los equipos de trabajo se autoorganicen.

En el desarrollo de todo el equipo de un proyecto se pretende mejorar las habilidades de cada uno de los individuos, ya sea con capacitaciones, mentorías o coaching, con la finalidad de ser eficientes y capaces de mejorar constantemente.

El Director del Proyecto debería encontrar lo que motiva al Equipo de Proyecto ya que es una buena práctica para lograr que este tenga un desempeño eficiente. Se puede motivar de forma intrínseca, a través del reconocimiento de logros personales, desafíos, capacitaciones, y de forma extrínseca, con recompensas monetarias.

Para que un Equipo de Proyecto sea de alto rendimiento se debe tomar en cuenta el aprendizaje compartido, es decir, que los miembros del equipo socialicen su aprendizaje para que entre todos aprendan y se contribuyan para mejorar en sus capacidades, facilitando así la adaptabilidad y resiliencia en grupo en el entorno en que se encuentren, y es conveniente precisar que cuando surjan problemas en el equipo, debe existir colaboración entre todos los miembros para buscar soluciones dentro del marco del respeto.

Por otro lado, cabe señalar que la Gestión de Recursos para este proyecto se la realizó con un Enfoque de Desarrollo Predictivo que consiste en hacer una Planificación Previa de los rubros necesarios basada en plantillas de proyectos anteriores para poder asignar a cada uno de ellos los recursos adecuados.

### **2.3 Dominio de Desempeño de la Planificación**

Este dominio en la parte de recursos se encarga de identificar, estimar y asignar la mano de obra, equipos, materiales y transporte para cada actividad que se realice en un proyecto. “La planificación implica desarrollar estimaciones del esfuerzo laboral, la duración, los costos, las personas y los recursos físicos” ( (Project Management Institute, 2021). Para estimar los recursos del proyecto se puede realizar una estimación basada en flujo que implica utilizar los rendimientos de mano de obra y las cantidades de trabajo ya sea por medio de mediciones reales en campo en cuanto al tiempo de realización de una actividad por unidad de medida o por APUs

y Presupuesto de proyectos similares, para luego realizar un cronograma en donde a cada actividad se le asigna los recursos necesarios.

En cuanto al recurso de mano de obra, se debe empezar identificando y evaluando las habilidades del equipo para cumplir con la actividad asignada, así como también considerando los años de experiencia en proyectos similares. Además, se debe verificar que la mano de obra que se vaya a utilizar haya trabajado con los mismos recursos físicos, constatando así su experiencia, porque tal vez esta mano de obra tenga experiencia en el rubro como tal, pero no utilizando los mismos recursos físicos.

### ***2.3.1 Recursos Físicos***

Los recursos físicos son los materiales, equipos y transporte que se requieren en cualquier proyecto. Para gestionar de manera eficiente estos recursos, uno de los factores importantes para conseguir este objetivo es la selección de materiales. Seleccionando un material con ciertas características se puede beneficiar, por ejemplo, en un menor tiempo de uso de un equipo.

Dentro de la industria de la construcción “para el proceso constructivo, el control del desperdicio de los materiales es uno de los objetivos, que, si se logra cumplir, agrega eficiencia al proyecto” (Valencia, 2018).

“La planificación de los recursos físicos incluye tener en cuenta un medio para rastrear el inventario de los materiales”, con el objetivo de poder conocer qué cantidad se tiene disponible en el momento y qué cantidad hace falta, además también de poder conocer qué cantidad ya se utilizó. Esta planificación también puede incluir el costo de almacenamiento, la logística global y la sostenibilidad de los recursos físicos.

Dentro de este tipo de recursos, se encuentra el RAP (Pavimento Reciclado), el cual ha sido catalogado como una alternativa apropiada de uso en reemplazo de una base o subbase para

pavimento flexible, ya que “el rendimiento y la vida útil del pavimento que contiene hasta un 30% de RAP es similar al pavimento sin RAP” (Copeland, 2011). Es por esto por lo que, para la gestión de recursos, le resulta eficiente utilizarlo ya que le ahorra un gasto económico de material granular. Además, la mezcla asfáltica utilizada en esta gestión tiene un porcentaje del 1% de polvo de llanta de avión de lo que se sabe por ensayos y pruebas en laboratorio de que utilizar este material “mejora considerablemente los comportamientos mecánicos de los pavimentos” (César Díaz & Liliana Castro, 2017). “Sin recurrir a análisis exhaustivos de costos, se puede apreciar que los beneficios monetarios son notorios, partiendo del hecho del aumento de la vida útil de los pavimentos lo que implica reducción de mantenimientos por fallas mecánicas” (César Díaz & Liliana Castro, 2017). Además, “el GCR (Grano de Caucho Reciclado) presente en las mezclas asfálticas, mejora los problemas de ahuellamiento, disminuyendo los contenidos de vacíos de aire en las mezclas asfálticas” (César Díaz & Liliana Castro, 2017), lo que favorece en una disminución de pasadas por maquinaria de compactación.

Otros de los factores importantes en la optimización de recursos son la forma en qué se trabaja, los procesos constructivos que se realizan, las técnicas y habilidades implementadas, el software y la información fundamentada.

#### **2.4 Dominio de Desempeño del Trabajo del Proyecto**

Este dominio se encarga de “gestionar el flujo de trabajo existente, el nuevo trabajo y los cambios en el trabajo, estableciendo sistemas y procesos de proyecto eficientes” (Project Management Institute, 2021).

“Tanto la Dirección del Proyecto como el Equipo de Trabajo deben revisar los tableros de recursos para determinar si no hay algún impedimento que pueda bloquear el progreso del

trabajo” (Project Management Institute, 2021). Una de las formas para optimizar los procesos de trabajo es hacer uso de la Metodología de Producción Lean.

#### ***2.4.1 Metodología de Producción Lean***

“La Metodología de Producción Lean es una metodología que utiliza herramientas tales como el mapeo del flujo de valor para medir la proporción de actividades que agregan valor y las actividades que no agregan valor” (Project Management Institute, 2021).

En el sector de la construcción existe una gran cantidad de desperdicio, ya sea por materiales, equipo, por tener un exceso de mano de obra o por no tener el personal calificado.

Según (Valencia, 2018) “La Construcción Lean clasifica los residuos de construcción en siete categorías:

- Defectos
- Demoras
- Excesos de procesado
- Inventarios excesivos
- Transporte innecesario
- Movimiento no útil de personas o de recursos físicos”

“Muchas veces estas categorías no se toman en cuenta en la gestión tradicional, donde se plantean actividades que siguen una secuencia olvidando optimizar procesos, realizar cambios y mejoras en el trabajo” (Valencia, 2018).



*Ilustración 1. Modelo de Producción Tradicional. Fuente: (Pablo Orihuela, s.f)*

En la figura anterior se explica lo sencillo del modelo de trabajo convencional, en donde la transformación son las capas de vía para finalmente obtener un producto final.

Lo que pasa en la Metodología de Producción Lean es distinto ya que aquí sí se toma en cuenta las esperas y desperdicios que se puedan presentar, para luego hacer transformaciones en los procesos y distintas etapas de construcción, con la finalidad de mejorar estos procesos.



*Ilustración 2. Modelo de Producción Lean. Fuente: (Pablo Orihuela, s.f)*

En esta figura, “las entradas son las mismas, sin embargo, se hace mayor referencia en los procesos de tipo logístico” (Valencia, 2018).

“Se aprecia que con la filosofía de Construcción Lean se puede tener un mayor volumen de información al profundizar y detallar en los procesos, lo que ayuda en la toma de decisiones que ayuden a tener proyectos más eficientes” (Valencia, 2018).

Cuando se va a realizar un proyecto que requiera la participación de comunidades se debe informar a estas sobre los debidos procesos que se tomarán para que tomen precaución y sean también escuchadas en cuanto a sus necesidades o problemas por parte de la dirección del proyecto, para que de esa manera no existan interferencias al momento de realizar los trabajos competentes del proyecto. Esto es importante ya que estas comunidades podrían obstaculizar el desarrollo del proyecto, ya que, por ejemplo, se puede dar el caso de que estas requieran el uso de paso peatonal para realizar sus labores diarias, y con mayor importancia en vías rurales, donde se tiene campos dedicados a la agricultura, donde su único sustento de vida es ese.

Otras de las causales que podrían retrasar el proyecto tomando en cuenta la aplicación de la metodología Lean serían, por ejemplo, las demoras por

falta de materiales, interferencias, transportes innecesarios de materiales, equipos y obreros, debido a una mala distribución de los recursos o ausencia de planificación; tiempo ocioso por actitudes del trabajador; reprocesos por actividades mal ejecutadas o dañadas por otras cuadrillas de trabajo, entre otras (Valencia, 2018).

“Estas causales mencionadas se analizan desde la planificación de las actividades de obra, pues desde esta etapa se pueden reducir muchos de los desperdicios o pérdidas generadas por falta de planificación” (Valencia, 2018).

Por otro lado, en cuanto al equipo del proyecto, se debe tomar en cuenta el mantenimiento adecuado de maquinaria, que, de no hacerlo, retrasaría los distintos frentes de trabajo.

Parte de la metodología Lean se basa también en mejorar los métodos de construcción en donde elaborar un buen plan de construcción puede ayudar también a corregir errores y optimizar

el tiempo de ejecución de las tareas, por ello es de suma importancia capacitar al personal según su función o cargo.

Para aplicar esta metodología se puede hacer uso de las siguientes herramientas: El Mapeo de Flujo de Valor y la Gestión Visual.

### **2.4.2 *Gestión Visual***

“Es una herramienta que utiliza la visualización de información para mejorar la comunicación, la comprensión y la toma de decisiones en un equipo o proyecto” (Hirano, 1995). Utiliza elementos visuales como informes con tablas y gráficos de distintos tipos para representar información de manera clara y concisa.

Según (Hirano, 1995), algunos de los beneficios que presenta esta herramienta son:

- Mejorar la comunicación al hacer que la información sea fácilmente accesible para todos los miembros del equipo.
- Facilitar la identificación de problemas y oportunidades de mejora al visualizar claramente el estado actual del proyecto.
- Permitir tomar decisiones más informadas al basarse en información visualmente clara y concisa.

La aplicación de esta herramienta se puede ver reflejada en informes interactivos como el que se encuentra en la ilustración siguiente.

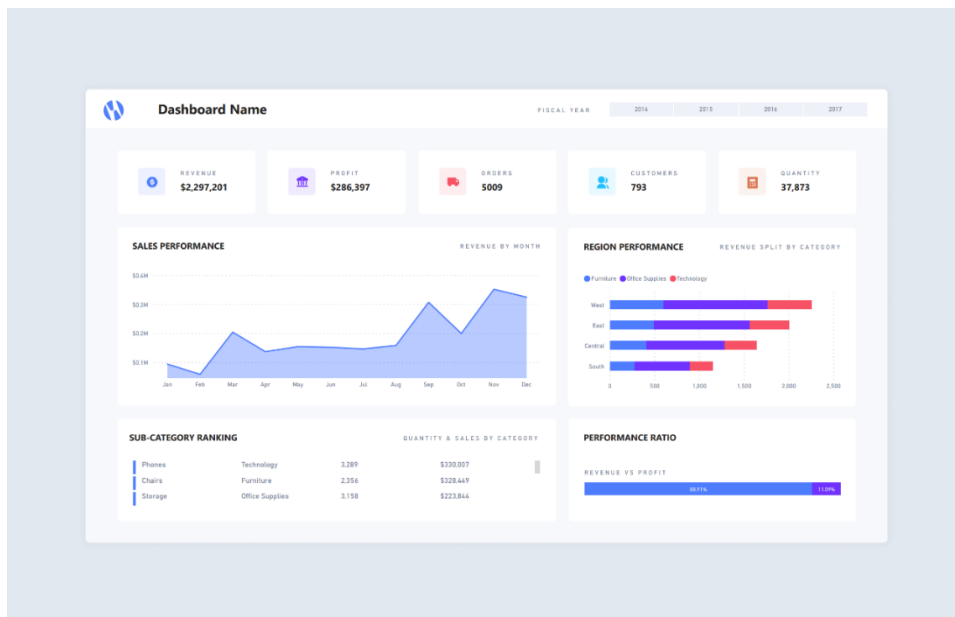


Ilustración 6. Dashboard. Fuente: *The Complete Guide to Power BI Visuals + Custom Visuals*

### 2.4.3 Mapeo de Flujo de Valor

Es una herramienta que “identifica todos los pasos necesarios para completar el proyecto y también los desperdicios en el proceso, como tiempos de espera, movimientos innecesarios, etc” (Mike Rother, John Shook, 2021).

Según (Mike Rother, John Shook, 2021) para realizar un Mapeo de Flujo de Valor se debe seguir los siguientes pasos:

- 1.- Identificar el Proceso a Mapear: Seleccionar un proceso específico dentro del proyecto de pavimentación que se requiera analizar y mejorar. Por ejemplo, se puede elegir el proceso de preparación del terreno, la colocación de la mezcla asfáltica, o la gestión de los recursos.

2.- Dibujar el Mapa Actual: Dibujar un mapa que represente el proceso actual paso a paso, desde el inicio hasta la finalización. Incluir información sobre el tiempo que se tarda en cada paso, los recursos utilizados, los movimientos de material, etc. Utilizar símbolos estándar para representar cada elemento (por ejemplo, un rectángulo para las actividades, un triángulo para los inventarios, etc.).

3.- Identificar los Desperdicios: Analizar el mapa actual para identificar cualquier tipo de desperdicio, como tiempos de espera, movimientos innecesarios, exceso de inventario, etc. Estos desperdicios serán las oportunidades de mejora.

4.- Dibujar el Mapeo Futuro: Basándose en las oportunidades de mejora identificadas, dibujar un nuevo mapa que represente cómo debería ser el proceso ideal. Eliminar o reducir los desperdicios y busca simplificar y optimizar el flujo de trabajo.

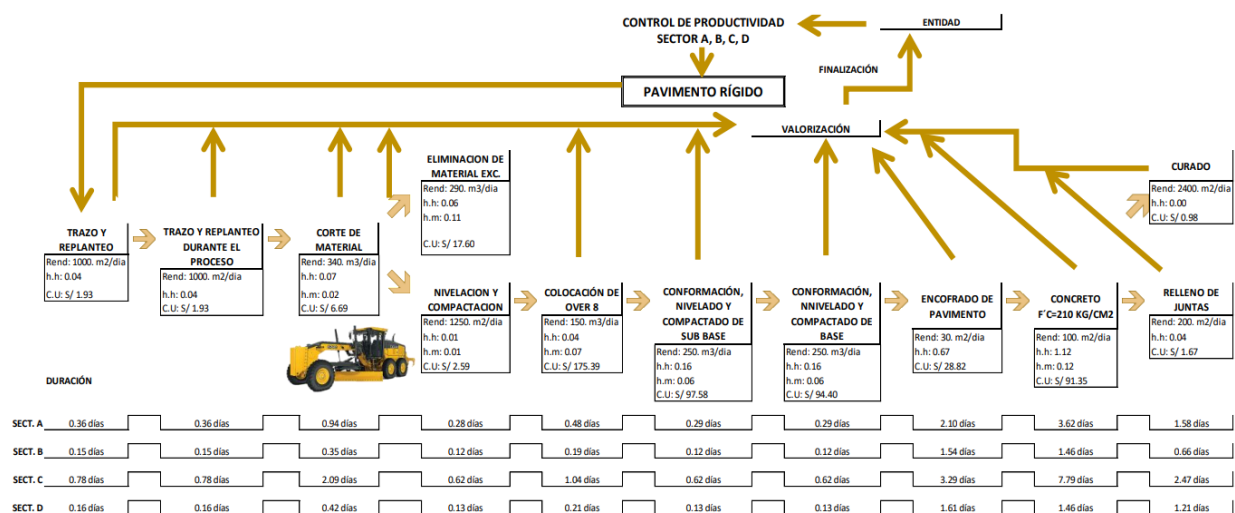


Ilustración 4. Ejemplo de Mapeo de Flujo de Valor para el Rubro Pavimento Rígido. Fuente: (Chinchay, 2023)

Todos los recursos que se encuentren en este Mapeo Futuro deben ser medibles ya sea cuantitativa o cualitativamente.

## **2.5 Dominio de Desempeño de la Medición**

“Este dominio involucra evaluar el desempeño del proyecto e implementar respuestas apropiadas para mantener un desempeño óptimo” (Project Management Institute, 2021).

“Las medidas se utilizan por múltiples razones, entre las que se incluyen: evaluar el desempeño en comparación con el plan, dar un seguimiento de la utilización de recursos, entre otras” (Project Management Institute, 2021).

### ***2.5.1 Métricas SMART***

Las métricas SMART, por sus siglas, en español significan: específicas, medibles, alcanzables, realistas y de tiempo actual. Son específicas porque se enfocan en el número de defectos; significativas, porque se enfocan en atributos que conduzcan al cumplimiento de los objetivos; alcanzables, porque se pueden obtener mediante los recursos planteados; relevantes, porque el indicador de desempeño aporta valor al proyecto y de tiempo actual, porque se proporciona información de orden actual, por ejemplo, la cantidad de RAP consumida hasta la fecha actual. Por lo tanto, se puede considerar que las métricas SMART son Indicadores Claves de Desempeño ya que estos son métricas también de utilidad para la evaluación de desempeño de proyectos.

### ***2.6.1 Indicadores Clave de Desempeño (KPIs)***

“Los Indicadores Clave de Desempeño son medidas cuantificables utilizadas para evaluar el éxito de un proyecto” (Project Management Institute, 2021). Estos indicadores son parte

fundamental para poder establecer los parámetros necesarios de avance, coordinación, procesos, rendimientos, funciones y consumos con la finalidad de poder corregir errores o mejorar procesos que permitan optimizar los entregables. El resultado de los KPIs, en cuanto a los recursos, depende mucho de la selección de materiales, equipos, mano de obra y transporte utilizados, en donde la investigación apropiada de estos recursos influye de gran manera para lograr la eficiencia de un proyecto.

Existen dos tipos de Indicadores Clave de Desempeño: adelantados y rezagados.

- Adelantados: Aquellos que “predicen cambios o tendencias en el proyecto, por ejemplo: el número de elementos que están en curso en la lista de trabajo pendiente” (Project Management Institute, 2021).
- Rezagados: Aquellos que “miden los entregables, reflejan el desempeño, por ejemplo, la cantidad de recursos consumidos” (Project Management Institute, 2021)

Algunos de los indicadores clave de rendimiento pueden ser:

- 1.- “Utilización planificada de los recursos versus la utilización real de los mismos” (Project Management Institute, 2021).
- 2.- Cantidad de miembros del equipo que tengan capacitaciones o certificaciones y cuáles son.
- 3.- Cantidad de mano de obra
- 4.- Cantidad de materiales disponibles
- 5.- Mantenimiento del equipo
- 6.- Rendimiento por día o por hora de los recursos.
- 7.- Cantidad de transporte disponible

“Las medidas que se están recopilando son importantes, pero lo que se hace con las medidas es igual de importante. Para que la información sea útil, debe ser oportuna, accesible, fácil de absorber y digerir” (Project Management Institute, 2021). Algo óptimo que se puede hacer con estas medidas es presentarlas mediante tableros de control que son básicamente informes que recopilan una gran cantidad de información que se puede manejar, modelar, programar y controlar en tiempo real.

### ***2.6.2 Tableros de Control***

“El tablero de control es una herramienta que recopila información electrónicamente y genera diagramas que representan el estado de los proyectos” (Project Management Institute, 2021). Esto se traduce en que los tableros de control nos permiten tener una representación visual de nuestros indicadores clave de desempeño, como por ejemplo, la cantidad de consumo de recursos, la cantidad disponible de recursos, el trabajo restante, entre otros. Esto le permite a cualquiera de forma rápida visualizar el estado de una actividad en particular, evitando la dificultad de revisar grandes cantidades de información en hojas de cálculo en las que muchas veces se pueden cometer errores de visualización más fácilmente. Para ello existe una herramienta de software que permite realizar tableros de control. Esta herramienta se llama Microsoft Power BI.

### ***2.6.3 Herramienta de Software Microsoft Power BI***

Microsoft Power BI es una herramienta de software utilizada para crear informes interactivos de bases de datos a través de gráficos, tablas, etc. Con esta herramienta se tiene una visualización detallada de un amplio contenido de información que puede filtrarse para brindar una mejor apreciación de los datos, por ejemplo, en el caso de los recursos de un proyecto, se puede visualizar un solo dato y su relación con los demás indicadores, siendo esta una forma más

cómoda de apreciar la información, lo que permite no ser propenso a cometer errores al momento de llevar el control de cada uno de los recursos.

Esta herramienta no solo crea informes, sino también puede ofrecer un análisis avanzado de la información, donde se pueden identificar tendencias que pueden ser importantes de tomar en cuenta para prevenir cualquier problema y así poder tomar decisiones acertadas.

Power BI puede obtener datos a través de la importación, ofreciendo así, una fácil manejabilidad. También se puede compartir la información con otros miembros para de esta forma colaborar en conjunto. Además, se puede tener la información actualizada a través de su opción de configuración para que de manera autónoma haga una revisión cíclica de la fuente de datos y actualice los informes permitiendo así el control en tiempo real.

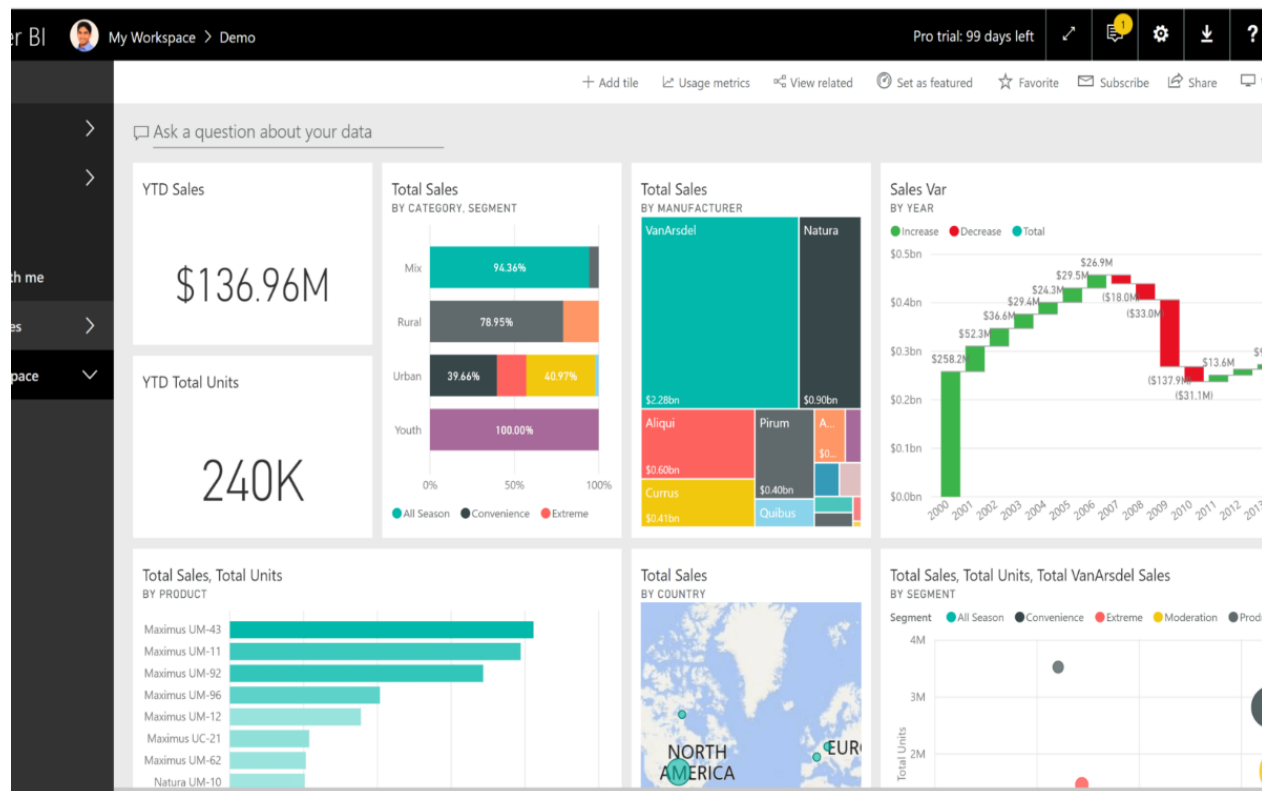


Ilustración 5. Interfaz de software Microsoft Power BI. Fuente: Proadware Software de Gestión

### 3 CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO

#### 3.1 Antecedentes del proyecto

El proyecto “Pavimentación de Vías Rurales Aledañas al Aeropuerto de Quito utilizando RAP y Polvo de Llanta de Avión”, es un proyecto que la empresa privada “Quiport” tiene en alianza con los GADs Parroquiales que se encuentran en zonas cercanas al aeropuerto, siendo el propósito de ellos impulsar la economía local de estos sectores, promoviendo emprendimientos que puedan hacerse realidad, y mejor haciéndolo dentro del aeropuerto, donde se sabe que este es un área altamente comercial como para obtener ingresos que representen una utilidad que beneficie a todos los interesados de este proyecto.

El aeropuerto de Quito recicla el pavimento que se retira a causa de deterioros en ciertas zonas de sus vías, y lo va acumulando en un terreno donde este material se encuentra al aire libre. Así mismo, el polvo de llanta de avión es recogido y llevado a este terreno. Estos materiales pueden liberar polvo y contaminar el aire, especialmente en condiciones de viento, lo que podría causar problemas respiratorios a las viviendas cercanas.

Respondiendo a estas necesidades, se pretende reutilizar estos materiales en la pavimentación de vías rurales aledañas al aeropuerto, permitiendo así una disminución en el impacto ambiental, ya que en otras circunstancias estos materiales podrían haber terminado en vertederos.

El uso del RAP y el Polvo de Llanta de Avión ya se ha utilizado en proyectos similares, en donde una proporción de estos ha hecho vías con una vida útil más larga, generando menores costos en mantenimiento, y ya que es material reciclado que no se

deja al ambiente en última instancia, se puede añadir la particularidad de que estas vías son sostenibles.

Para garantizar una gestión eficiente de los recursos del proyecto, se ha propuesto utilizar la guía del PMBOK 7 edición, la cual se enfoca en los resultados de un proyecto y hace énfasis en la relación cercana que debe existir en todas las áreas en las que un proyecto necesita desempeñarse.

Por otro lado, se utilizará Microsoft Power BI, para generar informes que permitan controlar y monitorear el desempeño del proyecto en cuanto a los recursos asignados a cada actividad, en los cuales se podrá visualizar KPIs que son indicadores de desempeño como, por ejemplo, las cantidades de materiales ejecutadas y restantes, así como las horas trabajadas y las restantes de la mano de obra.

Para poder realizar la gestión de los recursos de este proyecto, se tomó en cuenta una vía tipo cercana al aeropuerto identificada como C.30 en Puembo, en donde las zonas que comparte esta vía habitan familias dedicadas al campo. Se utilizó 1 kilómetro de vía para darle un estándar a la gestión y que sea un poco más sencillo de aplicar para las demás vías.



*Ilustración 6. Vía rural C.30 de la parroquia Puenbo. Fuente: Google Earth*

Los archivos digitales necesarios para realizar esta gestión serán entregados a Quiport para que esta coordine con los GADs parroquiales y tengan un modelo de gestión que les permita ser eficientes en el proyecto. Estos archivos serán editables según corresponda para cada vía y empresa constructora.

### **3.2 Identificación y cuantificación de recursos**

Se hizo uso de los APUs y el Presupuesto para poder identificar la cantidad y el detalle de los recursos que se necesitan en este proyecto. Los APUs se pueden visualizar en el apartado Anexos. A continuación, se presenta el Presupuesto del proyecto.

Nombre de tarea	UNIDAD	CANTIDAD	RENDIMIENTO	DURACIÓN (d)	P. Unitario	total	EMPRESA- PROVEEDOR
PUBLICACIONES POR LA PRENSA	u	1	4	0.5	72.00	72	Materiales y Equipos CAMICON 2024. Kywi Pintulac
Charlas de concientización	u	1	20	2.5	67.71	67.71	Salarios de la CAMICON 2024. Materiales y Equipos CAMICON 2024. Kywi Pintulac
Colocación de señalización preventiva	u	1	2	0.25	313.72	313.72	Salarios de la CAMICON 2024. Materiales y Equipos CAMICON 2024. Kywi Pintulac
Limpieza y Desbroce Manual	m	1000	3.33	416.25	0.42	420	Salarios de la CAMICON 2024. Materiales y Equipos CAMICON 2024. Kywi Pintulac
replanteo y nivelacion	m	1000	0.07143	8.92875	4.86	4860	Salarios de la CAMICON 2024. Materiales y Equipos CAMICON 2024. Kywi Pintulac
Agua para control de polvo con camión cisterna	m3	5.44	0.1	0.068	4.45	24.208	Salarios de la CAMICON 2024. Materiales y Equipos CAMICON 2024. Kywi Pintulac
Imprimación Asfáltica	lt	2448	0.002	0.612	2.62	6413.76	Salarios de la CAMICON 2024. Materiales y Equipos CAMICON 2024. Kywi Pintulac
RAP e=10cm	m3	652.8	0.025	2.04	4.97	3244.416	Salarios de la CAMICON 2024. Materiales y Equipos CAMICON 2024. Kywi Pintulac
Carpeta Asfáltica e=5cm al 1% de polvo de llanta	m2	5440	0.004	2.72	12.39	67401.6	Salarios de la CAMICON 2024. Materiales y Equipos CAMICON 2024. Kywi Pintulac
Arenado	km	1	2	0.25	158	158	Salarios de la CAMICON 2024. Materiales y Equipos CAMICON 2024. Kywi Pintulac
señalización horizontal	m2	300	0.05	1.875	11.53	3459	Salarios de la CAMICON 2024. Materiales y Equipos CAMICON 2024. Kywi Pintulac
Señalización vertical	u	6	1.2	0.9	21.68	130.08	Salarios de la CAMICON 2024. Materiales y Equipos CAMICON 2024. Kywi Pintulac
						<b>\$ 86,564.50</b>	

Ilustración 3 Presupuesto de Proyecto de Pavimentación con RAP y Polvo de Llanta de Avión. Fuente: Diego Cabrera

Para identificar los roles de cada uno de los miembros del proyecto con los rubros correspondientes se hizo uso de la matriz RACI, la cual se presenta a continuación.

<b>R</b>	Responsable
<b>A</b>	Aprobador
<b>C</b>	Consultar
<b>I</b>	Informar

Tareas del Proyecto	GAD Parroquial	Quiport	Administrador del Proyecto	Director del Proyecto	Fiscalizador	Residente de Obra	Comunidad Parroquial	Equipo de Trabajo
Publicaciones por la Prensa	I	C	R	A	C	C	I	C
Charlas de Concientización	C	C	R	A	C	C	I	C
Colocación de Señalización Preventiva	C	C	R	A	C	C	I	C
Limpieza y Desbroce Manual	C	C	R	A	C	C	I	C
Replanteo y Nivelación	C	C	R	A	C	C	I	C
Agua para Control de Polvo con Camión Cisterna	C	C	R	A	C	C	I	C
Imprimación Asfáltica	C	C	R	A	C	C	I	C
RAP e=10cm	A	R	C	C	C	C	I	C
Carpeta Asfáltica e=5cm al 1% de Polvo de Llanta	A	R	C	C	C	C	I	C
Arenado	C	C	R	A	C	C	I	C
Señalización Horizontal	C	C	R	A	C	C	I	C
Señalización Vertical	C	C	R	A	C	C	I	C

Para este proyecto se hizo uso también de la metodología Lean, implementando la herramienta Mapeo de Flujo de Valor para identificar, en este caso, algún desperdicio en el rubro RAP, quedándose como modelo para el resto de los rubros y a consideración de análisis de la empresa constructora. En este mapeo se identifica en rectángulo los procesos de cada rubro, en rectángulo suavizado el rubro en sí, los cuadros que tienen picos en forma de triángulos son el proveedor y el cliente final refiriéndose de izquierda a derecha, los cuadros con varias celdas son

para definir especificaciones de tiempo y recursos, y a lo último se encuentra una especie de línea de tiempo, en donde se colocó intervalos y acumulados de tiempo.

Se pudo identificar un desperdicio, el cual se encuentra en el gráfico tipo estrella en el primer mapeo. Luego se hizo un mapeo futuro, estableciendo la solución o cómo sería en realidad el flujo de procesos para ese rubro.

Adicional a esto, se hizo uso de los análisis de precios unitarios y el presupuesto para estimar las cantidades de materiales, equipo, mano de obra y transporte necesarios para la vía mencionada. Además, se tomó en cuenta el juicio de expertos para poder identificar todas las actividades necesarias para ejecutar la pavimentación.

Se dejó en blanco las celdas del Nombre del Oferente y Obra para que pueda darse uso según corresponda a cada empresa constructora y vía a pavimentar.

Para realizar los análisis de precios unitarios se utilizó el formato que proporciona el SERCOP, y en su desarrollo se utilizó Microsoft Excel para tener un orden de cada rubro.

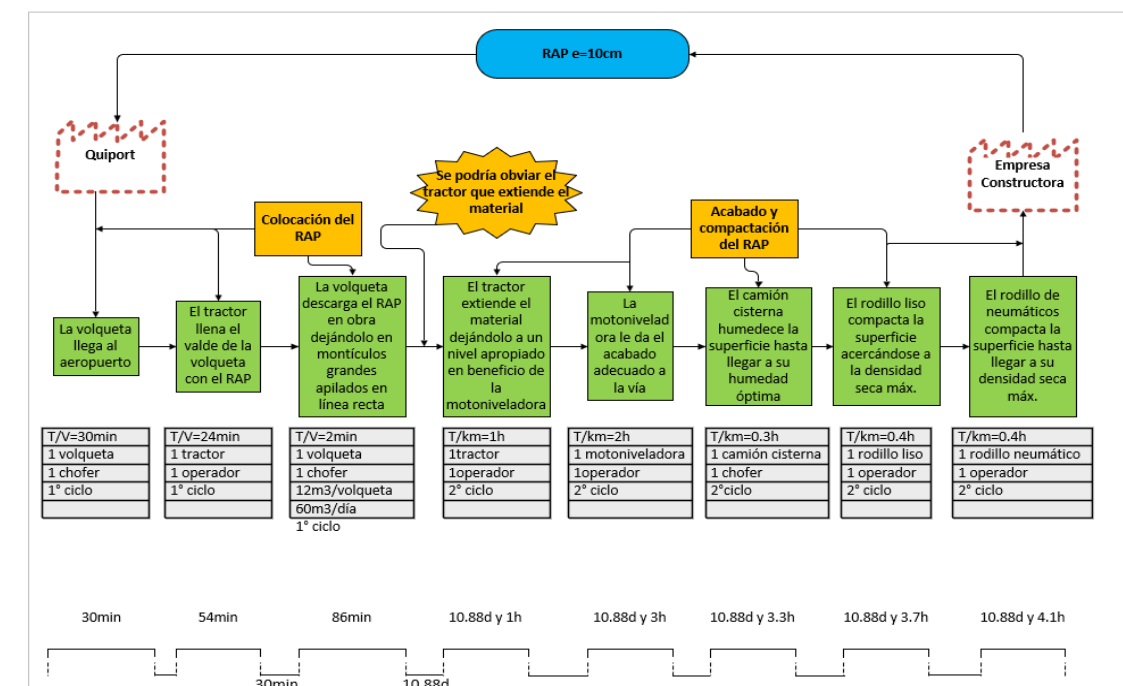


Ilustración 7. Mapeo de Flujo de Valor de la situación actual del rubro RAP. Fuente: (Raynier Nugra, 2024)

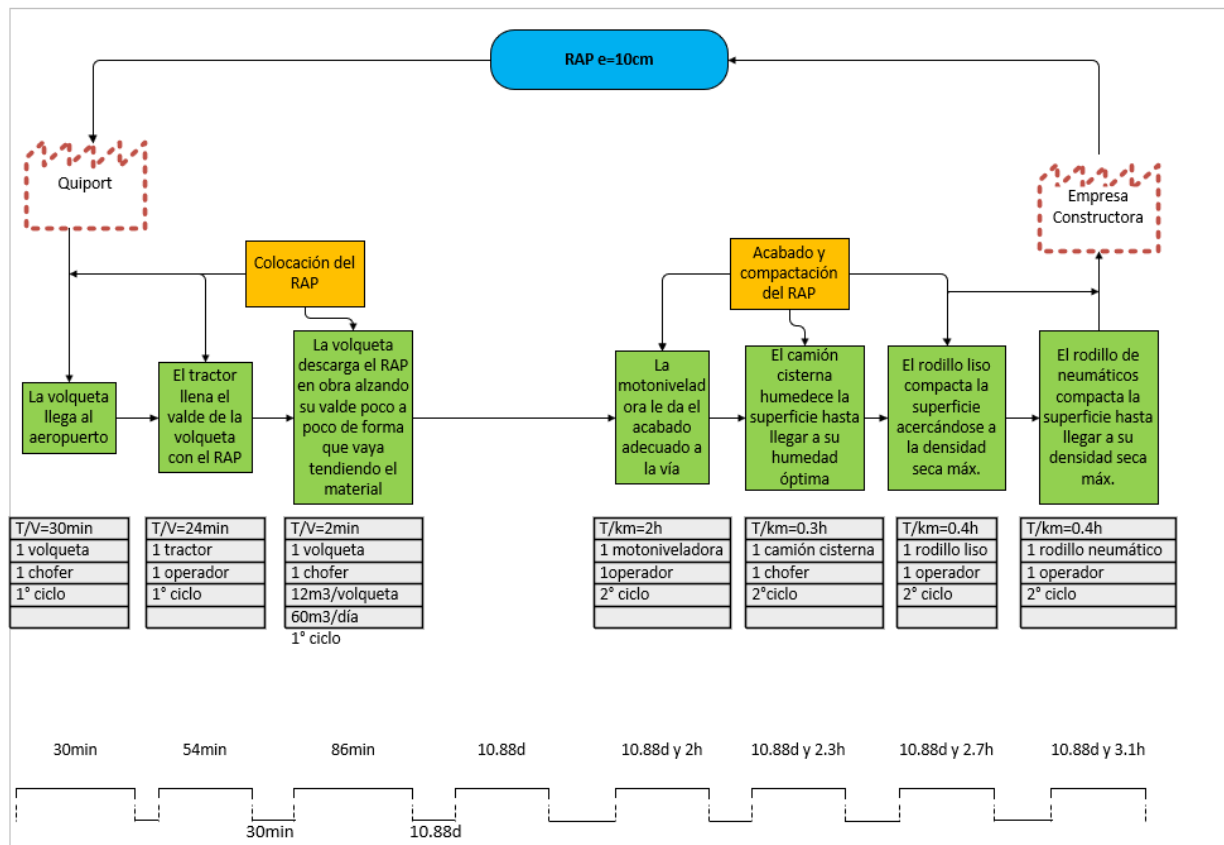


Ilustración 8. Mapeo de Flujo de Valor Futuro del rubro RAP. Fuente: (Raynier Nugra, 2024)

### 3.3 Diseño del plan de asignación de recursos

Con el uso del cronograma, se pudo asignar cada uno de los recursos necesarios, implementando Microsoft Project, identificando los recursos de tipo trabajo que son equipo y mano de obra, y los recursos de tipo material.

	Nombre del recurso	Tipo	Etiqueta de	Iniciales	Grupo	Capacidad	Tasa	Tasa horas	Costo/Usd	Acumula	Calendario	Códi	Agregar nueva column
1													
2	PROYECTOR Y EQUIPO DE VIDEO	Trabajo		P			1	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
3	Herramienta Menor (5%M.O)	Costo		H							Prorrateo		
4	Equipo de topografía	Trabajo		E			1	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
5	Camión cisterna	Trabajo		C			1	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
6	DISTRIBUIDOR DE ASFALTO 210 HP	Trabajo		D			1	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
7	ESCOBA AUTOPROPULSADA 80 HP	Trabajo		E			1	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
8	MOTONIVELADORA 140 HP	Trabajo		M			1	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
9	RODILLO NEUMATICO 100 HP	Trabajo		R			1	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
10	RODILLO VIBRATORIO LISO 125 HP	Trabajo		R			1	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
11	FINISHER	Trabajo		F			1	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
12	VOLQUETA 13 TON.	Trabajo		V			1	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
13	CAMIONETA DE CARGA MOTOR > 2000cc	Trabajo		C			1	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
14	MAQUINA FRANJEADORA SEÑALIZAC. VIAL	Trabajo		M			1	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	

Ilustración 21. Descripción de Recursos Tipo Trabajo. Fuente: Raynier Nugra

Archivo Tarea **Recurso** Informe Proyecto Vista Ayuda Hoja de recursos Formato ¿Qué desea hacer?

Organizador de equipo Ver Asignar Asignaciones Grupo de recursos Asignaciones Agregar recursos Insertar Información Propiedades Notas Detalles Redistribuir selección Redistribuir recurso Redistribuir todo Ir a la sobreasignación siguiente Opciones de redistribución Borrar redistribución Redistribuir

	Nombre del recurso	Tipo	Etiqueta de	Iniciales	Grupo	Capacidad	Tasa	Tasa horas	Costo/Usc	Acumula	Calendario	Códi	regar nueva colum
19	Residente de Obra	Trabajo		R			1	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
20	Director de Obra	Trabajo		D			1	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
21	Peon	Trabajo		P			8	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
22	Maestro Mayor	Trabajo		M			1	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
23	Topógrafo	Trabajo		T			1	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
24	Cadenero	Trabajo		C			1	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
25	Chofer Profesional	Trabajo		C			1	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
26	Operador GII	Trabajo		O			2	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
27	Ayudante de Maquinaria	Trabajo		A			3	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
28	Operador GI	Trabajo		O			1	\$0.00/hora	\$0.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Estándar	
29													
30													
31	Publicaciones por la Prensa	Material		P				\$0.00		\$0.00	Prorrateo		
32	Estaca	Material		E				\$0.00		\$0.00	Prorrateo		
33	Cinta	Material		C				\$0.00		\$0.00	Prorrateo		
34	Cono	Material		C				\$0.00		\$0.00	Prorrateo		
35	Agua	Material		A				\$0.00		\$0.00	Prorrateo		
36	ASFALTO - RC 250	Material		A				\$0.00		\$0.00	Prorrateo		
37	RAP	Material		R				\$0.00		\$0.00	Prorrateo		
38	Mezcla asfáltica	Material		M				\$0.00		\$0.00	Prorrateo		
39	Polvo de llanta	Material		P				\$0.00		\$0.00	Prorrateo		
40	ARENA	Material		A				\$0.00		\$0.00	Prorrateo		
41	PINTURA	Material		P				\$0.00		\$0.00	Prorrateo		
42	Señalización vertical	Material		S				\$0.00		\$0.00	Prorrateo		
43													

HOJA DE RECURSOS

Listo Nuevas tareas : Programada automáticamente

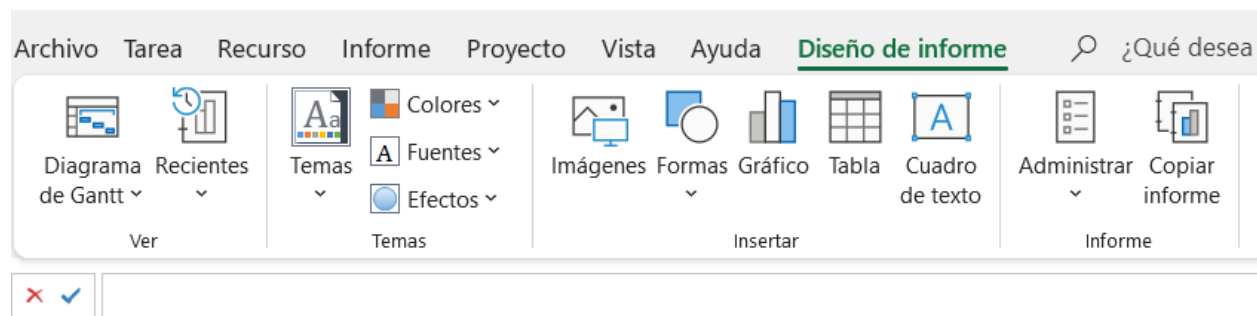
Ilustración 22. Descripción de Recursos Tipo Trabajo y Material. Fuente: Raynier Nugra

	✓										
		Modo de	Nombre de tarea	Unidad	Cantidad	Duración	Comienzo	Fin	Predecesc	Nombres de los recursos	
1	✓		<b>PAVIMENTACIÓN VÍA 1KM</b>			<b>19.92 días</b>	<b>lun 6/5/24</b>	<b>vie 31/5/24</b>			
2	✓		<b>PRELIMINARES</b>			<b>3.25 días</b>	<b>lun 6/5/24</b>	<b>jue 9/5/24</b>			
3	✓		Publicaciones por la Prensa	u	1	0.5 días	lun 6/5/24	lun 6/5/24		Publicaciones por la Prensa[1]	
4	✓		Charlas de Concientización	u	1	2.5 días	lun 6/5/24	mié 8/5/24	3	PROYECTOR Y EQUIPO DE VIDEO, Director de Obra, Residente de Obra	
5	✓		Colocación de Señalización Preventiva	u	1	0.25 días	jue 9/5/24	jue 9/5/24	4	Herramienta Menor (5%M.O), Peon[2], Maestro Mayor[0.2], Estaca[20], Cinta[11], Cono[4]	
6	✓		<b>PREPARACIÓN TERRENO</b>			<b>9.42 días</b>	<b>jue 9/5/24</b>	<b>mié 22/5/24</b>			
7	✓		Replanteo y Nivelación	m	1000	8.93 días	jue 9/5/24	mié 22/5/24	5	Herramienta Menor (5%M.O), Equipo de topografía, Topógrafo, Caden	
8	✓		Limpieza y Desbroce Manual	km	1	0.42 días	mié 22/5/24	mié 22/5/24	7	Herramienta Menor (5%M.O), Peon[2], Maestro Mayor	
9	✓		Agua para Control de Polvo con Camión Cisterna	m3	5.44 m3	0.07 días	mié 22/5/24	mié 22/5/24	8	Camión cisterna, Chofer Profesional, Peon, Agua[5.44]	
10			<b>CARPETA ASFÁLTICA</b>			<b>5.62 días</b>	<b>mié 22/5/24</b>	<b>jue 30/5/24</b>			
11	✓		Imprimación Asfáltica	lt	2448	0.61 días	mié 22/5/24	jue 23/5/24	9	DISTRIBUIDOR DE ASFALTO 210 HP, ESCOBA AUTOPROPULSADA 80 HP, Ope	
12			RAP e=10cm	m3	652.8	2.04 días	jue 23/5/24	lun 27/5/24	11	MOTONIVELADORA 140 HP, RODILLO N	
13			Carpeta Asfáltica e=5cm al 1% de Polvo de Llanta de Avión	m2	5440	2.72 días	lun 27/5/24	jue 30/5/24	12	RODILLO NEUMÁTICO 100 HP, RODILLO VIBRATORIO LISO 125 HP, Peon[8], FINISHER, Herramienta Menor (5%M.O)	

Ilustración 23. Asignación de Recursos. Fuente: Raynier Nugra & Marlon Rivera

Dentro del Microsoft Project se encuentra la ventana de Informe donde se puede obtener la información en cuanto al trabajo restante referente a los recursos.

Se puede filtrar por Recurso Material o Recurso Trabajo.



#### ESTADO DE LOS RECURSOS

Trabajo restante para todos los recursos de trabajo

VISION GENERAL DE LOS RECURSOS

Nombre	Comienzo	Fin	Trabajo restante
PROYECTOR Y EQUIPO DE VIDEO	lun 6/5/24	mié 8/5/24	0 horas
Equipo de topografía	jue 9/5/24	mié 22/5/24	0 horas
Camión cisterna	mié 22/5/24	lun 27/5/24	11.43 horas
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO 210 HP	mié 22/5/24	jue 23/5/24	0 horas
ESCOBA AUTOPROPULSADA 80 HP	mié 22/5/24	jue 23/5/24	0 horas
MOTONIVELADORA 140 HP	jue 23/5/24	lun 27/5/24	11.43 horas
RODILLO NEUMATICO 100 HP	jue 23/5/24	jue 30/5/24	33.18 horas
RODILLO VIBRATORIO LISO 125 HP	jue 23/5/24	jue 30/5/24	33.18 horas
FINISHER	lun 27/5/24	jue 30/5/24	21.76 horas
VOLQUETA 13 TON.	jue 23/5/24	jue 30/5/24	35.18 horas
CAMIONETA DE CARGA MOTOR > 2000cc	jue 30/5/24	vie 31/5/24	15.04 horas
MAQUINA FRANJEADORA SEÑALIZAC. VIAL	jue 30/5/24	vie 31/5/24	15.04 horas
Residente de Obra	lun 6/5/24	mié 8/5/24	0 horas
Director de Obra	lun 6/5/24	mié 8/5/24	0 horas
Peon	jue 9/5/24	vie 31/5/24	226.79 horas
Maestro Mayor	jue 9/5/24	jue 30/5/24	7.2 horas
Topógrafo	jue 9/5/24	mié 22/5/24	0 horas
Cadeneta	jue 9/5/24	mié 22/5/24	0 horas

Ilustración 24. Informe de Trabajo Restante Mano de Obra de MS Project. Fuente: Raynier Nugra

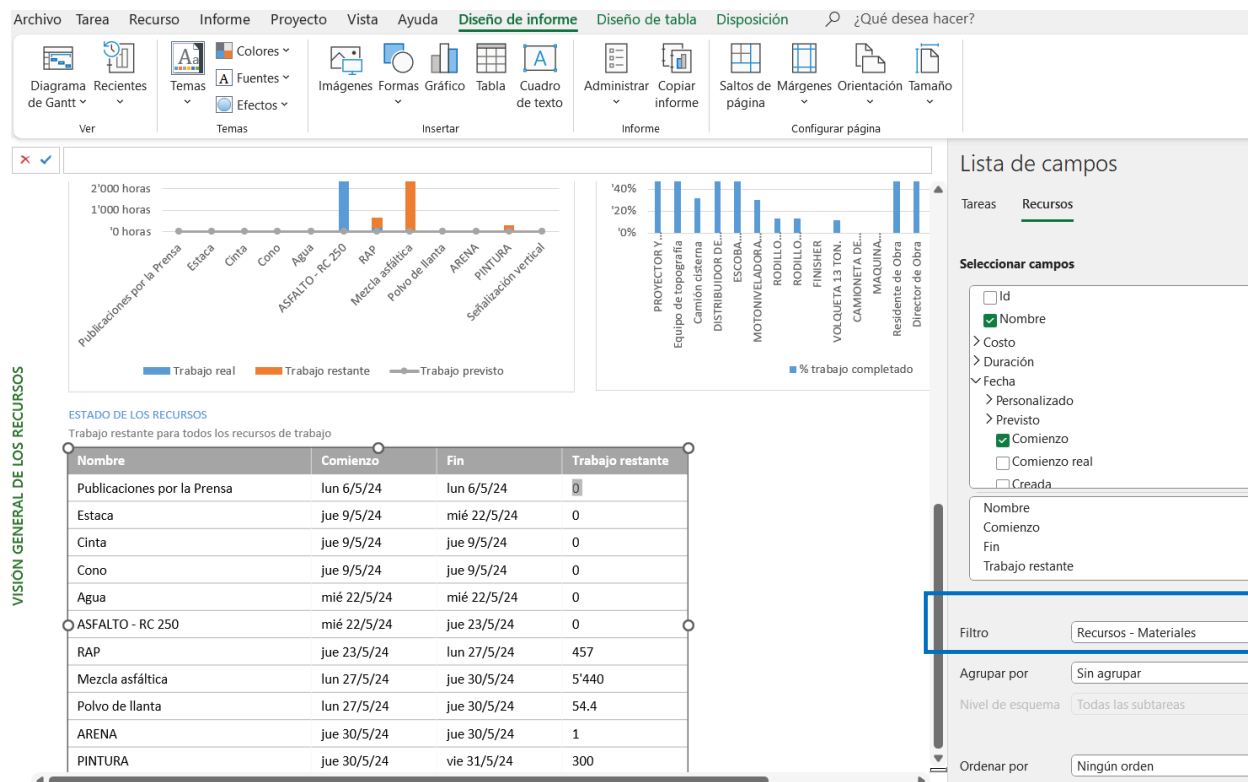


Ilustración 25. Informe de Material Restante de MS Project. Fuente: Raynier Nugra

### 3.4 Preparación de información en Excel exportada de Project

Las tablas proporcionadas por la Vista general de Recursos en la ventana de Informe de Project se exportaron en una hoja de Excel por separado. Primero se copió la columna con los datos totales donde no se tenía porcentaje de avance en ninguna actividad y luego se copio la tabla con el trabajo restante.

Nombre	Comienzo	Fin	Trabajo restante	Trabajo Total
Publicaciones por la Prensa	lun 6/5/24	lun 6/5/24	0	1
Estaca	jue 9/5/24	mié 22/5/24	0	60
Cinta	jue 9/5/24	jue 9/5/24	0	11
Cono	jue 9/5/24	jue 9/5/24	0	4
Agua	mié 22/5/24	mié 22/5/24	0	5.44
ASFALTO - RC 250	mié 22/5/24	jue 23/5/24	0	2'448
RAP	jue 23/5/24	lun 27/5/24	457	652.8
Mezcla asfáltica	lun 27/5/24	jue 30/5/24	5'440	5'440
Polvo de llanta	lun 27/5/24	jue 30/5/24	54.4	54.4
ARENA	jue 30/5/24	jue 30/5/24	1	1
PINTURA	jue 30/5/24	vie 31/5/24	300	300
Señalización vertical	jue 30/5/24	jue 30/5/24	1	1

Tabla 1. Material Restante. Fuente: Raynier Nugra

Nombre	Comienzo	Fin	Trabajo restante	Trabajo Total
PROYECTOR Y EQUIPO DE VIDEO	lun 6/5/24	mié 8/5/24	0 horas	20 horas
Equipo de topografía	jue 9/5/24	mié 22/5/24	0 horas	71.44 horas
Camión cisterna	mié 22/5/24	lun 27/5/24	11.43 horas	16.88 horas
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO 210 HP	mié 22/5/24	jue 23/5/24	0 horas	4.88 horas
ESCOBA AUTOPROPULSADA 80 HP	mié 22/5/24	jue 23/5/24	0 horas	4.88 horas
MOTONIVELADORA 140 HP	jue 23/5/24	lun 27/5/24	11.43 horas	16.32 horas
RODILLO NEUMATICO 100 HP	jue 23/5/24	jue 30/5/24	33.18 horas	38.08 horas
RODILLO VIBRATORIO LISO 125 HP	jue 23/5/24	jue 30/5/24	33.18 horas	38.08 horas
FINISHER	lun 27/5/24	jue 30/5/24	21.76 horas	21.76 horas
VOLQUETA 13 TON.	jue 23/5/24	jue 30/5/24	35.18 horas	40.08 horas
CAMIONETA DE CARGA MOTOR > 2000cc	jue 30/5/24	vie 31/5/24	15.04 horas	15.04 horas
MAQUINA FRANJEADOR A SEÑALIZACION VIAL	jue 30/5/24	vie 31/5/24	15.04 horas	15.04 horas
Residente de Obra	lun 6/5/24	mié 8/5/24	0 horas	20 horas
Director de Obra	lun 6/5/24	mié 8/5/24	0 horas	20 horas
Peon	jue 9/5/24	vie 31/5/24	226.79 horas	242.96 horas
Maestro Mayor	jue 9/5/24	jue 30/5/24	7.2 horas	10.96 horas
Topógrafo	jue 9/5/24	mié 22/5/24	0 horas	71.44 horas
Cadenero	jue 9/5/24	mié 22/5/24	0 horas	71.44 horas
Chofer Profesional	mié 22/5/24	vie 31/5/24	48.23 horas	53.68 horas
Operador GII	mié 22/5/24	vie 31/5/24	69.99 horas	84.64 horas
Ayudante de Maquinaria	mié 22/5/24	vie 31/5/24	91.74 horas	106.4 horas
Operador GI	jue 23/5/24	jue 30/5/24	33.18 horas	38.08 horas

Tabla 2. Trabajo Restante de Mano de Obra. Fuente: Raynier Nugra

Las siguientes tablas se realizaron manualmente en Microsoft Excel, donde se proporcionó información sobre la Cantidad de Material Planificada y la Cantidad de Material Real ejecutado. Así mismo se hizo para la tabla de equipo y mano de obra, en donde se documentó la cantidad de horas trabajadas reales y las planificadas.

Nombre	Cantidad de Material Planificada	Cantidad de Material Real
Publicaciones por la Prensa	1.00	1.00
Estaca	60.00	50.00
Cinta	11.00	12.00
Cono	4.00	6.00
Agua	5.44	6.00
ASFALTO - RC 250	2'448	2500.00
RAP	652.80	658.00
Mezcla asfáltica	5'440	5500.00
Polvo de llanta	54.40	45.00
ARENA	1.00	1.00
PINTURA	300.00	350.00
Señalización vertical	1.00	1.00

Tabla 3. Cantidad de Material Planificada vs Cantidad de Material Real. Fuente: Raynier Nugra

Nombre	Cantidad de Horas Planificadas	Cantidad de Horas Reales
PROYECTOR Y EQUIPO DE VIDEO	20 horas	21 horas
Equipo de topografía	71.44 horas	75 horas
Camión cisterna	16.88 horas	18 horas
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO 210 HP	4.88 horas	6 horas
ESCOBA AUTOPROPULSADA A 80 HP	4.88 horas	6 horas
MOTONIVELADOR A 140 HP	16.32 horas	18 horas
RODILLO NEUMATICO 100 HP	38.08 horas	40 horas
RODILLO VIBRATORIO LISO 125 HP	38.08 horas	40 horas
FINISHER	21.76 horas	25 horas
VOLQUETA 13 TON.	40.08 horas	45 horas
CAMIONETA DE CARGA MOTOR > 2000cc	15.04 horas	16 horas
MAQUINA FRANJEADORA SEÑALIZAC. VIAL	15.04 horas	16 horas
Residente de Obra	20 horas	22 horas
Director de Obra	20 horas	22 horas
Peon	242.96 horas	247 horas
Maestro Mayor	10.96 horas	11 horas
Topógrafo	71.44 horas	65 horas
Cadenero	71.44 horas	65 horas
Chofer Profesional	53.68 horas	50 horas
Operador GII	84.64 horas	80 horas
Ayudante de Maquinaria	106.4 horas	100 horas
Operador GI	38.08 horas	37 horas

Tabla 4. Cantidad de Horas Planificadas vs Cantidad de Horas Reales. Fuente: Raynier Nugra

Se realizó una tabla especificando la información acerca de la mano de obra, identificando áreas como nivel de desempeño, ubicación de vivienda, años en la empresa, nivel de educación, entre otras. Esta tabla permite identificar problemas que se deban solucionar en el equipo para que este se desempeñe eficientemente en el proyecto.

Nombre Empleado	Rol	Nivel de Satisfacción	Departamento	Nivel Educativo	Edad	Empleado Activo	Género	Calificación de Desempeño	Estado Civil	Años en la Empresa	Años en el Puesto Actual	Área de Educación	Sector de Residencia	Empleado con Certificación
Peón1	Obrero	2	Ejecución	Secundaria	18	1	Masculino	3	Soltero	5	5	BGU	Cumbayá	1
Peón2	Obrero	2	Ejecución	Secundaria	20	1	Masculino	3	Soltero	6	6	BGU	Cumbayá	1
Peón3	Obrero	2	Ejecución	Secundaria	22	1	Masculino	3	Soltero	4	4	BGU	Cumbayá	1
Peón4	Obrero	2	Ejecución	Secundaria	18	1	Masculino	3	Soltero	3	3	BGU	Cumbayá	1
Peón5	Obrero	1	Ejecución	Secundaria	25	1	Femenino	3	Soltero	4	4	BGU	Cumbayá	0
Peón6	Obrero	1	Ejecución	Secundaria	20	1	Masculino	3	Soltero	4	4	BGU	Cumbayá	0
Peón7	Obrero	2	Ejecución	Secundaria	21	1	Masculino	3	Soltero	3	3	BGU	Cumbayá	1
Peón8	Obrero	2	Ejecución	Secundaria	18	1	Masculino	3	Soltero	2	2	BGU	Cumbayá	1
Residente de Obra	Supervisor trabajos	4	Dirección y control	Profesional	24	1	Masculino	4	Casado	3	3	Ing. Civil	Tumbaco	1
Director de Obra	Responsable principal	4	Dirección y control	Profesional	38	1	Masculino	4	Casado	8	8	Ing. Civil	Tumbaco	0
Maestro Mayor	Coordinador de trabajos	3	Ejecución	Secundaria	35	1	Masculino	5	Casado	3	2	BGU	Tumbaco	1
Topógrafo	Mediciones y trazados	3	Dirección y control	Profesional	27	1	Masculino	5	Casado	4	4	Ing. Civil	Tumbaco	1
Cadenero	Asistente de topógrafo	3	Ejecución	Secundaria	20	1	Masculino	5	Casado	4	4	BGU	Pfo	0
Chofer Profesional	Conductor	3	Ejecución	Secundaria	35	1	Masculino	3	Casado	2	1	BGU	Pfo	1
Operador GII	Operador	2	Ejecución	Secundaria	36	1	Masculino	3	Casado	2	1	BGU	Pfo	1
Ayudante de Maquinaria	Asistente de maquinaria	2	Ejecución	Secundaria	18	0	Masculino	0	Casado	1	1	BGU	Pfo	1
Operador GI	Operador	3	Ejecución	Secundaria	30	1	Masculino	2	Casado	3	1	BGU	Pfo	1

Tabla 5. Parámetros de Mano de Obra. Fuente: Raynier Nugra

### 3.5 Implementación de la herramienta de software Microsoft Power BI

Desde Microsoft Power BI se puede importar datos desde varias fuentes de datos. En este trabajo se hizo la importación de datos desde Excel en formato tabla, ya que si se lo hace en formato hoja se puede ser propenso a importar espacios vacíos que no se necesitan. Se modificó el formato a todas las hojas, obteniendo solo tablas.

Se hizo la importación de datos de Microsoft Power BI. Con esto se agregó todas las tablas de Excel al programa.

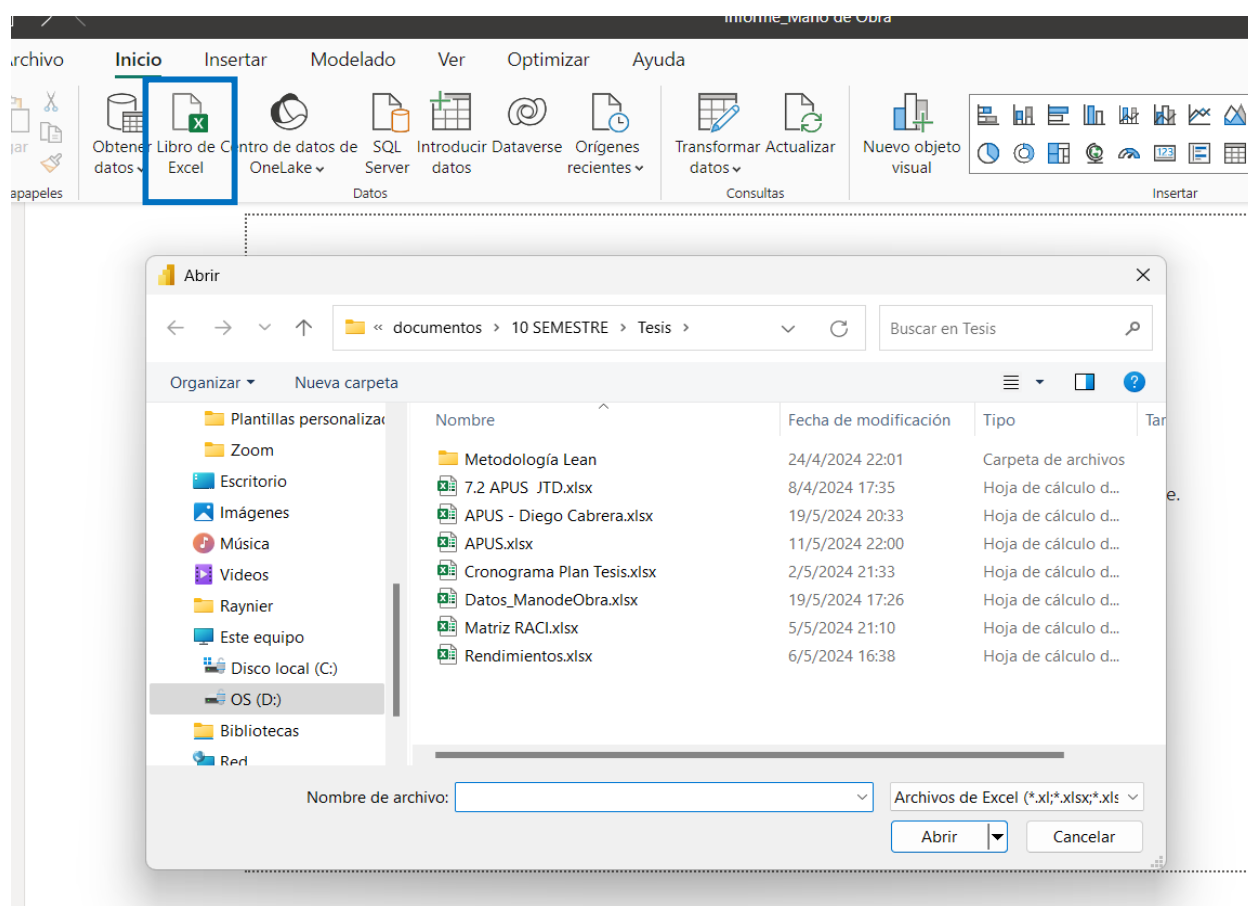


Ilustración 26. Importación de datos de Excel desde Power BI. Fuente: Raynier Nugra

Se realizó la filtración de datos, una vez teniendo todas las tablas. Primero se procedió a realizar la segmentación de datos.

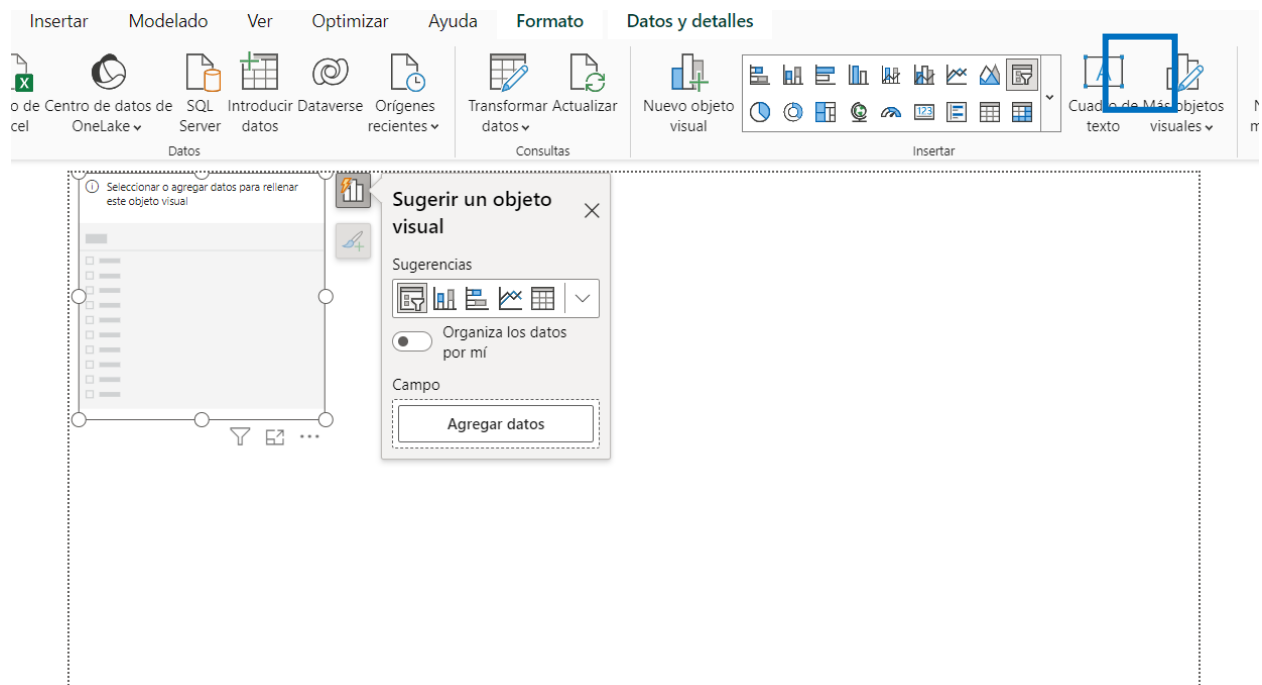


Ilustración 27. Segmentación de Datos en Power BI. Fuente: Raynier Nugra

Se procedió a generar los gráficos filtrando la información proporcionada.



Ilustración 28. Informe con Filtración de Datos y Gráficos. Fuente: Raynier Nugra

## INFORME DE CANTIDAD DE MATERIAL

### Filtro por Fecha

Comienzo, Fin  
 jue 23/5/24

**652.8**

CANTIDAD TOTAL

**195,80**

CANTIDAD CONSUMIDA

**457**

CANTIDAD RESTANTE

### Filtro por Material

Nombre

- Agua
- ARENA
- ASFALTO - RC 250
- Cinta
- Cono

Nombre	Primera fecha: Comienzo	Primera fecha: Fin	Primera fecha: Trabajo Total	Suma de Consumido	Primera fecha: Trabajo restante
RAP	jue 23/5/24	lun 27/5/24	652.8	195,80	457
<b>Total</b>	<b>jue 23/5/24</b>	<b>lun 27/5/24</b>	<b>652.8</b>	<b>195,80</b>	<b>457</b>

Ilustración 29. Informe Cantidad de Material. Fuente: Raynier Nugra

## INFORME DE TRABAJO DE EQUIPO Y MANO DE OBRA

### Filtro por Fecha

Comienzo, Fin  
 mié 22/5/24

**16.88 horas**

TRABAJO TOTAL

**11.43 horas**

TRABAJO RESTANTE

### Filtro por Equipo o Mano de Obra

Nombre

- Ayudante de Maquinaria
- Cadenero
- Camión cisterna
- CAMIONETA DE CARGA MOTO...
- Chofer Profesional

Nombre	Comienzo	Fin	Trabajo Total	Trabajo restante
Camión cisterna	mié 22/5/24	lun 27/5/24	16.88 horas	11.43 horas

Ilustración 30. Informe de Trabajo de Equipo y Mano de Obra. Fuente: Raynier Nugra

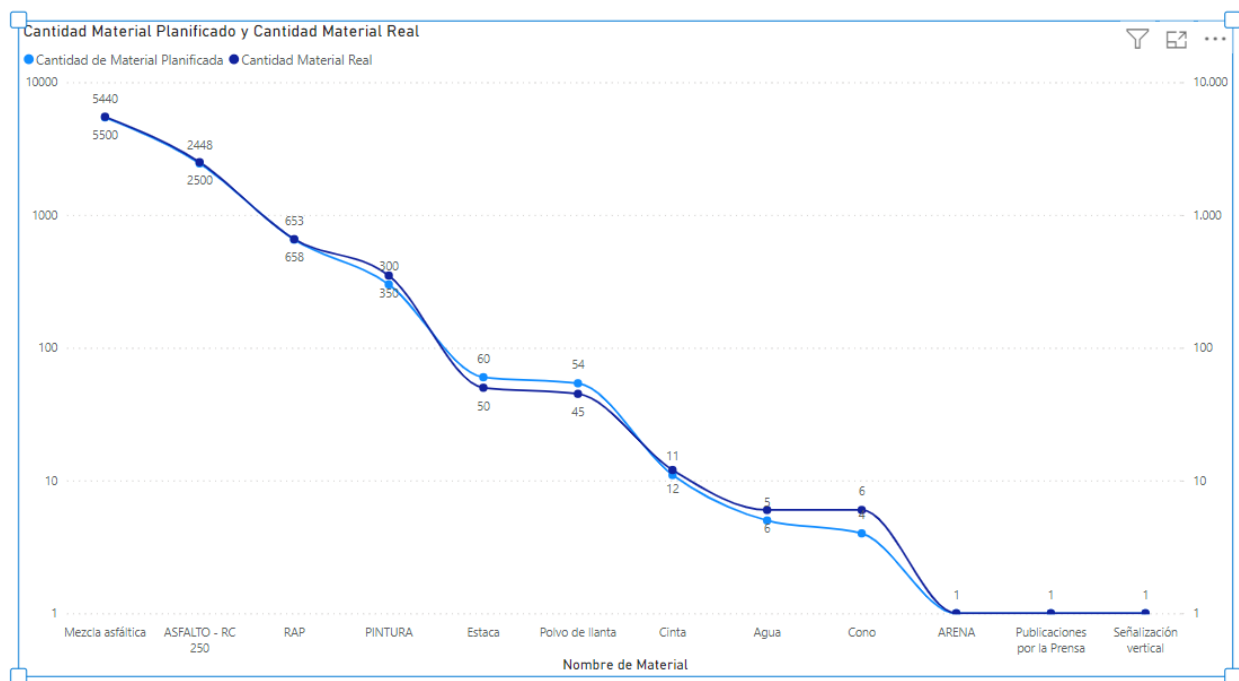


Ilustración 31. Cantidad de Material Planificado vs Cantidad de Material Real. Fuente: Raynier Nugra

## TRABAJO PLANIFICADO VS TRABAJO REAL

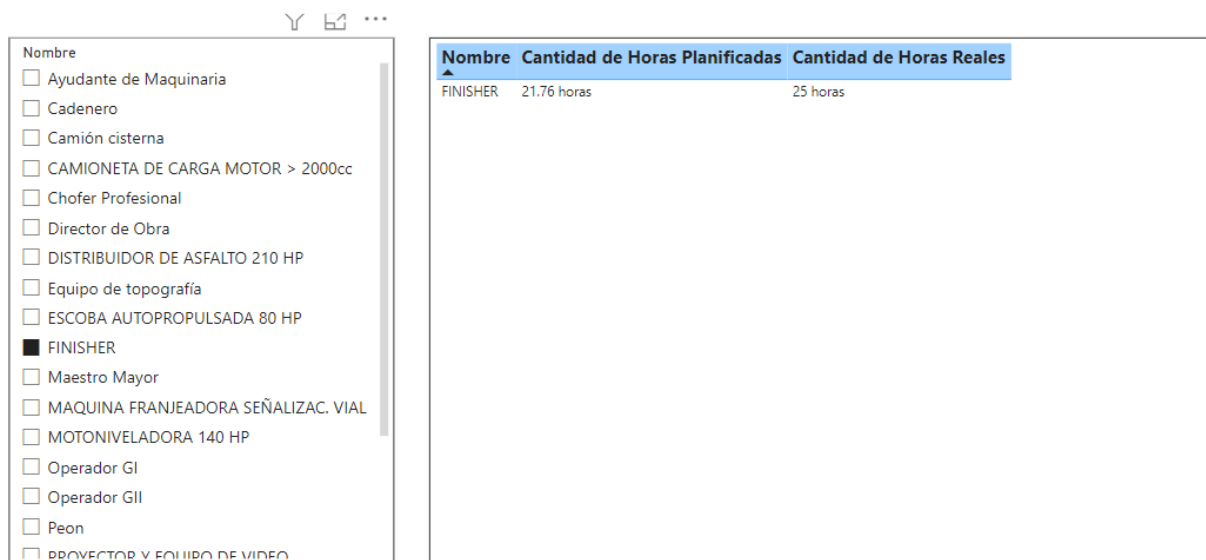


Ilustración 32. Trabajo Planificado vs Trabajo Real. Fuente: Raynier Nugra

### 3.6 Actividades críticas del proyecto

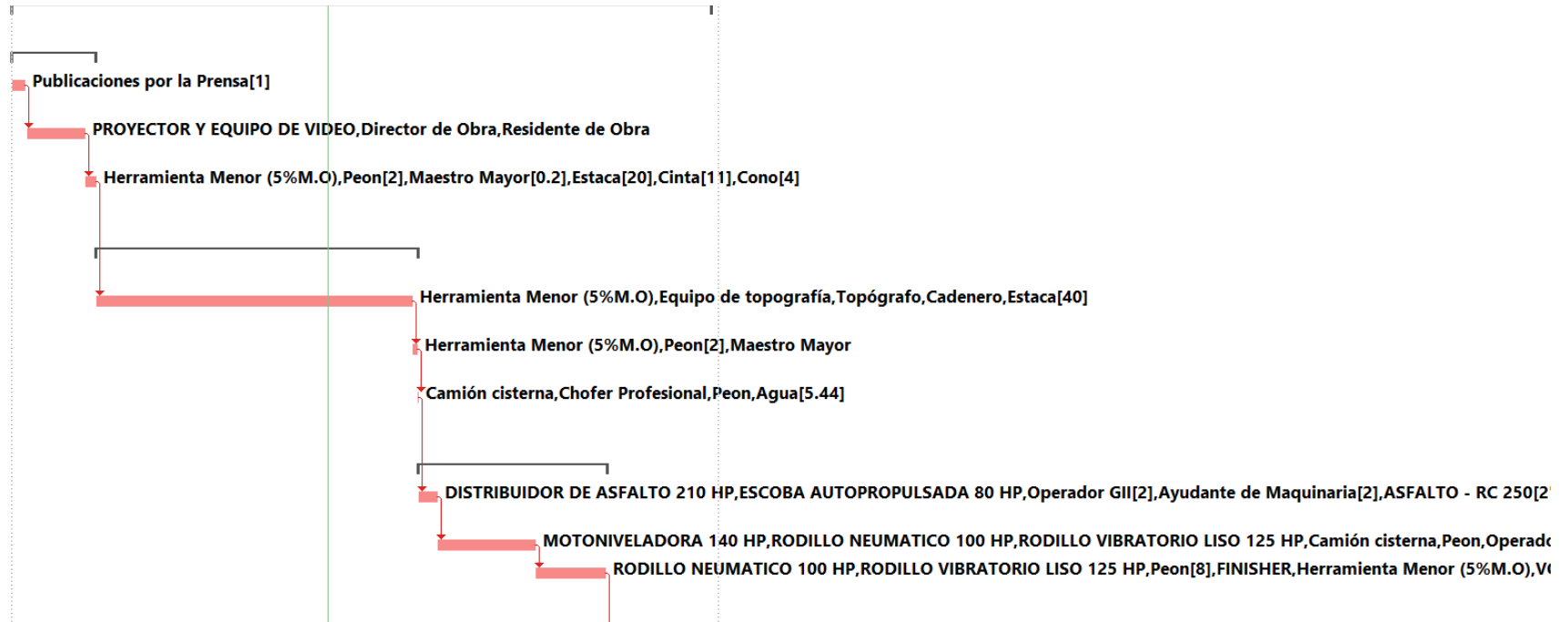


Ilustración 33. Actividades Críticas del Proyecto. Fuente: Raynier Nugra & Marlon Rivera

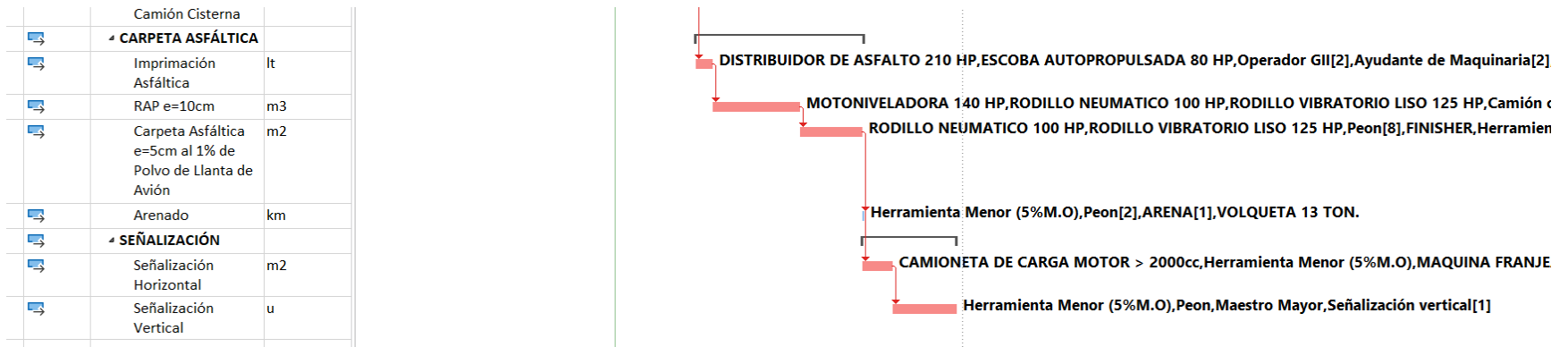


Ilustración 34. Actividades Críticas del Proyecto. Fuente: Raynier Nugra & Marlon Rivera



Ilustración 35. Modificación de Días por Cambio en Actividad No Crítica a Crítica. Fuente: Raynier Nugra & Marlon Rivera

## **4 CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Conclusiones**

La selección de materiales es fundamental para optimizar recursos, ya que en el caso del polvo de llanta, este le hace al asfalto que tenga menos porcentaje de vacíos, por lo tanto, se utiliza menos tiempo el equipo de maquinaria pesada para compactar.

Para este proyecto no es aplicable la nivelación de recursos ya que esta técnica es aplicada en actividades no críticas, todas las actividades fueron críticas.

Efectivamente, desde Power BI se pudo visualizar, mediante filtros, cada uno de los recursos, siendo esta una forma más acertada de monitorear y controlar cada uno de ellos, en comparación con ver toda la información en Excel, donde se podría cometer un error por visualización.

Si bien la señalización vertical no depende de la señalización horizontal, por juicio de expertos, fue preferible ponerla como si lo fuera, ya que esta actividad se la tiene que realizar a lo último para que no se tenga que aumentar un rubro adicional sobre seguridad de señalización, ya que es propensa de que haya robo de la misma. Debido a que no se tomó en cuenta esta observación al inicio de la planificación, esto afectó finalmente al número de días del total del proyecto dando como resultado 20.82 días, de lo que al principio estaba en 19.92 días, por ende, se debe tomar en consideración actualizar la información del proyecto.

### **4.2 Recomendaciones**

Se sugiere fomentar la comunicación continua entre miembros del proyecto sobre los informes que se generen para se mantenga actualizado el avance del proyecto y se puedan tomar decisiones acertadas en cuanto a los recursos.

Se recomienda capacitar sobre el uso de Power BI al personal correspondiente de llevar a cabo este tipo de actividades de control y monitoreo de proyectos, para que pueda haber un manejo eficiente del programa.

## **5 REFERENCIAS**

- Chinchay, B. (2023). *Aplicación de la Metodología Lean Construction para Mejorar la Productividad en obra de Pavimentación Urbana*.
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace*. Productivity Press.
- Howell, G. (1994). *Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow*.

- McKinsey & Company. (2016). *The digital future of construction*. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/imagining-constructions-digital-future>
- Mike Rother, John Shook. (2021). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA*.
- Project Management Institute, I. (2021). *Guía del PMBOK Séptima Edición*.
- Segura, J. (2020). *IMPLEMENTACIÓN DE DASHBOARDS CON USO DE INDICADORES PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL SERVICIO: ACONDICIONAMIENTO DE AMBIENTES PARA ACTIVIDADES PRODUCTIVAS EN EL E.P CHORRILLOS COMUNES*. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo. Obtenido de [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/6733/REP\\_JUNIOR.SE;jsessionid=C93D61C347A0579CD441700E5C04D135?sequence=1](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/6733/REP_JUNIOR.SE;jsessionid=C93D61C347A0579CD441700E5C04D135?sequence=1)
- Tito, S. (2023). *DESARROLLO DE UN DASHBOARD MEDIANTE EL USO DE POWER BI PARA DISMINUIR EL RIESGO DE RETRASO EN EL CRONOGRAMA DURANTE LA ETAPA DE CONTROL Y MONITOREO APLICADO AL PROYECTO: ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA PAVIMENTAR BASE DE OPERACIONES*. Tesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Tubilla, V., & Segura, X. (Diciembre de 2021). *Aplicación de dashboards para mejorar la productividad y la toma de decisiones en los proyectos de construcción*. Lima. Obtenido de [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/23596/TUBILLA\\_ES PINOZA\\_VICTOR\\_APLICACION\\_DASHBOARDS\\_MEJORAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/23596/TUBILLA_ES PINOZA_VICTOR_APLICACION_DASHBOARDS_MEJORAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Valencia, J. (2018). *Aplicación de lean construction al sector de la infraestructura vial en Colombia*.

Xueying Wu, Wenyi Zhao, Tianshan Ma & Ziyu Yang. (2019). Mejora de la eficiencia de la gestión de proyectos de construcción de carreteras mediante la gestión ajustada.

## 6 ANEXOS



*Ilustración 36. Almacenamiento de RAP en el Aeropuerto de Quito. Fuente: Raynier Nugra*



*Ilustración 37. RAP y Polvo de Llanta de Avión. Fuente: Raynier Nugra*

NOMBRE DEL OFERENTE:					FORMULARIO No. 4		
OBRA:							
					HOJA	001	DE 25
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>							
RUBRO:		1		UNIDAD:		u	
DETALLE: PUBLICACIONES POR LA PRENSA							
<b>EQUIPOS</b>							
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B		RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
<b>SUBTOTAL M</b>						<b>0.00</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>							
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B		RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>0.00</b>	
<b>MATERIALES</b>							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B		COSTO C=A*B		
PUBLICACIONES POR LA PRENSA 8.4x10.9cm A NIVEL LOCAL	UNIDAD	1.00	60.00		60.00		
<b>SUBTOTAL O</b>						<b>60.00</b>	
<b>TRANSPORTE</b>							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B		COSTO C=A*B		
<b>SUBTOTAL P</b>						<b>0.00</b>	
		<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)</b>				<b>60.00</b>	
		INDIRECTOS Y UTILIDAD		20.00%	%X	12.00	
		OTROS COSTOS INDIRECTOS		0.00	%X	0.00	
		<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>72.00</b>	
		<b>VALOR OFERTADO</b>					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA							
						FIRMA REPRESENTANTE LEGAL	

Ilustración 9. APU de Publicaciones por la Prensa. Fuente: Diego Cabrera

NOMBRE DEL OFERENTE					FORMULARIO No. 4		
OBRA:							
					HOJA	002	DE 25
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>							
RUBRO:	2			UNIDAD:	u		
DETALLE:	Charlas de concientización						
<b>EQUIPOS</b>							
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R		
PROYECTOR Y EQUIPO DE VIDEO	1.00	20.00	20.00	1.0000	20.00		
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>20.00</b>		
<b>MANO DE OBRA</b>							
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R		
Residente de Obra	1.000	4.67	4.67	3.9000	18.21		
Director de Obra	1.000	4.67	4.67	3.9000	18.21		
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>36.43</b>		
<b>MATERIALES</b>							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B			
<b>SUBTOTAL O</b>							
<b>TRANSPORTE</b>							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B			
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>		
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)</b>					<b>56.43</b>		
		INDIRECTOS Y UTILIDAD	20.00%	%X	11.29		
		OTROS COSTOS INDIRECTOS	0.00	%X	0.00		
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			67.71		
		VALOR OFERTADO			67.71		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA							
					FIRMA REPRESENTANTE LEGAL		

Ilustración 10. APU de Charlas de Concientización. Fuente: Diego Cabrera

NOMBRE DEL OFERENTE		FORMULARIO No. 4			
OBRA:					
HOJA 003 DE 25					
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
RUBRO:	3	UNIDAD:	u		
DETALLE: Colocación de señalización preventiva					
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta Menor (5%M.O)	1.00	0.05	0.05		0.05
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.05</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon	2.000	4.14	8.28	0.2320	1.92
Maestro Mayor	0.200	4.65	0.93	0.2320	0.22
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>2.14</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Estacas	UNIDAD	20.00	1.12	22.40	
Cinta	UNIDAD	11.00	15.15	166.65	
Conos	UNIDAD	4.00	17.55	70.20	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>259.25</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>
FECHA	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)</b>				<b>261.44</b>
	INDIRECTOS Y UTILIDAD		20.00%	%X	52.29
	OTROS COSTOS INDIRECTOS		0.00	%X	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				313.72
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>313.72</b>	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
FIRMA					
REPRESENTANTE LEGAL					

Ilustración 11. APU de Colocación de Señalización Preventiva. Fuente: Diego Cabrera

NOMBRE DEL OFERENTE		FORMULARIO No. 4				
OBRA:						
HOJA 004 DE 25						
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>						
RUBRO:	4				UNIDAD:	km
DETALLE:	Limpieza y Desbroce Manual					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta Menor (5%M.O)	1.00	0.05	0.05	1.0000	0.05	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.05</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Peon	2.000	4.14	8.28	0.0232	0.19	
Maestro Mayor	1.000	4.65	4.65	0.0232	0.11	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.30</b>	
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
<b>SUBTOTAL O</b>						
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
<b>SUBTOTAL P</b>						
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)</b>					<b>0.35</b>	
INDIRECTOS Y UTILIDAD					20.00% %X	0.07
OTROS COSTOS INDIRECTOS					0.00 %X	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>0.42</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>0.42</b>	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
FIRMA REPRESENTANTE LEGAL						

Ilustración 12. APU de Limpieza y Desbroce Manual. Fuente: Diego Cabrera

NOMBRE DEL OFERENTE		FORMULARIO No. 4				
<b>OBRA:</b>						
HOJA 005 DE 25						
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>RUBRO:</b>	5	<b>UNIDAD:</b>		m2		
<b>DETALLE:</b>	replanteo y nivelacion					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta Menor (5%M.O)	1.00		0.05		0.05	
Equipo de topografia	1.00	7.00	7.00	0.5000	3.50	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>3.55</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Topógrafo	1.000	4.65	4.65	0.0570	0.27	
Cadenero	1.000	4.19	4.19	0.0570	0.24	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.50</b>	
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Estaca	UNIDAD	40.00				
<b>SUBTOTAL O</b>						
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>	
<b>FECHA</b>	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)</b>				<b>4.05</b>	
	INDIRECTOS Y UTILIDAD			20.00%	%X	0.81
	OTROS COSTOS INDIRECTOS			0.00	%X	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.86
	<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>4.86</b>
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
FIRMA						
REPRESENTANTE LEGAL						

Ilustración 13. APU de Replanteo y Nivelación. Fuente: Diego Cabrera

NOMBRE DEL OFERENTE				FORMULARIO No. 4			
OBRA:							
HOJA 006 DE 25							
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>							
RUBRO: 6				UNIDAD: m2			
DETALLE: Agua para control de polvo con camión cisterna							
<b>EQUIPOS</b>							
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R		
Camión cisterna	1.00	25.00	25.00	0.0116	0.29		
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.29</b>		
<b>MANO DE OBRA</b>							
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R		
Chofer	1.000		6.08	0.0116	0.07		
Peón	1.000		4.14	0.0116	0.05		
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.12</b>		
<b>MATERIALES</b>							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B			
Agua	lt	1.10	3.00	3.30			
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>3.30</b>		
<b>TRANSPORTE</b>							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B			
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>		
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)</b>							
<b>FECHA</b>							
INDIRECTOS Y UTILIDAD				20.00%	%X	0.74	
OTROS COSTOS INDIRECTOS				0.00	%X	0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				4.45			
VALOR OFERTADO				4.45			
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA							
FIRMA REPRESENTANTE LEGAL							

Ilustración 14. APU de Agua para Control de Polvo con Camión Cisterna. Fuente: Diego Cabrera

NOMBRE DEL OFERENTE:						FORMULARIO No. 4	
OBRA:							
						HOJA 007 DE 25	
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
RUBRO:	7					UNIDAD:	lt
DETALLE: Imprimación Asfáltica							
EQUIPOS							
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B		RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO 210 HP	1.00	70.00	70.00		0.0150	1.05	
ESCOBA AUTOPROPULSADA 80 HP	1.00	14.17	14.17		0.0150	0.21	
SUBTOTAL M						1.26	
MANO DE OBRA							
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B		RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
ESTRUC. OCUPAC. C2 OPERADOR EQUIP.PESADO GII	2.000	4.42	8.84		0.0270	0.24	
ESTRUC. OCUPAC. D2 AYUDANTE DE MAQUINARIA	2.000	4.19	8.38		0.0270	0.23	
SUBTOTAL N						0.46	
MATERIALES							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B		COSTO C=A*B		
ASFALTO - RC 250	1.00	0.45	1.01		0.45		
SUBTOTAL O						0.45	
TRANSPORTE							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B		COSTO C=A*B		
SUBTOTAL P						0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)						2.18	
INDIRECTOS Y UTILIDAD						20.00% %X 0.44	
OTROS COSTOS INDIRECTOS						0.00 %X 0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO						2.62	
VALOR OFERTADO						2.62	
FECHA							
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA							
FIRMA							
REPRESENTANTE LEGAL							

Ilustración 15. APU de Imprimación Asfáltica. Fuente: Diego Cabrera

NOMBRE DEL OFERENTE:						FORMULARIO No. 4	
OBRA:							
						HOJA	008 DE 25
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
RUBRO:		8		UNIDAD: m <sup>2</sup>			
DETALLE:		RAP e=10cm					
EQUIPOS							
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B		RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
MOTONIVELADORA 140 HP	1.00	20.00	20.00		0.0280	0.56	
RODILLO NEUMATICO 100 HP	1.00	23.30	23.30		0.0280	0.65	
RODILLO VIBRATORIO LISO 125 HP	1.00	24.54	24.54		0.0280	0.69	
CAMION CISTERNA 13 TON. 10.000 LT.	1.00	25.00	25.00		0.0280	0.70	
<b>SUBTOTAL M</b>						<b>2.60</b>	
MANO DE OBRA							
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B		RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
ESTRUC. OCUPAC. E2 PEON	2.000	4.14	8.28		0.0280	0.23	
ESTRUC. OCUPAC. C1 OPERADOR EQUIP.PESADO GI	1.000	4.65	4.65		0.0280	0.13	
ESTRUC. OCUPAC. C2 OPERADOR EQUIP.PESADO GI	1.000	4.42	4.42		0.0280	0.12	
ESTRUC. OCUPAC. D2 AYUDANTE DE MAQUINARIA	2.000	4.19	8.38		0.0280	0.23	
ESTRUC. OCUPAC. C1 CHOFER PROFESIONAL	1.00	6.08	6.08		0.0280	0.17	
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>0.89</b>	
MATERIALES							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B			
RAP	m <sup>3</sup>	1.00	0.00				
<b>SUBTOTAL O</b>							
TRANSPORTE							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B			
VOLQUETA	m <sup>3</sup>	10.00	0.07	0.65			
<b>SUBTOTAL P</b>						<b>0.65</b>	
FECHA		TOTAL COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD					<b>4.14</b>
		INDIRECTOS Y UTILIDAD					20.00% %X
		OTROS COSTOS INDIRECTOS					0.00 %X
		COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.97
		<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>4.97</b>
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA							
						FIRMA	
						REPRESENTANTE LEGAL	

Ilustración 16. APU de RAP e=10cm. Fuente: Diego Cabrera

NOMBRE DEL OFERENTE:						FORMULARIO No. 4	
OBRA:							
						HOJA 009 DE 25	
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>							
RUBRO:		9				UNIDAD: m2	
DETALLE:		Carpeta Asfáltica e=5cm al 1% de polvo de llanta					
<b>EQUIPOS</b>							
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B		RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
RODILLO NEUMATICO 100 HP	1.00	20.00	20.00		0.0280	0.56	
RODILLO VIBRATORIO LISO 125 HP	1.00	23.30	23.30		0.0280	0.65	
FINISHER	1.00	24.54	24.54		0.0280	0.69	
HERRAMIENTA MENOR 5%	1.00	1.00	1.00		0.0500	0.05	
VOLQUETA 13 TON.	1.00	25.00	25.00		0.0280	0.70	
<b>SUBTOTAL M</b>						<b>2.65</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>							
DESCRIPCION	(CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B		RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
ESTRUC. OCUPAC. C1 OPERADOR EQUIP.PESADO GI		1.000	4.65	4.65		0.0280	0.13
ESTRUC. OCUPAC. C2 OPERADOR EQUIP.PESADO GII		2.000	4.42	8.84		0.0280	0.25
ESTRUC. OCUPAC. E2 PEON		8.000	4.14	33.12		0.0280	0.93
ESTRUC. OCUPAC. D2 AYUDANTE DE MAQUINARIA		3.000	4.19	12.57		0.0280	0.35
ESTRUC. OCUPAC. C1 CHOFER PROFESIONAL		1.00	6.08	6.08		0.0280	0.17
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>1.83</b>	
<b>MATERIALES</b>							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B		COSTO C=A*B		
Mezcla asfáltica	m3	1.00	5.85		5.85		
Polvo de llanta	m3	1.00	0.00		0.00		
<b>SUBTOTAL O</b>						<b>5.85</b>	
<b>TRANSPORTE</b>							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B		COSTO C=A*B		
<b>SUBTOTAL P</b>						<b>0.00</b>	
		<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)</b>				<b>10.33</b>	
		INDIRECTOS Y UTILIDAD				20.00%	%X
		OTROS COSTOS INDIRECTOS				0.00	%X
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				12.39	
		<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>12.39</b>	
FECHA							
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA							
						FIRMA REPRESENTANTE LEGAL	

Ilustración 17. APU de Carpeta Asfáltica. Fuente: Diego Cabrera

NOMBRE DEL OFERENTE				FORMULARIO No. 4			
OBRA:							
				HOJA	010	DE 25	
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>							
RUBRO:	10			UNIDAD:	m2		
DETALLE:	Arenado						
<b>EQUIPOS</b>							
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R		
Herramiento menor	1.00	1.00	0.05	1.0000	0.05		
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.05</b>		
<b>MANO DE OBRA</b>							
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R		
Peón	2.000	4.14	8.28	0.0128	0.11		
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.11</b>		
<b>MATERIALES</b>							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B			
ARENA	m3	4.00	8.05	32.20			
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>32.20</b>		
<b>TRANSPORTE</b>							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B			
VOLQUETA	UNIDAD	1.00	100.00	100.00			
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>100.00</b>		
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)</b>				<b>132.36</b>			
INDIRECTOS Y UTILIDAD				20.00%	%X	26.47	
OTROS COSTOS INDIRECTOS				0.00	%X	0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				158.83			
VALOR OFERTADO				158.83			
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA							
				FIRMA REPRESENTANTE LEGAL			

Ilustración 18. APU de Arenado. Fuente: Diego Cabrera

NOMBRE DEL OFERENTE:				FORMULARIO No. 4	
OBRA:					
				HOJA 011 DE 25	
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
RUBRO: 11				UNIDAD: m2	
DETALLE: señalizacion horizontal					
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CAMIONETA DE CARGA MOTOR > 2000cc	1.00	40.00	40.00	0.0128	0.51
HERRAMIENTA MANUAL	1.00				0.40
MAQUINA FRANJEADORA SEÑALIZAC. VIAL	1.00	30.00	30.00	0.0128	0.38
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.29</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
ESTRUC. OCUPAC. E2 PEON	2.000	4.14	8.28	0.0128	0.11
ESTRUC. OCUPAC. C2 OPERADOR EQUIP. PESADO GII	1.000	4.42	4.42	0.0128	0.06
ESTRUC. OCUPAC. D2 AYUDANTE DE MAQUINARIA	1.000	4.19	4.19	0.0128	0.05
ESTRUC. OCUPAC. C1 CHOFER PROFESIONAL	1.000	6.08	6.08	0.0128	0.08
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.29</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
PINTURA	gal	1.00	7.94	7.94	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>7.94</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)</b>					<b>9.53</b>
INDIRECTOS Y UTILIDAD				20.00%	%X
OTROS COSTOS INDIRECTOS				0.00	%X
COSTO TOTAL DEL RUBRO				11.43	
VALOR OFERTADO				11.43	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
FIRMA REPRESENTANTE LEGAL					

Ilustración 19. APU de Señalización Horizontal. Fuente: Diego Cabrera

NOMBRE DEL OFERENTE		FORMULARIO No. 4				
<b>OBRA:</b>						
HOJA <b>012</b> DE <b>12</b>						
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>RUBRO:</b>	12	<b>UNIDAD:</b>		m2		
<b>DETALLE:</b> Señalización vertical						
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta Menor	1.00	0.05			0.85	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.85</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Peon	3.000	4.14	12.42	0.0128	0.16	
Maestro Mayor	1.000	4.42	4.42	0.0128	0.06	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.22</b>	
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Señalización vertical	UNIDAD	1.00	17.00	17.00		
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>17.00</b>	
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>	
<b>FECHA</b>	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)</b>				<b>18.07</b>	
	INDIRECTOS Y UTILIDAD			20.00%	%X	3.61
	OTROS COSTOS INDIRECTOS			0.00	%X	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO					21.68
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>21.68</b>	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
FIRMA						
REPRESENTANTE LEGAL						

Ilustración 20. APU de Señalización Vertical. Fuente: Diego Cabrera