



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Estudio de aplicación Lean Construction para la optimización de la productividad y la planificación del tránsito en la av. Industrial Cayro - Paucarpata - Arequipa 2021”

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Br. Medina Pauca, Whinnye Monserrat (ORCID: 0000-0002-8830-8725)

Br. Coaquira Valdivia, Gerardo Mauricio (ORCID: 0000-0002-7295-3674)

**ASESOR**

MSc. Franco Alvarado Freddy Manuel (ORCID: 0000-0002-6488-3661)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de Infraestructura Vial

**AREQUIPA - PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación se lo dedico primero a Dios por guiar mis pasos y darme fortaleza para seguir adelante, a mis padres Walter y Margot por su cariño y el apoyo incondicional para vencer cada reto.

Whinnye Medina Pauca

A mis padres Percy y Sandra por el apoyo brindado en todo momento y a mis hermanos por su apoyo constante.

Gerardo Coaquira Valdivia

## **AGRADECIMIENTO**

Tenemos infinita gratitud hacia Dios, por su bendición y sabiduría, a mis padres, quienes me acompañan y guion en mis decisiones, y a mis hermanos por ser fuente de motivación.

De manera conjunta a nuestro asesor, Mgs. Freddy Franco Alvarado, por sus consejos y apoyo constante.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
INDICE DE CONTENIDOS	4
INDICE DE TABLAS	8
INDICE DE GRÁFICOS	10
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CÁPITULO I	1
INTRODUCCION	1
1.1 Realidad problemática	2
1.2 Planteamiento del Problema	3
1.2.1. Problema General	5
1.2.2. Problemas específicos	5
1.3. Objetivos	5
1.3.1 Objetivo general	5
1.3.2 Objetivos específicos	6
1.4. Hipótesis	6
1.5. Variables y Operacionalización	6
1.5.1. Variable independiente	6
1.5.2. Variable dependiente	7
1.5.3 Matriz de consistencia	7
1.5.4. Operacionalización de variables	7
1.5.4.1. Matriz de Operacionalización de variables	7
CÁPITULO II	8
MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes	9
2.2. Definición Lean Construction	9
2.3. Conceptos y herramientas de la filosofía Lean	11
2.3.1. Productividad	11

2.3.2. Variabilidad	12
2.3.3. Tren de actividades	13
2.3.3.1 Características	13
2.3.4. Last Planner	14
2.3.5. Las 5 “S”	14
2.3.5.1. Seiri (Organizar)	16
2.3.5.2. Seiton (Ordenar)	16
2.3.5.3. Seiso (Limpiar)	16
2.3.5.4. Seiketsu (estandarizar)	16
2.3.5.5. Shitsuke (Disciplina).	16
2.3.6. Carta balance de cuadrilla	17
2.3.6.1 Procedimiento de uso de las cartas balance	17
2.3.7 First Run Studies	17
2.3.8 Curvas de rendimiento	18
2.3.9 Planificación maestra	18
2.3.10. Lookahead Planning	18
2.4. Planificación de transporte	19
2.4.1. Señalización de tránsito	19
2.4.1.1. Señalización vertical	19
2.4.1.2 Señalización horizontal	22
CÁPITULO III	24
METODOLOGÍA	24
3.1. Tipo de investigación	25
3.2. Nivel de investigación	25
3.3. Diseño de investigación	26
3.4. Población y muestra	26
3.4.1. Población	26
3.4.2. Muestra	26
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.5.1. Técnicas de recolección de datos	27

3.5.1.1 Observación	27
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos	28
3.5.2.1. Last Planner	28
3.5.2.2. First Run Studies	29
3.5.2.3. Carta Balance de Cuadrilla	30
3.5.2.4. Planificación Maestra	32
3.5.2.5. Look Ahead Planning	32
3.5.2.6. Programación Semanal	36
3.5.2.7. Cuadro de Restricciones	36
3.5.2.8. Análisis de Restricciones	37
3.5.2.9. Seguridad Vial	38
3.5.2.10. Calidad	38
3.6. Validez y confiabilidad	39
3.6.1. Validez	39
3.6.2. Confiabilidad	41
CAPITULO IV.	42
RESULTADOS	42
4.1. Ubicación	43
4.2 Descripción de la situación actual	44
Las 5 “S”	53
4.3. Aplicación de la Metodología Lean Construction	60
4.3.1. Tipos de desperdicio	60
4.3.2. Last planner	64
4.3.4. Carta Balance	66
4.3.5. First Run Studies	89
4.3.6. Curva de Rendimiento	93
4.3.7. Planificación Maestra	97
4.3.8 Lookahead	105
4.3.8.1. Plan de trabajo semanal	114
4.3.8.2. Análisis de restricción	115

4.3.9. Buffers	116
4.3.10. Planificación de Transito	117
CAPITULO V: DISCUSIÓN	120
5.1. Tipos de desperdicio	121
5.2 Carta Balance	121
5.3 First Run Studies	122
5.4. Curvas de Rendimiento	128
5.5. Lookahead y Last planner	131
5.6 Planificación de transito	132
CÁPITULO VI: CONCLUSIONES	135
CÁPITULO VII: RECOMENDACIONES	138
REFERENCIAS	140
ANEXOS	143

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Formato de las planner.	28
<b>Tabla 2.</b> Formato de carta blalance.	30
<b>Tabla 3.</b> Formato de plan maestro.	31
<b>Tabla 4.</b> Formato de Lookahead.	34
<b>Tabla 5.</b> Formato de plan semanal.	35
<b>Tabla 6.</b> Catálogo de causas de no cumplimiento	36
<b>Tabla 7.</b> Análisis de restricciones	37
<b>Tabla 8.</b> Descripción de la zona mediante una ficha de campo. Fuente propia.	44
<b>Tabla 9.</b> En la ficha anterior tenemos el formato del control documentario que necesitamos.	46
<b>Tabla 10.</b> Etapas de aplicación de la metodología.	59
<b>Tabla 11.</b> Las planner de obra. Fuente propia.	64
<b>Tabla 12.</b> Last Planner	64
<b>Tabla 13.</b> En la tabla verificamos los tiempos del operario 1 el cual es encargado de la colocación de los adoquines.	66
<b>Tabla 14.</b> En el cuadro anterior verificamos los tiempos del operario 2 el cual es encargado de la colocación de los adoquines.	69
<b>Tabla 15.</b> En el cuadro anterior verificamos los tiempos del peón 1 el cual es encargado de la cama de arena.	72
<b>Tabla 16.</b> En el cuadro anterior verificamos los tiempos del operario 3 el cual es encargado del corte de adoquinado.	75
<b>Tabla 17.</b> En el cuadro anterior verificamos los tiempos del peón 3 el cual es encargado del acarreo de los adoquines.	78
<b>Tabla 18.</b> En el cuadro anterior verificamos los tiempos del peón 4 el cual es encargado del acarreo de los adoquines.	81
<b>Tabla 19.</b> En el cuadro anterior verificamos los tiempos del peón 5, el cual es encargado del arenado y sellado de juntas.	84
<b>Tabla 20.</b> Cuadro de carta balance de toda la partida.	86
<b>Tabla 21.</b> Tabla de sectorización para demolición.	89

<b>Tabla 22.</b> Tabla de sectorización para pavimento.	89
<b>Tabla 23.</b> Tabla de sectorización para Sardinel de concreto.va de	90
<b>Tabla 24.</b> Tabla de sectorización para Gibas.	90
<b>Tabla 25.</b> Tabla de sectorización para Pintura y señalización vial.	90
<b>Tabla 27.</b> Rendimiento según Lean	93
<b>Tabla 28.</b> Rendimientos de movimiento de tierras.	94
<b>Tabla 29.</b> Rendimiento de pavimento articulado.	95
<b>Tabla 30.</b> Cuadro de plan semanal.	104
<b>Tabla 30.</b> Reporte de accidentes por horario.	118
<b>Tabla 31.</b> Costo de demolición de estructuras.	121
<b>Tabla 32.</b> Tabla de costo según Lean	122
<b>Tabla 33.</b> Presupuesto de movimiento de tierras.	123
<b>Tabla 34.</b> Presupuesto de pavimento según Lean.	124
<b>Tabla 35.</b> Presupuesto de Sardinel.	125
<b>Tabla 36.</b> Presupuesto de sardinel según Lean.	125
<b>Tabla 37.</b> Presupuesto de gibas.	126
<b>Tabla 38.</b> Presupuesto de gibas según Lean	126
<b>Tabla 39.</b> Presupuesto de pintura.	127
<b>Tabla 40.</b> Presupuesto de pintura según Lean	127

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Figura 1.</b> Estudio realizado en países sudamericanos, sobre el % de desperdicio en un proyecto de construcción, Orihuela, 2011, pág. 1	4
<b>Figura 2.</b> Perdidas en la productividad. Fuente Propia	12
<b>Figura 3.</b> Las 5 “S”. Fuente propia.	15
<b>Figura 4.</b> Tipos de señalización	20
<b>Figura 5.</b> Señales de prevención.	20
<b>Figura 6.</b> Señales de Prevención.	21
<b>Figura 7.</b> Señales de horizontales.	22
<b>Figura 8.</b> Validez por juicio de experto de LOOKAHEAD.	38
<b>Figura 9.</b> Validez por juicio de experto de Carta Balance.	39
<b>Figura 10.</b> Mapa de Ubicación, Avenida Industrial Cayro, Distrito de Paucarpata (Fuente Google Maps)	42
<b>Figura 11.</b> Cartel de obra.	48
<b>Figura 12.</b> Obra en etapa de ejecución.	49
<b>Figura 13.</b> Colocación de adoquín en la calzada.	50
<b>Figura 14.</b> Demolición de la berma.	51
<b>Figura 15.</b> Excavación para sardinel.	51
<b>Figura 16.</b> Material acumulado.	53
<b>Figura 17.</b> Desorden en el área de trabajo.	54
<b>Figura 18.</b> Restos de cinta de demarcación	54
<b>Figura 19.</b> Estante con materiales ordenados.	55
<b>Figura 20.</b> Cumplimiento de Check list de procedimiento.	56
<b>Figura 21.</b> Presupuesto de obra.	58
<b>Figura 22.</b> Eliminación de material con maquinaria. Fuente propia.	60
<b>Figura 23.</b> Material Base puesto en obra. Fuente propia.	61
<b>Figura 24.</b> Ubicación de los adoquines.	62
<b>Figura 25.</b> En la figura observamos el colocado de la cama de arena.	63
<b>Figura 26.</b> En el cuadro podemos ver las actividades realizadas por el operario 1, en la cual tenemos un 54% de tiempo productivo.	67

<b>Figura 27.</b> Después de analizar obtenemos que el mayor tiempo no contributorio se utilizó en tiempo de descanso.	68
<b>Figura 28.</b> En el cuadro podemos ver las actividades realizadas por el operario 1, en la cual tenemos un 60% de tiempo productivo.	70
<b>Figura 29 .</b> Después de analizar obtenemos que el mayor tiempo no contributorio fue el tiempo de espera.	71
<b>Figura 30.</b> En el cuadro podemos ver las actividades realizadas por el operario 1, en la cual tenemos un 67% de tiempo productivo.	73
<b>Figura 31.</b> Después de analizar obtenemos que el mayor tiempo no contributorio fue el tiempo de descanso.	74
<b>Figura 32.</b> En el cuadro podemos ver las actividades realizadas por el operario 1, en la cual tenemos un 80% de tiempo productivo.	76
<b>Figura 33.</b> Después de analizar obtenemos que el único tiempo no contributivo es tiempo de ocio.	77
<b>Figura 34.</b> En el cuadro podemos ver las actividades realizadas la cual representa un trabajo productivo menor al 50%.	79
<b>Figura 35.</b> Después de analizar la gráfica obtenemos que el tiempo no contributorio se debió la mitad del tiempo al tiempo de descanso.	80
<b>Figura 36.</b> En el cuadro podemos ver las actividades realizadas la cual representa un trabajo productivo menor al 50%.	82
<b>Figura 37.</b> Después de analizar obtenemos que el tiempo no contributivo en su mayoría se debe al tiempo de ocio.	83
<b>Figura 38.</b> En el cuadro podemos ver las actividades realizadas la cual representa un trabajo productivo igual al 50%.	85
<b>Figura 39.</b> En el grafico anterior vemos la distribución del tiempo no productivo, teniendo que más de la mitad del tiempo no contributivo se debe a la espera.	85
<b>Figura 40.</b> En el cuadro anterior se puede hacer la comparativa de cada trabajador y la distribución de los tiempos para cada uno.	87
<b>Figura 41.</b> En este cuadro se observa la distribución de los tiempos promedio de toda la cuadrilla de pavimento articulado.	88
<b>Figura 42.</b> Sectorización de la zona	91
<b>Figura 43.</b> Curvas de rendimiento.	93
<b>Figura 44.</b> Curvas de rendimiento movimiento de tierras.	94
<b>Figura 45.</b> Curva de rendimiento de pavimento articulado.	95

<b>Figura 46.</b> Programación según cronograma de Gantt.	100
<b>Figura 47.</b> Dependencia de partidas.	102
<b>Figura 48.</b> Duración estimada	103
<b>Figura 48.</b> Cuadro de lockahead.	107
<b>Figura 49.</b> Programacion loockahead.	111
<b>Figura 50.</b> Plan semanal.	113
<b>Figura 51.</b> Análisis de restricciones	114
<b>Figura 52.</b> Cuadro de causas de no cumplimiento.	115
<b>Figura 53.</b> Reporte de accidentes por mes	117
<b>Figura 54.</b> Reporte de accidentes por horario.	118

## **RESUMEN**

El tema de investigación denominado estudio de mejora aplicando lean construction para la optimización de la productividad y la planificación del tránsito en la avenida industrial Cayro Distrito Paucarpata - Arequipa 2021, tiene como objetivo general aplicar la filosofía lean construction para que optimice la productividad y la planificación del tránsito en la avenida industrial Cayro.

La investigación es de enfoque mixto tanto cuantitativo como cualitativo; ya que se analizan los procesamientos estadísticos aplicando las herramientas de Lean Construction y los resultados son cuantificables, en este proyecto podemos ver algunas de las herramientas lean utilizadas para disminuir tanto en costo como tiempo de ejecución también podemos ver las principales causas de los retrasos en obra, luego de esto con ayuda de las herramientas proponemos las soluciones a los diferentes tipos de desperdicios.

Como segundo objetivo obtuvimos la planificación de tránsito guiándolo a la calidad y seguridad en esta vía puesto que se presenta un gran flujo tanto de vehículos como personas, por lo tanto al aplicar Lean Construction esta debe mejorar notablemente la planificación de tránsito por lo que disminuye el índice de accidentes.

Palabras clave: Planificación, Productividad, Mejora Continua, Lean construction.

## **ABSTRACT**

The subject of the so-called improvement study applying lean construction for the optimization of productivity and traffic planning in the industrial avenue Cayro Distrito Paucarpata - Arequipa 2021, has the general objective of applying the lean construction philosophy to optimize productivity and planning of the traffic on the industrial avenue Cayro.

The research has a mixed approach, both quantitative and qualitative; Since the statistical processes are analyzed applying the Lean Construction tools and the results are quantifiable, in this project we can see some of the lean tools used to reduce both cost and execution time, we can also see the main causes of delays in work After this, with the help of the tools, we propose solutions to the different types of waste.

As a second objective we obtained the traffic planning guiding him to the quality and safety on this road since there is a large flow of both vehicles and people, therefore when applying Lean Construction this should significantly improve the traffic planning so that the accident rate.

Keywords: Planning, Productivity, Continuous Improvement, Lean construction

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Realidad problemática

Actualmente, la industria de la construcción representa un sector importante de desarrollo económico en el Perú, la cual está siendo implementada por nuevas filosofías para conseguir eficiente gestión de proyectos y mejoras en el proceso constructivo, una de ellas es la Filosofía Lean Construction, por medio de esta comprobaremos los buenos resultados que obtendríamos al aplicarla en la renovación de la calzada en la avenida industrial Cayro del distrito de Paucarpata - Arequipa.

“Es necesario buscar formas en nuestra organización o proyecto donde el despilfarro aflore y se elimine. También hay que mostrar a la gente que es el despilfarro, enseñarle a detectarlo y que es realmente la eficiencia” (Taiichi Ohno, 1975).

De acuerdo a lo que se dice en la cita según ,Taichi Ohno (1975) , quien es el creador de la estrategia Lean junto a Shigeo Shingo a partir de su experiencia en Toyota, podemos decir que mediante esta metodología, la cual está siendo aplicada en diferentes empresas de Francia, Japón y América, identifiquemos las pérdidas y sus causas, es decir que apliquemos estrategias para reducir aquello que no aporta valor y mejore la eficiencia en sus trabajadores, para así tener un mejor control y gestión del proyecto.

La mayoría de empresas peruanas se sigue rigiendo por un sistema de construcción tradicional o basado en la experiencia y no estamos aplicando las tendencias del mundo globalizado en cuanto a una metodología que nos permita crecer con, mayor velocidad y no nos limite como país.

El Perú es uno de estos países donde el sector de la construcción está en proceso de cambio:

Su implementación está acompañada de un avance tecnológico que no está a la medida de la industrialización, pero que poco a poco va haciendo más competitivo y productivo nuestro rubro. Estos cambios que se vienen dando incluyen nuevas metodologías de construcción, entre los cuales está la filosofía Lean construction. (Guzmán, 2014, p.1)

En lo mencionado en el párrafo anterior, se puede indicar que el cambio se da en la mayor parte en empresas que laboran en la capital del país es por eso que nos motiva a implementar la filosofía Lean Construction en las empresas que están en las distintas regiones, ya que al aplicar esta metodología mejoraremos tanto en costo como en el tiempo de ejecución de cada partida, lo cual conlleva una disminución tanto en mano de obra como en herramientas manuales u equipos.

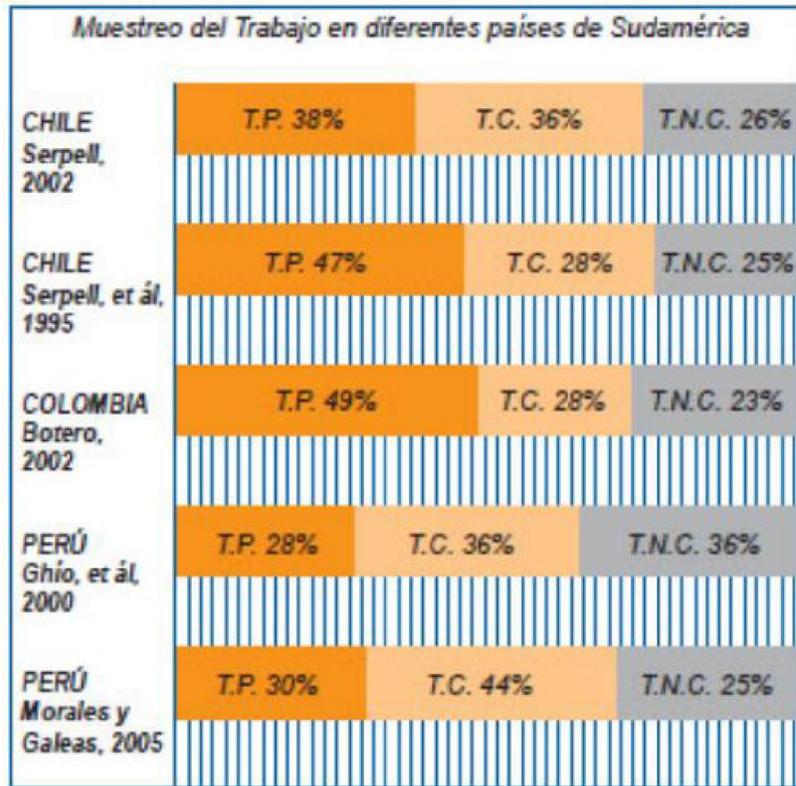
De acuerdo a la evaluación preliminar, actualmente en la avenida Industrial Cayro, cuenta con bermas y la vía pavimentada las cuales se encuentran en mal estado en toda la zona la cual produce una situación que se vuelve más caótica en época de lluvias.

Se analizó la situación de los pobladores de estas zonas y se verifico que si no se intervienen se continuara con los problemas de transitabilidad peatonal y vehicular.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

La aplicación de los principios y herramientas del sistema Lean construction o construcción sin perdidas, en el proceso de desarrollo de ingeniería, ejecución de obra y puesta en servicio, nos ayuda en la mejora de la producción de nuestro proyecto, la cual involucra eficiencia y efectividad, eliminando los tiempos muertos, la realización de doble trabajo, mejorando la gestión de recursos y materiales, como una mayor planificación en el trabajo diario.

Es una nueva forma de producción, cuyo objetivo es eliminar y/o minimizar las perdidas en los recursos que usamos para construir un proyecto, a fin de generar el máximo valor posible para los clientes. El enfoque hacia la eliminación de las perdidas es muy importante, porque los niveles de desperdicio en la construcción en todo el mundo son muy altos. Diversos muestreos de los tipos de trabajo en la construcción, los cuales pueden ser productivo (TP), contributivo (TC) y no contributivo (TNC), nos dicen que alrededor de una tercera parte de la producción en las obras de construcción está compuesta por desperdicios. (Orihuela, 2011, pág. 1)



**Figura 1.** Estudio realizado en países sudamericanos, sobre el % de desperdicio en un proyecto de construcción, Orihuela, 2011, pág. 1

En la figura 1, podemos apreciar un análisis realizado por cinco autores donde demuestran que el desperdicio en una obra de construcción es aproximadamente la tercera parte de la producción.

- T.P. Tiempo productivo:

Se refiere al trabajo que de alguna forma cambia el estado de un producto o servicio, de manera que contribuye a lo que el cliente está dispuesto a pagar.

- T.C. Tiempo contributivo:

Es el tiempo que se invierte en apoyar actividades donde se aporta al cambio de producto solicitado por el cliente.

- T.N.C. tiempo no contributivo:

Cualquier otra actividad que no corresponde a las categorías anteriores que implica el tiempo que no se aprovecha por diferentes causas.

En la actualidad a nivel de construcción se continúa usando los métodos tradicionales, sin implementar alguna filosofía que ayude a que los resultados se den en menos tiempo y costo.

A medida que la obra se va ejecutando, la planificación se va modificando puesto que al comparar lo real con lo planificado, esta primera en la mayoría de casos suele ser menor, la cual nos genera una pérdida económica y de tiempo.

### **1.2.1. Problema General**

¿Cómo el estudio de mejora aplicando lean construction optimiza la productividad y la planificación del tránsito en la avenida industrial Cayro, distrito Paucarpata - Arequipa 2021?

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿De qué manera las herramientas de Lean construction identifica la baja productividad en un proyecto?

¿En cuántos días mejora el plazo de ejecución de obra aplicando la filosofía Lean Construcción en el proyecto?

¿Cómo la filosofía Lean Construction nos ayuda en el diseño propuesto de planificación de tránsito?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Aplicar la filosofía lean construction para que optimice la productividad y la planificación del tránsito en la avenida industrial Cayro, distrito Paucarpata - Arequipa 2021.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Analizar las herramientas de Lean construction que permitan identificar la baja productividad en un proyecto.

Calcular el número de días que mejora el plazo de ejecución de obra aplicando la filosofía Lean Construcción en el proyecto.

Demostrar que la filosofía Lean Construction ayuda en el diseño propuesto de planificación de tránsito.

### **1.4. Hipótesis**

La aplicación de la filosofía lean construction optimiza significativamente la productividad y la planificación del tránsito en la Avenida Industrial Cayro, distrito Paucarpata- Arequipa 2021.

El análisis de las herramientas de Lean construction identifica plenamente la baja productividad en un proyecto.

La comparación de número de días que mejora el plazo de ejecución es considerable aplicando la filosofía Lean Construcción en el proyecto.

La aplicación de la filosofía Lean Construction nos ayuda notablemente en el diseño propuesto de planificación de tránsito.

### **1.5. Variables y Operacionalización**

Para Tulio Cordero La variable:

Surge o está contenida en el título de su proyecto o tesis de grado. Una variable es una característica que al ser medida en diferentes individuos es susceptible de adoptar diferentes valores. La variable representa aquello que varía o que está sujeto a algún tipo de cambio. Se trata de algo que se caracteriza por ser inestable, inconstante y mudable. (Tulio Cordero, 2015)

#### **1.5.1. Variable independiente**

Es la variable que mide, manipula para que de esta forma determine su relación con el problema, así podemos observar los efectos que causa en otra variable.

Por la cual nuestra variable independiente en nuestro proyecto será:  
Aplicación de Lean Construction

### **1.5.2. Variable dependiente**

Es la variable con la que determinamos la causa de la variable independiente o variable causa. La variable dependiente nos da la respuesta o salida.

Para nuestro estudio tenemos una variable dependiente compuesta, la cuales son:  
Productividad y Planificación de tránsito

### **1.5.3 Matriz de consistencia**

La matriz de consistencia nos facilita organizar y definir de manera específica la relación que debe tener nuestras variables independientes y dependientes con respecto a los problemas, objetivos e hipótesis. (Ver anexo 1)

### **1.5.4. Operacionalización de variables**

#### ***1.5.4.1. Matriz de Operacionalización de variables***

La Operacionalización es un proceso el cual nos permite tener en una matriz el marco teórico en un plano operativo relacionado a las variables dependiente e independiente de nuestra investigación. (Ver anexo 2)

**CAPITULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## **2.1. Antecedentes**

El inicio de lean fue en la industria automotriz, específicamente en el sistema de producción de Toyota (TPS - Toyota Production System), a finales de la segunda guerra mundial Japón quedó muy perjudicado en todas sus industrias, por lo que Toyota se quedó con pocos recursos para poder competir con empresas de automóviles estadounidenses que eran líderes en aquel momento.

Taiichi Ohno y Shigeo Shingo ingenieros cabezas de Toyota comenzaron a desarrollar herramientas de manufactura y gestión para formar la base que convertiría radicalmente a Toyota en uno de los fabricantes de los automóviles más importante, en el año 2007 llegó a ser el productor a nivel mundial con los mejores estándares de calidad y la más alta productividad y rentabilidad de la industria

La principal idea de Lean es incrementar el valor del cliente y reducir los desperdicios, en construcción tenemos una gran cantidad de desperdicios presentes a lo largo de la cadena de producción, desde la conceptualización del negocio, pasando por el diseño, proceso de construcción y operación del inmueble

Observando la gran cantidad de desperdicios presentes en la industria de la construcción y con la experiencia del lean en el área de manufactura Lauri Koskela en 1992 presenta la idea de utilizar lean en el área de construcción para lograr los beneficios que se han obtenido en diferentes industrias al aplicar Lean

## **2.2. Definición Lean Construction**

Lean Construction es un enfoque basado en la gestión de la producción para la entrega de un proyecto una nueva manera de diseñar y construir edificios e infraestructuras. La gestión de la producción Lean ha provocado una revolución en el diseño, suministro y montaje del sector industrial. Aplicado a la gestión integral de proyectos, desde su diseño hasta su entrega, Lean cambia la forma en que se realiza el trabajo a través de todo el proceso de entrega. Lean Construction se extiende desde los objetivos de un sistema de producción ajustada - maximizar el valor y minimizar los desperdicios - hasta

las técnicas específicas, y las aplica en un nuevo proceso de entrega y ejecución del proyecto. (LEAN BIM CONSTRUCTION y LEAN 6 SIGMA, 2017)

Lean es un modelo de gestión de la producción orientado hacia la mejora continua, sobre una perspectiva que pretende eliminar 8 tipos de desperdicio en la organización.

Sobre – Producción

Se refiere a producir más de lo que demanda el cliente, ya sea este el cliente final del producto o la actividad sucesora en el proceso de producción. Es el peor tipo de pérdida porque da lugar a otra que es el inventario.

Esperas

Es el tiempo perdido entre procesos o dentro de un proceso específico debido a la falta de materiales, herramientas, equipos o información. Representa el mayor porcentaje de los trabajos no Contributorios.

Transporte

Este tipo de pérdida no se refiere al transporte en sí porque como lo veremos más adelante es una actividad que si bien no agrega valor es completamente necesaria para realizar las actividades productivas. Se refiere al exceso de esta actividad, es decir no tener identificados puntos de acopio que hagan que se transporte continuamente los materiales sin generar apoyo a la producción.

Sobre – Procesamiento

Cargar de mayor trabajo del necesario a una actividad simple, los sobrecostos en los que incide no son asumidos por el cliente y generan pérdidas para el proyecto. Es la pérdida más difícil de identificar y reducir.

Inventario

Se refiere a la acumulación de productos o materiales por parte de los subprocesos por diferencias en las demandas entre estos (flujos no balanceados).

Este tipo de desperdicio genera también transportes y esperas por lo que eliminarlo es fundamental para obtener ahorros.

#### Movimientos

Cualquier tipo de movimiento que no es necesario para completar de manera adecuada una actividad, estas pueden ser de personas como de equipos. Este tipo de pérdida está ligado con el estudio de tiempos y movimientos; y se tiene que realizar un estudio mucho más exhaustivo para eliminarlo.

#### Defectos

Son las pérdidas por los trabajos mal hechos o que presentan defectos por lo que no se pueden entregar a la siguiente actividad en ese estado y para resolver dichos defectos se tiene que incurrir en un costo que tiene que ser asumido por la empresa.

#### Talento Humano no aprovechado

Se refiere a cuando los empleados son tomados solo son tomados como fuente de mano de obra, que no se ven como verdaderos expertos del proceso. Tampoco se les involucra en la resolución de problemas.

### **2.3. Conceptos y herramientas de la filosofía Lean**

Hay varias formas de recopilar información que se utiliza para diferentes propósitos. El diseño adecuado de estos dispositivos es fundamental para sacar conclusiones fiables y válidas.

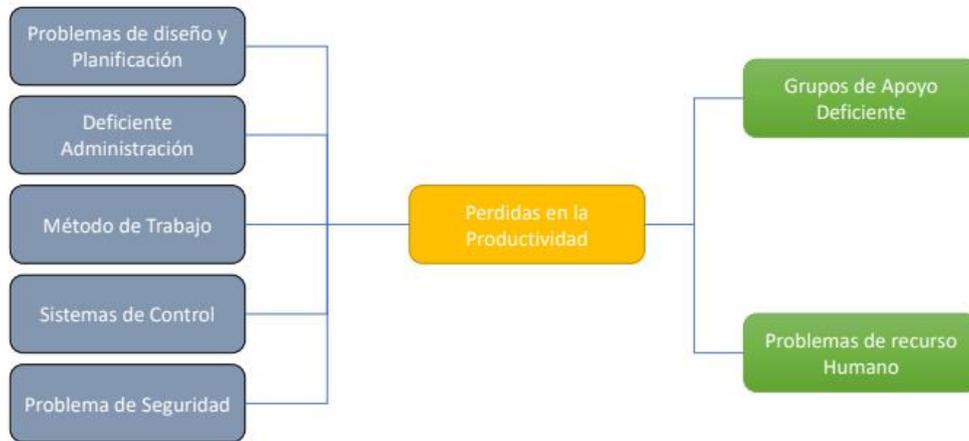
La recopilación de datos es un factor primordial en el proceso de investigación. El método que elija para recopilar datos depende del tipo de datos que desee recopilar (cualitativos o cuantitativos) y de cómo los recopile.

#### **2.3.1. Productividad**

“Es una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado”

También podemos decir que es la relación entre la producción obtenida por un sistema y los recursos empleados para obtenerla, se considera recurso obtenido al factor capital, insumos como la energía, materia prima, recursos hídricos, la tierra, etc.

La ejecución del proyecto de construcción se ve afectada por distintos factores los cuales no son fáciles de identificar y/o cuantificar, entre las principales pérdidas de productividad tenemos:



**Figura 2.** Perdidas en la productividad. Fuente Propia

“Es la relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados para obtenerla.”  
(Estudio del trabajo OIT).

Con mucha frecuencia se suele confundir dos términos muy parecidos como son la producción con la productividad, si bien están relacionadas tienen conceptos diferentes.

Producción.- Se refiere a la actividad de elaborar bienes o servicios

Productividad.- Se refiere a la eficiencia con que se emplean los recursos al producir bienes y/o servicios. Por el hecho de estar relacionada la producción con la productividad, se llega a pensar de manera equivocada que a mayor producción mayor es la productividad. Si se observa en términos cuantitativos, la producción es la cantidad de productos que se produjeron, mientras que la productividad es la razón entre la cantidad producida y los insumos utilizados.

### **2.3.2. Variabilidad**

Es la ocurrencia de eventos no previstos por efectos internos y externos del sistema la cual lo convierte en una de las principales fuentes de pérdida en la etapa de

construcción. Esta es compleja de predecir ya que son eventos difíciles de controlar es por esto que no se pueden eliminar en su totalidad.

Tenemos que reducir su impacto con la independización de actividades, generando procesos constructivos que no generen incertidumbre

#### Sectorización

Es el proceso en el que una partida es dividida en actividades más pequeñas aproximadamente iguales y así poder mantener un flujo continuo entre los sectores, y estos se cumplan con la planificación programada.

### **2.3.3. Tren de actividades**

Es un sistema balanceado de producción constante, el cual lo aplicamos a proyectos de construcción en las que:

- La variable es reducida
- El trabajo puede ser dividido en partes iguales
- Una vez aplicado, la eficiencia del sistema será óptima.
- Esto optimiza las operaciones repetitivas y secuenciales, como la construcción de estructuras o el tendido de tuberías.
- También es conocida como programación rítmica o lineal.

#### **2.3.3.1 Características**

- Las actividades son consideradas estaciones de trabajo.
- Todas las estaciones están equilibradas en términos de capacidad y demanda.
- Cada proceso es un cuello de botella y cada actividad es un camino importante.
- Todos los días las cuadrillas producen la misma cantidad, por consecuencia todos los días tenemos el mismo avance en la obra.
- La cantidad de recursos necesarios es constante.
- Cantidad de trabajo que se ejecuta en todas las estaciones es la misma.
- La capacidad de cada estación está diseñada para la cantidad de trabajo.

- Es una programación que sigue una secuencia establecida aplicada a los sectores antes generados, la cual busca tener un flujo continuo, eficiente y ordenado.

#### **2.3.4. Last Planner**

Es un sistema de control que mejora sustancialmente el cumplimiento de actividades y la correcta utilización de recursos de los proyectos de construcción.

Tiene como objetivo, aumentar la confiabilidad rebajando la incertidumbre de la planificación de los proyectos, trayendo como consecuencia mejoras sustanciales en su desempeño.

El aumento de la confiabilidad se logra introduciendo planificaciones intermedias y semanales, en marcadas dentro de un plan maestro general del proyecto analizando las restricciones (Cuellos de botella) que se interponen al desarrollo de las tareas

Para el desarrollo del sistema last planner se considera en una reunión grupal identificar los requerimientos previos para la ejecución de sus actividades planeadas un corto plazo, de esta forma saber con anticipación si es realmente posible iniciar con el trabajo

Last Planner System busca seleccionar las actividades que se puedan realizar con éxito creando un escudo frente a factores externos como la falta de recursos a tiempo o problema con proveedores

#### **2.3.5. Las 5 “S”**

Las 5 S se refieren al “Mantenimiento Integral” de todo el ambiente laboral en una empresa, comenzando por las máquinas, equipos y finalizando con los sitios de trabajo de cada uno de los trabajadores. Es una herramienta desarrollada por Toyota en los años 60 para mantener los espacios de trabajo en las mejores condiciones posibles y lograr mayores rendimientos y mejores tasas de eficiencia por parte de los trabajadores. Los pasos requeridos para la aplicación de esta herramienta se describen a través de cada una de las palabras que en japonés comienzan en S. (Días, 2017)

En el sector de la construcción no se llega a cumplir estos principios de orden y limpieza, debido a que es una tarea compleja, pues el movimiento constante de materiales, herramientas y la generación frecuente de residuos hace difícil esta labor, generando muchas veces accidentes.

Las 5S reúnen las actividades siguientes:

- Seiri = Organización
- Seiton = Orden
- Seiso = Limpieza
- Seiketsu = Control visual
- Shitsuke = Disciplina



**Figura 3.** Las 5 “S”. Fuente propia.

#### **2.3.5.1. Seiri (Organizar)**

En esta primera etapa se retira del área de trabajo o de la obra de construcción, o de la oficina o almacén todos los elementos que no sean necesarios para las operaciones o actividades.

#### **2.3.5.2. Seiton (Ordenar)**

Una vez organizado lo necesario el siguiente paso es ordenar esos elementos que utilizaremos, hay que colocarlos de acuerdo a su uso y distribución del área de trabajo.

#### **2.3.5.3. Seiso (Limpiar)**

Es necesario mantener el área de trabajo siempre limpio, de esta manera se tiene las herramientas, materiales, y equipos en perfecto estado o etiquetados para ser sustituidos.

#### **2.3.5.4. Seiketsu (estandarizar)**

Establecer normas y procedimientos, para prevenir el desorden y los deshechos.

#### **2.3.5.5. Shitsuke (Disciplina).**

Se tiene que convertir en costumbre el realizar los procedimientos correctos de los cuatro pilares mencionados.

Con la correcta aplicación de la herramienta 5”S” podemos obtener las siguientes ventajas que aportan a una mejor gestión de un proyecto de edificación:

- Se reduce los tiempos de producción lo que conlleva a una reducción de costes
- Se elimina o reduce errores, que conlleva a una mayor calidad del producto
- Reducción de inventario
- Se crea espacios libres, para el libre desplazamiento, y facilitar la comunicación con los compañeros de trabajo
- Obtenemos un ambiente agradable y mejoramos la imagen
- Los trabajadores aprenden a organizarse y disponer de su estación de trabajo
- Reducir accidentes y tener una mayor seguridad
- Aumento de productividad

### **2.3.6. Carta balance de cuadrilla**

Esta técnica de recolección de datos es cualitativa y se da mediante la observación. Esta herramienta nos ayuda a identificar con mayor claridad los tiempos productivos (TP), tiempos contributorios (TC) y tiempos no contributorios (TNC) de una actividad específica del proyecto, ya que, para la mejora de la producción en la construcción, es necesario identificar cuáles son las partidas donde se exige presionar al personal con el cumplimiento de su trabajo con el rendimiento solicitado, así también identificar cuáles son las actividades donde no se requiere un mayor prioridad.

#### **2.3.6.1 Procedimiento de uso de las cartas balance**

- Es necesario identificar cada uno de los procesos que involucran a una actividad y agruparlas cuál de ellas pertenecen a los tiempos productivos, tiempos contributorios y no contributorios.
- una vez identificado todos los procesos que están involucrados en la actividad evaluada se realiza la carta balance, la cual tendrá como máximo una cantidad de 10 trabajadores ya que una cantidad mayor será muy complicada medir.
- El ingeniero de producción deberá de ubicarse en un punto donde se pueda realizar la visualización de todo el personal, y obtener todos los datos de personal de la cuadrilla analizada.
- Se realizará el muestreo de las actividades realizadas relacionadas a lo identificado en la carta de balance por cada obrero en un intervalo de 1 minuto.
- Se realizar esta medición por 30 min, se tendrá que realizar una cantidad significativa de mediciones para poder tener con datos estadísticos confiables.

### **2.3.7 First Run Studies**

El Lean Construction Institute lo define como: "Probar la ejecución de un proceso para determinar los mejores medios, métodos, secuencias, etc." Siga este proceso. FRS sigue el ciclo Plan-Do-Check-Act (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar). Investigación La primera investigación se lleva a cabo al menos unas semanas antes

de la implementación planificada del proceso. En este punto, obtendrá otros requisitos y recursos adicionales. Esto también se puede hacer durante el proceso de diseño.

Los análisis de primera ejecución no se utilizan únicamente para mejorar procesos repetitivos, el campo de aplicación es más amplio, se pueden utilizar también para preparar actividades que van a ejecutarse por primera vez y que no van a repetirse más. Son muy útiles para preparar actividades críticas, con riesgos en la seguridad o con dudas acerca de la calidad del resultado final.

### **2.3.8 Curvas de rendimiento**

Esta herramienta se utilizará mediante la comparación de los metrados de avance diario con el cronograma.

Las curvas de rendimiento nos permiten evaluar el rendimiento diario y compararlo con nuestro presupuesto y así determinar los problemas en campo.

### **2.3.9 Planificación maestra**

Tradicionalmente, los proyectos de construcción se han construido usando una variedad de programas de computadora, a menudo usando el costo por mil (CPM). Las actividades se muestran en el eje vertical y el tiempo y el lugar están dispersos en las barras horizontales del gráfico en el eje horizontal.

### **2.3.10. Lookahead Planning**

Esto corresponde a un segundo nivel de la jerarquía de planificación. Esto precede al plan de validación que crea el plan de trabajo basado en el plan original a partir de donde se formó el plan maestro.

La planificación intermedia incluye un período de 3, o 6 semanas de anticipación, según la naturaleza del proyecto, la efectividad del sistema de planificación y el tiempo disponible para realizar las reuniones necesarias. Con información, materiales, personal, equipo y fechas planificadas, muchos detalles no tienen sentido porque no se sabe qué sucederá después. En esta etapa de planificación, la actividad se investiga con más detalle. Esto permite al diseñador identificar los

subelementos necesarios para realizar la actividad en cuestión. Estos son los llamados requisitos laborales.

Su objetivo principal es controlar el flujo de trabajo, entendiéndose como flujo de trabajo la coordinación de diseño, proveedores, recurso humano, información y requisitos previos, que son necesarios para que la cuadrilla cumpla su trabajo. Luego, para cumplir las funciones de la planificación Lookahead, existen determinados procesos específicos.

## **2.4. Planificación de transporte**

La planificación del transporte es un proyecto que se adecua a las necesidades actuales y necesidades a futuro para la movilización de las personas y materiales. Antes de estos proyectos se tenían estudios que involucraban gran variedad de medios de transporte.

El plan de transporte puede tener varios objetivos este puede tener como finalidad un sistema en el cual tenga eficiencia en el transporte, que sea seguro, accesible para todos y que no contamine. Otro objetivo tiene que ser que el transporte este sincronizado con el desarrollo urbano. Sin embargo, el planificador se enfrenta a un trade-off en el cual se ve la calidad del servicio y los materiales que se utilizaran, buscando el equilibrio de lo obtenido con lo gastado.

### **2.4.1. Señalización de tránsito**

#### **2.4.1.1. Señalización vertical**

Según el MTC, señalización vertical es toda señal instalada a un lado o sobre el camino. Estas nos ayudan a prevenir o informar a los usuarios, tanto peatones como conductores sobre cualquier evento que pueda encontrarse en el camino

Las señales verticales fueron creadas para reglamentar, prevenir e informar al usuario de la vía. Su uso es fundamental principalmente en lugares donde existen regulaciones especiales, permanentes o temporales, y en aquellos donde los peligros no siempre son evidentes.

Las señales verticales se clasifican en 3 tipos:

- Señales Reguladoras: Tienen como función avisar, informar a los usuarios de las cosas que están prohibidas hacer de las cosas que son obligatorias. Ya que si no se cumplen podrían cometer una la cual se podría convertir en un delito.



**Figura 4.** Tipos de señalización

- Señales de Prevención: Esta señal tiene como objetivo la advertencia a los usuarios sobre la existencia probabilidad de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, están pueden ser de forma permanente o en algunos casos temporales.



**Figura 5.** Señales de prevención.

- Señales de Información: estas señales tienen el objetivo de guiar a los usuarios y brindar información para que puedan encontrar el destino en la forma más simple posible. Estas también nos brindan información relativa sobre los paraderos, distancias en las rutas, lugares turísticos, nombres de calles, etcétera.



**Figura 6.** Señales de Prevención.

#### **2.4.1.2 Señalización horizontal**

La Señalización Horizontal se define como las Marcas en el pavimento, tales como líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras, que se colocan o adhieren sobre el pavimento, sardineles, otras estructuras de la vía y zonas adyacentes.

También forman parte de la Señalización Horizontal todos los dispositivos elevados que se colocan sobre la superficie de rodadura, también denominadas marcas elevadas en el pavimento, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar restricciones. Como por ejemplo: tachas reflectivas (ojos de gato), tachones, entre otros.

Los materiales, su clasificación, dimensiones, uso de colores y otras especificaciones técnicas deberán cumplir con lo establecido en las Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales, y el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG vigente).

La función principal de las señales horizontales es regular o reglamentar la circulación, advertir y guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la operación vehicular y seguridad vial.



**Figura 7.** Señales de horizontales.

**CAPITULO III**  
**METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo de investigación**

La investigación cuantitativa nos ofrece la posibilidad de generalizar los resultados más ampliamente, nos otorga control sobre los fenómenos, así como un punto de vista de conteo y las magnitudes de estos.

Asimismo, nos brinda una gran posibilidad de réplica y un enfoque sobre puntos específicos de tales fenómenos, además de que facilita la comparación entre estudios similares. Por su parte, la investigación cualitativa proporciona profundidad a los datos, dispersión, riqueza interpretativa, contextualización del ambiente o entorno, detalles y experiencias únicas. También aporta un punto de vista "fresco, natural y holístico" de los fenómenos, así como flexibilidad. (Metodología de la investigación - Hernández Sampieri, 2000)

De acuerdo a lo mencionado la investigación se deduce que es de enfoque mixto tanto cuantitativo como cualitativo; ya que se analizan los procesamientos estadísticos aplicando las herramientas de Lean Construction y los resultados son cuantificables, así también en el proceso de obtención de datos para la planificación de tránsito cuyos resultados se representan mediante el diseño propuesto.

Es cualitativo debido a que se analizó múltiples situaciones al momento de la ejecución en obra, buscando describir, comprender e interpretar los problemas a través del conocimiento y aplicación del Lean Construcción.

### **3.2. Nivel de investigación**

El nivel de investigación de esta tesis es descriptivo ya que tenemos como objetivo determinar las características más importantes de la aplicación de las herramientas de la filosofía Lean Construction, la cual indica la mejora de productividad.

Y a su vez esta es de nivel explicativo, ya que se pretende determinar la causa de los fenómenos y describir los mecanismos de su efectividad, busca la causa, la relación existente entre variables.

### **3.3. Diseño de investigación**

“La variable dependiente no se manipula, si no que se mide para ver el efecto que la manipulación de la variable independiente tiene en ella” (“Metodología de la investigación - Hernández Sampieri, 2000).

Nuestro proyecto de tesis tiene un diseño no experimental debido a que no se altera la variable independiente con el fin de obtener los resultados esperados con respecto a la variable dependiente.

### **3.4. Población y muestra**

Según la opinión de Tamayo y Tamayo:

Una población está determinada por sus características definitorias. Por lo tanto, el conjunto de elementos que posea esta característica se denomina población o universo. Población es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades de población poseen una característica común, la que se estudia y da origen a los datos de la investigación. (Tamayo y Tamayo ,1997, p. 114)

#### **3.4.1. Población**

“La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde la unidad de población posee una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación” (Tamayo y Tamayo,1997, p. 114).

Por la cual encontramos como población de nuestra investigación: La avenida industrial Cayro en la localidad Paucarpata, Distrito Paucarpata - Arequipa donde se realizan: sardineles, bermas, gibas y pavimentación toda la avenida.

#### **3.4.2. Muestra**

Según Tamayo, afirma que la muestra “es el grupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno estadístico” (Tamayo y Tamayo ,1997, p. 38).

Es decir, representa parte de la población en estudio. Por lo tanto, es importante asegurarse de que los elementos de la muestra estén bien representados para la población para permitir la generalización.

Comprende la avenida Industrial Cayro en la localidad Paucarpata en el distrito de Paucarpata - Arequipa la cual está compuesta de 4 cuadras, con una distancia total de 460 metros lineales.

En nuestro proyecto se evaluará las siguientes partidas:

- Obras preliminares
- Demolición de estructuras
- Movimiento de tierras
- Pavimento articulado
- Sardinel de concreto
- Gibas
- Pintura y señalización vial

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En la investigación se debe establecer una relación con el objeto o sujeto mediante una técnica que comprende un conjunto de reglas y procedimientos. Así mismo un mecanismo que usa el investigador para recolectar y poder registrar la información en formularios, pruebas y listas de chequeo.

#### **3.5.1. Técnicas de recolección de datos**

La técnica aplicada en nuestra investigación es de observación científica, donde se tiene la cual tiene la capacidad de describir el comportamiento, al haber obtenido datos viables correspondientes a situaciones la metodología aplicada; también aplicamos como técnica el análisis documental, que da lugar a la búsqueda entre el documento original y el usuario que solicita información.

##### **3.5.1.1 Observación**

La observación sensorial es el método más antiguo utilizado por los investigadores para explicar y comprender la naturaleza y las personas. La observación tiene como objetivo explicar, interpretar, comprender y descubrir patrones. Es una herramienta

dada a los humanos y podemos aprender usando la información que capturan nuestros sentidos.

Por su clasificación tenemos: Observación no estructurada Cuando el problema no está muy acotado y se desea realizar una observación exploratoria se utiliza la observación no estructurada. Busca la variabilidad de fenómenos y conductas que pueden ser de interés para el objeto de la investigación.

Por la presencia del investigador Será entonces oculta si los sujetos desconocen la existencia del observador y sus fines.

Entonces nuestra observación será: observación no estructurada y oculta; puesto que los problemas no están muy definidos y tenemos que hacer la revisión de estos, y será oculta por que los trabajadores no deben saber de las evaluaciones que se están realizando ya que esta información o los tiempos que se tomaran las medidas los trabajadores puedes variar su rendimiento y se tendrían unos resultados un poco forzados y no se vería reflejado con el avance total de la obra.

### **3.5.2. Instrumentos de recolección de datos**

Para nuestra investigación nosotros evaluaremos diferentes instrumentos, estos nos ayudan desde la planificación del proyecto hasta la ejecución de las partidas, con los diferentes instrumentos podemos ver también los tiempos de desperdicio y podemos sacar un porcentaje de los tiempos que toma cada trabajador para realizar una actividad, tenemos los siguientes instrumentos de recolección de datos:

Las Planner, First Run Studies, Carta Balance, Planificación Maestra, Look Ahead Planning, Programación Semanal, Índice Medio Diario, Seguridad Vial y Calidad.

#### **3.5.2.1. Last Planner**

Según lo estudiado para García Díaz:

La metodología Last Planner es una revolución en el sector de la construcción y sobre todo en el país, dado que no es sólo un método de control de producción, sino que está basado en la filosofía lean. Introduciendo cuatro conceptos básicos:

-Compromiso personal de los contratistas en la obra (últimos planificadores



todos los involucrados se da a conocer la actividad optimizada y su desempeño, establecerla como una actividad estandarizada y ejecutar la actividad optimizada.

### **3.5.2.3. Carta Balance de Cuadrilla**

Este instrumento consiste en evaluar al trabajador durante media hora y marcar minuto a minuto que es lo que realiza el trabajador para este instrumento aplicaremos la técnica de observación oculta debido a que el trabajador no debe saber que se está evaluando ya que los tiempos pueden variar o el trabajador puede forzar a tener un rendimiento más elevado, en esta ficha se evalúa tres tipos de tiempo; los tiempos de producción, los tiempos contributorios y no contributorios.

		CARTA BALANCE											
empresa													
partida		pavimento articulado											
cargo		operario			FECHA								
TP	TIEMPO PRODUCTIVO					TNC	TIEMPO NO CONTRIBUTIVO						
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO					TO	TIEMPO DE OCIO						
TMH	RASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTA					TE	TIEMPO DE ESPERA						
M	REALIZAR MEDICIONES					TD	TIEMPO DE DESCANSO						
LI	LIMPIEZA					TRH	TRABAJO REHECHOS						
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES					NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS						
CP	CONSULTAR PLANOS					UC	USO DEL CELULAR						
O	OTRAS ACTIVIDADES												
minut	TP	TC					TNC						
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
TOTAL													

**Tabla 2.** Formato de carta balance.

En la figura se muestra la plantilla que utilizamos en aplicación de la carta balance en la cual analizamos las actividades que realiza el trabajador en un periodo de tiempo

de 30 minutos en la cual se clasifica los tiempos de producción, tiempos contributorios y tiempos no contributarios.

**3.5.2.4. Planificación Maestra**

Es la planificación macro de todas las partidas del proyecto, en este plan maestro se definen los hitos y es importante porque en este se ven la fecha de inicio de obra y la fecha de término, también tiene el objetivo de definir las estrategias del proyecto para obtener un escudo de tiempo con respecto al plan contractual.

Esta planificación les permite a las empresas poder determinar las necesidades que tendrán tanto en materias primas y calcular si estas tendrán capacidad para realizar los objetivos.

ACTIVIDADES	DURACION (DIAS)	PERIODO MENSUAL					
		12/05/2021	31/05/2021	30/06/2021	31/07/2021	31/08/2021	31/09/2021

**Tabla 3.** Formato de plan maestro.

En la figura se observa el cuadro de planificación maestra en la cual van las partidas que se desarrollaran en la obra y nos detalla los meses en que se ejecutaran dichas partidas.

**3.5.2.5. Look Ahead Planning**

En esta se genera un plan principal de hitos, inicio y final y fases de obra, se preparan las tareas de las cuatro semanas, sirve para identificar restricciones y poder liberarlas para incluirlas en el programa de la semana próxima; semanal se verifica los cumplimientos y se actúa sobre los incumplimientos.

Se lleva a cabo de acuerdo a un plan de fases que le da un flujo continuo a la obra; se analiza el “se debe” que involucra al residente y supervisor de obra, se analiza el “se puede y se hace” que involucra a los capataces, jefes de cuadrilla y la cuadrilla para poder coordinar la producción programada en el Lookahead.

SEMANA : 5/07/2019 AL 11/07/2019																		
Item	Descripcion de Actividad	UND	METRADO PRESUPUESTADO	Metrado Per Sector	Quantity Looka head (Logros)	QTY to Date acumulado a la fecha	Metrado pendiente a la fecha	Acumulado %	Falta ejecutar %	Duración Proyectada	Start ( fecha Planado)	Finish ( fecha Planada)	Duración Real	REAL STARTEX (INICIO REAL)	REAL FINSHED (FINAL REAL)			
																FR	SAT	SUN
																06/07/2019	07/07/2019	08/07/2019
PLAN	REAL	PLAN	REAL	PLAN														
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>																		
	LIMPIEZA INICIAL DE OBRA	M2	4,848.40															
	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	4,848.40															
	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA OBRA	M2	4,848.40															
<b>DEMOLICION DE ESTRUCTURAS</b>																		
	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 2" C/EQUIPO	M2	3,489.10															
	DEMOLICION DE PIEDRA EMBOQUILLADA	M2	1,001.55															
	DEMOLICION DE SARDINEL PERALTADO C/EQUIPO	M	830.53															
	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACIONES Y DEMOLICIONES	M3	3,828.54															
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	3,828.54															
<b>PAVIMENTO</b>																		
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>																		
	CORTE DE TERRENO EN BASE GRANULAR	M3	929.88															
	CORTE DE TERRENO EN SUB-RAGANTE	M3	1,796.77															
	TRASLADO DE MATERIAL SELECCIONADO	M3	2,975.62															
	MEJORAMIENTO DE SUB-RAGANTE E= 15cm	M2	4,848.40															
	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-BASE C/EQUIPO	M2	4,848.40															
	CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR C/EQUIPO	M2	4,848.40															
<b>PAVIMENTO ARTICULADO</b>																		
	CAMA DE ASIENTO CON ARENA E=8cm	M2	4,512.90															
	ACARREO DE ADOQUINES 50M-C=100M	UND	239,183.70															
	COLOCADO DE ADOQUIN DE CONCRETO Fc=430 kg/cm2 (10x20x8cm)	M2	4,512.90															
	ARENADO Y BARRIDO SUPERFICIAL EN ADOQUINADO	M2	4,512.90															
<b>SARDINEL DE CONCRETO</b>																		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SARDINEL	M2	418.32															
	CONCRETO Fc=175 kg/cm2 PARA SARDINEL	M3	82.75															
	JUNTA CON SELLO ASFALTICO E=1"	M	82.00															
<b>BARAS</b>																		
	ACERO DE REFUERZO ESTRUCTURAL Ft=4200 KG/CM2	KG	181.02															
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE OBRAS	M2	26.52															
	CONCRETO Fc=280 kg/cm2 PARA OBRAS	M3	13.69															
	JUNTA CON SELLO ASFALTICO E=1"	M	8															
<b>PINTURA Y SEÑALIZACION VIAL</b>																		
	PINTURA DE PAVIMENTO (LINEA CONTINUA)	M2	251.50															
	PINTURA DE PAVIMENTO (SIMBOLOS)	M2	190.21															
	SEÑALES DE TRANSITO VERTICALES	UND	24.00															





### 3.5.2.6. Programación Semanal

Para este instrumento necesitaremos dos tipos de técnica tanto como el control documental, este control documental será sacado del Lookahead de este sacaremos la programación de la semana; utilizaremos la técnica de observación ya que verificamos en campo los avances reales y comparamos con la programación hecha en gabinete.

De look ahead extraemos la programación de la siguiente semana para darle seguimientos a detalle de las actividades a ejecutar y así mismo liberar las restricciones que se tiene.

PLAN SEMANAL - NOMBRE DEL PROYECTO											
NOMBRE DEL PROYECTO					AREA / DPTO						
CODIGO DEL PROYECTO					PROPIETARIO						
CODIGO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	Und	METRADO TOTAL	METRADO PROGRAMADO	FEBRERO						
					SEMANA 41						
					L	M	M	J	V	S	D
					8	9	10	11	12	13	14

**Tabla 5.** Formato de plan semanal.

En la figura observamos el cuadro a detalle del plan semanal en el cual verificamos el metrado semanal para cada actividad.

### 3.5.2.7. Cuadro de Restricciones

La filosofía Lean Construction nos propone como principal objetivo desarrollar la mejora continua, el cuadro de restricciones, es una herramienta la cual mejora el proceso producción, la cual debemos enlistar los problemas que se dan en el momento de la ejecución de la obra e identificar la responsabilidad del área y poder

proponer soluciones a cada una de las causas de no cumplimiento, para poder contrarrestar las mismas.

CATALOGO DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO				
CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	PROGRAMACION	LOGISTICA	CONTROL DE CALIDAD (QA/QC)	EXTERNOS
DESCRIPCION				
CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	CLIENTE/SUPERVISIÓN	ERRORES DE EJECUCION	SUBCONTRATAS	
DESCRIPCION				
CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	EQUIPOS	ADMINISTRATIVOS		
DESCRIPCION				

**Tabla 6.** Catálogo de causas de no cumplimiento

En el cuadro anterior podemos apreciar el análisis de causa raíz por la cual no se cumplen las actividades programadas en las semanas correspondientes.

### **3.5.2.8. Análisis de Restricciones**

Con esta importante herramienta podemos dar confiabilidad a lookahead plannig, ya que tenemos conocimiento de las restricciones para llevar a cabo las actividades programadas, llevar el control del cumplimiento del plan de acción propuesto en la fecha acordada y sin generar mayor número de días de retraso.

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES							
PROYECTO:				NUMERO DE SEMANA:			
CLIENTE:				FECHA:			
COD.	RESTRICCION	DUEÑO	PLAN DE ACCION	FECHA ACORDADA	CHECK	FECHA REAL	DIAS DE ATRASO
N001							
N002							
N003							
N004							
N005							
N006							
N007							
N008							

**Tabla 7.** Análisis de restricciones

Este cuadro se completa de acuerdo a una reunión donde se analizan las restricciones por actividad, los responsables de las mismas y así poder dar una fecha de cumplimiento al plan de acción; este cuadro tiene un control semanal en el cual se reflejará el cumplimiento o días de retraso a este.

#### **3.5.2.9. Seguridad Vial**

En este instrumento utilizaremos la técnica e recolección de datos ya que necesitamos la cantidad de accidentes para realizar una evaluación y determinar a causa de estos, dichos documentos y datos estadísticos serán fichas y datos que nos brinde la Policía Nacional del Perú está a través de la comisaría más cercana.

#### **3.5.2.10. Calidad**

El control de calidad en obra es un proceso de supervisión que conlleva protocolos, registros de las actividad, los cuales tienen como objetivo cumplir con las especificaciones del proyecto brindado en planos así como la aplicación de las normas para tener como resultado final un producto de calidad.

### 3.6. Validez y confiabilidad

#### 3.6.1. Validez

En nuestra tesis aplicamos la validez de criterio, ya que obtuvimos datos del proyecto en ejecución para poder comparar la medición del instrumento con la filosofía Lean

**VALIDACION DEL INSTRUMENTO**

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres: Ing. Giraldo Juan  
 1.2 Cargo: Director académico Lean construction  
 1.3 Institución donde labora: INGENIUM Escuela de formación profesional  
 1.4 Nombre del instrumento a evaluar: LOOKAHEAD  
 1.5 Autor del instrumento:

II. ASPECTOS DE LA VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													✓
6. INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar las variables de la hipótesis.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.													✓

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 Ing. Giraldo Juan

**Figura 8.** Validez por juicio de experto de LOOKAHEAD.

## VALIDACION DEL INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1.1 Apellidos y Nombres:              | Ing. Giraldo Juan                         |
| 1.2 Cargo:                            | Director académico Lean construction      |
| 1.3 Institución donde labora:         | INGENIUM Escuela de formación profesional |
| 1.4 Nombre del instrumento a evaluar: | Carta Balance                             |
| 1.5 Autor del instrumento:            |   |

### II. ASPECTOS DE LA VALIDACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.														✓
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.														✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación														✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.														✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.														✓
6. INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar las variables de la hipótesis														✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.														✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.														✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.														✓
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.														✓

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

Ing. Giraldo Juan

**Figura 9.** Validez por juicio de experto de Carta Balance.

### 3.6.2. Confiabilidad

La presente tesis utilizara instrumentos ya validados por autores que anteriormente han realizado investigación relacionado al tema.

"La empresa MZ se destacó por el alto profesionalismo, honradez y seriedad con la que construyó y administró la obra. Bases fundamentales para lograr que la comunicación durante el proyecto fuera fluida y excelente. Nuestro proyecto lo construyeron utilizando la filosofía lean construction en donde el éxito del proyecto fue responsabilidad de todos; y en donde las pérdidas de tiempo, materiales y otros fueron cero. Lograron cumplir a cabalidad lo estipulado en el contrato de obra"

Fabio Pérez Merino

El mayor impacto es en la reducción de tiempo, hay obras que se realizan a la mitad del periodo que se tenía programado. La expectativa para Lean debe ser por lo menos lograr una reducción del 20 a 30% en los tiempos del proceso total de construcción. Adicionalmente, también se busca lograr que el sitio de trabajo sea más seguro. Esto mediante obras estandarizadas, de tal forma que el resultado sea de mayor calidad eliminando re-trabajos. Obtener mayor productividad es otro de los objetivos, debemos esperar la reducción del requerimiento de mano de obra, como mínimo en 20 a 30 %, igual que el tiempo, o hasta más en la mayoría de los casos.

Daniel Anell Director de Desarrollo de Negocios Latinoamérica, Director Consultor Latinoamérica

Como ventajas sobresalientes de implementar la metodología LC se encuentran la optimización de recursos, la minimización de desperdicios, el incremento del porcentaje de la productividad, la reducción del tiempo en actividades que no le generan valor al producto final, el aumento del nivel de confiabilidad en la planificación y las variables que al final aumentan la utilidad en los proyectos de construcción.

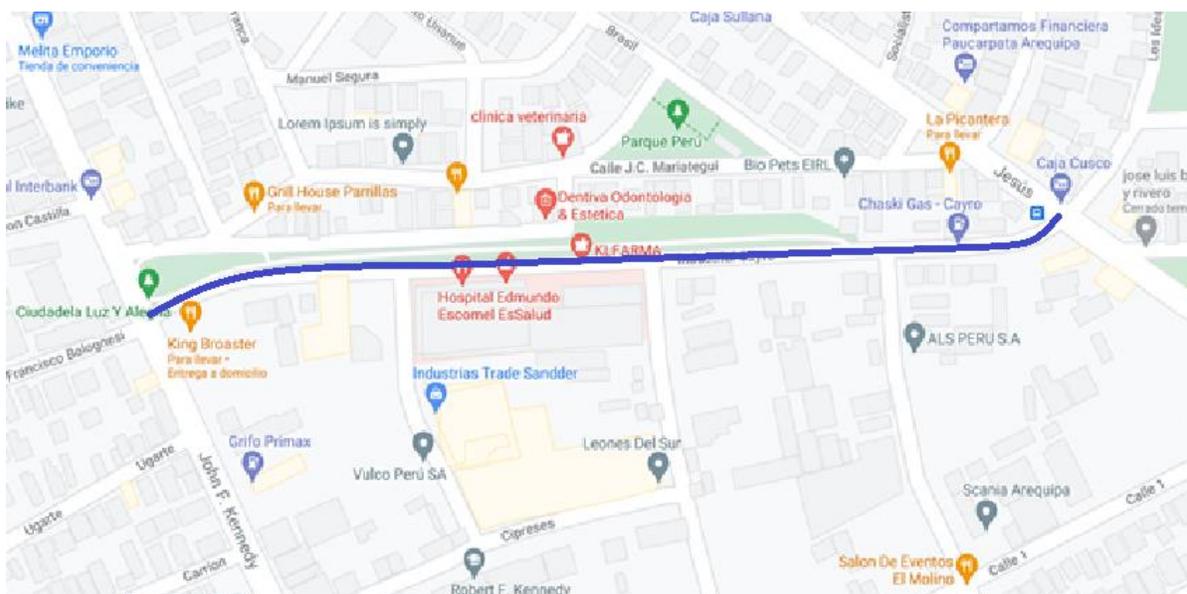
Estado actual de la aplicación de la metodología lean construction en la gestión de proyectos de construcción en Colombia. (Brigitte Zambrano O.1  
Stefanía Caballero O.2 Eduardo Ponce, P.62)

**CAPITULO IV.  
RESULTADOS**

#### 4.1. Ubicación

El proyecto “Renovación de la calzada y sardinel en la Avenida Industrial Cayro” se encuentra ubicado en la ciudad de Arequipa, del distrito de Paucarpata, provincia y Región Arequipa. Ubicado a una distancia de 7,5 km de la ciudad de Arequipa a 2 487 msnm entre los 16°25'46" de latitud sur y 71°30'08" de latitud oeste. Limita por el norte con el distrito de Mariano Melgar; por el este con el distrito de Chiguata; por el sur con el distrito de Sabandía y por el oeste con el distrito de José Luis Bustamante y Rivero.

El cual inicia con el cruce de la avenida John F Kennedy y finaliza en la avenida Jesús, la cual la hace muy transitable por vehículos públicos como particulares, ya que en medio de dicha avenida del proyecto se encuentra uno de los hospitales más conocidos de la ciudad, como es el Hospital Edmundo Escemel.



**Figura 10.** Mapa de Ubicación, Avenida Industrial Cayro, Distrito de Paucarpata (Fuente Google Maps)

De acuerdo al mapa presentado, se visualiza con una línea de color azul, el trazo de la avenida donde se ejecuta la renovación de la calzada con adoquinado y la

construcción de sardineles, a lo largo de los 460 metros que conforman dicha avenida en su totalidad.

En el proyecto al realizar este mejoramiento en la avenida, se beneficia a los ciudadanos que viven cerca, ya que les brinda mayor comodidad y seguridad al cruzar la vía, así como la transitabilidad en los vehículos particulares como públicos que utilizan esta avenida como parte de su recorrido, se realiza la mejora de la calidad de la calzada, ya que esta vez se realizara con adoquines de concreto, los cuales tienen mayor durabilidad.

También es considerado una ayuda a la accesibilidad del Hospital Edmundo Escomel, ya que el flujo vehicular será más eficaz, y así se evitará interrupciones en sus labores de emergencia.

#### **4.2 Descripción de la situación actual**

El proyecto “Renovación de la calzada y sardinel en la Avenida Industrial Cayro”, comprende el nexo de dos avenidas concurridas, Avenida John F Kennedy y la Avenida Jesús, en la cual transitan vehículos livianos y también vehículos de carga pesada, los cuales se vieron afectados debido al mal estado de la calzada, ocasionado por las lluvias y por el deterioro del pavimentos con el paso de los años. Mediante las siguientes fichas evidenciamos y describimos el estado de la vía.

HOJA DE CAMPO 01	
Proyecto: "RENOVACION DE LA CALZADA Y SARDINEL EN LA VENIDA INSUTRIAL CAYRO EN LA LOCALIDAD PAUCARPATA, DISTRITO DE PAUCARPATA, PROVINCIA AREQUIPA, DEPARTAMENTO AREQUIPA"	
UBICACIÓN Provincia: Arequipa Distrito: Paucarpata	Progresiva Km 0+
	Objetivos generales del proyecto: Renovar la calzada y sardinel en la avenida industrial Cayro
	Fase del proyecto: En ejecución.
<p>Antecedentes. El proyecto se presenta debido al pedido de los pobladores de mejorar la calidad de la calzada ya que esta es una zona con alta transitabilidad, esta avenida conecta dos grandes avenidas y en medio de esta se encuentra un hospital la cual con su pésima calidad de calzadura se dificulta el acceso a este.</p>	
<p>Descripción del problema. El problema que se encontró es que la obra presenta varias restricciones, tanto por falta de recursos, documentación y problemas externos con la liberación de área.</p>	

**Tabla 8.** Descripción de la zona mediante una ficha de campo. Fuente propia.

Como parte de la recolección de datos para poder realizar nuestra investigación, hemos solicitado el expediente técnico de la obra "Renovación de la calzada y sardinel en la Avenida Industrial Cayro, Paucarpata", al supervisor encargado de la ejecución del proyecto. Teniendo dicho documento en nuestras manos, pudimos

analizar y seleccionar los documentos que nos brindan información necesaria para el desarrollo de nuestra investigación, siendo estos los siguientes:

## Fichas de observación

Observador:

Lugar: \_\_\_Avenida Industrial Cayro – Paucarpata \_\_\_

Finalidad: Realizar una evaluación de aplicación de la metodología Lean Construction para el desarrollo de nuestra tesis,

El documento permitirá reconocer las herramientas y los estudios utilizados para realizar el expediente:

Ítem	Detalle	SI	NO	NC
1	Memoria descriptiva	X		
2	Especificaciones técnicas	X		
3	Estudio del clima		X	
4	Temperatura promedio		X	
5	Velocidad del viento		X	
6	Humedad relativa		X	
7	Estudio de precipitación		X	
8	Geología de la zona		X	
9	Geomorfología y fisiografía de la región		X	
10	Estudio de las canteras		X	
11	Planilla de metrado a ejecutar	X		
12	Presupuesto	X		
13	Análisis de costos unitarios	X		
14	Programación con diagrama de Gantt	X		
15	Cronograma valorizado de obra		X	
16	Estudio de suelos		X	
17	Díselo de pavimento		X	
18	Estudio de trafico	X		
19	Estudio de impacto ambiental		X	
20	Estudio de hidrología		X	

**Tabla 9.** En la ficha anterior tenemos el formato del control documentario que necesitamos.

Utilizando las fichas como instrumentos y aplicación del método de observación , hemos podido tener información importante , como los antecedentes de la Avenida Industrial Cayro, la cual hasta antes del inicio de obra , no se encontraba en las mejores condiciones , por causas del clima , precipitaciones pluviales que en la ciudad de Arequipa se presentan en los meses Diciembre a Marzo, las mismas tienen un impacto negativo con el pavimento asfáltico , ya que por el constante paso de los vehículos, causa grietas o también llamada “piel de cocodrilo” y posteriormente un hueco en la vía , este efecto se da por todas las calles que están conformadas con este material y en especial en nuestra avenida a evaluar ; también presentaba desgaste o mal estado de la señalización vertical como horizontal , al tener un hospital importante de la ciudad en este tramo , es de vital urgencia , tener una correcta señalización ; como último detalle resaltante se observó el estado de los sardineles y laderas de la vía , las cuales no se encontraban en condiciones óptimas. Del expediente también pudimos obtener el presupuesto planteado por la Municipalidad de Paucarpata para el mejoramiento y renovación de la Avenida Industrial Cayro, la cual comprende las siguientes partidas:

#### □ OBRAS PROVISIONALES

La cual consta de la colocación del cartel de obra, con los datos importantes que los ciudadanos deben conocer. También comprende la instalación del almacén como la oficina técnica para el Staff del proyecto, el alquiler de servicios higiénicos, porta agua para la obra, y la energía eléctrica para nuestras instalaciones .

Movilización y desmovilización de personal como de equipos está incluida en esta partida como un dato esencial de inicio de obra.

#### □ SEGURIDAD EN LA VIA

Comprende de la seguridad y salud en el trabajo , el cual es una área importante en trabajos como estos , donde se utiliza herramientas y material de señalización para los trabajadores como para los vehículos y personas externas de obra, que transitan cerca y así poder evitar un accidente; para todo esto se elabora un plan de seguridad

, el cual va de la mano con el compromiso de todo el equipo que realizara la ejecución del proyecto en el cumplimiento y tener la mayor prevención posible para que no se dé un accidente que puede ser fatal .

#### □ OBRAS PRELIMINARES

Para poder iniciar con nuestros trabajos en obra, necesitamos tener el área despejada y limpia, esta actividad incluye también el trazo y replanteo para así poder guiarse e iniciar con la demolición o construcción de pavimentos.



Figura 11. Cartel de obra.



**Figura 12.** Obra en etapa de ejecución.

#### □ DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS

Esta partida consiste en el corte de asfalto con ayuda de una excavadora la cual retira el material de la carpeta que será reemplazada.

Se realizó la demolición de sardineles y piedra emboquillada, de acuerdo a planos, la cual también será reemplazada por adoquines.

También se tiene contemplado la nivelación el acarreo y eliminación de material a un volquete.

#### □ PAVIMENTO

El movimiento de tierras es una actividad importante ya que nos marca el inicio de la conformación del nuevo pavimento, después de eliminar la materia excedente se procede a realizar la compactación y conformación de la base de espesor de 20 cm y sub rasante de espesor de 15 cm por una retroexcavadora con un rodillo.

En pavimento articulado, tenemos la colocación de cama de arena con espesor de 5 cm, para luego colocar el adoquín de concreto con dimensiones de 20 x 10 x 8 cm, proporcionadas por Supermix; se colocaron de forma diagonal y sentido recto en la parte de la berma.

Luego de la colocación de adoquines es necesario el arenado mediante un barrido superficial, para que este quede bien compactado y no presente fallas.



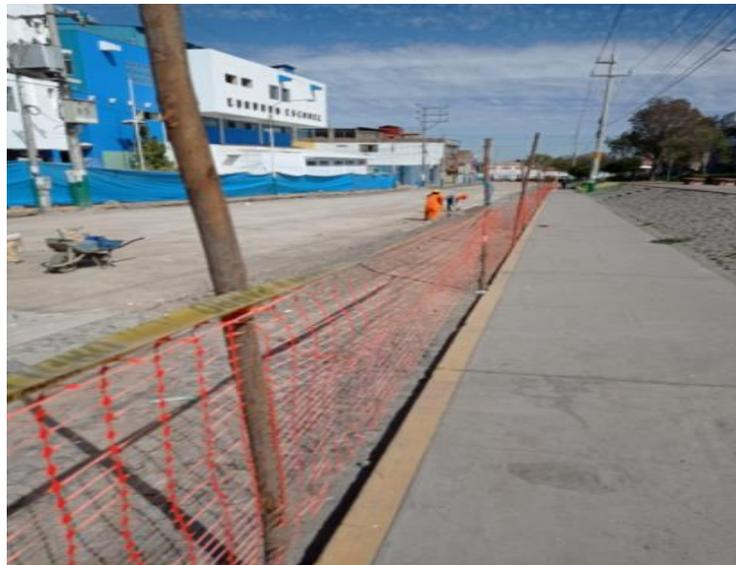
**Figura 13.** Colocación de adoquín en la calzada.



**Figura 14.** Demolición de la berma.

□ SARDINEL DE CONCRETO

La ejecución del sardinel consiste en el encofrado y posterior vaciado de concreto 175 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual se construirá a lo largo de la avenida Industrial Cayro.



### **Figura 15. Excavación para sardinel.**

#### GIBAS

De vital importancia para nuestra obra, en el tema de seguridad vial, las gibas o reductores de velocidad están conformadas por acero de refuerzo como concreto 280 kg/m<sup>2</sup>.

#### PINTURA Y SEÑALIZACIÓN VIAL

En esta partida se realizará el pintado en el pavimento adoquinado, como la línea continua y los símbolos estrictamente necesarios para cuidar a nuestros peatones y evitar accidentes de tránsito.

#### VARIOS

Al realizar el cambio total del pavimento se vio afectado los buzones y drenajes pluviales existentes, por lo tanto es parte de nuestro proyecto realizar un mantenimiento.

Aquí también se contempla la limpieza final de obra para poder ser entregada.

Como resultado de todas estas partidas, tenemos el presupuesto presentado por S/ 1.030.897.55 soles, para ser ejecutado por la Municipalidad de Paucarpata en un periodo de 90 días calendario.

### **Las 5 “S”**

#### Seiri:

Consiste en separar lo que se utiliza más y separar lo que se utiliza menos, por lo que nos genera menos tiempo de valor; lo que identificamos es la mala distribución de material, entre lo que se utilizará para la conformación de sub rasante y el material del pavimento demolido, ya que estos no permitían una correcta movilización de nuestro equipo.



**Figura 16.** Material acumulado.

□ **Seiton**

Consiste en tener nuestra área de trabajo organizada , aquí podemos identificar que los obreros no tienen una organización debida de sus herramientas de trabajo ni de sus equipos , por lo que su almacén consiste en amontonarlo todo en un espacio alquilado por la empresa. El aplicar el orden, nos ayuda a saber dónde se encuentra lo necesario de forma rápida, y si es que no se tiene realizar el requerimiento a logística.



**Figura 17.** Desorden en el área de trabajo.

□ Seiso

consiste en la limpieza de nuestra área, esto viene de la mano con el orden y el desechar lo que no se necesita , es importante también por el cuidado del medio ambiente , no tener las demarcaciones de área mal colocadas , o el exceso de cinta en el pavimento , etcétera.



**Figura 18.** Restos de cinta de demarcación

□ Seiketsu

Crear un estándar o colocar lo necesario a la vista, una vez implementado el orden y la limpieza , es importante clasificar las herramientas y materiales , con un rotulo.



**Figura 19.** Estante con materiales ordenados.

□ Shitsuke

Es la autodisciplina en aplicar las anteriores “s” y que se vuelva un habito, logrando la participación de todos los trabajadores.



**Figura 20.** Cumplimiento de Check list de procedimiento.

## Presupuesto

**Proyecto** RENOVIACION DE CALZADA Y SARDINEL; EN EL(LA) AVENIDA INDUSTRIAL CAYRO EN LA LOCALIDAD PAUCARPATA, DISTRITO DE PAUCARPATA, PROVINCIA AREQUIPA, DEPARTAMENTO AREQUIPA.

**Sub Presupuesto** 01 - RENOVIACION DE CALZADA Y SARDINEL

**Cliente** MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARPATA

**Ubicación** PAUCARPATA - AREQUIPA - AREQUIPA

**Costo a : Abril - 2021**

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>						32,935.03
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 m	UND	1.00	785.03	785.03		
01.02	ALMACEN, OFICINA Y CASETA DE GUARDIANA	MES	3.00	3,550.00	10,650.00		
01.03	ALQUILER DE SERVICIOS HIGIENICOS PORTATILES	MES	3.00	1,200.00	3,600.00		
01.04	AGUA PARA LA CONSTRUCCION	MES	3.00	800.00	2,400.00		
01.05	ENERGIA ELECTRICA PARA LA OBRA	MES	3.00	500.00	1,500.00		
01.06	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE PERSONAL Y HERR	GLB	1.00	6,000.00	6,000.00		
01.07	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB	1.00	8,000.00	8,000.00		
02	<b>SEGURIDAD EN LA OBRA</b>						40,590.65
02.01	<b>SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>					9,045.76	
02.01.01	ELABORACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN	GLB	1.00	3,000.00	3,000.00		
02.01.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	UND	1.00	4,236.00	4,236.00		
02.01.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	UND	1.00	750.00	750.00		
02.01.04	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	UND	1.00	1,059.76	1,059.76		
02.02	<b>SEGURIDAD Y SALUD CONTRA EL COVID 19</b>					19,376.76	
02.02.01	ELABORACION DEL PLAN DE VIGILANCIA, PREVENCION	GLB	1.00	3,000.00	3,000.00		
02.02.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL - COVID 19	UND	1.00	5,040.00	5,040.00		
02.02.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVO - COVID 19	UND	1.00	2,572.00	2,572.00		
02.02.04	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD - COVID 19	UND	1.00	1,264.76	1,264.76		
02.02.05	COMEDORES - VESTUARIOS	MES	3.00	1,700.00	5,100.00		
02.02.06	TOPICO	MES	3.00	800.00	2,400.00		
02.03	<b>SEGURIDAD VIAL DE TRANSITO</b>					12,168.13	
02.03.01	ELABORACION DEL PLAN DE DESVIOS DE TRANSITO	GLB	1.00	3,000.00	3,000.00		
02.03.02	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD - TRANSITC	UND	1.00	9,168.13	9,168.13		
03	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>						20,038.91
03.01	LIMPIEZA INICIAL DE OBRA	M2	4,649.40	0.61	2,836.13		
03.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	4,649.40	1.20	5,579.28		
03.03	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA OBRA	M2	4,649.40	2.50	11,623.50		
04	<b>DEMOLICION DE ESTRUCTURAS</b>						81,764.01
04.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 2" C/EQUIPO	M2	3,489.10	4.44	15,491.60		
04.02	DEMOLICION DE PIEDRA EMBOQUILLADA	M2	1,091.55	4.22	4,606.34		
04.03	DEMOLICION DE SARDINEL PERALTADO C/EQUIPO	M	830.53	12.82	10,647.39		
04.04	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACIONES Y	M3	3,628.64	4.06	14,732.28		
04.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	3,628.64	10.00	36,286.40		
05	<b>PAVIMENTO</b>						759,758.30
05.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					251,289.84	
05.01.01	CORTE DE TERRENO EN BASE GRANULAR	M3	929.88	19.41	18,048.97		
05.01.02	CORTE DE TERRENO EN SUB-RASANTE	M3	1,766.77	19.41	34,293.01		
05.01.03	TRASLADO DE MATERIAL SELECCIONADO	M3	2,975.62	10.00	29,756.20		
05.01.04	MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE E= 15cm	M2	4,649.40	11.56	53,747.06		
05.01.05	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-BASE C/E	M2	4,649.40	11.95	55,560.33		
05.01.06	CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE GRANUL	M2	4,649.40	12.88	59,884.27		
05.02	<b>PAVIMENTO ARTICULADO</b>					508,468.46	
05.02.01	CAMA DE ASIENTO CON ARENA E=5cm	M2	4,512.90	5.45	24,595.31		
05.02.02	ACARREO DE ADOQUINES 50M<D<100M	UND	239,183.70	0.15	35,877.56		
05.02.03	COLOCADO DE ADOQUIN DE CONCRETO f <sub>c</sub> =420 kg/cm <sup>2</sup>	M2	4,512.90	98.42	444,159.62		

## Presupuesto

**Proyecto** RENOVIACION DE CALZADA Y SARDINEL; EN EL(LA) AVENIDA INDUSTRIAL CAYRO EN LA LOCALIDAD PAUCARPATA, DISTRITO DE PAUCARPATA, PROVINCIA AREQUIPA, DEPARTAMENTO AREQUIPA.

**Sub Presupuesto** 01 - RENOVIACION DE CALZADA Y SARDINEL

**Cliente** MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARPATA

**Ubicación** PAUCARPATA - AREQUIPA - AREQUIPA

**Costo a :**

**Abril - 2021**

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
05.02.04	ARENADO Y BARRIDO SUPERFICIAL EN ADOQUINADO	M2	4,512.90	0.85	3,835.97		
06	<b>SARDINEL DE CONCRETO</b>						37,386.31
06.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SARDINEL	M2	418.32	25.20	10,541.66		
06.02	CONCRETO F'c=175 KG/CM2 PARA SARDINEL	M3	62.75	412.92	25,910.73		
06.03	JUNTA CON SELLO ASFALTICO E=1"	M	52.00	17.96	933.92		
07	<b>GIBAS</b>						8,061.95
07.01	ACERO DE REFUERZO ESTRUCTURAL FY=4200 KG/CM2	KG	181.02	6.19	1,120.51		
07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE GIBAS	M2	26.52	25.20	668.30		
07.03	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 PARA GIBAS	M3	12.69	481.60	6,111.50		
07.04	JUNTA CON SELLO ASFALTICO E=1"	M	9.00	17.96	161.64		
08	<b>PINTURA Y SEÑALIZACION VIAL</b>						21,014.82
08.01	PINTURA DE PAVIMENTO (LINEA CONTINUA)	M2	251.50	22.99	5,781.99		
08.02	PINTURA DE PAVIMENTO (SIMBOLOS)	M2	190.21	25.46	4,842.75		
08.03	SEÑALES DE TRANSITO VERTICALES	UND	24.00	432.92	10,390.08		
09	<b>VARIOS</b>						29,347.57
09.01	MANTENIMIENTO BUZONES DE CONCRETO	GLB	1.00	18,000.00	18,000.00		
09.02	MANTENIMIENTO DE DRENAJES PLUVIALES Y/O ALCANTAR	GLB	1.00	3,000.00	3,000.00		
09.03	MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	GLB	1.00	5,000.00	5,000.00		
09.04	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	M2	4,649.40	0.72	3,347.57		
COSTO DIRECTO						CD	1,030,897.55
GASTOS GENERALES						8.752567 %	90,230.00
GASTOS GENERALES SUPERVISION						2.705409 %	27,890.00
GASTOS GESTION DE PROYECTOS						2.483758 %	25,605.00
GASTOS DE LIQUIDACION						0.776023 %	8,000.00
GASTOS ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO						1.35804 %	14,000.00
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>							<b>1,196,622.55</b>

**Son : UN MILLON CIENTO NOVENTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS VEINTIDOS CON 55/100 NUEVOS SOLES**

**Figura 21.** Presupuesto de obra.

Sabemos que actualmente las obras que son dirigidos por municipalidades y otras entidades, no tienen las buenas condiciones de gestión en la ejecución de proyectos, por lo tanto hemos implementado la aplicación de la filosofía Lean Construction en condición de mejora continua del sistema tradicional aplicado en la ejecución, la cual muchas veces genera retrasos por una serie de inconvenientes presentados al momento de la ejecución.

### 4.3. Aplicación de la Metodología Lean Construction

El poder aplicar la filosofía Lean Construction en nuestro proyecto, para poder desarrollar el concepto de productividad es importante. Por lo que desarrollaremos la aplicación en tres etapas: etapa de ejecución Lean, etapa de control de producción y etapa de trabajo estructurado.

LEAN CONSTRUCCION	HERRAMIENTAS
EJECUCION LEAN	TIPOS DE DESPERDICIO
	LAST PLANNER
	LAS 5 "S"
	FIRST RUN STUDIES / Sectorizacion y tren de actividades
	CARTA BALANCE
CONTROL DE PRODUCCION	CURVA DE RENDIMIENTO
	PLANIFICACION MAESTRA
	LOOKAHEAD PLANNING
	PLAN TRABAJO SEMANAL
	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO
	RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO
TRABAJO ESTRUCTURADO	BUFERS

**Tabla 10.** Etapas de aplicación de la metodología.

#### 4.3.1. Tipos de desperdicio

También hemos podido identificar los tipos de desperdicios encontrados en obra, los cuales no generan valor, y como consecuencia no tenemos un buen producto y las horas de trabajo se vuelven no productivas,

A partir de la observación en campo y verificando los 8 tipos de desperdicio ya mencionados en nuestro proyecto encontramos los siguientes tipos de desperdicio.

□ Espera

Aquí vemos los desperdicios en obra en la partida de demolición de pavimento la cual nos vamos a los tiempos productivos de la retroexcavadora al momento de hacer la eliminación con ayuda de un volquete; este último tiene una duración de ciclo entre viaje y viaje de dos horas en este tiempo la retroexcavadora sigue con la acumulación de material para eliminación pero tiene tiempos muertos el cual se debe a que solo existe un camión para eliminar



**Figura 22.** Eliminación de material con maquinaria. Fuente propia.

En la otra partida que tomamos como ejemplo para el tiempo de espera fue en el colocado de adoquines en la calzada, el cual analizado con la carta balance nos da un promedio entre el 15% y 20% para tiempo de espera.

## □ Transporte

El siguiente tipo de desperdicio encontrado en el proyecto es el de transporte; el cual observamos en la partida de pavimento articulado, este tipo de desperdicio se da ya que los lugares de acopio se encuentran a una distancia no muy favorable con respecto al punto de trabajo y al momento de el acarreo de material este se hace un viaje con más tiempo el cual genera un retraso con lo programado, también tenemos perdida por transporte al realizar el extendido de material base en el tramo tres ya que todo el material fue descargado en el tramo uno.

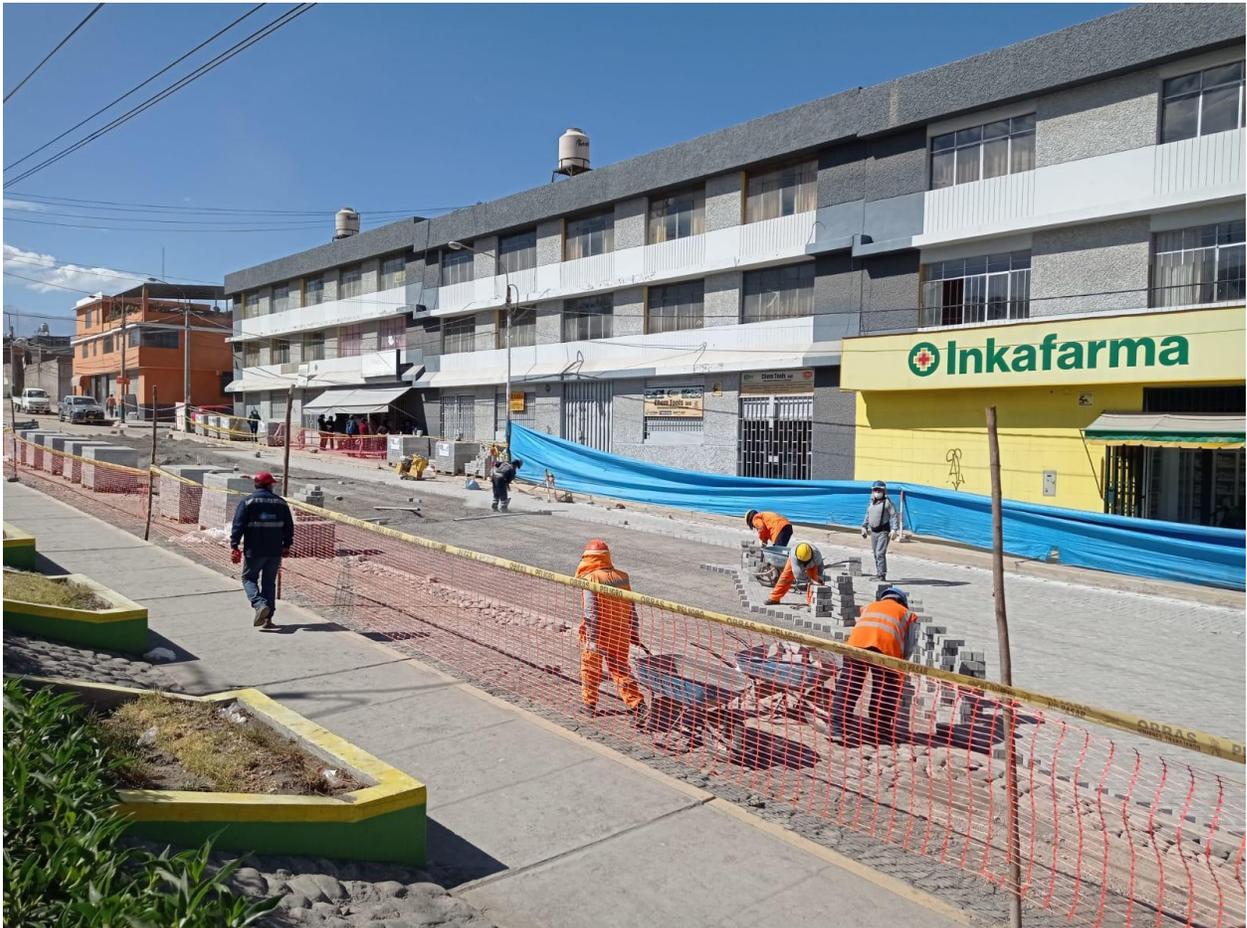


**Figura 23.** Material Base puesto en obra. Fuente propia.

## □ Inventario

Nuestro tercer tipo de perdida encontrado en el proyecto es el Inventario; este tipo de desperdicio se debe a problemas logísticos y esto tiene que ver con la programación

de la ejecución, al ser una obra por administración directa se tiene que seguir con un orden específico para poder hacer llegar todos los materiales a obra este tiempo es aproximado de 15 días en el cual el residente y el administrador tienen que estar al tanto de los materiales que se utilizarán durante los próximos 15 días.



**Figura 24.** Ubicación de los adoquines.

En la figura observamos los adoquines ubicados en campo el cual fue material para cuatro días.

Defecto

El cuarto tipo de desperdicio que encontramos es el Defecto este desperdicio se dio debido al inventario ya que estos se relacionaron directamente en la partida colocado de adoquines en la calzada para la cual se hizo la actividad de colocado de

cama de arena de espesor 5cm pero se tuvo un problema con el envío de adoquines por 15 días y la cama de arena tuvo que ser retirada y colocada nuevamente.



**Figura 25.** En la figura observamos el colocado de la cama de arena.

#### **4.3.2. Last planner**

El sistema last planner system fue desarrollada por Ballard y Howel, teniendo el principio de cumplir con las actividades de producción mediante la planificación.

En 2014 según Porras, Sánchez y Galvis el Last Planner System es un sistema de planificación y control de producción para reducir la incertidumbre de las actividades programadas, con esta se puede elaborar planes de trabajo, controla de manera más efectiva las partidas que se deben realizar en el proyecto asegurando que lo que se planeó hacer se está cumpliendo, así evitar paros que conlleven a pérdidas que retrasen el proyecto.

LAST PLANNER											
COMPROMISOS DE GESTION (CG) - RESTRICCIONES										17/07/2021	Pag 1 de 1
Fecha de Creación	ESTATUS	Descripción	Compromiso (Restricción)	Responsable de Liberación	Fecha De Compromiso	Fecha Reprogramada	Fecha de Cumplimiento	Estado	Comentarios	(+) Dias a tiempo / (-) Dias de Retraso	Dias de Retraso al finalizar
	EJECUCION	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS	Coordinar 2 retroexcavadoras para sector 3	Administracion	17-Jul			En Proceso		-27	-
	EJECUCION	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS	Liberacion de area fuera del hospital	Essalud/ Administracion	15-Ago		16-Jul	Completo		-	-
	EJECUCION	MOVIMIENTO DE TIERRAS	Solicitud de agregado	Logistica	20-Jul			En Proceso		-24	-
	EJECUCION	PAVIMENTO ARTICULADO	Sector 1 , llegada de adoquines	Logistica	13-Jul		15-Jul	Completo		-31	-2
	EJECUCION	PAVIMENTO ARTICULADO	Sector 2 y 3 , envio de adoquines a obra	Logistica	27-Jul	1-Ago		En Proceso		-12	-
	EJECUCION	GIBAS	Compra de materiales	Logistica	27-Jul			En Proceso		-17	-
	EJECUCION	GIBAS	Habilitacion de acero	Logistica	3-Ago			En Proceso		-10	-
	EJECUCION	PINTURA Y SEÑALIZACION	Compra de pinturas de trafico	Logistica	3-Ago			En Proceso		-10	-

**Tabla 11.** Las planner de obra. Fuente propia.

Este sistema, se apoya en base a las personas al mando de cada área y control para la planificación de actividades del proyecto.

Con apoyo del supervisor y capataz de obra encargado realizamos un last planner, para poder identificar las restricciones que se tiene para continuar con el cronograma de obra, guiándonos del “se puede hacer”, “debería hacerse”, “se hará”; formando un inventario de trabajo realizable que podemos incluir en el plan semanal.

El objetivo de convocar a las personas al mando, es poder fijar compromisos para con sus áreas y así tener un flujo de trabajo fiable y aprendizaje rápido; evitando retrasos.

Hemos identificado falencias en el área de administración y logística, respecto a la entrega de recursos y la coordinación de la documentación necesaria para poder darse dichas entregas; por lo tanto, se generó retrasos en el avance de la colocación de adoquines..

Crear un estándar o colocar lo necesario a la vista, una vez implementado el orden y la limpieza, es importante clasificar las herramientas y materiales, con un rotulo.

COMPROMISOS DE GESTION (CG) - RESTRICCIONES										
Descripción	Compromiso (Restricción)	Fecha De Compromiso	Fecha Reprogramada	Fecha de Cumplimiento	Estado	Comentarios	(+) Dias a tiempo / (-) Dias de Retraso	Dias de Retraso al finalizar		
DEMOLICION DE ESTRUCTURAS	Coordinar 2 retroexcavadoras para sector 3	17-Jul			En Proceso		-17.00	-		
DEMOLICION DE ESTRUCTURAS	Liberacion de area fuera del hospital	15-Jul		16-Jul	Completo		-	-		
MOVIMIENTO DE TIERRAS	Solicitud de agregado	20-Jul			En Proceso		-14.00	-		
PAVIMENTO ARTICULADO	Sector 1 , llegada de adoquines	13-Jul		15-Jul	Completo		-	-2		
PAVIMENTO ARTICULADO	Sector 2 y 3 , envio de adoquines a obra	27-Jul	01-ago		En Proceso		-7.00	-		
GIBAS	Compra de materiales	27-Jul			En Proceso		-7.00	-		
GIBAS	Habilitacion de acero	03-ago			En Proceso		0.00	-		
PINTURA Y SEÑALIZACION	Compra de pinturas de trafico	03-ago			En Proceso		0.00	-		

**Tabla 12.** Last Planner

$$PPC = \frac{NUMERO DE ACTIVIDADES COMPLETADAS}{NUMERO DE ACTIVIDADES PROGRAMADAS}$$

De acuerdo a lo programado con la ayuda de Last Planner podemos determinar el cumplimiento de los compromisos que se realizan en las reuniones, de la cual obtenemos que de las ocho actividades programadas dos han sido culminadas y las demás fueron observadas con retraso.

$$PPC = \frac{NUMERO DE ACTIVIDADES COMPLETADAS}{NUMERO DE ACTIVIDADES PROGRAMADAS}$$

De la formula anterior tenemos los siguientes datos:

Número de actividades completadas = 4

Número de actividades programadas = 8

$$PPC = \frac{4}{8}$$

Por lo tanto al reemplazar los datos en la formula tenemos que el porcentaje de plan cumplido equivale al 50 %.

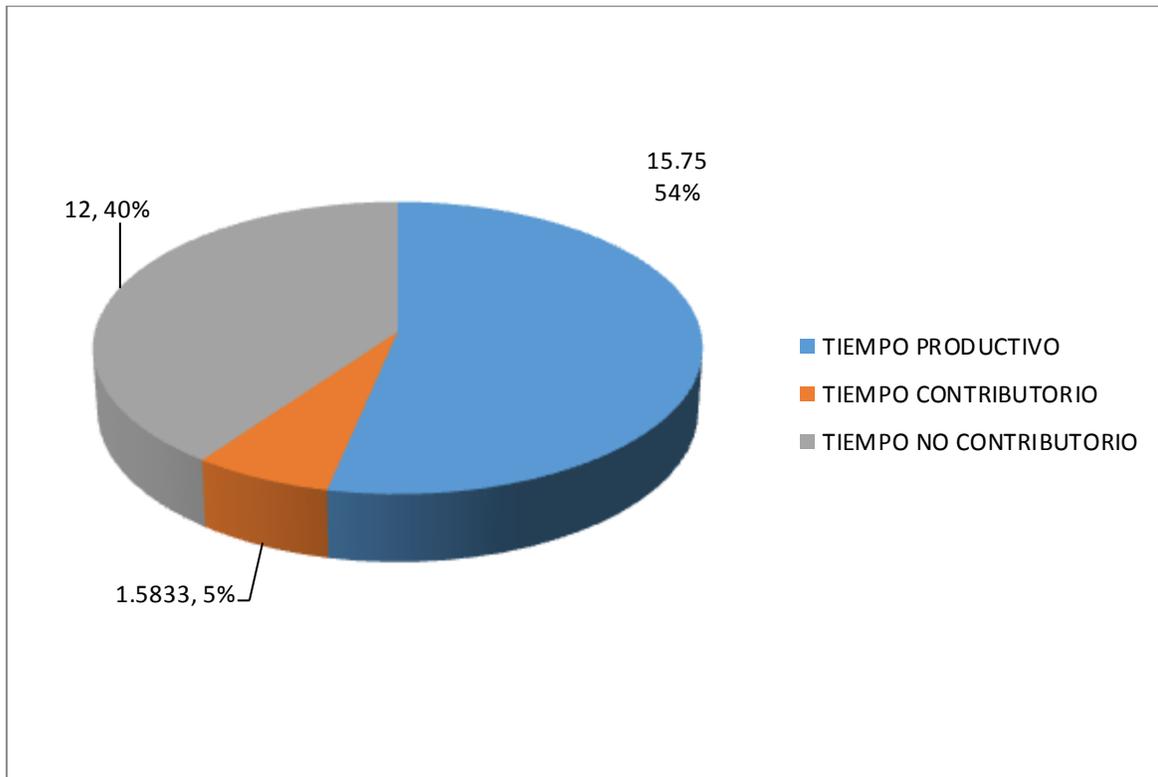
#### **4.3.4. Carta Balance**

Esta herramienta nos ayuda a verificar los tiempos que realiza cada trabajador para poder cumplir con la tarea programada, la partida a evaluar consideramos la partida de pavimento articulado, para la determinación de esta partida se consideró por el número de personas que estaban en una cuadrilla y se evaluó a cada uno de ellos.

		CARTABALANCE												
empresa														
partida		pavimento articulada												
carga		Operaria 1						FECHA						
TP	TIEMPO PRODUCTIVO							TNC TIEMPO NO CONTRIBUTIVO						
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO							TO	TIEMPO DE OCIO					
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS							TE	TIEMPO DE ESPERA					
M	REALIZAR MEDICIONES							TD	TIEMPO DE DESCANSO					
LI	LIMPIEZA							TRH	TRABAJO REHECHOS					
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES							NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS					
CP	CONSULTAR PLANOS							UC	USO DEL CELULAR					
O	OTRAS ACTIVIDADES													
minut	TP	TC						TNC						
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC	
1									1					
2	1													
3														1
4	1													
5	1													
6	1													
7	1													
8									1					
9	1													
10		1												
11									1					
12	1													
13	1													
14											1			
15											1			
16											1			
17											1			
18											1			
19											1			
20	1													
21										1				
22	1													
23	1													
24	1													
25		1												
26									1					
27	1													
28	1													
29	1													
30	1													
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

Tabla 13. En la tabla verificamos los tiempos del operario 1 el cual es encargado de la colocación de los adoquines.

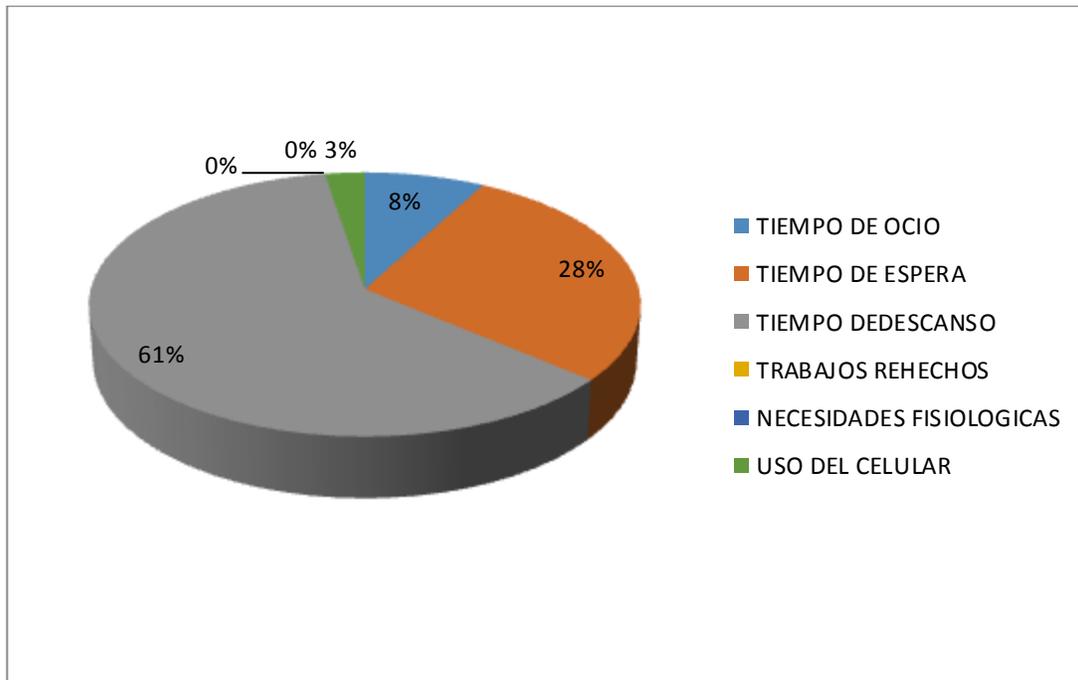
## DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO.



**Figura 26.** En el cuadro podemos ver las actividades realizadas por el operario 1, en la cual tenemos un 54% de tiempo productivo.

No cabe duda que para el operario 1 el cual es encargado de la colocación de adoquines el mayor tiempo será un tiempo productivo y tendrá alrededor de 2 min en tiempo contributorio, este tiempo se da ya que los trabajos para el operario 1 son puntuales.

## DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO NO CONTRIBUTARIO



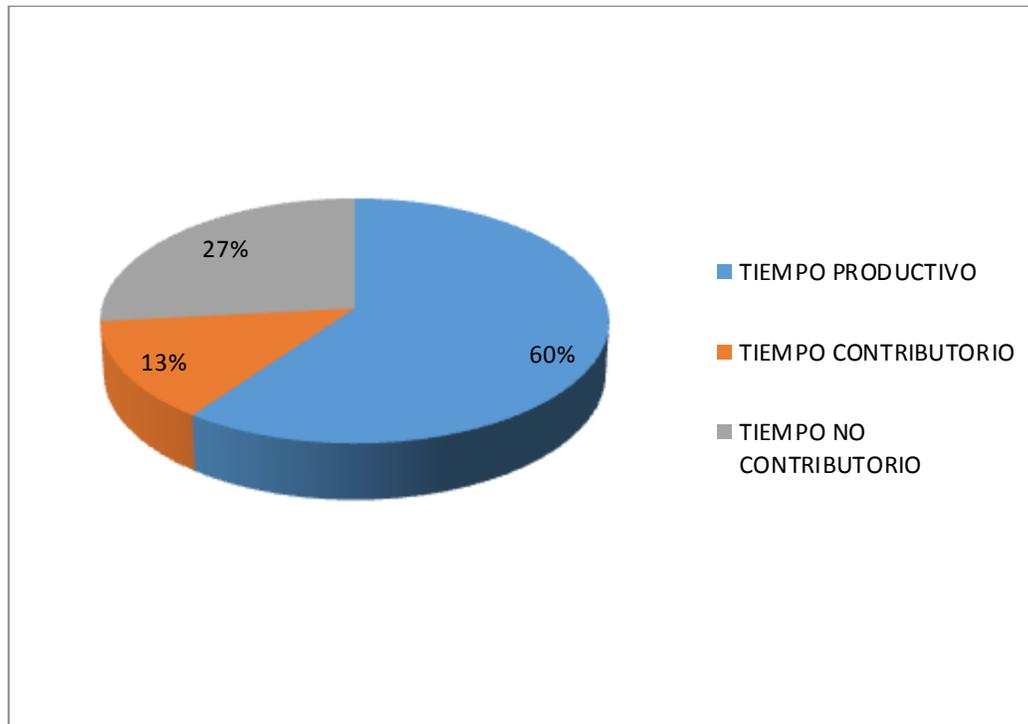
**Figura 27.** Después de analizar obtenemos que el mayor tiempo no contributivo se utilizó en tiempo de descanso.

En el gráfico anterior vemos en porcentaje los tiempos no contributivos y a partir de la observación con ayuda de la carta balance, observamos que tenemos la mayor parte del tiempo no contributivo se da por el descanso, un factor importante a mencionar es que los trabajadores en este lapso tienen un tiempo para hidratarse, y tenemos el tiempo de un minuto en el cual revisa su celular.

		CARTA BALANCE											
empresa													
partida		pavimento articulada											
carpa		operario						FECHA					
TP	TIEMPO PRODUCTIVO						TNC TIEMPO NO CONTRIBUTIVO						
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO						TO	TIEMPO DE OCIO					
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS						TE	TIEMPO DE ESPERA					
M	REALIZAR MEDICIONES						TD	TIEMPO DE DESCANSO					
LI	LIMPIEZA						TRH	TRABAJOS REHECHOS					
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES						NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS					
CP	CONSULTAR PLANOS						UC	USO DEL CELULAR					
O	OTRAS ACTIVIDADES												
minut	TP	TC						TNC					
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC
1													
2													
3													
4		1											
5		1											
6										1			
7										1			
8													
9													
10													
11													
12			1										
13			1										
14													
15													
16													
17													
18									1				
19									1				
20									1				
21									1				
22												1	
23												1	
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>

Tabla 14. En el cuadro anterior verificamos los tiempos del operario 2 el cual es encargado de la colocación de los adoquines.

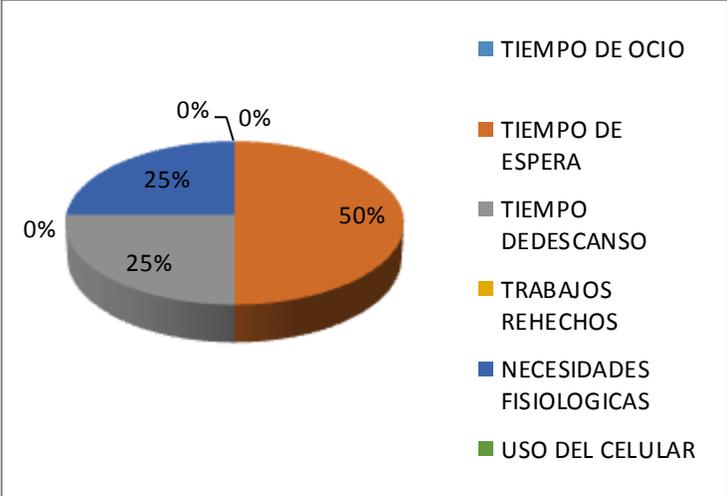
## DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO.



**Figura 28.** En el cuadro podemos ver las actividades realizadas por el operario 1, en la cual tenemos un 60% de tiempo productivo.

El cuadro anterior parece confirmar que tenemos la mayor parte del tiempo para el tiempo productivo, el cual nos da un resultado de 60% para las actividades que directamente agregan valor al avance de obra, en comparación de los tiempos contributorio y no contributorio este último duplica al tiempo contributorio ya que no hay muchas actividades contributorias y la mayoría son trabajos puntuales.

DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO NO CONTRIBUTORIO



**Figura 29** .Después de analizar obtenemos que el mayor tiempo no contributorio fue el tiempo de espera.

En el grafico tenemos los tiempos no contributorios el cual visualizamos que la mitad de este tiempo es un tiempo de espera y la otra mitad se reparte entre necesidades fisiológicas y tiempos de espera, la cual se da por espera a los ayudantes los cuales son los que llevan los adoquines, el otro factor es que los adoquines no están en un lugar estratégico y se hace un esfuerzo mayor por estar relativamente alejado.

		CARTA BALANCE												
empresa														
partida		pavimento articulado												
carga		operaria		FECHA										
TP	TIEMPO PRODUCTIVO					TNC	TIEMPO NO CONTRIBUTIVO							
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO					TO	TIEMPO DE OCIO							
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS					TE	TIEMPO DE ESPERA							
M	REALIZAR MEDICIONES					TD	TIEMPO DE DESCANSO							
LI	LIMPIEZA					TRH	TRABAJOS REHECHOS							
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES					NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS							
GP	CONSULTAR PLANOS					UC	USO DEL CELULAR							
O	OTRAS ACTIVIDADES													
h:minut	TP	TC						TNC						
		TMH	M	L	DRI	GP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC	
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10		1												
11		1												
12		1												
13		1												
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20				1										
21				1										
22														
23														
24														
25														
26														
27										1				
28										1				
29										1				
30													1	
<b>TOTAL</b>		20	4	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	1

Tabla 15. En el cuadro anterior verificamos los tiempos del peón 1 el cual es encargado de la cama de arena.

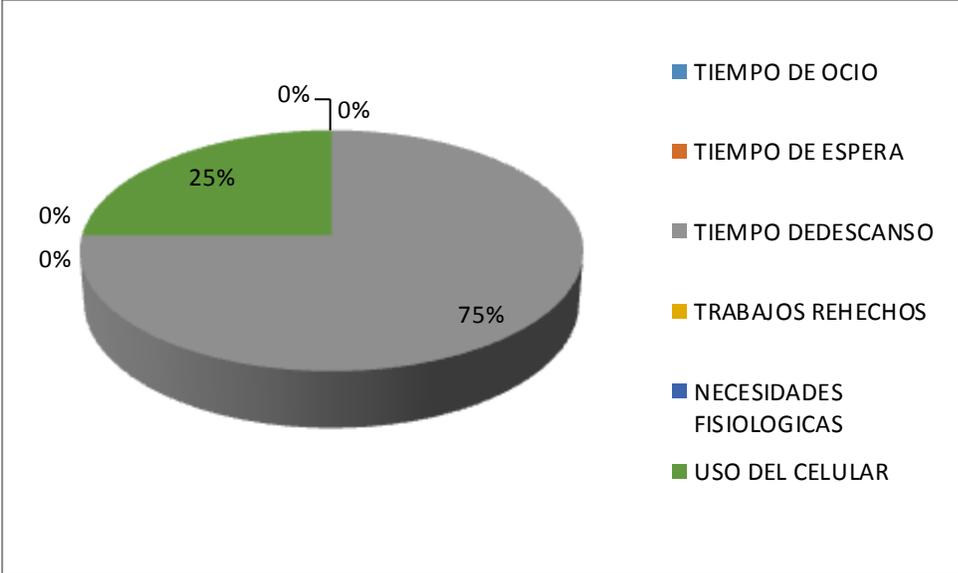
## DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO.



**Figura 30.** En el cuadro podemos ver las actividades realizadas por el operario 1, en la cual tenemos un 67% de tiempo productivo.

Verificamos del cuadro anterior que el peón 1 tiene un tiempo productivo cercano a las tres cuartas partes del tiempo, este es debido a que su actividad se considera como cuello de botella, la cual no puede retrasarse mucho ni tener tiempos no contributivos elevados.

DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO NO CONTRIBUTORIO



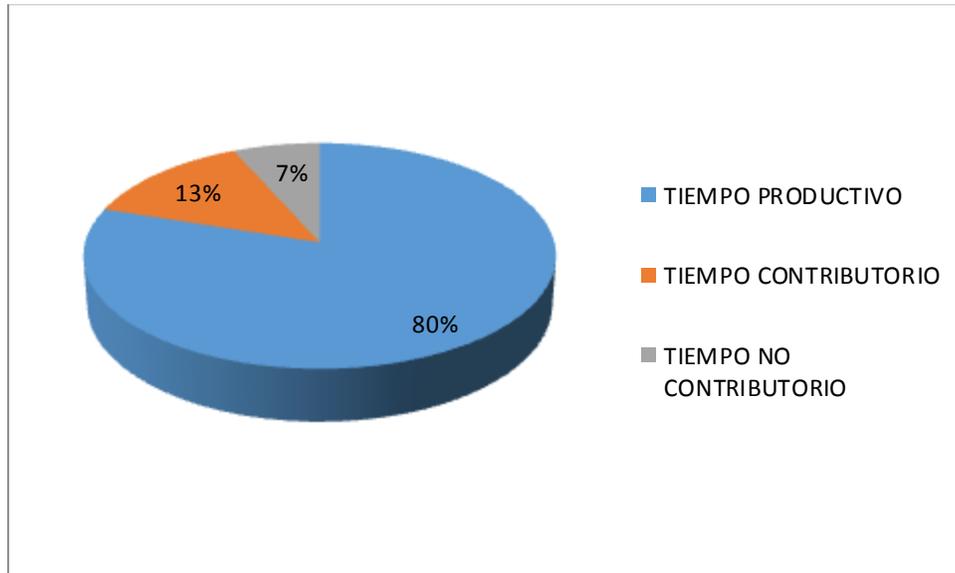
**Figura 31.** Después de analizar obtenemos que el mayor tiempo no contributorio fue el tiempo de descanso.

Podemos observar de la figura 31 que las tres cuartas partes del tiempo no contributorio son en descanso, este descanso equivale a 3 minutos por cada media hora esta se debe a que el trabajador tiene que mantener un ritmo constante ya que de él depende las actividades de mayor impacto visual.

		CARTABALANCE											
empresa													
partida		pavimento articulado											
carga		operario		FECHA									
TP	TIEMPO PRODUCTIVO						TNC	TIEMPO NO CONTRIBUTIVO					
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO						TO	TIEMPO DE OCIO					
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS						TE	TIEMPO DE ESPERA					
M	REALIZAR MEDICIONES						TD	TIEMPO DE DESCANSO					
LI	LIMPIEZA						TRH	TRABAJOS REHECHOS					
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES						NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS					
CP	CONSULTAR PLANOS						UC	USO DEL CELULAR					
O	OTRAS ACTIVIDADES												
h:minut	TP	TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8			1										
9			1										
10					1								
11					1								
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22									1				
23									1				
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
<b>TOTAL</b>	24	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0

**Tabla 16.** En el cuadro anterior verificamos los tiempos del operario 3 el cual es encargado del corte de adoquinado.

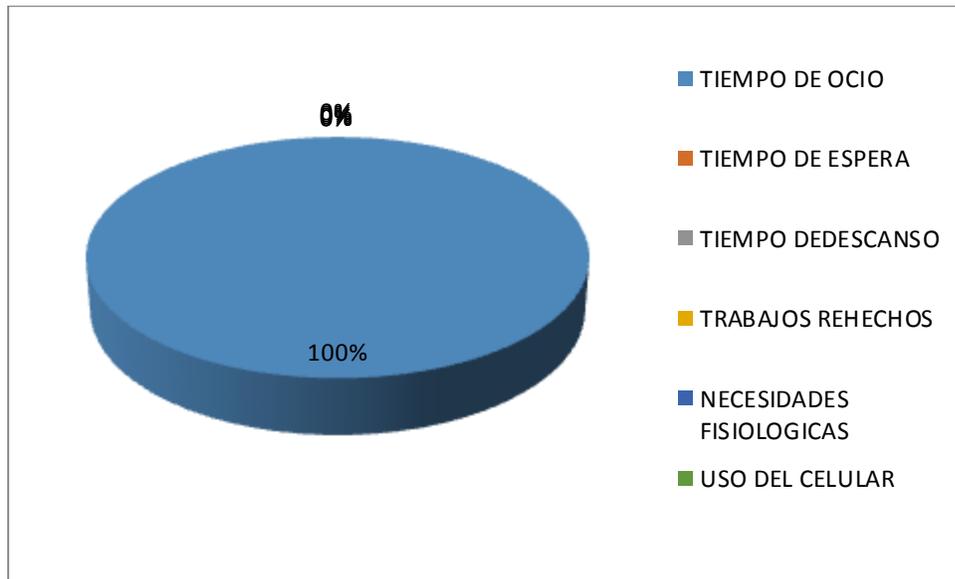
## DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO.



**Figura 32.** En el cuadro podemos ver las actividades realizadas por el operario 1, en la cual tenemos un 80% de tiempo productivo.

Hay que mencionar de la figura 32 que el operario 3 tiene un tiempo productivo bastante elevado, este se debe a que su trabajo es constante y no requiere hacer trabajos no contributivos.

## DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO NO CONTRIBUTIVO



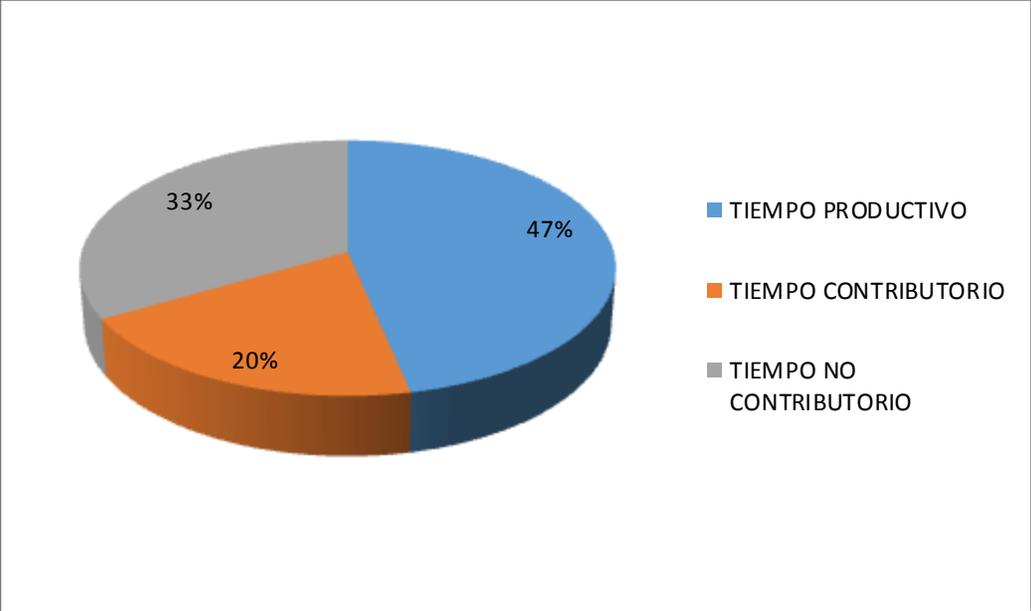
**Figura 33.** Después de analizar obtenemos que el único tiempo no contributivo es tiempo de ocio.

De la figura mostrada podemos ver un dato que quizá no se asemeje mucho a la realidad; ya que todo el tiempo no contributivo se pasó en necesidades fisiológicas la cual no es constante a lo largo del día por eso es un dato no muy confiable.

		CARTABALANCE												
empresa														
partida		pavimento articulada												
carpa		operario		FECHA										
TP	TIEMPO PRODUCTIVO						TNC	TIEMPO NO CONTRIBUTIVO						
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO						TO	TIEMPO DE OCIO						
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS						TE	TIEMPO DE ESPERA						
M	REALIZAR MEDICIONES						TD	TIEMPO DE DESCANSO						
LI	LIMPIEZA						TRH	TRABAJOS REHECHOS						
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES						NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS						
CP	CONSULTAR PLANOS						UC	USO DEL CELULAR						
O	OTRAS ACTIVIDADES													
minut	TP	TC						TNC						
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC	
1	1													
2	1													
3	1													
4	1													
5	1													
6	1													
7										1				
8										1				
9										1				
10										1				
11										1				
12	1													
13	1													
14	1													
15					1									
16					1									
17					1									
18					1									
19									1					
20									1					
21									1					
22	1													
23	1													
24	1													
25			1											
26			1											
27									1					
28									1					
29	1													
30	1													
<b>TOTAL</b>		14	0	2	0	4	0	0	2	3	5	0	0	0

Tabla 17. En el cuadro anterior verificamos los tiempos del peón 3 el cual es encargado del acarreo de los adoquines.

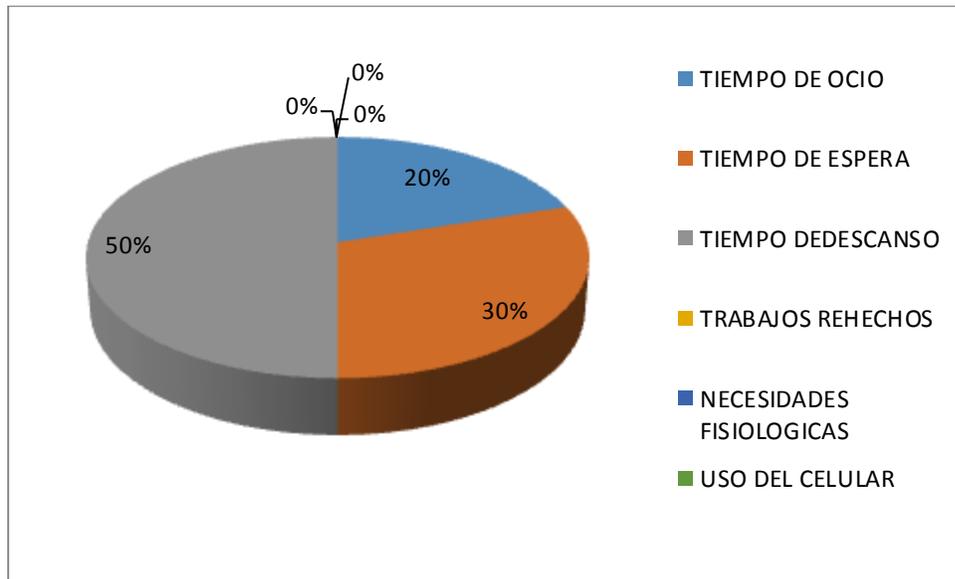
DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO.



**Figura 34.**En el cuadro podemos ver las actividades realizadas la cual representa un trabajo productivo menor al 50%.

De la figura 34 podemos observar el tiempo productivo es menor a la mitad del tiempo total, tenemos un tiempo no contributorio de la tercera parte del total.

## DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO NO CONTRIBUTORIO



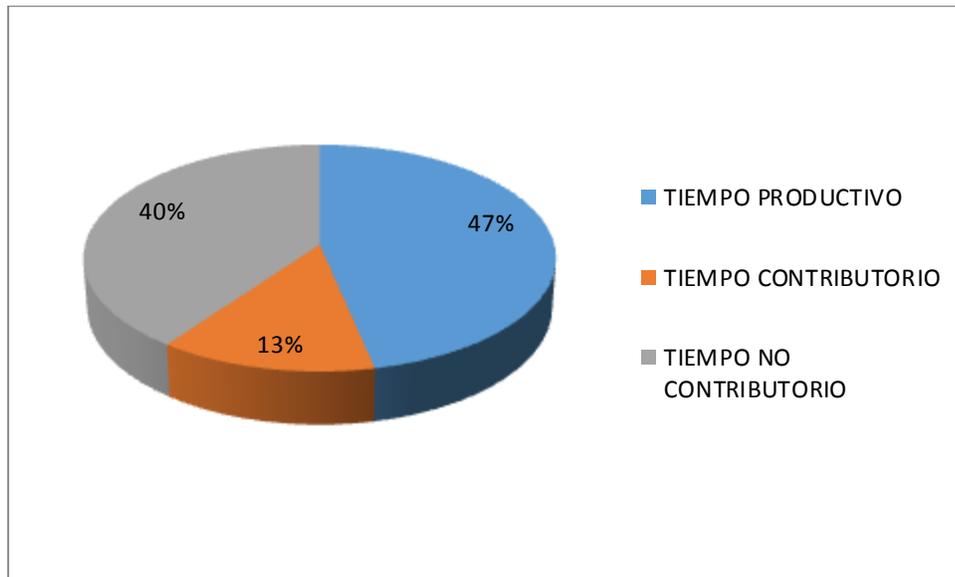
**Figura 35.** Después de analizar la gráfica obtenemos que el tiempo no contributivo se debió la mitad del tiempo al tiempo de descanso.

Entonces de nuestra gráfica de tiempos no contributivos tenemos que la mitad de este es en tiempos de descanso la cual genera una pérdida con respecto al avance diario ya que esta actividad está considerada como cuello de botella.

		CARTA BALANCE											
empresa													
partida		pavimento articulada											
carga		operaria			FECHA								
TP	TIEMPO PRODUCTIVO						TNC TIEMPO NO CONTRIBUTIVO						
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO						TO	TIEMPO DE OCIO					
TMH	CARGA DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS						TE	TIEMPO DE ESPERA					
M	REALIZAR MEDICIONES						TD	TIEMPO DE DESCANSO					
LI	LIMPIEZA						TRH	TRABAJOS REHECHOS					
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES						NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS					
CP	CONSULTAR PLANOS						UC	USO DEL CELULAR					
O	OTRAS ACTIVIDADES												
h:minut	TP	TC						TNC					
		TMH	M	L	DRI	CF	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC
1								1					
2								1					
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10												1	
11												1	
12												1	
13												1	
14												1	
15												1	
16												1	
17					1								
18					1								
19													
20													
21													
22													
23					1								
24					1								
25										1			
26										1			
27										1			
28													
29													
30													
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>

Tabla 18. En el cuadro anterior verificamos los tiempos del peón 4 el cual es encargado del acarreo de los adoquines.

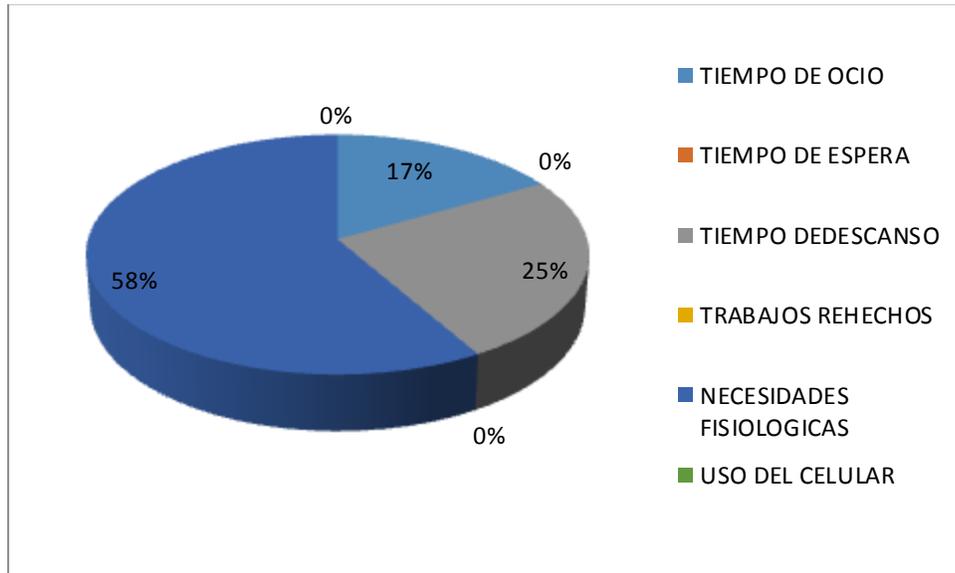
## DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO.



**Figura 36.** En el cuadro podemos ver las actividades realizadas la cual representa un trabajo productivo menor al 50%.

Para el peón 4 el cual está encargado del acarreo de los adoquines tenemos que su tiempo productivo es menor al 50% la cual es preocupante ya que esta actividad es indispensable para poder colocar los adoquines.

## DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO NO CONTRIBUTORIO



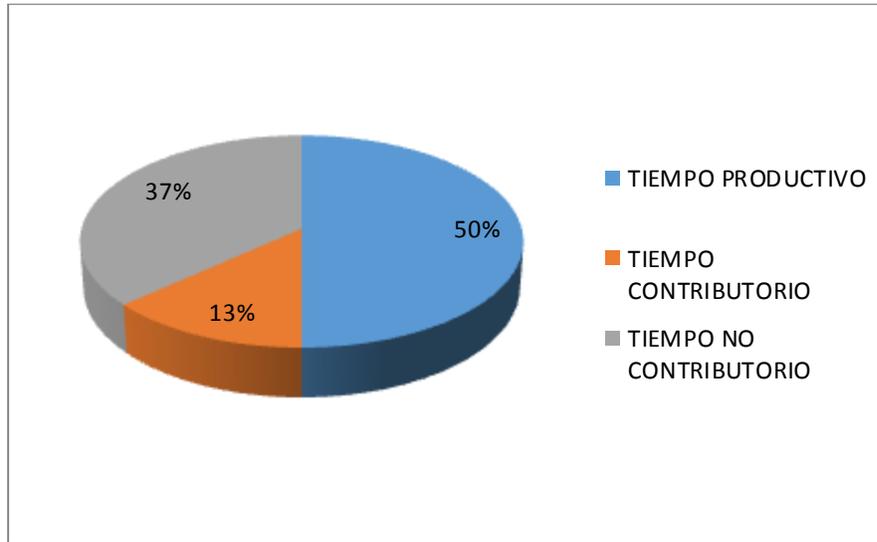
**Figura 37.** Después de analizar obtenemos que el tiempo no contributivo en su mayoría se debe al tiempo de ocio.

Después de analizar la gráfica vemos que un 58% del tiempo no contributivo son debidos al ocio del trabajador

		CARTABALANCE											
empresa													
partida		pavimento articulada											
carga		operaria			FECHA								
TP	TIEMPO PRODUCTIVO						TNC	TIEMPO NO CONTRIBUTIVO					
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO						TO	TIEMPO DE OCIO					
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS						TE	TIEMPO DE ESPERA					
M	REALIZAR MEDICIONES						TD	TIEMPO DE DESCANSO					
LI	LIMPIEZA						TRH	TRABAJOS REHECHOS					
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES						NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS					
CP	CONSULTAR PLANOS						UC	USO DEL CELULAR					
O	OTRAS ACTIVIDADES												
minut	TP	TC						TNC					
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC
1													
2													
3													
4													
5										1			
6										1			
7										1			
8		1											
9		1											
10		1											
11		1											
12													
13													
14													
15													
16								1					
17								1					
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25									1				
26									1				
27									1				
28									1				
29									1				
30									1				
<b>TOTAL</b>	15	4	0	0	0	0	0	2	6	3	0	0	0

Tabla 19. En el cuadro anterior verificamos los tiempos del peón 5, el cual es encargado del arenado y sellado de juntas.

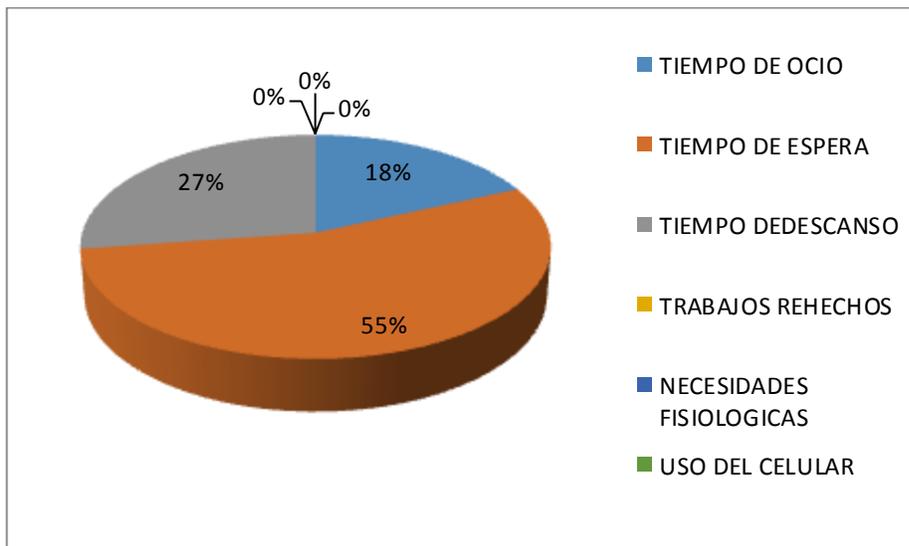
## DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO.



**Figura 38.** En el cuadro podemos ver las actividades realizadas la cual representa un trabajo productivo igual al 50%.

Para el peón 5 el cual está encargado del arenado y barrido tenemos que la mitad es un tiempo productivo, y comparando los tiempos contributivos y no contributivos, este último casi es el triple.

## DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO NO CONTRIBUTORIO



**Figura 39.** En el gráfico anterior vemos la distribución del tiempo no productivo, teniendo que más de la mitad del tiempo no contributivo se debe a la espera.

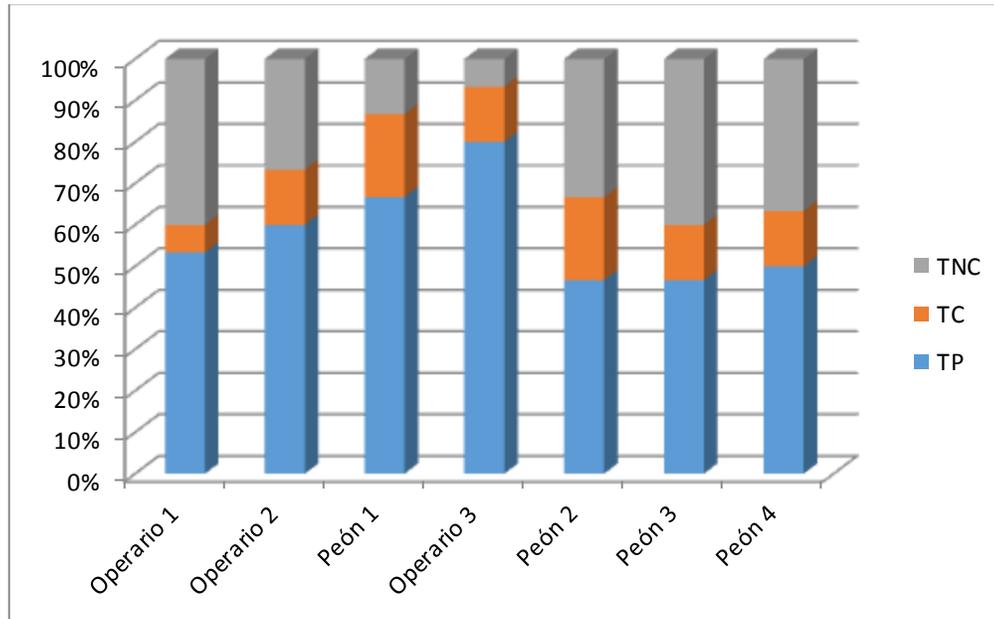
De la figura obtenemos que más de la mitad del tiempo no contributivo se debe a la espera, esta tiene que ver directamente con la colocación de los adoquines.

N' minuto	operario	operario	peon	operario	peon	peon	peon		
	Jose Pinto	Juan Ccap	Saul Arapa	Jorge Sala	Wilber Maman	Edison Casti	Alex Flores		
1	TNC	TP	TP	TP	TP	TNC	TP		
2	TP	TP	TP	TP	TP	TNC	TP		
3	TNC	TP	TP	TP	TP	TP	TP		
4	TP	TC	TP	TP	TP	TP	TP		
5	TP	TC	TP	TP	TP	TP	TNC		
6	TP	TNC	TP	TP	TP	TP	TNC		
7	TP	TNC	TP	TP	TNC	TP	TNC		
8	TNC	TP	TP	TC	TNC	TP	TC		
9	TP	TP	TP	TC	TNC	TP	TC		
10	TC	TP	TC	TC	TNC	TNC	TC		
11	TNC	TP	TC	TC	TNC	TNC	TC		
12	TP	TC	TC	TP	TP	TNC	TP		
13	TP	TC	TC	TP	TP	TNC	TP		
14	TNC	TP	TP	TP	TP	TNC	TP		
15	TNC	TP	TP	TP	TC	TNC	TP		
16	TNC	TP	TP	TP	TC	TNC	TNC		
17	TNC	TP	TP	TP	TC	TC	TNC		
18	TNC	TNC	TP	TP	TC	TC	TP		
19	TNC	TNC	TP	TP	TNC	TP	TP		
20	TP	TNC	TC	TP	TNC	TP	TP		
21	TNC	TNC	TC	TP	TNC	TP	TP		
22	TP	TNC	TP	TNC	TP	TP	TP		
23	TP	TNC	TP	TNC	TP	TC	TP		
24	TP	TP	TP	TP	TP	TC	TP		
25	TC	TP	TP	TP	TC	TNC	TNC		
26	TNC	TP	TP	TP	TC	TNC	TNC		
27	TP	TP	TNC	TP	TNC	TNC	TNC		
28	TP	TP	TNC	TP	TNC	TP	TNC		
29	TP	TP	TNC	TP	TP	TP	TNC		
30	TP	TP	TNC	TP	TP	TP	TNC		
	Operario 1	Operario 2	Peón 1	Operario 3	Peón 2	Peón 3	Peón 4	total	
TP	16	18	20	24	14	14	15	121	
TC	2	4	6	4	6	4	4	30	
TNC	12	8	4	2	10	12	11	59	

**Tabla 20.** Cuadro de carta balance de toda la partida.

En el cuadro podemos observar la representación de los 7 trabajadores el cual indica la actividad que realizo en cada minuto por 30 minutos de observación.

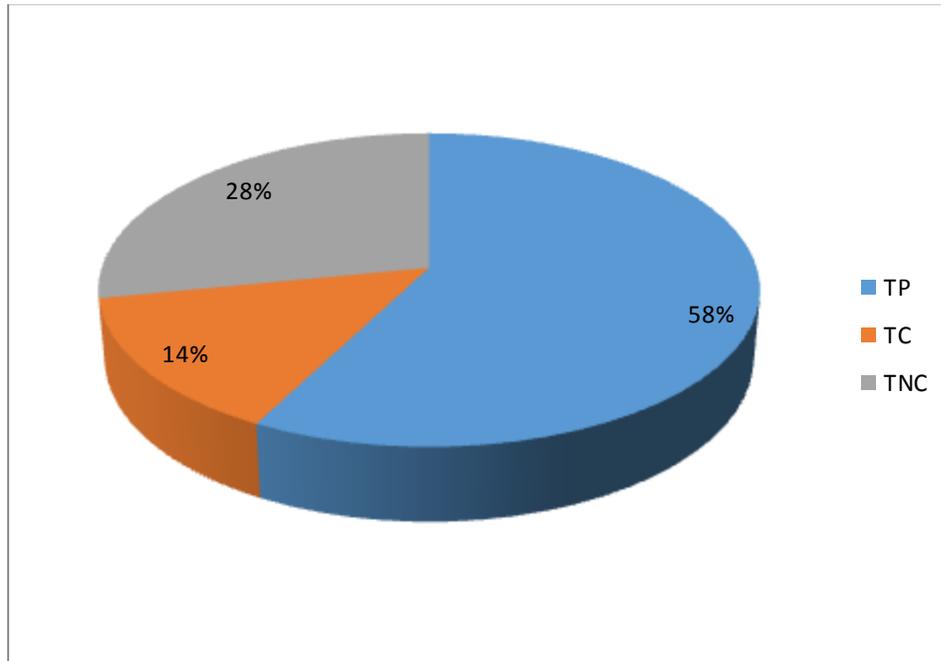
## DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR TRABAJADOR



**Figura 40.** En el cuadro anterior se puede hacer la comparativa de cada trabajador y la distribución de los tiempos para cada uno.

En la figura 39 podemos ver una comparativa entre todos los trabajadores involucrados en la actividad pavimento articulado en la cual verificamos que trabajadores tienen mejores tiempos productivos.

## DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO DE TODA LA CUADRILLA



**Figura 41.** En este cuadro se observa la distribución de los tiempos promedio de toda la cuadrilla de pavimento articulado.

Para la partida Pavimento Articulado con ayuda de la herramienta carta balance evaluamos a toda una cuadrilla, la cual consta de 7 trabajadores los cuales son 3 operarios y 4 peones, luego de tener un porcentaje de los tiempos utilizados la evaluamos como conjunto de la cual obtenemos:

El tiempo productivo: 58%

El tiempo contributorio: 14%

El tiempo no contributorio: 28%

### 4.3.5. First Run Studies

Se refiere al análisis de ejecución de primera instancia del proyecto, donde se desarrolla la sectorización y el tren de actividades para la proyección de la cuadrilla requerida.

La sectorización consiste en dividir nuestra área de trabajo en áreas o sectores pequeños los cuales deben comprender un volumen de trabajo aproximadamente iguales, esto inicia con el conocimiento de los metrados, de acuerdo a la experiencia, mano de obra calificada de la empresa encargada a realizar el trabajo, se plantea las cuadrillas y los rendimientos de las partidas que contemple la ejecución de cada sector. Así mismo se considera la proposición de la cuadrilla y rendimiento del personal que se espera tener en obra, como el equipo necesario para realizar las actividades.

		DE PRESUPUESTO			CON APLICACIÓN FILOSOFIA LEAN			
ACTIVIDAD	UND	CUADRILLA	EQUIPO	RENDIMIENTO O (UND /DIA)	CUADRILLA	EQUIPO	RENDIMIENTO O (UND /DIA)	
4.00	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS							
4.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 2" C/E	M2	1 CAPATAZ 1 PEON	CARGADOR S/LLANTAS	360	2 OPERARIO	RETROEXCAVADORA	581.52
4.02	DEMOLICION DE PIEDRA EMBOQUILLADA	M2	3.64 PEONES 1.82 OPERARIO	MINICARGADOR	300			363.85
4.03	DEMOLICION DE SARDINEL PERALTADO C/EQUIPO	M	7.91 OPERARIO 3.95 PEON		35			276.84
4.04	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACION	M3	0.46 PEON 0.93 OPERARIO	MINICARGADOR	260	2 OPERARIO	VOLQUETE / RETROEXCAVADORA	403.18
4.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3			1			1

**Tabla 21.** Tabla de sectorización para demolición.

		DE PRESUPUESTO			CON DE APLICACIÓN FILOSOFIA LEAN			
ACTIVIDAD	UND	CUADRILLA	EQUIPO	RENDIMIENTO O (UND /DIA)	CUADRILLA	EQUIPO	RENDIMIENTO O (UND /DIA)	
5.00	PAVIMENTO							
5.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
5.01.01	CORTE DE TERRENO EN BASE GRANULAR	M3	1.55 PEON	MOTONIVELADORA / R	100	2 OPERARIO	RETROEXCAVADORA	154.98
5.01.02	CORTE DE TERRENO EN SUB-RASANTE	M3	1.96 PEON		100			196.3
5.01.03	TRASLADO DE MATERIAL SELECCIONADO	M3			1	1 OPERARIO	VOLQUETE	330.62
5.01.04	MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE E= 15cm	M2	0.65 OFICIAL 2.58 PEONES	RODILLO MOTONIVELADORA	1200	2 OPERARIO	RODILLO / RETROEXCAVADORA	1549.67
5.01.05	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-BASE	M2	0.65 OFICIAL 3.9 PEONES	RODILLO MOTONIVELADORA	1200			774.9
5.01.06	CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE GRAN	M2	0.55 OFICIAL 3.3 PEONES	RODILLO MOTONIVELADORA	1200			774.9
5.02	PAVIMENTO ARTICULADO							
05.02.01	CAMA DE ASIENTO CON ARENA E=5cm	M2	11.28 PEONES		160	14 PEONES		752.15
05.02.02	ACARREO DE ADOQUINES 50M<D<100M	UND	19.9 PEON		1000	6 OPERARIO /14 PEON		19973.64
05.02.03	COLOCADO DE ADOQUIN DE CONCRETO f'c=420 kg	M2	4.96 OPERARIO 4.96 PEON	COMPACTADOR VIBRAT	70	6 OPERARIO 14 PEONES		376.08
05.02.04	ARENADO Y BARRIDO SUPERFICIAL EN ADOQUINAD	M2	2.82 PEON		800	2 PEONES		1504.3

**Tabla 22.** Tabla de sectorización para pavimento.

		DE PRESUPUESTO			CON DE APLICACIÓN FILOSOFIA LEAN		
ACTIVIDAD	UND	CUADRILLA	EQUIPO	RENDIMIENTO (UND /DIA)	CUADRILLA	EQUIPO	RENDIMIENTO (UND /DIA)
<b>6.00</b>	<b>SARDINEL DE CONCRETO</b>						
06.01	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO SARDINEL	M2	4.65 PEONES 4.65 OFICIAL	30	3 OPERARIO / 12 PEONES	MEZCLADORA/ VIBRADORA	139.44
06.02	CONCRETO f'c=175 KG/CM2 PARA SARDINEL	M3	2.62 OPERARIO 2.62 OFICIALES 10.48 PEON	16			20.92
06.03	JUNTA CON SELLO ASFALTICO E=1"	M3	1.04 OPERARIO 2.08 PEON	50			17.33

**Tabla 23.** Tabla de sectorización para Sardinela de concreto.

		DE PRESUPUESTO			CON DE APLICACIÓN FILOSOFIA LEAN		
ACTIVIDAD	UND	CUADRILLA	EQUIPO	RENDIMIENTO (UND /DIA)	CUADRILLA	EQUIPO	RENDIMIENTO (UND /DIA)
<b>7.00</b>	<b>GIBAS</b>						
7.01	ACERO DE REFUERZO ESTRUCTURAL FY=4200 KG/C	KG	0.5 OFICIAL 1 OPERARIO	250	6 OPERARIO /14 PEON	MEZCLADORA	60.34
7.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE GIBAS	M2	1 OFICIAL 1 PEON	30			8.84
7.03	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 PARA GIBAS	M3	2 OPERARIO 2 OFICIALES 10 PEON	20			4.23
7.04	JUNTA CON SELLO ASFALTICO E=1"	M	1 OPERARIO 2 PEON	50			3

**Tabla 24.** Tabla de sectorización para Gibas.

		DE PRESUPUESTO			CON DE APLICACIÓN FILOSOFIA LEAN		
ACTIVIDAD	UND	CUADRILLA	EQUIPO	RENDIMIENTO (UND /DIA)	CUADRILLA	EQUIPO	RENDIMIENTO (UND /DIA)
<b>8.00</b>	<b>PINTURA Y SEÑALIZACIÓN VIAL</b>						
8.01	PINTURA DE PAVIMENTO (LINEA CONTINUA)	M2	1 PEON 1 OPERARIO	30	2 OPERARIO / 4 PEONES		83.83
8.02	PINTURA DE PAVIMENTO (SIMBOLOS)	M2	1 PEON 1 OPERARIO	25			63.4
8.03	SEÑALES DE TRANSITO VERTICALES	UND	1 OPERARIO	2			8

**Tabla 25.** Tabla de sectorización para Pintura y señalización vial.

Una vez teniendo las cuadrillas y rendimientos, se demuestra la relación de las actividades para poder completar el trabajo de un sector, nuestro proyecto consta de 3 sectores, iniciando en el cruce de la Avenida Industrial Cayro con Avenida Jesús hasta progresiva 156 m, como segundo sector tenemos desde la progresiva 156 a la 312, y el tercero desde la progresiva 312 hasta el cruce de la Avenida Industrial Cayro con la Avenida Kennedy.



**Figura 42.** Sectorización de la zona

La aplicación del tren de actividades por sector, nos permite el flujo continuo de la ejecución de obra , iniciando con la actividad de demolición de estructuras , siendo estas asfalto , piedra emboquillada , sardinel peraltado ; continuando con el pavimento , que consta de movimiento de tierras, corte de terreno base granular , corte de terreno en sub rasante , conformación y compactación de sub-base y base , cama asiento de arena , acarreo y colocación de adoquines ; dándole paso a la construcción del sardinel y la instalación de gibas ; concluimos el tren de actividades con la pintura y señalización vial.

ACTIVIDAD		DIA 10	DIA 20	DIA 30	DIA 40	DIA 50	DIA 60	DIA 70
4.00	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS							
4.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 2" C/EQUIPO	SEC 1	SEC 2	SEC 3				
4.02	DEMOLICION DE PIEDRA EMBOQUILLADA	SEC 1	SEC 2	SEC 3				
4.03	DEMOLICION DE SARDINEL PERALTADO C/EQUIPO	SEC 1	SEC 2	SEC 3				
4.04	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACIONES Y DEMOLICIONES	SEC 1	SEC 2	SEC 3				
4.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	SEC 1	SEC 2	SEC 3				
5.00	PAVIMENTO							
5.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
5.01.01	CORTE DE TERRENO EN BASE GRANULAR		SEC 1	SEC 2	SEC 3			
5.01.02	CORTE DE TERRENO EN SUB-RASANTE		SEC 1	SEC 2	SEC 3			
5.01.03	TRASLADO DE MATERIAL SELECCIONADO		SEC 1	SEC 2	SEC 3			
5.01.04	MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE E= 15cm		SEC 1	SEC 2	SEC 3			
5.01.05	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-BASE C/EQUIPO		SEC 1	SEC 2	SEC 3			
5.01.06	CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR C/EQUIPO		SEC 1	SEC 2	SEC 3			
5.02	PAVIMENTO ARTICULADO							
5.02.01	CAMA DE ASIEN TO CON ARENA E=5cm			SEC 1	SEC 2	SEC 3		
5.02.02	ACARREO DE ADOQUINES 50M-D<100M			SEC 1	SEC 2	SEC 3		
5.02.03	COLOCADO DE ADOQUIN DE CONCRETO f'c=420 kg/cm2 (10x20x8cm)			SEC 1	SEC 2	SEC 3		
5.02.04	ARENADO Y BARRIDO SUPERFICIAL EN ADOQUINADO			SEC 1	SEC 2	SEC 3		
6.00	SARDINEL DE CONCRETO							
6.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SARDINEL				SEC 1	SEC 2	SEC 3	
6.02	CONCRETO f'c=175 KG/CM2 PARA SARDINEL				SEC 1	SEC 2	SEC 3	
6.03	JUNTA CON SELLO ASFALTICO E=1"				SEC 1	SEC 2	SEC 3	
7.00	GIBAS							
7.01	ACERO DE REFUERZO ESTRUCTURAL FY=4200 KG/CM2					SEC 1	SEC 2	SEC 3
7.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE GIBAS					SEC 1	SEC 2	SEC 3
7.03	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 PARA GIBAS					SEC 1	SEC 2	SEC 3
7.04	JUNTA CON SELLO ASFALTICO E=1"					SEC 1	SEC 2	SEC 3
8.00	PINTURA Y SEÑALIZACION VIAL							
8.01	PINTURA DE PAVIMENTO (LINEA CONTINUA)					SEC 1	SEC 2	SEC 3
8.02	PINTURA DE PAVIMENTO (SIMBOLOS)					SEC 1	SEC 2	SEC 3
8.03	SEÑALES DE TRANSITO VERTICALES					SEC 1	SEC 2	SEC 3

**Tabla 26.** Tabla de tren de actividades.

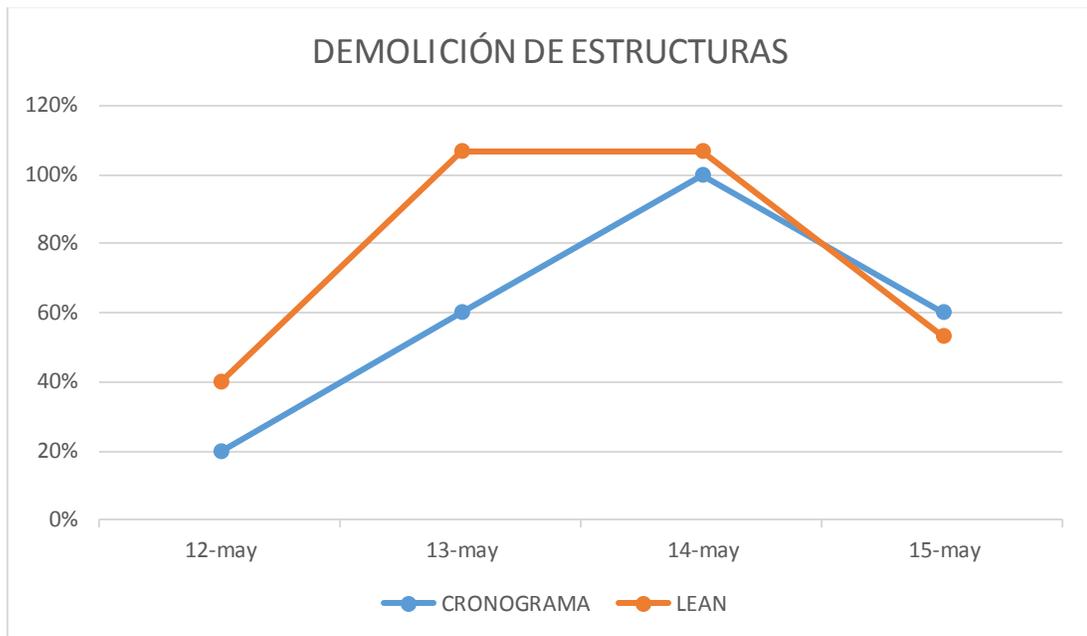
#### 4.3.6. Curva de Rendimiento

Las curvas de rendimiento, reflejan la productividad respecto a los días evaluados, hemos seleccionado por actividad, el rendimiento real en obra, para poder comparar el rendimiento propuesto por Lean y el rendimiento de acuerdo al cronograma presentado con el expediente de obra ; todos estos relacionados directamente al último ya mencionado , teniendo como 100% el rendimiento de cronograma, tenemos que el rendimiento real es menor y muy pocas veces mayor al programado , pero en su mayoría es menor al rendimiento recomendado en la metodología Lean Construction . Por lo que estos son los análisis que obtuvimos en las partidas del presupuesto:

□ Demolición de Estructuras

DEMOLICION DE ESTRUCTURAS		
FECHA	CRONOGRAMA	LEAN
12-May	20%	40%
13-May	60%	107%
14-May	100%	107%
15-May	60%	53%

**Tabla 27.** Rendimiento según Lean



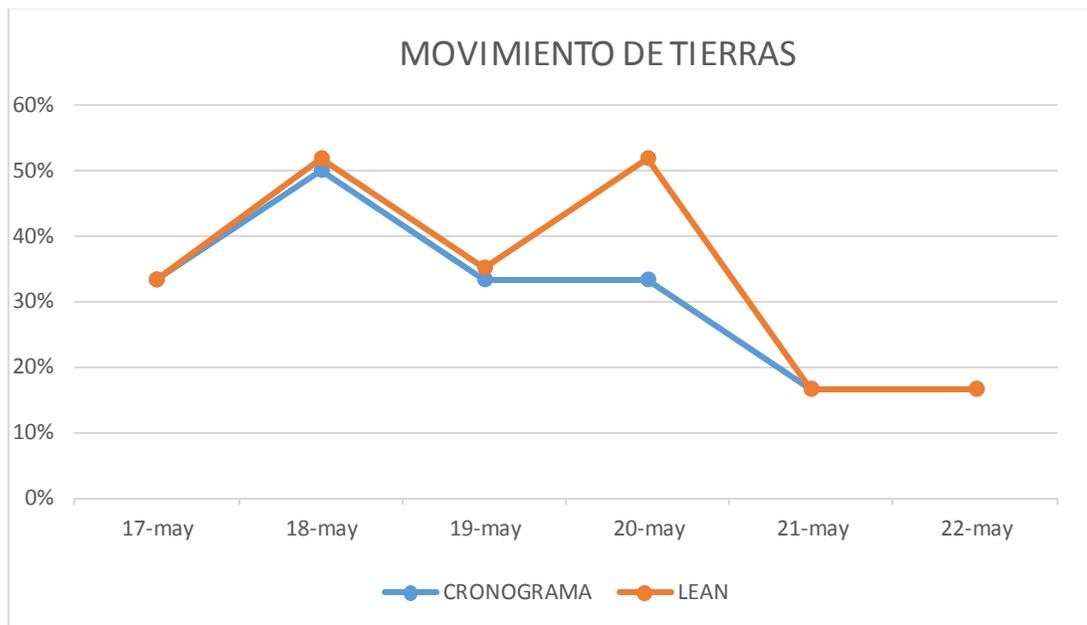
**Figura 43.** Curvas de rendimiento.

En la actividad de Demolición de Estructuras, podemos observar que los rendimientos lean están por encima del presupuestado, lo que nos indica que el avance será más rápido, en sumatoria por metrados tenemos que con Lean , demoran 4 días en terminar los trabajos en ese sector .

□ Movimiento de tierras

MOVIMIENTO DE TIERRAS		
FECHA	CRONOGRAMA	LEAN
17-May	33%	33%
18-May	50%	52%
19-May	33%	35%
20-May	33%	52%
21-May	17%	17%
22-May	17%	17%

**Tabla 28.** Rendimientos de movimiento de tierras.



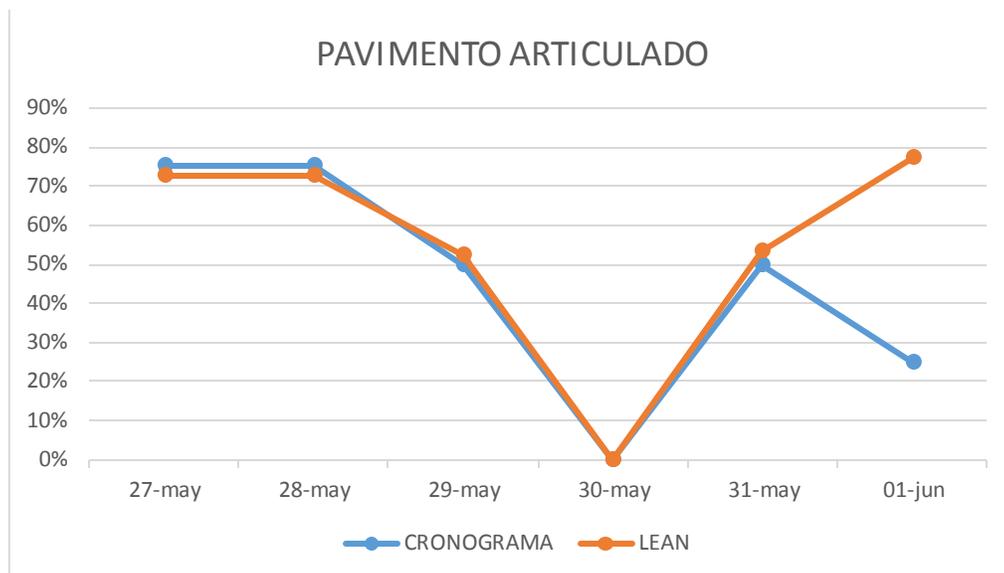
**Figura 44.** Curvas de rendimiento movimiento de tierras.

En esta partida de movimiento de tierras, analizada también por una semana, tenemos que los rendimientos lean es mayor respecto al programado y la duración la misma. En esta parte de mayor intervención de equipo pesado, se reemplazó a los peones por operarios y una maquinaria, para así poder culminar lo más antes posible los metrados comprometidos.

□ Pavimento Articulado

PAVIMENTO ARTICULADO		
FECHA	CRONOGRAMA	LEAN
27-May	75%	73%
28-May	75%	73%
29-May	50%	52%
30-May	0%	0%
31-May	50%	54%
1-Jun	25%	77%

**Tabla 29.** Rendimiento de pavimento articulado.



**Figura 45.** Curva de rendimiento de pavimento articulado.

Para pavimento articulado, tenemos que los rendimientos lean y programado inicialmente, son muy similares, teniendo una pequeña ventaja Lean, ya que se desarrolla por sectores y nos dará un avance más productivo sin restricciones.

Tenemos que los días domingos el rendimiento está en cero, ya que este día no se trabaja, los días lunes, viernes y sábados, nuestro personal tiene un rendimiento bajo , esto sucede por la falta de concentración en el trabajo.

#### **4.3.7. Planificación Maestra**

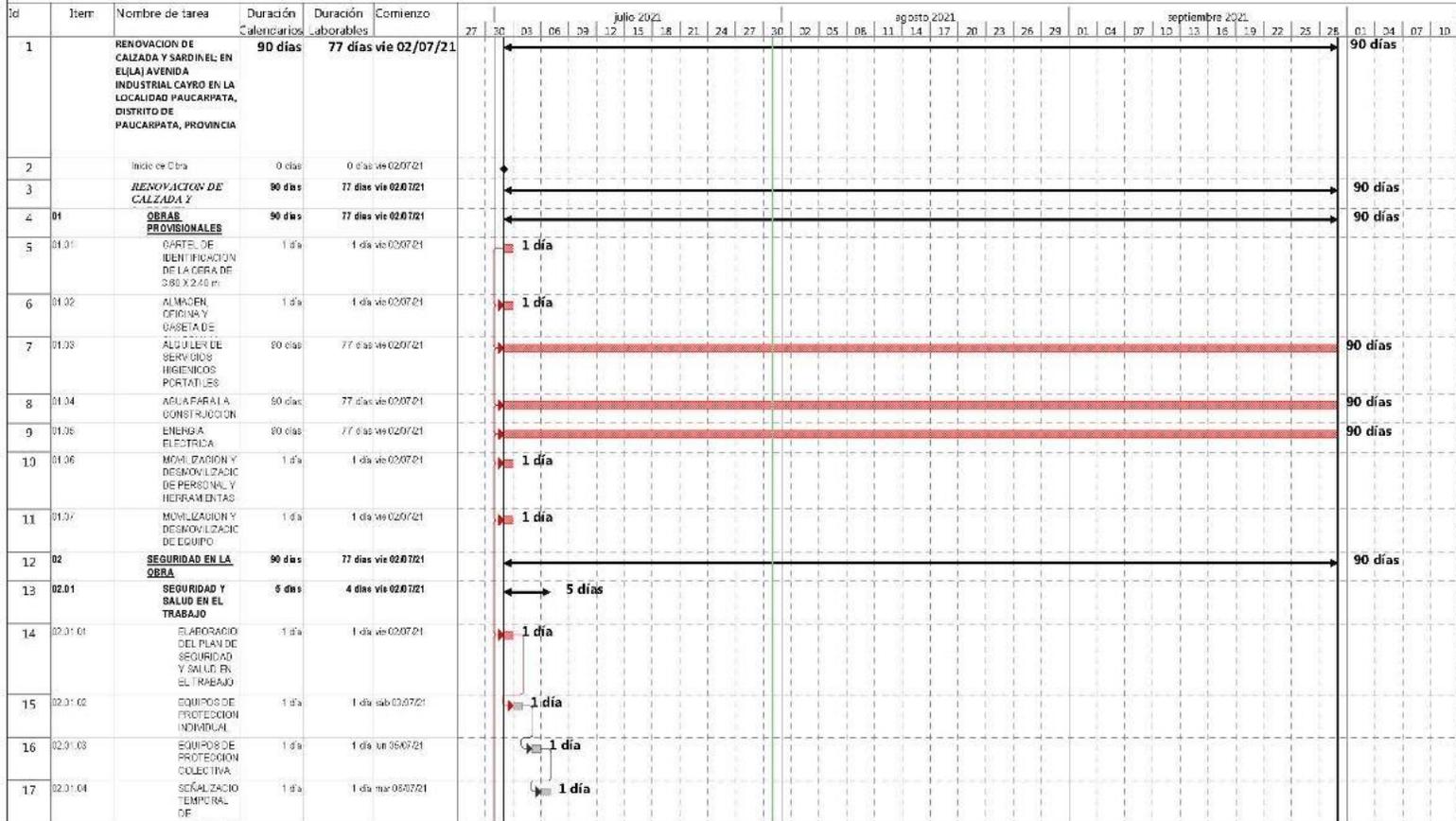
Esta viene a ser la planificación para todo el proyecto, abarca un análisis en el cual se desarrollan estrategias de ejecución en nuestro proyecto. En esta se ven las actividades, mas no representa el flujo de requerimientos, solo la relación entre actividades. Esta planificación puede recibir modificaciones de acuerdo al avance del proyecto.

Para las actividades de estudio se analizó las partidas que comprenden la ejecución del proyecto las cuales son: Obras preliminares, Demolición de estructuras, pavimentos (movimiento de tierras y pavimento articulado) sardinel de concreto, Gibas, Pintura y señalización vial y varios.

Cronograma según el expediente técnico.

PROGRAMACION DE OBRA - DIAGRAMA GANTT

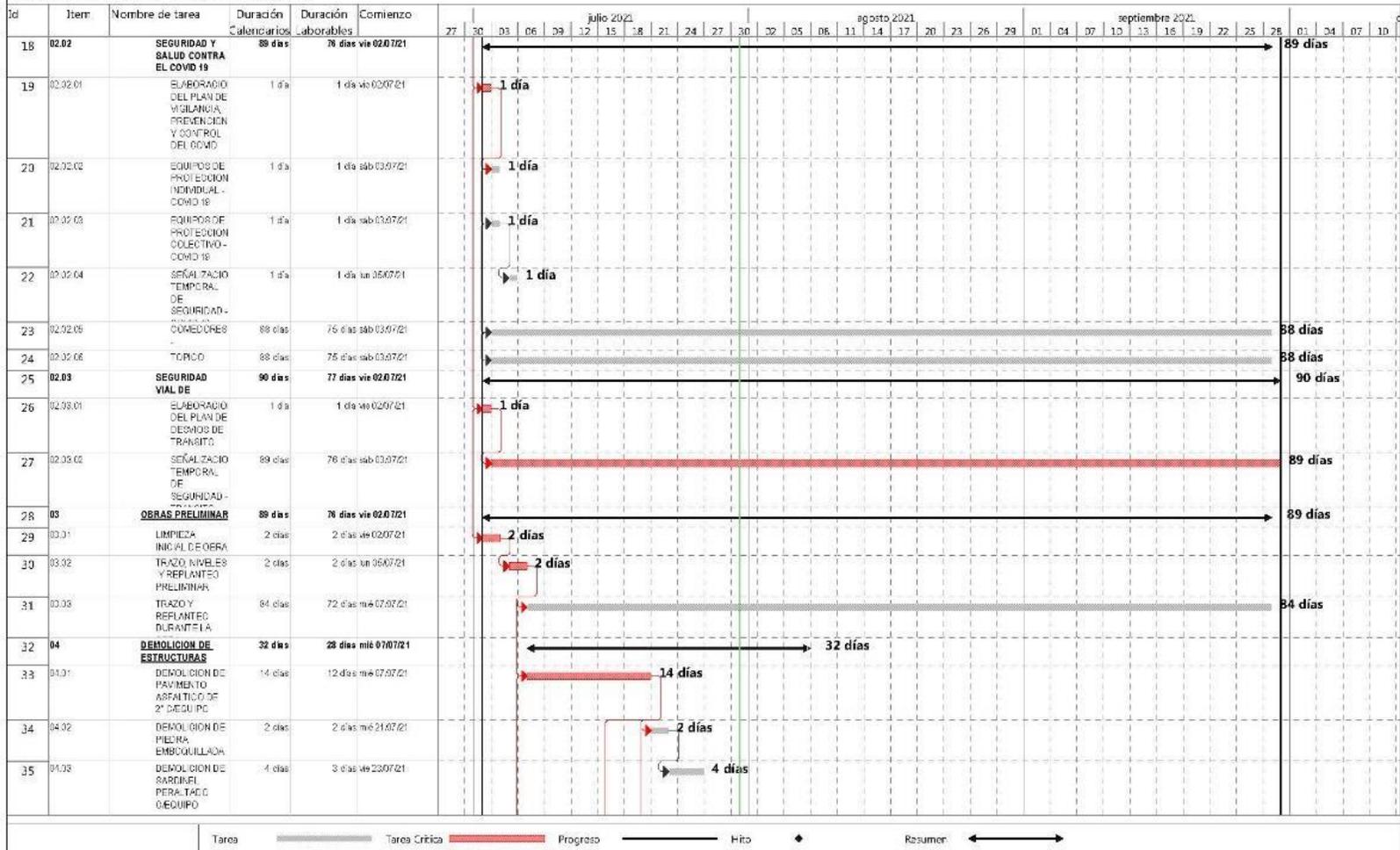
Obra: RENOVACION DE CALZADA Y SARDINEL EN EL(LA) AVENIDA INDUSTRIAL CAYRO EN LA LOCALIDAD PAUCARPATA, DISTRITO DE PAUCARPATA, PROVINCIA  
 Ubicación: PAUCARPATA - ARQUIPA - ARQUIPA



Tarea [Barra gris] Tarea Critica [Barra roja] Progreso [Barra negra] Hito [Diamante] Resumen [Barra con flechas]

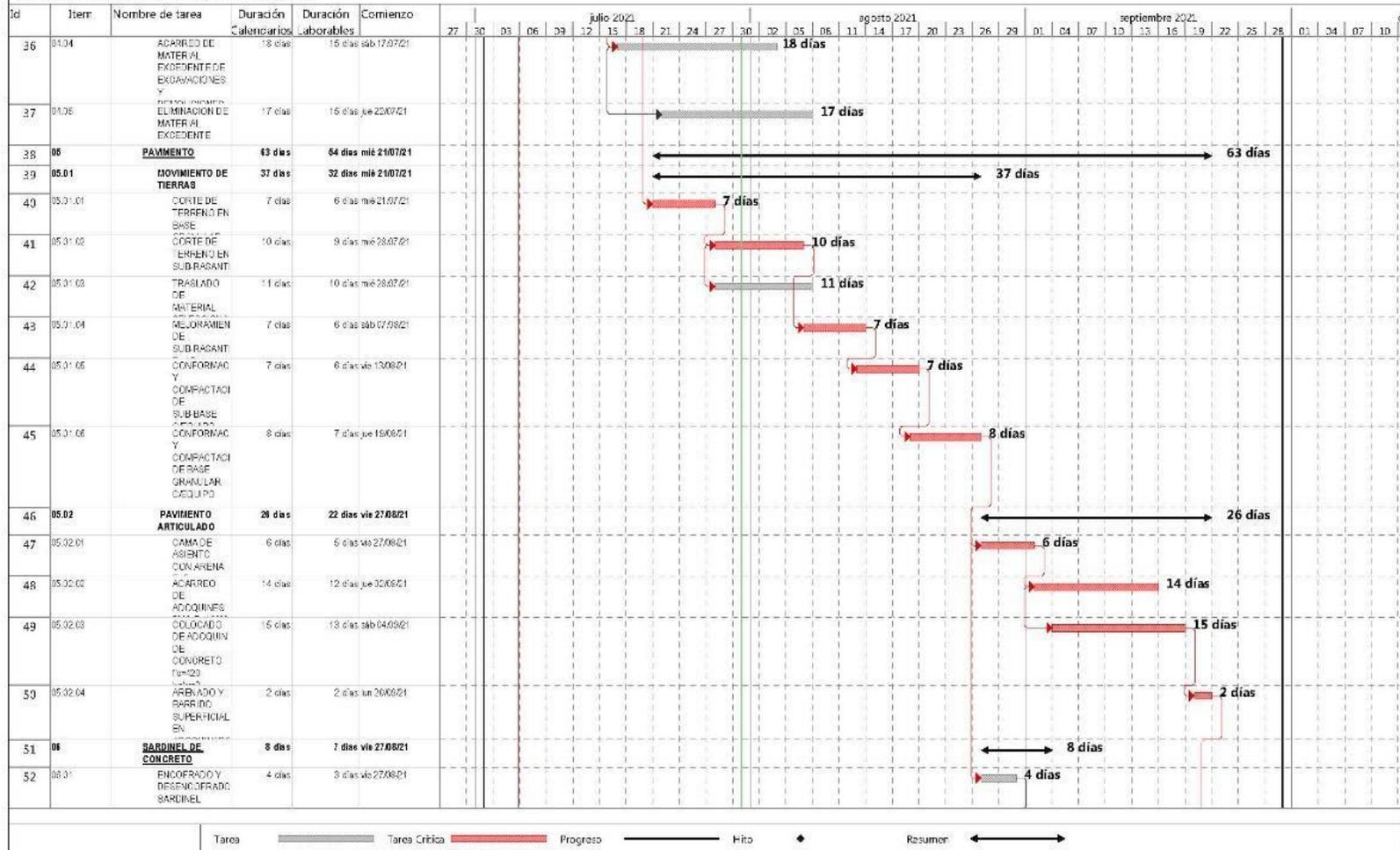
PROGRAMACION DE OBRA - DIAGRAMA GANTT

Obra: RENOVACION DE CALZADA Y SARDINEL EN EL(LA) AVENIDA INDUSTRIAL GAYRO EN LA LOCALIDAD PAUCARPATA, DISTRITO DE PAUCARPATA, PROVINCIA.  
 Ubicación: PAUCARPATA - AREQUIPA - AREQUIPA



PROGRAMACION DE OBRA - DIAGRAMA GANTT

Obra: RENOVACION DE CALZADA Y SARDINEL EN EL(LA) AVENIDA INDUSTRIAL CAYRO EN LA LOCALIDAD PAUCARPATA, DISTRITO DE PAUCARPATA, PROVINCIA.  
 Ubicación: PAUCARPATA - AREQUIPA - AREQUIPA.





En la figura se observa de manera completa el diagrama de Gantt del proyecto, la cual tiene una duración de 90 días calendario. Extraído del expediente técnico.

Las actividades más representativas que están dentro de nuestra obra son:

- Demolición de pavimento asfáltico de 2”
- Demolición de sardinel peraltado C/Equipo
- Corte de terreno en base granular
- Mejoramiento de sub-rasante
- Conformación y compactación de la base granular
- Cama de asiento con arena E=5cm
- Encofrado y desencofrado de sardinel
- Concreto F´C=175 KG/CM<sup>2</sup> para sardinel
- Acero de refuerzo estructural para colocación de Gibas
- Concreto F´C=280 KG/CM<sup>2</sup>
- Pintura de pavimento
- Señales de tránsito verticales

N°	Ítem	Partida	Unidad	Dependencia
1	03.01	Limpieza inicial de obra	M2	-
2	03.02	Trazo niveles y replanteo	M2	1
4	03.03	Trazo y replanteo en obra	M2	2
5	04.01	Demolición de pavimento asfáltico de 2" c/equipo	M2	1
6	04.02	Demolición de piedra emboquillada	M2	5
7	04.03	Demolición de sardinel peraltado c/equipo	M	6
8	04.04	Acarreo de material excedente de excavaciones y demoliciones	M3	5
9	04.05	Eliminación de material excedente	M3	8
10	05.01.01	Corte de terreno en base granular	M3	5
11	05.01.02	Corte de terreno en sub-rasante	M3	10
12	05.01.03	Traslado de material seleccionado	M3	10
13	05.01.04	Mejoramiento de sub-rasante E=15cm	M2	11
14	05.01.05	Conformación y compactación de sub-base	M2	13
15	05.01.06	Conformación y compactación de base granular	M2	13
16	05.02.01	Cama de asiento con arena e=5cm	M2	15
17	05.02.02	Acarreo de adoquines 50m<d<100m	UND	16
18	05.02.03	Colocado de adoquín de concreto f <sub>c</sub> =420 kg/cm <sup>2</sup> (10x20x8cm)	M2	17
19	05.02.04	Arenado y barrido superficial en adoquinado	M2	18
20	06.01	Encofrado y desencofrado sardinel	M2	15
21	06.02	Concreto f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup> para sardinel	M3	20
22	06.03	Junta con sello asfáltico e=1"	M	21
23	07.01	Acero de refuerzo estructural f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>	KG	22
24	07.02	Encofrado y desencofrado de gibas	M2	23
25	07.03	Concreto f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup> para gibas	M3	24
26	07.04	Junta con sello asfáltico e=1"	M	25
27	08.01	Pintura de pavimento (línea continua)	M2	19
28	08.02	Pintura de pavimento (símbolos)	M2	27
29	08.03	Señales de tránsito verticales	UND	28
30	09.01	Mantenimiento buzones de concreto	GLB	26
31	09.02	Mantenimiento de drenajes pluviales y/o alcantarillas	GLB	30
32	09.03	Mitigación de impacto ambiental	GLB	5

**Figura 47.** Dependencia de partidas.

En la tabla se describe las partidas de estudio con su dependencia para la ejecución según el número asignado.

Obtenida la relación de dependencia con la ayuda del estudio del expediente técnico se procedió a estimar la duración de las actividades en periodos laborales que se necesita para la ejecución.

N°	Ítem	Partida	Unidad	Duración estimada en días
1	03.01	Limpieza inicial de obra	M2	2
2	03.02	Trazo niveles y replanteo	M2	2
4	03.03	Trazo y replanteo en obra	M2	84
5	04.01	Demolición de pavimento asfáltico de 2" c/equipo	M2	14
6	04.02	Demolición de piedra emboquillada	M2	2
7	04.03	Demolición de sardinel peraltado c/equipo	M	4
8	04.04	Acarreo de material excedente de excavaciones y demoliciones	M3	17
9	04.05	Eliminación de material excedente	M3	18
10	05.01.01	Corte de terreno en base granular	M3	7
11	05.01.02	Corte de terreno en sub-rasante	M3	10
12	05.01.03	Traslado de material seleccionado	M3	11
13	05.01.04	Mejoramiento de sub-rasante E=15cm	M2	7
14	05.01.05	Conformación y compactación de sub-base	M2	7
15	05.01.06	Conformación y compactación de base granular	M2	8
16	05.02.01	Cama de asiento con arena e=5cm	M2	6
17	05.02.02	Acarreo de adoquines 50m<d<100m	UND	14
18	05.02.03	Colocado de adoquín de concreto f'c=420 kg/cm <sup>2</sup> (10x20x8cm)	M2	15
19	05.02.04	Arenado y barrido superficial en adoquinado	M2	2
20	06.01	Encofrado y desencofrado sardinel	M2	4
21	06.02	Concreto f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> para sardinel	M3	3
22	06.03	Junta con sello asfáltico e=1"	M	1
23	07.01	Acero de refuerzo estructural f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>	KG	1
24	07.02	Encofrado y desencofrado de gibas	M2	1
25	07.03	Concreto f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> para gibas	M3	1
26	07.04	Junta con sello asfáltico e=1"	M	1
27	08.01	Pintura de pavimento (línea continua)	M2	2
28	08.02	Pintura de pavimento (símbolos)	M2	2
29	08.03	Señales de tránsito verticales	UND	2
30	09.01	Mantenimiento buzones de concreto	GLB	7
31	09.02	Mantenimiento de drenajes pluviales y/o alcantarillas	GLB	7
32	09.03	Mitigación de impacto ambiental	GLB	65

**Figura 48.** Duración estimada

El last planner system propone una programación mediante hitos, sin entrar a detalles como si fuese una programación tradicional, estos hitos se usan para definir las fechas de inicio y fin. Para que estas fechas se respeten el last planner tiene más herramientas para el desarrollo de una planificación más detallada.

El proyecto en estudio tiene las fecha de inicio el 12 de mayo del 2021, tiene una duración de 3 meses aproximadamente, la fecha de fin se seria el 09/08/20201 en el cronograma de hitos se visualiza las diversas tareas del proyecto.

#### Programación maestra del proyecto

ACTIVIDADES	DURACION (DIAS)	PERIODO MENSUAL					
		12/05/2021	31/05/2021	30/06/2021	31/07/2021	31/08/2021	31/09/2021
OBRAS PRELIMINARES	76	4					
DEMOLICION DE ESTRUCTURAS	28	20	8				
PAVIMENTO	54				54		
MOVIMIENTO DE TIERRAS	32		22	10			
PAVIMENTO ARTICULADO	22			4 dias		18	
SARDINEL DE CONCRETO	7			4 dias		3	
GIBAS	4					4	
PINTURA Y SEÑALIZACION	6						6

**Tabla 30.** Cuadro de plan semanal.

En el diagrama anterior programación maestra se define como un plan detallado y temporizado en el cual vemos la duración de cada partida.

#### 4.3.8 Lookahead

Es una herramienta la cual nos permite tener una planificación y control del avance de obra , con informacion que hemos recolectado gracias a otras herramientas , pequeñas pero de vital importancia para la programación y un flujo continuo bastante optimo para una obra de construccion donde lo mas importante es la calidad de producto con buenos rendimientos.

La elaboracion del Lookahead es mediante la sectorizacion , como ya mencionamos anteriormente en nuestra tesis, dividimos nuestra via , en 3 sectores, donde se trabajara de forma simultanea por diferentes cuadrillas generando un tren de actividades, como se muestra acontinuacion en un cronograma basico , teniendo el mismo inicio real de obra, 12 de mayo , con la diferencia de rendimientos diario , por lo tanto que la ejecucion por partida es mas rapida y con un flujo continuo.

DESCRIPCION DE PARTIDA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	10-May	11-May	12-May	13-May	14-May	15-May	16-May	17-May	18-May	19-May	20-May	21-May	22-May	23-May	24-May
<b>OBRAS PROVISIONALES</b>							/								/
<b>SEGURIDAD EN LA OBRA</b>							/								/
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>							/								/
<b>DEMOLICION DE ESTRUCTURAS</b>							/								/
DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 2" C/EQUIPO			S1	S1			/								/
DEMOLICION DE PIEDRA EMBOQUILLADA					S1		/								/
DEMOLICION DE SARDINEL PERALTADO C/EQUIPO					S1		/								/
ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACIONES Y DEMOLICIONES			S1	S1	S1		/								/
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE			S1	S1	S1		/								/
<b>PAVIMENTO</b>							/								/
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>							/								/
CORTE DE TERRENO EN BASE GRANULAR							/	S1	S1						/
CORTE DE TERRENO EN SUB-RASANTE							/	S1	S1	S1					/
TRASLADO DE MATERIAL SELECCIONADO							/	S1	S1	S1					/
MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE E= 15cm							/					S1			/
CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-BASE C/EQUIPO							/						S1		/
CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR C/EQUIPO							/								/
<b>PAVIMENTO ARTICULADO</b>							/								/
CAMA DE ASIENTO CON ARENA E=5cm							/								/
ACARREO DE ADOQUINES 50M<D<100M							/								/
COLOCADO DE ADOQUIN DE CONCRETO Fc=420 kg/cm2 (10x20x8cm)							/								/
ARENADO Y BARRIDO SUPERFICIAL EN ADOQUINADO							/								/
<b>SARDINEL DE CONCRETO</b>							/								/
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SARDINEL							/								/
CONCRETO Fc=175 KG/CM2 PARA SARDINEL							/								/
JUNTA CON SELLO ASFALTICO E=1"							/								/
<b>GIBAS</b>							/								/
ACERO DE REFUERZO ESTRUCTURAL FY=4200 KG/CM2							/								/
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE GIBAS							/								/
CONCRETO Fc=280 kg/cm2 PARA GIBAS							/								/
JUNTA CON SELLO ASFALTICO E=1"							/								/
<b>PINTURA Y SEÑALIZACION VIAL</b>							/								/
PINTURA DE PAVIMENTO (LINEA CONTINUA)							/								/
PINTURA DE PAVIMENTO (SIMBOLOS)							/								/
SEÑALES DE TRANSITO VERTICALES							/								/
<b>VARIOS</b>							/								/
MANTENIMIENTO DE BUZONES DE CONCRETO							/								/
MANTENIMIENTO DE DRENAJE PLUVIALES Y/O ALCANTARILLAS							/								/

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	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					
25-May	26-May	27-May	28-May	29-May	30-May	31-May	1-Jun	2-Jun	3-Jun	4-Jun	5-Jun	6-Jun	7-Jun	8-Jun	9-Jun	10-Jun	11-Jun	12-Jun	13-Jun	14-Jun	15-Jun	16-Jun	17-Jun	18-Jun	19-Jun	20-Jun	21-Jun	22-Jun	23-Jun	24-Jun	25-Jun	26-Jun	27-Jun	28-Jun	29-Jun	30-Jun	1-Jul	2-Jul	3-Jul	4-Jul	5-Jul					
					/						/							/						/							/							/								
					/						/							/						/							/								/							
					/						/							/						/							/								/							
		S2	S2		/						/						S3	S3	/				/							/								/								
				S2	/						/								S3	/				/						/								/								
			S2	S2	/	S2					/								S3	S3	S3	/			/					/								/								
			S2	S2	/	S2					/								S3	S3	S3	/			/					/								/								
					/						/								/					/						/									/							
					/		S2	S2			/									S3	S3	/			/					/								/								
					/	S2	S2	S2			/									S3	S3	S3	/			/				/								/								
					/		S2	S2	S2		/									S3	S3	S3	/			/				/								/								
					/			S2			/									S3	S3	S3	/			/				/								/								
S1	S1				/						/	S2	S2						/					/					S3	S3	/							/								
		S1	S1		/						/						S2	S2	/					/						S3	/								/							
		S1	S1	S1	/	S1	S1	S1			/						S2	S2	S2	S2	S2	/			/					S3	/						S3	S3	S3	S3	/					
		S1	S1	S1	/	S1	S1	S1			/						S2	S2	S2	S2	S2	/			/					S3	/						S3	S3	S3	S3	/					
					/		S1				/									S2	/			/						/										S3	/					
					/			S1			/										S2	/			/					/															S3	/
					/				S1		/										S2	/			/					/																
					/					S1	/										S2	/			/					/																
					/						S1	/									S2	/			/					/																
					/							S1	/								S2	/			/					/																
					/								S1	/							S2	/			/					/																
					/									S1	/						S2	/			/					/																
					/										S1	S1					/			/					S2	S2	/															
					/											S1	S1				/			/					S2	S2	/															



Como se puede observar , aplicando nuestra metodología y herramientas de Lean Construction, tenemos una duracion de obra de 61 días ,la cual es mucho menor a la presupuestada por 90 días.

Esto debido al mayor rendimiento de las cuadrillas ideales para cada sector, haciendo que cada actividad tenga menor duración , en el Lookahead , realizamos una programacion por 4 semanas ,la cual se controla el avance semanalmente.

A continuacion analizamos un extracto de 4 semanas de las actividades realizadas , en proceso de ejecucion y las que estan por ejecutar, en el rango de esas semanas; lo cual nos llevara a tener un control de rendimiento programado y real por día , el cual nos muestra un avance acumulado al final de la semana , asimismo si se tendria una reprogramacion tambien puede ser representada en el cuadro para seguir teniendo el control de avance y hacer seguimiento a las restricciones que se presenten.

SEMANA : 5/07/2019 AL 11/07/2019

Item	Descripcion de Actividad	UND	METRADO PRESUPUESTADO	Metrado por Sector	Quantity Looka head (Logros)	QTY to Date( acumulado a la fecha)	Metrado pendiente a la fecha	Acumulado %	Falta ejecutar %	Avance o retraso	Metrado Reprogramado	Metrado Real Reprogramado Ejecutado	Duracion Reprogramado	Fecha inicio Reprogramado	Fecha fin Reprogramado				
																FRI		SAT	
																28/05/2021		28/05/2021	
																PLAN	REAL	PLAN	REAL
	<b>DEMOLICION DE ESTRUCTURAS</b>																		
	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 2" C/ EQUIPO	M2	3,489.10	581.52	872.28	872.28	2,616.82	25.00%	75.00%	-50.00%							290.76	290.76	
	DEMOLICION DE PIEDRA EMBOQUILLADA	M2	1,091.55	363.85	727.70	727.70	363.85	66.67%	33.33%	-33.33%								363.85	363.85
	DEMOLICION DE SARDINEL PERALTADO C/ EQUIPO	M	830.53	276.84	553.69	553.69	276.84	66.67%	33.33%	-33.33%								276.84	276.84
	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACIONES Y DEMOLICIONES	M3	3,628.64	403.18	806.36	806.36	2,822.28	22.22%	77.78%	-55.56%							134.39	134.39	134.39
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	3,628.64	403.18	806.36	806.36	2,822.28	22.22%	77.78%	-55.56%							134.39	134.39	134.39
	<b>PAVIMENTO</b>																		
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>																		
	CORTE DE TERRENO EN BASE GRANULAR	M3	929.88	154.98	309.96	309.96	619.92	33.33%	66.67%	-33.33%									
	CORTE DE TERRENO EN SUB-RASANTE	M3	1,766.77	196.30	503.85	503.85	1,262.92	28.52%	71.48%	-42.96%									
	TRASLADO DE MATERIAL SELECCIONADO	M3	2,975.62	30.62	301.13	301.13	2,674.49	10.12%	89.88%	-79.76%									
	MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE E= 15cm	M2	4,649.40	1,549.67	1,549.67	1,549.67	3,099.73	33.33%	66.67%	-33.34%									
	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-BASE C/ EQUIPO	M2	4,649.40	774.90	774.90	774.90	3,874.50	16.67%	83.33%	-66.67%									
	CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR C/ EQUIPO	M2	4,649.40	774.90	774.90	774.90	3,874.50	16.67%	83.33%	-66.67%									
	<b>PAVIMENTO ARTICULADO</b>																		
	CAMA DE ASIENTO CON ARENA E=5cm	M2	4,512.90	752.15	2,256.45	2,256.45	2,256.45	50.00%	50.00%	0.00%							752.15	752.15	
	ACARREO DE ADOQUINES 50M-D-100M	UND	239,183.70	19,973.64	39,947.28	39,947.28	199,236.42	16.70%	83.30%	-66.60%							3,994.73	3,994.73	3,994.73
	COLOCADO DE ADOQUIN DE CONCRETO Fc=420 kg/cm2 (10x20x8cm)	M2	4,512.90	376.08	752.16	752.16	3,760.74	16.67%	83.33%	-66.67%							75.22	75.22	75.22
	ARENADO Y BARRIDO SUPERFICIAL EN ADOQUINADO	M2	4,512.90	1,504.30	3,008.60	3,008.60	1,504.30	66.67%	33.33%	-33.33%							-	-	-
	<b>SARDINEL DE CONCRETO</b>																		
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SARDINEL	M2	418.32	139.44	139.44	139.44	278.88	33.33%	66.67%	-33.33%							-	-	-
	CONCRETO Fc=175 KG/CM2 PARA SARDINEL	M3	62.75	20.92	20.92	20.92	41.83	33.33%	66.67%	-33.33%							-	-	-
	JUNTA CON SELLO ASFALTICO E=1"	M	52.00	17.33	17.33	17.33	34.67	33.33%	66.67%	-33.33%							-	-	-
	<b>GIBAS</b>																		
	ACERO DE REFUERZO ESTRUCTURAL Fy=4200 KG/CM2	KG	181.02	60.34	60.34	60.34	120.68	33.33%	66.67%	-33.33%							-	-	-
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE GIBAS	M2	26.52	8.84	8.84	8.84	17.68	33.33%	66.67%	-33.33%							-	-	-
	CONCRETO Fc=280 kg/cm2 PARA GIBAS	M3	12.69	4.23	4.23	4.23	8.46	33.33%	66.67%	-33.33%							-	-	-
	JUNTA CON SELLO ASFALTICO E=1"	M	9	3.00	3.00	3.00	6.00	33.33%	66.67%	-33.33%							-	-	-
	<b>PINTURA Y SEÑALIZACION VIAL</b>																		
	PINTURA DE PAVIMENTO (LINEA CONTINUA)	M2	251.50	83.83	83.83	83.83	167.67	33.33%	66.67%	-33.33%							-	-	-
	PINTURA DE PAVIMENTO (SIMBOLOS)	M2	190.21	63.40	63.40	63.40	126.81	33.33%	66.67%	-33.33%							-	-	-
	SENALES DE TRANSITO VERTICALES	UND	24.00	8.00	8.00	8.00	16.00	33.33%	66.67%	-33.33%							-	-	-





Podemos ver el análisis desde el día 28 de Mayo al 24 de Junio, donde se presenta un día feriado, con avance cero, como en los días domingos; de acuerdo a la planificación de tren de actividades, realizada en 3 sectores , el avance real debería ser homogéneo por día , con una pequeña diferencia, ya que se cuenta con las cuadrillas necesarias para ejercer el rendimiento recomendado por Lean.

Hemos representado el avance que nos debe dar al aplicar las diferentes metodologías de lean construction para poder organizar y planificar el avance cada 4 semanas, aquí nos refleja el porcentaje de avance , porcentaje que falta ejecutar y el porcentaje de retraso por partida .

Para tener una información más detallada y específica por semana, se utiliza la Programación Semanal, donde el supervisor exige el cumplimiento a sus obreros , con información más cercana , existe menos probabilidad de fallar a esta planificación ; esta se realiza por lo general cada fin de jornada semanal , para poder tener claro lo que se realizara al retomar el trabajo después del fin de semana.

Para tener una información más detallada y específica por semana, se utiliza la Programación Semanal, donde el supervisor exige el cumplimiento a sus obreros, con información más cercana, existe menos probabilidad de fallar a esta planificación; esta se realiza por lo general cada fin de jornada semanal, para poder tener claro lo que se realizara al retomar el trabajo después del fin de semana

Para tener una información más detallada y específica por semana, se utiliza la Programación Semanal, donde el supervisor exige el cumplimiento a sus obreros, con información más cercana, existe menos probabilidad de fallar a esta planificación ; esta se realiza por lo general cada fin de jornada semanal , para poder tener claro lo que se realizara al retomar el trabajo después del fin de semana

#### 4.3.8.1. Plan de trabajo semanal

PLAN SEMANAL											
MEJORAMIENTO DE LA CALZADA Y SARDINEL DE LA AVENIDA INDUSTRIAL CAYRO					PAUCARPATA/ AREQUIPA						
MINICIPALIDAD DE PAUCARPATA											
CODIGO	DESRIPCION DE LA ACTIVIDAD	Und	METRADO TOTAL	METRADO PROGRAMADO	JUNIO						
					SEMANA 5						
					L	M	M	J	V	S	D
					7	8	9	10	11	12	13
SECTOR 1	PINTURA DE PAVIMENTO (LINEA CONTINUA)	M2	83.83	83.83					83.83		
	PINTURA DE PAVIMENTO (SIMBOLOS)	M2	63.40	63.40					63.40		
	SEÑALES DE TRANSITO VERTICALES	UND	8.00	8.00					8.00		
SECTOR 2	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-BASE C/EQUIPO	M2	1549.80	1549.80	774.9	774.9					
	CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR C/EQUIPO	M2	1549.80	1549.80			774.9	774.9			
	CAMA DE ASIENTO CON ARENA	M2	1504.30	752.20					376.1	376.1	
	ACARREO DE ADOQUINES	M2	79727.90	39864.00					19932	19932	
	COLOCADO DE ADOQUIN DE CONCRETO	UND	1504.30	752.20					376.1	376.1	
	ARENADO Y BARRIDO SUPERFICIAL EN ADOQUINADO	M2	1504.30	7522.00					3761	3761	
SECTOR 3	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO	M2	309.96	206.64					103.3	103.3	
	DEMOLICION DE PIEDRA ENBOQUILLADA	M2	363.85	365.85						365.9	
	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE	M2	1209.55	604.77					604.8		
	ELIMINACION DE MATERIAL	M2	1209.55	604.77						604.8	

**Figura 50.** Plan semanal.

Este cuadro de plan de trabajo semanal nos permite verificar en campo las actividades realizadas, aquí podemos ver cuáles son las que aún no están culminadas, con ayuda del capataz o líder de grupo verificamos a que se deben estos retrasos, luego de verificar lo programado en el avance semanal con lo real se elabora un plan con los ingenieros a cargo para poder cumplir con lo programado en la semana anterior y establece nuevos compromisos para las siguientes semanas.

#### 4.3.8.2. Análisis de restricción

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES							
PROYECTO:	RENOVACION DE LA CALZADA EN AVENIDA INDUSTRIAL CAYRO			NUMERO DE SEMANA:			
CLIENTE:	MUNICIPALIDAD DE PAUCARPATA			FECHA:	03/08/2021		
COD.	RESTRICCION	RESPONSABLE	PLAN DE ACCION	FECHA ACORDADA	CHECK	FECHA REAL (REPROGRAMADA)	DIAS DE ATRASO
1	Area de sector 3 , ocupada	Hospital Essalud	Liberar area	19/07/2021		05-ago	-17.00
2	Falta de adoquines	Administrador	Llevar el total de adoquines a obra	13-jul		04-ago	-22.00
4	Falta de equipos para realizar corte en la calzada	Municipalidad	realizar requerimiento	17-jul		05-ago	-19.00
5	falta de agregados	Municipalidad	realizar requerimiento	20-jul		05-ago	-16.00

**Figura 51.** Análisis de restricciones

En la figura anterior podemos observar las principales restricciones que se da en nuestro proyecto en la cual observamos que una de estas es la falta de liberación de área la cual se encuentra ocupada por el hospital, este cuadro nos ayuda a identificar cual es el tiempo de retraso en días el cual en nuestras restricciones encontramos las siguientes:

Área de sector 3, ocupada: 17 días

Falta de adoquines: 22 días

Falta de equipos para realizar corte en la calzada: 19 días

Falta de agregados: 16 días

CATALOGO DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO				
CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	PROGRAMACION	LOGISTICA	CONTROL DE CALIDAD (QA/QC)	EXTERNOS
DESCRIPCION	programacion , problemas con el proveedor , mala asignacion de recursos	Materiales pedidos con anticipacion que aun no son enviados a obra	Falta de planos , errores en ingenieria	cambios climaticos o causas extraordinarias
CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	CLIENTE/SUPERVISIÓN	ERRORES DE EJECUCION	SUBCONTRATAS	
DESCRIPCION	Falta de liberacion del area, cambio en la ingenieria , informacion incompleta	Retrabajos en el proceso constructivo	retrasos o incumplimientos	
CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	EQUIPOS	ADMINISTRATIVOS		
DESCRIPCION	Mantenimiento de equipos, mala programacion	Falta de permisos o licencia , incumplimiento de un subcontrato		

**Figura 52.** Cuadro de causas de no cumplimiento.

De el grafico anterior podemos verificar la causa raíz de los problemas de por qué nuestra obra se encuentra con días de retraso estas son principalmente por temas logísticos la cual no hay un buen dialogo entre la administración con los proveedores de los agregados y materiales requeridos para poder seguir con el plan de actividades semanal, del cuadro anterior también podemos observar que un factor importante para continuar con la programación es la liberación de área la cual estaba siendo ocupada por el hospital el cual genera un retraso con lo programado.

#### 4.3.9. Buffers

Los cuales permiten amortiguar, si es que alguna actividad no se cumple según cronograma, esto significa que tenemos un plan de contingencia para que no existan tiempos muertos , esto facilitaría el desarrollo de la planificación de construcción .

Los buffers pueden ser aplicados tanto en materiales, mano de obra o equipos.

- Tener material extra o con un prerrequisito conversado con el proveedor para que este llegue de inmediato si se tiene algún contra tiempo
- En la mano de obra , aplica las holguras en el plan maestro , esto se refiere a la tener actividades donde no son prioridad y se pueda ejecutar si otra restricciones

- Se refiere a tener un personal de contingencia por si es que ocurre alguna baja, tanto en salud o como una incidente de seguridad, también aplica para equipos pesados , tener un proveedor disponible que nos pueda brindar la ayuda necesaria

#### **4.3.10. Planificación de Transito**

Para esta avenida tenemos que cuenta con el hospital Edmundo Escomel en la segunda cuadra por lo tanto la velocidad máxima de diseño es 30 KM/H, respetando las señales de tránsito, pasos peatonales, gibas y tanto el semáforo para entrar y salir de la avenida.

Para saber la cantidad de accidentes ocurridos durante el último año fue necesaria buscar la información en las instituciones públicas como el INEI o el MTC, la cual no se encontraba actualizada, por lo que fuimos a la comisaria de su jurisdicción ubicada en el distrito de Paucarpata, en este caso fue la comisaria Jesus Maria, ubicada en la calle Caballero a media cuadra de la avenida Kennedy la cual mediante una solicitud nos pudo ayudar con los datos estadísticos de los accidentes que se reportaron este año cerca de la Avenida Industrial Cayro, los cuales fueron

Enero

2021-01-06 a las 15:30 Choque con daños materiales y lesiones, Avenida Kenndy

2021-01-24 a las 19:00 Choque con daños materiales, Avenida Jesus / Abraham Valdelomar.

Febrero

Sin accidentes reportados

Marzo

2021-03-16 a las 16:00 Choque con daños materiales y lesiones, Avenida Jesús cuadra 20

2021-03-19 a las 19:30 Choque con daño material, Avenida Kennedy cuadra 13

2021-03-23 a las 09:10 Choque con daños materiales, Avenida Brasil

Abril

2021-04-24 a las 20:25 Choque con daños materiales y lesiones, Avenida Kenndy

2021-04-18 a las 01:20 Atropello y fuga, Avenida Kennedy / Avenida Cayro

Mayo

Sin accidentes reportados

Junio

2021-06-02 a las 11:35 Choque con daños materiales, Cesar Vallejo / Las Dallas

2021-06-05 a las 12:54 Accidente de tránsito especial, Avenida Kennedy

2021-06-25 a las 07:45 Atropello, Avenida Kennedy cuadra 12

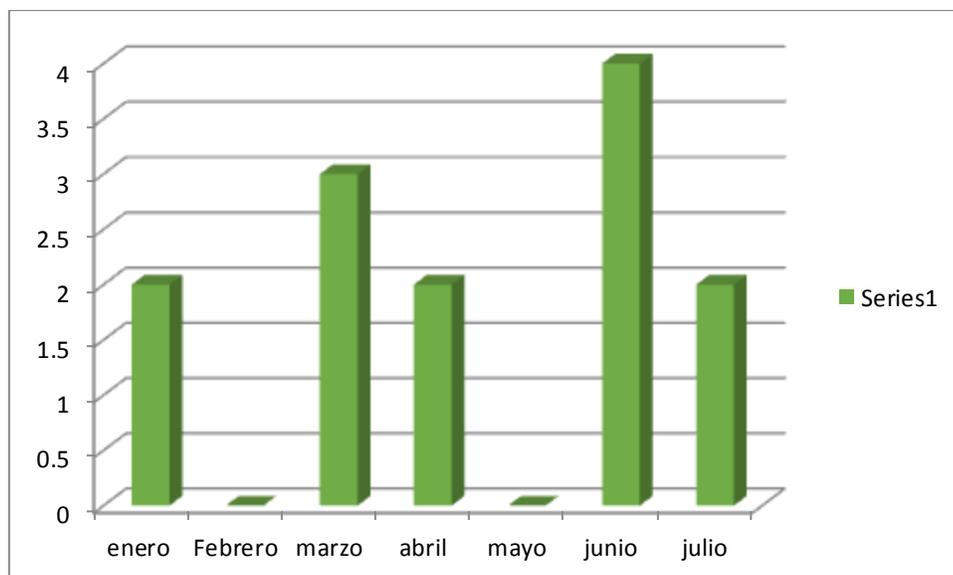
2021-06-30 a las 21:30 Choque con daños materiales y lesiones, Avenida Kennedy cuadra 2

Julio

2021-07-10 a las 07:20 Atropello, Avenida Kennedy cuadra 18

2021-07-25 a las 21:35 Choque con daños materiales y lesiones, Avenida Kennedy cuadra 5

De los cuales el Técnico Medina encargado de la parte estadística de la Comisaria Jesús María nos informó que ese no es un dato estadístico real ya que ocurre casi el triple de accidentes que no se reportan ya que estos se resuelven directamente entre las personas involucradas



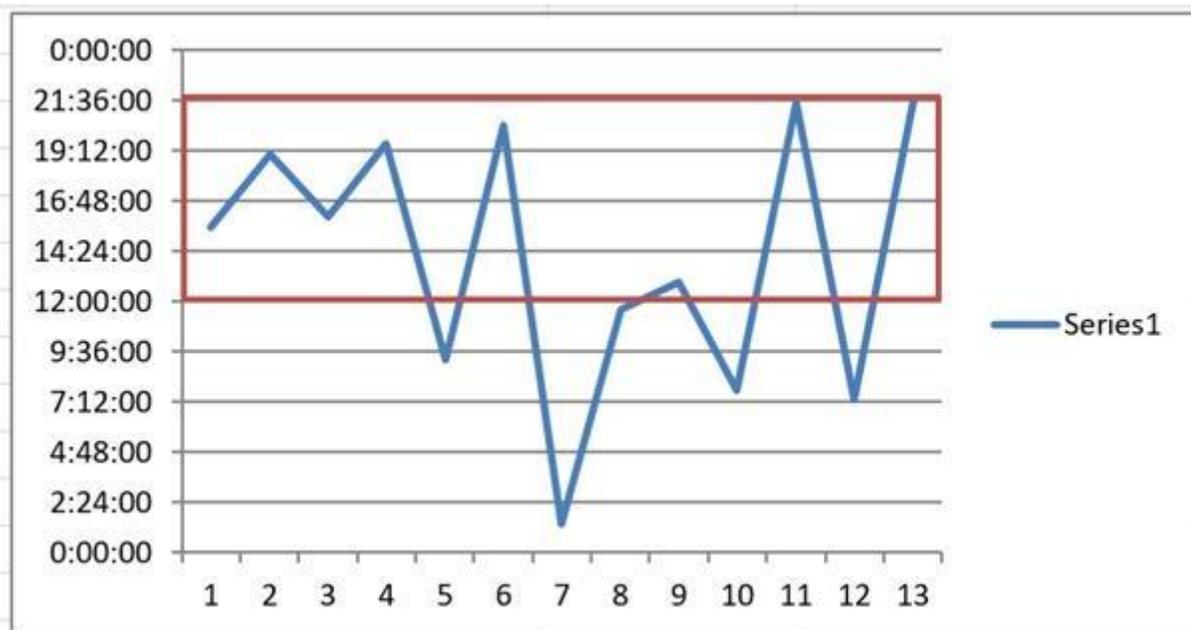
**Figura 53.** Reporte de accidentes por mes

En la figura podemos el porcentaje de accidentes con respecto a los meses de este año (desde Enero hasta Julio)

Analizando también los horarios donde mayormente ocurren los accidentes de tránsito en la siguiente grafica tenemos que:

EVENTOS	HORARIO
accidente 1	15:30:00
accidente 2	19:00:00
accidente 3	16:00:00
accidente 4	19:30:00
accidente 5	9:10:00
accidente 6	20:25:00
accidente 7	1:20:00
accidente 8	11:35:00
accidente 9	12:54:00
accidente 10	7:45:00
accidente 11	21:30:00
accidente 12	7:20:00
accidente 13	21:35:00

**Tabla 30.** Reporte de accidentes por horario.



**Figura 54.** Reporte de accidentes por horario.

## **CAPITULO V: DISCUSIÓN**

Al concluir con la aplicación de las herramientas que nos brinda la metodología lean construction, hemos tenido como resultado que es de vital importancia tener orden, compromiso y planificación en los proyectos de obras civiles.

Actualmente no es una metodología que sea considerada como primordial para poder ejecutar un proyecto, ya que se utiliza la metodología tradicional, donde la programación no es formal, con lo que queremos decir que no se realiza un seguimiento ni se exige el control al cumplimiento de las tareas que se consideran dentro de un plazo establecido.

Mientras que con las herramientas aplicadas podemos organizar, planificar mejor la ejecución, desde el hacer más fácil y didáctico el encontrar algún material, hasta el poder ejecutarla sin retrasos, de esta manera identificar la baja productividad y sus causas; para esto obtuvimos los siguientes resultados:

### **5.1. Tipos de desperdicio**

Identificamos tiempos de espera que genera tiempos muertos, por la falta de un volquete más para la eliminación de material, como en la colocación de adoquines, la falta de un plan diario de trabajo, donde se establezca unos minutos para que el personal pueda tomar un receso corto de 5 minutos, también llamada una pausa activa, y así puedan concentrarse en sus actividades, sin distracciones seguidas.

También identificamos retrasos en la obra, debido a la falta de material, el cual el solicitado con anticipación, lo cual nos aclara el panorama de la mala gestión en logística; por consecuencia tenemos re-0procesos en la colocación de cama de arena para la colocación de adoquines.

### **5.2 Carta Balance**

Está directamente relacionado con los tipos de desperdicio, donde evaluamos a cada trabajador en su desempeño laboral, teniendo como resultado de este análisis a 3 operarios y 4 peones, como se observa el resumen en la figura 40, que el mayor porcentaje de tiempo en todos es el productivo, de forma general en segundo lugar el no contributorio , y en tercero el contributorio.

Esto nos indica que hay un déficit en la distribución de tiempos por personal, como para que los mismos estén tomándose el tiempo para actividades que no agregan valor ni apoyo en el proyecto y descuiden lo importante, que es una producción fluida.

### 5.3 First Run Studies

Mediante las diferentes estrategias implementadas en esta herramienta, como la sectorización y el tren de actividades, obtenemos una mejor distribución de cuadrillas por actividad, un flujo de producción con un mismo rendimiento por sectores, dando como resultado la disminución de la duración de obra, la cual inicialmente era de 90 días y con nuestra propuesta es de 61 días calendarios; así como también tenemos una evaluación de costos por partidas en hh, para poder comprobar que nuestros costos no se eleven por la nueva propuesta de cuadrillas en nuestra planificación.

A continuación, el análisis de costos por partidas:

#### □ Demolición de Estructuras

		COSTOS PRESUPUESTO						
DEMOLICION DE ESTRUCTURAS		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO / HORA	HORAS	DIAS	TOTAL
4.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 2" C/EQUIPO	M2	1CAPATAZ	0.1	28.19	8	3.23	72.84
			1 PEON	1	16.78	8	3.23	433.60
			cargador sin llantas	1	180	8	3.23	4,851.20
4.02	DEMOLICION DE PIEDRA EMBOQUILLADA	M2	2 PEON	2	16.78	8	1.21	325.62
			1 OPERARIO	1	23.78	8	1.21	230.73
			minicargador	1	120	8	4.65	4,466.02
4.03	DEMOLICION DE SARDINEL PERALTADO C/EQUIPO	M	1 OPERARIO	1	23.46	8	7.91	1,484.51
			1 CAPATAZ	0.1	28.19	8	7.91	178.39
			0.5 PEON	0.5	16.78	8	7.91	530.91
4.04	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACIONES Y DEMOLICIONES	M3	0.5 PEON	0.5	16.78	8	4.65	312.25
			1 OPERARIO	1	23.46	8	4.65	873.11
			minicargador	1	120	8	4.65	4,466.02
4.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3						
							<b>18,025.19</b>	

**Tabla 31.** Costo de demolición de estructuras.

DEMOLICION DE ESTRUCTURAS		UND	COSTOS CON LEAN					TOTAL
			CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO / HORA	HORAS	DIAS	
4.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 2" C/EQUIPO	M2	retroexcavadora	2.00	170.00	8.00	1.33	3,626.67
			operario	2.00	23.46	8.00	1.33	500.48
4.02	DEMOLICION DE PIEDRA EMBOQUILLADA	M2	retroexcavadora	1.00	170.00	8.00	0.25	340.00
			operario	2.00	23.46	8.00	0.25	93.84
4.03	DEMOLICION DE SARDINEL PERALTADO C/EQUIPO	M	retroexcavadora	1.00	170.00	8.00	0.25	340.00
			operario	2.00	23.46	8.00	0.25	93.84
4.04	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACIONES Y DEMOLICIONES	M3	retroexcavadora	1.00	170.00	8.00	1.08	1,473.33
			operario	2.00	23.46	8.00	1.08	406.64
			volquete	1.00	170.00	8.00	1.08	1,473.33
4.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	operario	2.00	23.46	8.00	1.08	406.64
			volquete	1.00	170.00	8.00	1.08	1,473.33
			retroexcavadora	1.00	170.00	8.00	1.08	1,473.33
							<b>11,701.44</b>	

**Tabla 32.** Tabla de costo según Lean

Tenemos una diferencia en monto ganado de S/ 6.323.75 por sector, en total por los tres sectores nos daría un monto ganado de S/ 18,971.2425 en esta partida de demolición de estructuras, incluyendo en nuestra cuadrilla 2 retroexcavadoras con sus respectivos operarios, agilizamos la labor y disminuimos días de trabajo.

□ Pavimento

		COSTOS PRESUPUESTO						
PAYIMENTO	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO / HORA	HORAS	DIAS	TOTAL	
<b>5.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>							
5.01.01	CORTE DE TERRENO EN BASE GRANULAR	M3	1 PEON	1.00	16.78	8.00	3.10	416.14
			0.1 CAPATAZ	0.10	28.19	8.00	3.10	69.91
			motoniveladora	1.00	220.00	8.00	3.10	5,456.00
			rodillo	1.00	220.00	8.00	3.10	5,456.00
5.01.02	CORTE DE TERRENO EN SUB-RASANTE	M3	1 PEON	1.00	16.78	8.00	5.89	790.67
			0.1 CAPATAZ	0.10	28.19	8.00	5.89	132.83
5.01.03	RASLADO DE MATERIAL SELECCIONADO	M3					0.00	
5.01.04	MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE E= 15cm	M2	1 OFICIAL	1.00	18.56	8.00	1.29	191.76
			4 PEONES	4.00	16.78	8.00	1.29	693.48
			0.1 CAPATAZ	0.10	28.19	8.00	1.29	29.13
			rodillo	1.00	220.00	8.00	1.29	2,273.04
			motoniveladora	1.00	220.00	8.00	1.29	2,273.04
5.01.05	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-BASE C/EQUIPO	M2	1 OFICIAL	1.00	18.56	8.00	1.29	191.76
			6 PEONES	6.00	16.78	8.00	1.29	1,040.23
			0.1 CAPATAZ	0.10	28.19	8.00	1.29	29.13
			rodillo	1.00	220.00	8.00	1.29	2,273.04
			motoniveladora	1.00	220.00	8.00	1.29	2,273.04
5.01.06	CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR C/EQUIPO	M2	1 OFICIAL	1.00	18.56	8.00	1.29	191.76
			6 PEONES	6.00	16.78	8.00	1.29	1,040.23
			0.1 CAPATAZ	0.10	28.19	8.00	1.29	29.13
			rodillo	1.00	220.00	8.00	1.29	2,273.04
			motoniveladora	1.00	220.00	8.00	1.29	2,273.04
<b>5.02</b>	<b>PAVIMENTO ARTICULADO</b>							
05.02.01	CAMA DE ASIENTO CON ARENA E=5cm	M2	0.1 CAPATAZ	0.10	28.19	8.00	1.67	37.59
			2 PEONES	11.28	16.78	8.00	1.67	2,523.71
05.02.02	ACARREO DE ADOQUINES 50M<D<100M	UND	0.1 CAPATAZ	0.10	28.19	8.00	4.00	90.21
			1 PEON	19.90	16.78	8.00	4.00	10,685.50
05.02.03	COLOCADO DE ADOQUIN DE CONCRETO f'c=420 kg/cm <sup>2</sup> (10x20x8cm)	M2	1 OPERARIO	4.96	23.46	8.00	4.33	4,033.87
			1 PEON	4.96	16.78	8.00	4.33	2,885.27
			0.1 CAPATAZ	0.10	28.19	8.00	4.33	97.73
			compactadora	1.00	10.00	8.00	4.33	346.67
05.02.04	ADO Y BARRIDO SUPERFICIAL EN ADOQUILADO	M2	0.1 CAPATAZ	0.10	28.19	8.00	0.67	15.03
			1 PEON	2.82	16.78	8.00	0.67	252.37
							<b>50,364.34</b>	

Tabla 33. Presupuesto de movimiento de tierras.

		COSTOS CON LEAN						
PAYIMENTO		UND	CUADRILLA	ANTIDA	PRECIO / HORA	HORAS	DIAS	TOTAL
<b>5.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>							
		M3	operario	2.00	23.46	8.00	0.83	312.80
5.01.01	CORTE DE TERRENO EN BASE GRANULAR		retroexcavadora	1.00	170.00	8.00	0.83	1133.33
5.01.02	CORTE DE TERRENO EN SUB-RASANTE	M3	retroexcavadora	1.00	170.00	8.00	1.83	2493.33
			operario	1.00	23.46	8.00	1.83	344.08
5.01.03	RASLADO DE MATERIAL SELECCIONADO	M3	volquete	1.00	170.00	8.00	0.50	680.00
			operario	2.00	23.46	8.00	0.50	187.68
5.01.04	MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE E= 15cm	M2	rodillo	1.00	220.00	8.00	1.00	1760.00
			motoniveladora	1.00	220.00	8.00	1.00	1760.00
			operario	2.00	23.46	8.00	1.00	375.36
			rodillo	1.00	220.00	8.00	1.00	1760.00
5.01.05	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-BASE C/EQUIPO	M2	motoniveladora	1.00	220.00	8.00	2.00	3520.00
			operario	2.00	23.46	8.00	2.00	750.72
			rodillo	1.00	220.00	8.00	2.00	3520.00
			motoniveladora	1.00	220.00	8.00	2.00	3520.00
5.01.06	CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR C/EQUIPO	M2	rodillo	1.00	220.00	8.00	2.00	3520.00
			motoniveladora	1.00	220.00	8.00	2.00	3520.00
			operario	2.00	23.46	8.00	2.00	750.72
			rodillo	1.00	220.00	8.00	2.00	3520.00
<b>5.02</b>	<b>PAYIMENTO ARTICULADO</b>							
05.02.01	CAMA DE ASIENTO CON ARENA E=5cm	M2	peon	14.00	16.78	8.00	1.33	2505.81
05.02.02	ACARREO DE ADOQUINES 50M<D<100M	UND	operario	6.00	23.46	8.00	2.00	2252.16
			peon	14.00	16.78	8.00	1.83	3445.49
05.02.03	COLOCADO DE ADOQUIN DE CONCRETO f'c=420 kg/cm2 (10x20x8cm)	M2	operario	6.00	23.46	8.00	2.00	2252.16
			peon	14.00	16.78	8.00	1.83	3439.23
05.02.04	ADO Y BARRIDO SUPERFICIAL EN ADOQUILADO	M2	peon	2.00	16.78	8.00	0.33	89.49
								<b>47,412.38</b>

**Tabla 34.** Presupuesto de pavimento según Lean.

Tenemos una diferencia en monto ganado de S/ 2,951.97 por sector, en total por los tres sectores nos daría un monto ganado de S/ 8,855.8976 en esta partida de pavimentos, incluyendo en nuestra cuadrilla casi el doble de personal, agilizamos la labor y disminuimos días de trabajo.

□ SARDINEL DE CONCRETO

		COSTOS PRESUPUESTO						
SARDINEL DE CONCRETO		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO / HORA	HORAS	DIAS	TOTAL
06.01	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO SARDINEL	M2	1 PEON	1.00	16.78	8.00	4.65	623.95
			0.1 CAPATAZ	0.10	28.19	8.00	4.65	104.87
			1 OFICIAL	1.00	18.56	8.00	4.65	690.14
06.02	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 PARA SARDINEL	M3	2 OPERARIO	2.00	23.46	8.00	1.31	490.71
			2 OFICIALES	2.00	18.56	8.00	1.31	388.21
			0.1 CAPATAZ	0.10	28.19	8.00	1.31	29.54
			8 PEON	8.00	16.78	8.00	1.31	1,403.93
			MEZCLADORA	1.00	18.00	8.00	1.31	188.25
06.03	JUNTA CON SELLO ASFALTICO E=1"	M3	1 OPERARIO	1.00	23.46	8.00	0.35	65.06
			0.1 CAPATAZ	0.10	28.19	8.00	0.35	7.89
			2 PEON	2.00	16.78	8.00	0.35	93.07
								<b>4,085.62</b>

**Tabla 35.** Presupuesto de Sardinel.

		COSTOS CON LEAN						
SARDINEL DE CONCRETO		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO / HORA	HORAS	DIAS	TOTAL
06.01	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO SARDINEL	M2	OPERARIOS	3.00	23.46	8.00	1.00	563.04
			PEON	5.00	16.78	8.00	1.00	671.20
06.02	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 PARA SARDINEL	M3	OPERARIOS	3.00	23.46	8.00	1.00	563.04
			PEON	12.00	16.78	8.00	1.00	1,610.88
			MEZCLADORA	1.00	18.00	8.00	1.00	144.00
06.03	JUNTA CON SELLO ASFALTICO E=1"	M3	1 OPERARIO	1.00	23.46	8.00	1.00	187.68
			1 PEON	1.00	16.78	8.00	1.00	134.24
								<b>3,874.08</b>

**Tabla 36.** Presupuesto de sardinel según Lean.

Tenemos una diferencia en monto ganado de S/ 211.54 por sector, en total por los tres sectores nos daría un monto ganado de S/ 634.6084 en esta partida de sardinel de concreto, realizando una mejor distribución de personal, agilizamos la labor y disminuimos días de trabajo.

□ GIBAS

		COSTOS PRESUPUESTO						
GIBAS		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO / HORA	HORAS	DIAS	TOTAL
7.01	ACERO DE REFUERZO ESTRUCTURAL F	KG	0.5 OFICIAL	0.50	18.56	8.00	0.24	17.92
			0.1CAPATAZ	0.10	28.19	8.00	0.24	5.41
			1 OPERARIO	1.00	23.46	8.00	0.24	45.30
7.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE GIB	M2	1 OFICIAL	1.00	18.56	8.00	0.29	43.75
			0.1CAPATAZ	0.10	28.19	8.00	0.29	6.54
			1 PEON	1.00	16.78	8.00	0.29	39.56
7.03	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 PARA GIBAS	M3	2 OPERARIO	2.00	23.46	8.00	0.21	79.39
			2 OFICIALES	2.00	18.56	8.00	0.21	62.81
			0.1CAPATAZ	0.10	28.19	8.00	0.21	4.74
			10 PEON	10.00	16.78	8.00	0.21	283.92
			MEZCLADORA	1.00	18.00	8.00	0.21	30.46
7.04	JUNTA CON SELLO ASFALTICO E=1"	M	1 OPERARIO	1.00	23.46	8.00	0.06	11.26
			0.1CAPATAZ	0.10	28.19	8.00	0.06	1.35
			2 PEON	2.00	16.78	8.00	0.06	16.11
								<b>648.51</b>

**Tabla 37.** Presupuesto de gibas.

		COSTOS CON LEAN						
GIBAS		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO / HORA	HORAS	DIAS	TOTAL
7.01	ACERO DE REFUERZO ESTRUCTURAL FY=4200 KG/C	KG	OPERARIO	1.00	23.46	8.00	0.20	37.54
			PEON	1.00	16.78	8.00	0.25	33.56
7.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE GIBAS	M2	OPERARIO	2.00	23.46	8.00	0.25	93.84
7.03	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 PARA GIBAS	M3	OPERARIO	1.00	23.46	8.00	0.33	62.56
			PEON	6.00	16.78	8.00	0.33	268.48
			MEZCLADORA	1.00	18.00	8.00	0.33	48.00
								0.00
7.04	JUNTA CON SELLO ASFALTICO E=1"	M	OPERARIO	1.00	23.46	8.00	0.25	46.92
			PEON	1.00	16.78	8.00	0.25	33.56
								<b>624.46</b>

**Tabla 38.** Presupuesto de gibas según Lean

Tenemos una diferencia en monto ganado de S/ 24.05 por sector, en total por los tres sectores nos daría un monto ganado de S/ 72.1489 en esta partida de gibas, realizando una mejor distribución de personal, agilizamos la labor y disminuimos días de trabajo.

□ PINTURAS Y SEÑALIZACION

		COSTOS PRESUPUESTO						
PINTURA Y SEÑALIZACION		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO / HORA	HORAS	DIAS	TOTAL
8.01	PINTURA DE PAVIMENTO (LINEA CONTI	M2	1 PEON	1.00	16.78	8.00	2.79	375.13
			0.1 CAPATAZ	0.10	28.19	8.00	2.79	62.92
			1 OPERARIO	1.00	23.46	8.00	2.79	524.46
8.02	PINTURA DE PAVIMENTO (SIMBOLOS)	M2	1 PEON	1.00	16.78	8.00	2.54	340.45
			0.1 CAPATAZ	0.10	28.19	8.00	2.54	57.28
			1 OPERARIO	1.00	23.46	8.00	2.54	475.98
8.03	SEÑALES DE TRANSITO VERTICALES	UND	1 OPERARIO	1.00	23.46	8.00	4.00	750.72
			0.1 CAPATAZ	0.10	28.19	8.00	4.00	90.21
								<b>2,586.94</b>

**Tabla 39.** Presupuesto de pintura.

		COSTOS CON LEAN						
PINTURA Y SEÑALIZACION		UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO / HORA	HORAS	DIAS	TOTAL
8.01	PINTURA DE PAVIMENTO (LINEA CONTINUA)	M2	OPERARIO	2.00	23.46	8.00	1.00	375.36
			PEON	4.00	16.78	8.00	1.00	536.96
8.02	PINTURA DE PAVIMENTO (SIMBOLOS)	M2	OPERARIO	2.00	23.46	8.00	1.00	375.36
			PEON	4.00	16.78	8.00	1.00	536.96
8.03	SEÑALES DE TRANSITO VERTICALES	UND	OPERARIO	1.00	23.46	8.00	1.00	187.68
			PEON	3.00	16.78	8.00	1.00	402.72
								<b>2,415.04</b>

**Tabla 40.** Presupuesto de pintura según Lean

Tenemos una diferencia en monto ganado de S/ 171.90 por sector, en total por los tres sectores nos daría un monto ganado de S/ 515.7052 en esta partida de pintura y señalización, realizando una mejor distribución de personal por sector culminado.

#### 5.4. Curvas de Rendimiento

Como se puede observar en las figuras 43, 44 y 45, tenemos la comparación de los rendimientos propuestos con cronograma del expediente, y el propuesto con la metodología lean, donde en la mayoría de casos cumple que el rendimiento con lean es mejor con respecto al rendimiento de cronograma; lo cual sigue confirmando que el implementar esta metodología es una buena opción para el rubro de la construcción.

Respecto a la productividad hemos realizado el análisis , calculando el monto empleado en soles , para poder ejecutar un metro cuadrado por partida, nos referimos al calcular las salidas de producto por ingreso de horas hombres empleadas para poder llegar a ejecutar la obra.

En su mayoría se tiene que el costo es menor en comparación al presupuestado, por lo que significa que nosotros al aumentar mano de obra, aumentamos producción en el proceso, el tiempo es menor la producción mayor.

DEMOLICION DE ESTRUCTURAS		UND	CUADRILLA	PRESUPUESTO				CUADRILLA	LEAN			
				HH	HH / UND	PRECIO POR UND	PRODUCTIVIDAD UND/ SI.		HH	HH / UND	PRECIO POR UND	PRODUCTIVIDAD UND/ SI.
4.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 2" C/EQUIPO	M2	CAPA	2.58	0.00	0.06	0.43					
			PEON	25.84	0.02	0.37		operario	21.33	0.02	0.43	0.43
4.02	DEMOLICION DE PIEDRA EMBOQUILLADA	M2	PEON	19.41	0.05	0.89	0.96					
			OPERARIO	9.70	0.00	0.06		operario	4.00	0.01	0.26	0.26
4.03	DEMOLICION DE SARDINEL PERALTADO C/EQUIPO	M	OPERARIO	63.28	0.23	5.36	7.93					
			CAPATAZ	6.33	0.02	0.65						
			PEON	31.64	0.11	1.92		operario	4.00	0.01	0.34	0.34
4.04	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE DE EXCAVACIONES Y DEMOLICIONES	M3	PEON	18.61	0.00	0.05	0.41					
			OPERARIO	37.22	0.02	0.36		operario	17.33	0.01	0.34	0.34
4.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3					operario	17.33	0.01	0.34		

**Tabla 41.** Productividad en demolición de estructuras.

			PRESUPUESTO				LEAN					
PAVIMENTO	UND	CUADRILLA	HH	HH / UND	PRECIO POR UND	PRODUCTIVIDAD UND/ S/.	CUADRILLA	HH	HH / UND	PRECIO POR UND	PRODUCTIVIDAD UND/ S/.	
<b>5.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>											
5.01.01	CORTE DE TERRENO EN BASE GRANULAR	M3	PEON	24.80	0.08	1.34	1.57	operario	13.33	0.04	1.01	1.01
			CAPATAZ	2.48	0.01	0.23						
5.01.02	CORTE DE TERRENO EN SUB-RASANTE	M3	PEON	47.12	0.08	1.34	1.57	operario	14.67	0.02	0.58	0.58
			CAPATAZ	4.71	0.01	0.23						
5.01.03	TRASLADO DE MATERIAL SELECCIONADO	M3				0.00	operario	8.00	0.01	0.19	0.19	
5.01.04	MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE E= 15cm	M2	1 OFICIAL	10.33	0.01	0.12	0.59				0.24	
			4 PEONES	41.33	0.03	0.45						
			0.1CAPATAZ	1.03	0.00	0.02		operario	16.00	0.01		0.24
5.01.05	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUB-BASE C/EQUIPO	M2	OFICIAL	10.33	0.01	0.12	0.82				0.48	
			PEON	61.99	0.04	0.67		operario	32.00	0.02		0.48
			CAPATAZ	1.03	0.00	0.02						
5.01.06	CONFORMACION Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR C/EQUIPO	M2	OFICIAL	10.33	0.01	0.12	0.82				0.48	
			PEON	61.99	0.04	0.67		operario	32.00	0.02		0.48
			CAPATAZ	1.03	0.00	0.02						
<b>5.02</b>	<b>PAVIMENTO ARTICULADO</b>											
05.02.01	CAMA DE ASIENTO CON ARENA E=5cm	M2	CAPATAZ	1.33	0.01	0.14	1.82	peon	149.33	0.10	1.67	1.67
			PEON	150.40	0.10	1.68		operario	96.00	0.00	0.03	
05.02.02	ACARREO DE ADOQUINES 50M<D<100M	UND	CAPATAZ	3.20	0.00	0.02	0.16	peon	205.33	0.00	0.04	0.07
			PEON	636.80	0.01	0.13		operario	96.00	0.06	1.50	
05.02.03	COLOCADO DE ADOQUIN DE CONCRETO f=420 kg/cm2 (10x20x8cm)	M2	OPERARIO	171.95	0.11	2.68	4.92	peon	204.96	0.14	2.29	3.78
			PEON	171.95	0.11	1.92						
			CAPATAZ	3.47	0.01	0.32						
05.02.04	NADO Y BARRIDO SUPERFICIAL EN ADOQUIN	M2	CAPATAZ	0.53	0.00	0.03	0.20	peon	5.33	0.00	0.08	0.08
			PEON	15.04	0.01	0.17						

**Tabla 42.** Productividad en pavimento.

			PRESUPUESTO				LEAN					
SARDINEL DE CONCRETO	UND	CUADRILLA	HH	HH / UND	PRECIO POR UND	PRODUCTIVIDAD UND/ S/.	CUADRILLA	HH	HH / UND	PRECIO POR UND	PRODUCTIVIDAD UND/ S/.	
06.01	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO SARDINEL	M2	PEON	37.18	0.27	4.48	10.18	OPERARIOS	24.00	0.17	4.04	8.85
			CAPATAZ	3.72	0.03	0.75		PEON	40.00	0.29	4.81	
			OFICIAL	37.18	0.27	4.95						
06.02	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 PARA SARDINEL	M3	OPERARIO	20.92	1.00	23.46	110.55	OPERARIOS	24.00	1.16	27.31	104.31
			OFICIAL	20.92	1.00	18.56		PEON	96.00	4.59	77.00	
			CAPATAZ	1.05	0.05	1.41						
			PEON	83.67	4.00	67.12						
06.03	JUNTA CON SELLO ASFALTICO E=1"	M3	OPERARIO	2.77	0.16	3.75	9.57	OPERARIOS	8.00	0.46	10.83	18.58
			CAPATAZ	0.28	0.02	0.45						
			PEON	5.55	0.32	5.37		PEON	8.00	0.46	7.75	

**Tabla 43.** Productividad en Sardinela de concreto.

GIBAS		UND	CUADRILLA	PRESUPUESTO				LEAN				
				HH	HH / UND	PRECIO POR UND	PRODUCTIVIDAD UND/ SJ.	CUADRILLA	HH	HH / UND	PRECIO POR UND	PRODUCTIVIDAD UND/ SJ.
7.01	ACERO DE REFUERZO ESTRUCTURAL FY=42	KG	OFICIAL	0.97	0.02	0.30	1.14	OPERARIO	1.60	0.03	0.62	1.18
			CAPATAZ	0.19	0.00	0.09						
			OPERARIO	1.93	0.03	0.75		PEON	2.00	0.03	0.56	
7.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE GIBAS	M2	OFICIAL	2.36	0.27	4.95	10.18	OPERARIO	4.00	0.45	10.62	10.62
			CAPATAZ	0.23	0.03	0.75						
			PEON	2.36	0.27	4.48		PEON	0.00	0.00	0.00	
7.03	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 PARA GIBAS	M3	OPERARIO	3.38	0.80	18.77	101.86	OPERARIO	2.67	0.63	14.79	78.26
			OFICIAL	3.38	0.80	14.85		PEON	16.00	3.78	63.47	
			CAPATAZ	0.17	0.04	1.13						
			PEON	16.92	4.00	67.12						
7.04	JUNTA CON SELLO ASFALTICO E=1"	M	OPERARIO	0.48	0.16	3.75	9.57	OPERARIO	2.00	0.67	15.64	26.83
			CAPATAZ	0.05	0.02	0.45						
			PEON	0.96	0.32	5.37		PEON	2.00	0.67	11.19	

**Tabla 44.** Productividad en Gibas.

PINTURA Y SEÑALIZACION		UND	CUADRILLA	PRESUPUESTO				LEAN				
				HH	HH / UND	PRECIO POR UND	PRODUCTIVIDAD UND/ SJ.	CUADRILLA	HH	HH / UND	PRECIO POR UND	PRODUCTIVIDAD UND/ SJ.
8.01	PINTURA DE PAVIMENTO (LINEA CONTINUA)	M2	PEON	22.36	0.27	4.48	11.48	OPERARIO	16.00	0.19	4.48	10.88
			CAPATAZ	2.23	0.03	0.75						
			OPERARIO	22.36	0.27	6.26		PEON	32.00	0.38	6.41	
8.02	PINTURA DE PAVIMENTO (SIMBOLOS)	M2	PEON	20.29	0.32	5.37	13.78	OPERARIO	16.00	0.25	5.92	14.39
			CAPATAZ	2.03	0.03	0.90						
			OPERARIO	20.29	0.32	7.51		PEON	32.00	0.50	8.47	
8.03	SEÑALES DE TRANSITO VERTICALES	UND	OPERARIO	32.00	4.00	93.84	105.12	OPERARIO	8.00	1.00	23.46	73.80
			CAPATAZ	3.20	0.40	11.28		PEON	24.00	3.00	50.34	

**Tabla 45.** Productividad en pintura y señalización.

## 5.5. Lookahead y Last planner

Con esta importante herramienta de planificación por un periodo de 4 semanas, llevamos un mejor seguimiento de los rendimientos diarios que se deben cumplir por sector, el realizar estas reuniones con el personal involucrado es de suma importancia para la efectividad de nuestro sistema de gestión.

El tren de actividades nos da una idea clara de cómo se debe desarrollar el trabajo diario por sector, lo cual sí en algún momento ocurre un retraso perjudicaría el flujo que tenemos como objetivo, pero aquí es donde aplicamos los buffers que son actividades que se pueden realizar en simultaneo sin la prioridad que las tienen otras.

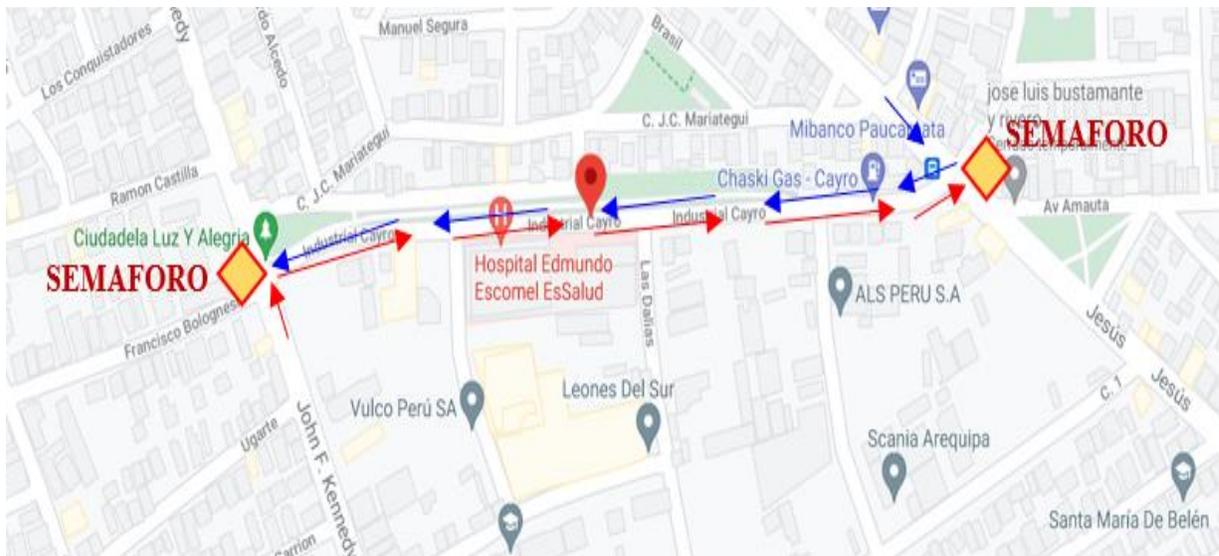
Al hacer el seguimiento de nuestra planificación de 4 semanas, obtenemos un plan semanal más detallado por partidas, donde aplicamos a su vez el Last Planner, para poder llevar el control de las restricciones que se tiene para poder cumplir con los compromisos que lleva a cabo el desarrollo del rendimiento diario. Por lo tanto como resultado de todo de la aplicación del plan semanal y análisis de restricciones, en la

obra que se ejecutando, obtuvimos que el Porcentaje de Plan de Cumplimiento es de 50%, esto debido a la falta gestión en el área de logística como administrativa.

## 5.6 Planificación de tránsito

Para este importante punto de nuestra tesis, hemos analizado el proceso de planificación de tránsito con la metodología lean, para que esta sea más eficiente, brindando un servicio de calidad y por sobre todo de seguridad.

En el siguiente mapa, ubicamos con flechas azules y rojas , el sentido de nuestras vías, la mayor de vehículos se circulan por esta avenida, son los públicos en segundo lugar los particulares; existen líneas de servicio público (combis) que ingresan y salen por ambos lados de la avenida, de manera frecuente ; así mismo existe dos semáforos en cada extremo.



**Figura 55.** Señalización de tránsito

El proceso inicia una vez entrando el vehículo a nuestra vía, en las avenidas principales que dividen el tránsito a nuestra vía, se encuentran dos semáforos de ingreso, por lo que esto disminuye la velocidad al momento de hacer el giro para ingresar a la avenida industrial cayro, una vez el vehículo este en la vía, actualmente no encontraba la señalización correcta que lo amerita , por lo que nosotros como



así tenemos la certeza de que nuestra planificación de tránsito respecto a seguridad se cumplirá como lo planteamos.

## **CAPITULO VI: CONCLUSIONES**

1. En la obra Renovación de calzada y sardinel en la avenida industrial Cayro en la localidad Paucarpata, distrito de Paucarpata, provincia Arequipa, departamento Arequipa, evaluamos la aplicación de la metodología lean construction, implementación de sus herramientas y mejorar el proceso constructivo; por lo que hemos tenido una respuesta positiva.

Cada herramienta brinda un aporte importante de mejora continua, en cada actividad, el proceso de orden y organización se ve reflejado desde el más mínimo detalle, así como es importante las reuniones con el personal líder de la obra, que pueda llevar con responsabilidad el compromiso que se trata en las diferentes programaciones semanales, así como el last planner aplicado.

Hemos identificado las pérdidas de tiempo de valor, como también confirmar el Porcentaje de Plan de Cumplimiento, que nos da un bajo resultado, todo esto se ve reflejado en el actual proceso de ejecución de nuestro proyecto.

Aplicando Lean demostramos que es muy eficiente, la productividad debido a nuestra sectorización, analizando debidamente el rendimiento de las cuadrillas, por medio de diferentes herramientas.

2. Mediante la aplicación de la herramienta First Run Studies, y sus estrategias de sectorización y plan de actividades, tenemos una respuesta muy positiva, tanto en división de nuestra obra en 3 sectores o tramos, trabajando el tren de actividades, con la cuadrilla necesaria, para cumplir el rendimiento solicitado por cada sector.

La diferencia es de 29 días calendario, lo cual incluye mayor compromiso en el cumplimiento de rendimiento de la cuadrilla asignada como el que se brinde los recursos necesarios tanto en material como equipo, para no tener retrasos y de ser el caso aplicarse los buffers.

Evaluamos también el costo por partida al aplicar nuestra metodología, por el cual llegamos a la conclusión que mientras se realice una buena distribución de personal, podemos realizar el trabajo en menos tiempo con mayor personal y sin tener gastos excesivos por partida, en nuestro caso hemos tenido una ganancia directa por partida.

Por lo que estas herramientas consiguen beneficiar el proyecto, así dejamos en claro que el aplicar la filosofía lean, en comparación con la metodología tradicional , transforma el rumbo del proceso constructivo a una mejora continua segura y flujo de productividad alto , teniendo un sistema pull y no un sistema push.

3. Respecto a la planificación de tránsito, directamente relacionada con la seguridad y la calidad de la obra, hemos desarrollado un plan de tránsito efectivo contra accidentes, tanto vehiculares o que atenten con la vida de un peatón. Concluyendo en que la filosofía lean construction , mejora altamente los procesos no solo constructivos, en este caso se evaluó, el proceso que conlleva a un vehículo ingresar a nuestra avenida en proyecto, e identificar a cada metro su actitud, para así poder llegar a la conclusión de lo que se necesita implementar para así poder tener un resultado altamente favorable.

Lean Construction como filosofía de la mejora continua y eliminación de desperdicios, funciona bien, entenderla, procesarla, aplicarla y hacer seguimiento a cada una de sus herramientas, no es tarea fácil, pero es muy necesaria para poder lograr los objetivos fijos de producción fluida que esta plantea.

## **CAPITULO VII: RECOMENDACIONES**

- Debemos darle la importancia del caso a la mejora continua, hacer de Lean Construction una filosofía valiosa, que poco a poco se vuelva parte del día a día en obras, ya que nos asegura una mayor producción, la calidad del producto y una ejecución segura y eficaz.
- Dar a conocer la Filosofía Lean a nuestro personal de obra , para que así se vaya perfeccionando cada herramienta y a su vez podamos recomendar sus buenos resultados , es una forma de que otros líderes lo implementen en sus proyectos.
- Obtuvimos un resultado no tan favorable en las restricciones que actualmente se tienen en obra, por lo que se recomienda implementar el manejo de buffers ante estos inconvenientes o retrasos que se genera por la falta de material, para que no exista tiempo perdido y también la aplicación del last planner para poder llevar el control de ello.
- Se recomienda ejecutar la obra bajos los márgenes que nos brinda First Run Studies , ya que al dividir la ejecución en 3 tramos, con una cuadrilla previamente evaluada y siguiendo el ritmo al tren de actividades establecido , nuestro proyecto se construirá en un menor tiempo y sin mayores costos.
- El análisis en la planificación de transito con la filosofía lean, debe ser aplicado en toda obra de la rama, debido a que se tiene una vista más cercana a la realidad y por lo tanto nos brinda la confiabilidad de que no fallara.

## REFERENCIAS

1. TAIICHI OHNO, El Lean según Toyota ,1975. Disponible en: <https://construccionlean.com/el-lean-segun-toyota>.
2. CALDERON, Implementacion de Lean Construction en Cusco – Peru, Trabajo final de Master, Universidad de Valencia-España. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/152827/Calderon%20-%20Implementaci%C3%B3n%20de%20metodolog%C3%ADas%20de%20construcci%C3%B3n%20Lean%20en%20proyectos%20de%20edificaci%C3%B3n%20en%20el%20....pdf?sequence=1>
3. SUTRAN, Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras, 2000. Disponible en: <http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualdedispositivosdecontrolde transitautomotorencallesy carreteras1.pdf>
4. PONS, Introducción Lean Cosntruction. Disponible en: <http://www.juanfelipepons.com/wp-content/uploads/2017/02/Introduccion-al-Lean-Construction.pdf>
5. ORIHUELA, Lean Construction en el Peru, 2011. Disponible en: [http://www.motiva.com.pe/articulos/Lean\\_Construction\\_Peru.pdf](http://www.motiva.com.pe/articulos/Lean_Construction_Peru.pdf)
6. Inmoley, Formacion Continua para profesionales, 2017. Disponible en: [http://www.motiva.com.pe/articulos/Lean\\_Construction\\_Peru.pdf](http://www.motiva.com.pe/articulos/Lean_Construction_Peru.pdf)
7. Mejora de la productividad en la costruccion – Cartasde balance, 2017. Disponible en: MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN – Cartas de Balance (ingenieriayconstruccion929.blogspot.com)
8. SAMPIERI , Metodología de la investigación -, 2000. Disponible en: Metodología de la investigación, 5ta Ed - Escuela Superior de Guerra - DOCUMENTOP.COM
9. OSCCO, Estudio de las metodologías aplicadas en la gestión de proyectos y obras de infraestructura ejecutadas en las municipalidades distritales de la provincia del Cusco en el periodo 2013 – 2017, 2018 Disponible en: TM AD-Gp 3783 O1 - Oscoco Orccohuarancca.pdf (une.edu.pe)

10. TAMAYO, Tesis Poblacion y Muestra, 1997. Disponible en:  
<http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/06/poblacion-y-muestra-tamayo-y-tamayo.html>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Autor:

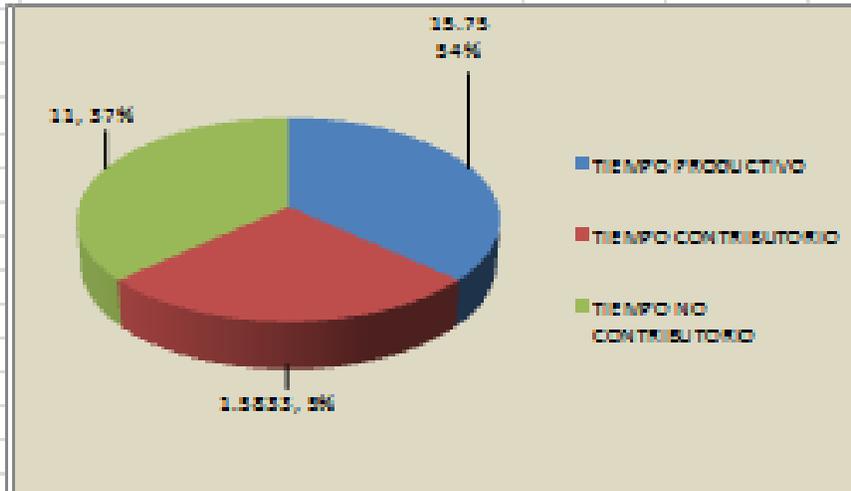
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
¿Cómo la aplicación de lean construction optimiza la productividad y la planificación del tránsito en la avenida industrial Cayro, distrito Paucarpata - Arequipa 2021?	Aplicar la filosofía lean construction para que optimice la productividad y la planificación del tránsito en la avenida industrial Cayro, distrito Paucarpata - Arequipa 2021.	La aplicación de la filosofía lean construction optimiza significativamente la productividad y la planificación del tránsito en la avenida industrial cayro, distrito Paucarpata-Arequipa 2021.
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICAS
¿De qué manera las herramientas de Lean construction identifica la baja productividad en un proyecto?	Analizar las herramientas de Lean construction que permitan identificar la baja productividad en un proyecto.	El análisis de las herramientas de Lean construction identifica plenamente la baja productividad en un proyecto
¿En cuántos días mejora el plazo de ejecución de obra aplicando la filosofía Lean Construcción en el proyecto?	Calcular el número de días que mejora el plazo de ejecución de obra aplicando la filosofía Lean Construcción en el proyecto.	La comparación de número de días que mejora el plazo de ejecución es considerable aplicando la filosofía Lean Construcción en el proyecto.
¿Cómo la filosofía Lean Construction nos ayuda en el diseño propuesto de planificación de tránsito?	Demostrar que la filosofía Lean Construction ayuda en el diseño propuesto de planificación de tránsito.	La aplicación de la filosofía Lean Construction nos ayuda notablemente en el diseño propuesto de planificación de tránsito.

ANEXO2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<b>Variable independiente:</b> Aplicación de Lean Construction	Es una filosofía y un enfoque que hace hincapié en la eliminación de residuos o de no valor añadido, a través de un enfoque en la mejora continua para agilizar las operaciones. Lean es un término que se refiere a una forma comprobada de hacer negocios totalmente centrado en maximizar el valor para los clientes. Lean construction abarca la aplicación de los principios y herramientas al proceso completo de un proyecto	Consiste en la aplicación de las herramientas del sistema lean	Formatos Excel:  Last planner, First Run Studies  Carta Balance  Planificación maestra  look ahead planning,  Programación semanal	PPC: porcentaje de plan cumplido  curvas de rendimiento  TP tiempo productivo TC tiempo contributorio TNC tiempo no contributorio  Número de días por actividad  Porcentaje de avance  Rendimiento diario	Cuantitativo Cualitativo
Variable dependiente: productividad  Planificación de tránsito	La productividad es la relación entre la cantidad producida y los recursos empleados, la cual involucra eficiencia y efectividad.  Cuando hablamos de planificación de tránsito nos referimos a la combinación de medidas que se utilizan para preservar la cantidad de tránsito y mejorar la seguridad, confiabilidad y rendimiento de todo el transporte	Está asociada a un proceso de transformación en donde ingresa un recurso para producir un bien, en nuestro caso mano de obra	First run studies  IMDA SEGURIDAD  CALIDAD	Curvas de rendimiento  Número de accidentes  Durabilidad	Cuantitativo Cualitativo

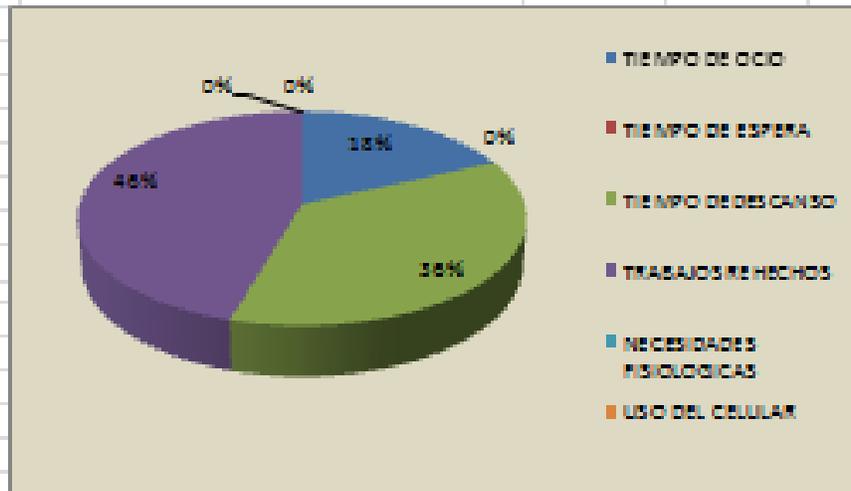
		CARTA BALANCE											
empresa													
partida		Encofrado y desencofrado sardinel											
cargo		Operario 1				FECHA							
TP	TIEMPO PRODUCTIVO						TIEMPO NO CONTRIBUTIVO						
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO						TO	TIEMPO DE OCIO					
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS						TE	TIEMPO DE ESPERA					
M	REALIZAR MEDICIONES						TD	TIEMPO DE DESCANSO					
LI	LIMPIEZA						TRH	TRABAJOS REHECHOS					
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES						NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS					
CP	CONSULTAR PLANOS						UC	USO DEL CELULAR					
O	OTRAS ACTIVIDADES												
minutos	TP	TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC
1				1									
2				1									
3				1									
4	1												
5	1												
6	1												
7	1												
8	1												
9								1					
10								1					
11										1			
12										1			
13										1			
14										1			
15		1											
16		1											
17		1											
18				1									
19				1									
20	1												
21	1												
22	1												
23	1												
24	1												
25	1												
26											1		
27											1		
28											1		
29											1		
30											1		
<b>TOTAL</b>	11	3	0	5	0	0	0	2	0	4	5	0	0

RESUMEN	
TIEMPO PRODUCTIVO	11
TIEMPO CONTRIBUTORIO	8
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	11
TOTAL	30



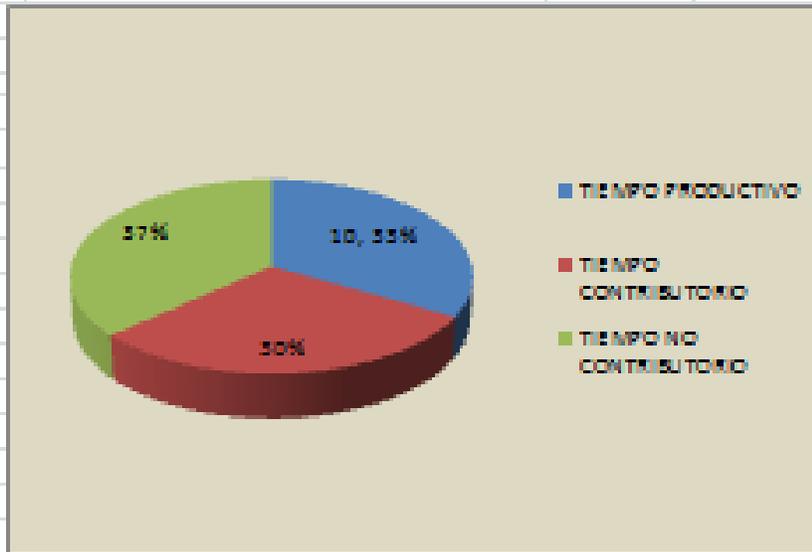
**TRABAJO NO CONTRIBUTORIO**

TIEMPO DE OCIO	2
TIEMPO DE ESPERA	0
TIEMPO DE DESCANSO	4
TRABAJOS REHECHOS	5
NECESIDADES FISIOLÓGICAS	0
USO DEL CELULAR	0

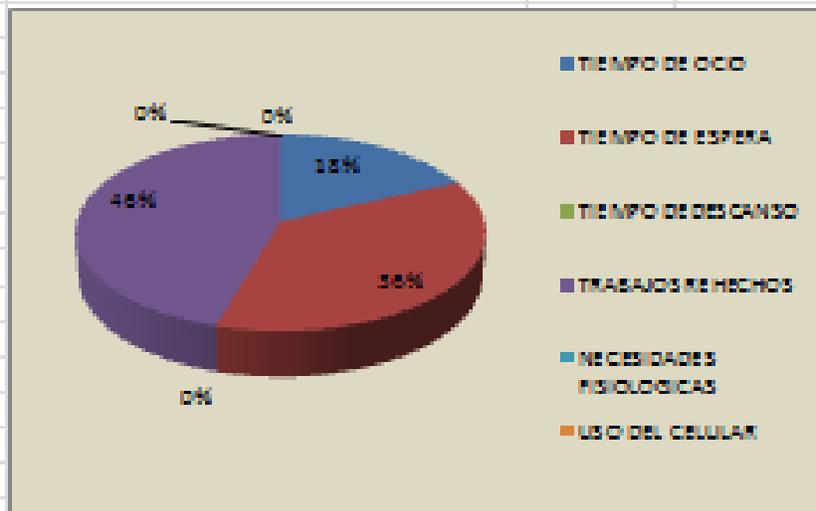


		CARTA BALANCE												
empresa														
partida		Encofrado y desencofrado sardinel												
cargo		Operario 2						FECHA						
TP	TIEMPO PRODUCTIVO						TIEMPO NO CONTRIBUTIVO							
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO						TO	TIEMPO DE OCIO						
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS						TE	TIEMPO DE ESPERA						
M	REALIZAR MEDICIONES						TD	TIEMPO DE DESCANSO						
LI	LIMPIEZA						TRH	TRABAJOS REHECHOS						
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES						NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS						
CP	CONSULTAR PLANOS						UC	USO DEL CELULAR						
O	OTRAS ACTIVIDADES													
minut.	TP	TC						TNC						
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC	
1	1													
2	1													
3	1													
4	1													
5	1													
6									1					
7									1					
8									1					
9									1					
10					1									
11					1									
12					1									
13			1											
14			1											
15			1											
16	1													
17	1													
18	1													
19	1													
20	1													
21		1												
22		1												
23			1											
24								1						
25								1						
26											1			
27											1			
28											1			
29											1			
30											1			
<b>TOTAL</b>	10	2	4	0	3	0	0	2	4	0	5	0	0	

RESUMEN	
TIEMPO PRODUCTIVO	10
TIEMPO CONTRIBUTORIO	9
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	11
TOTAL	30

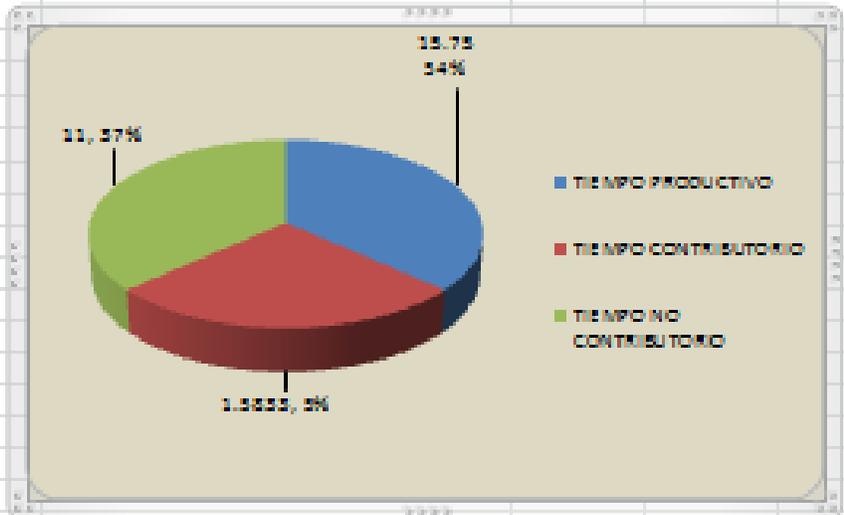


TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
TIEMPO DE OCIO	2
TIEMPO DE ESPERA	4
TIEMPO DE DESCANSO	0
TRABAJOS REHECHOS	5
NECESIDADES FISIOLÓGICAS	0
USO DEL CELULAR	0

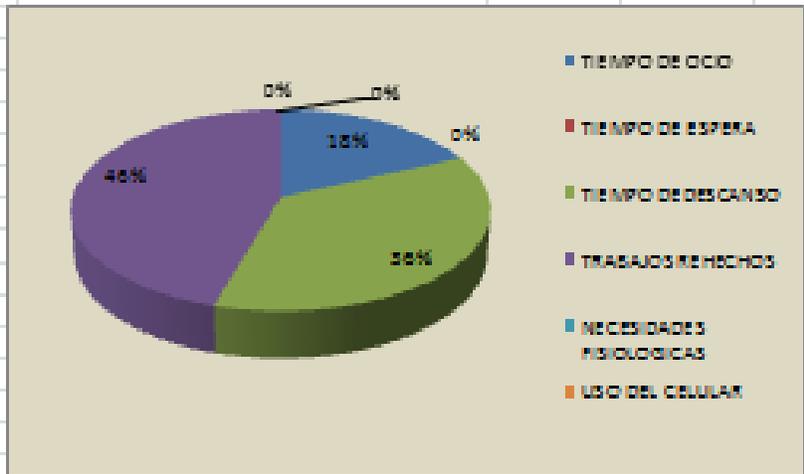


		CARTA BALANCE												
empresa														
partida		Concreto para sardinel												
cargo		Operario 1						FECHA						
TP	TIEMPO PRODUCTIVO							TIEMPO NO CONTRIBUTIVO						
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO							TO	TIEMPO DE OCIO					
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS							TE	TIEMPO DE ESPERA					
M	REALIZAR MEDICIONES							TD	TIEMPO DE DESCANSO					
LI	LIMPIEZA							TRH	TRABAJOS REHECHOS					
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES							NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS					
CP	CONSULTAR PLANOS							UC	USO DEL CELULAR					
O	OTRAS ACTIVIDADES													
minuto	TP	TC							TNC					
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC	
1				1										
2				1										
3				1										
4	1													
5	1													
6	1													
7	1													
8	1													
9								1						
10								1						
11	1													
12	1													
13										1				
14										1				
15		1												
16		1												
17		1												
18												1		
19												1		
20	1													
21	1													
22	1													
23	1													
24	1													
25	1													
26											1			
27											1			
28											1			
29											1			
30											1			
<b>TOTAL</b>	13	3	0	3	0	0	0	2	0	2	5	2	0	

RESUMEN	
TIEMPO PRODUCTIVO	13
TIEMPO CONTRIBUTORIO	6
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	11
TOTAL	30

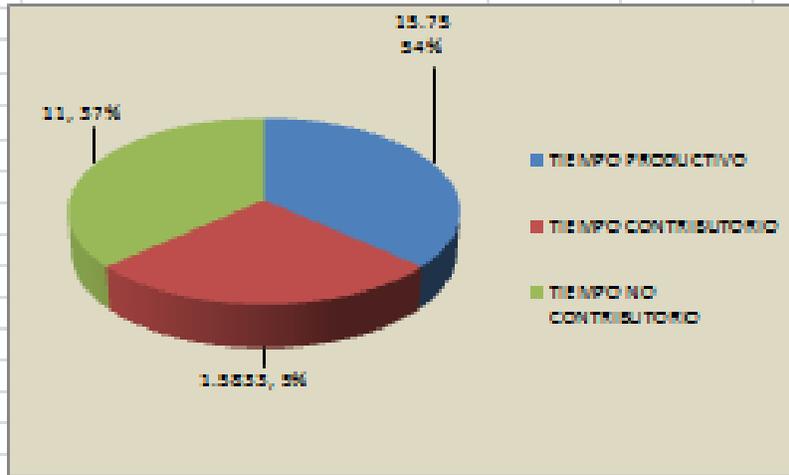


TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
TIEMPO DE OCIO	2
TIEMPO DE ESPERA	0
TIEMPO DE DESCANSO	2
TRABAJOS REHECHOS	5
NECESIDADES FISIOLÓGICAS	2
USO DEL CELULAR	0

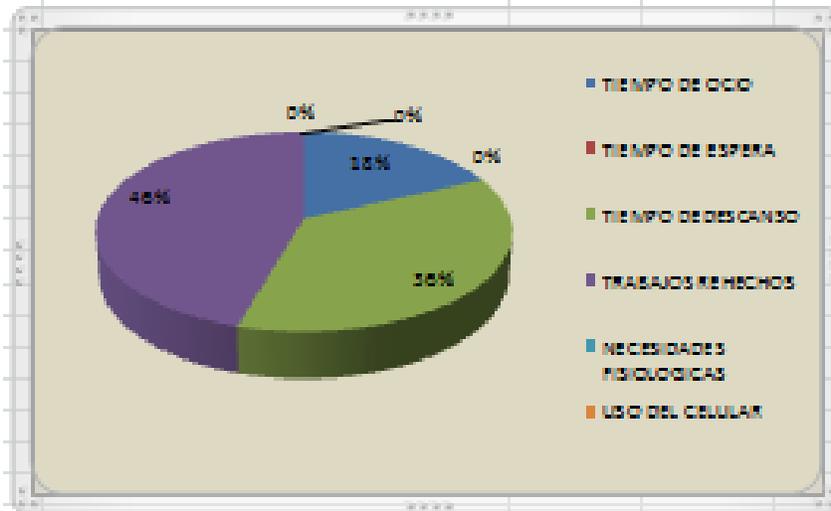


		CARTA BALANCE													
empresa															
partida		Concreto en sardinel													
cargo		Operario 2						FECHA							
TP	TIEMPO PRODUCTIVO							TIEMPO NO CONTRIBUTIVO							
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO							TO	TIEMPO DE OCIO						
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS							TE	TIEMPO DE ESPERA						
M	REALIZAR MEDICIONES							TD	TIEMPO DE DESCANSO						
LI	LIMPIEZA							TRH	TRABAJOS REHECHOS						
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES							NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS						
CP	CONSULTAR PLANOS							UC	USO DEL CELULAR						
O	OTRAS ACTIVIDADES														
minuto	TP	TC							TNC						
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC		
1				1											
2				1											
3				1											
4											1				
5											1				
6											1				
7	1														
8	1														
9									1						
10									1						
11						1									
12						1									
13	1														
14	1														
15		1													
16		1													
17		1													
18				1											
19				1											
20	1														
21	1														
22	1														
23	1														
24	1														
25	1														
26										1					
27										1					
28												1			
29												1			
30												1			
<b>TOTAL</b>	10	3	0	5	2	0	0	2	2	3	3	0	0		

RESUMEN	
TIEMPO PRODUCTIVO	10
TIEMPO CONTRIBUTORIO	10
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	10
TOTAL	30

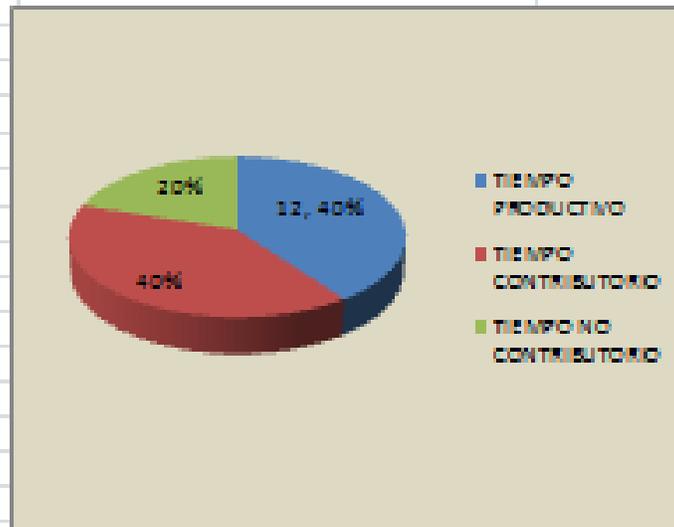


TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
TIEMPO DE OCIO	2
TIEMPO DE ESPERA	2
TIEMPO DE DESCANSO	3
TRABAJOS REHECHOS	3
NECESIDADES FISIOLÓGICAS	0
USO DEL CELULAR	0

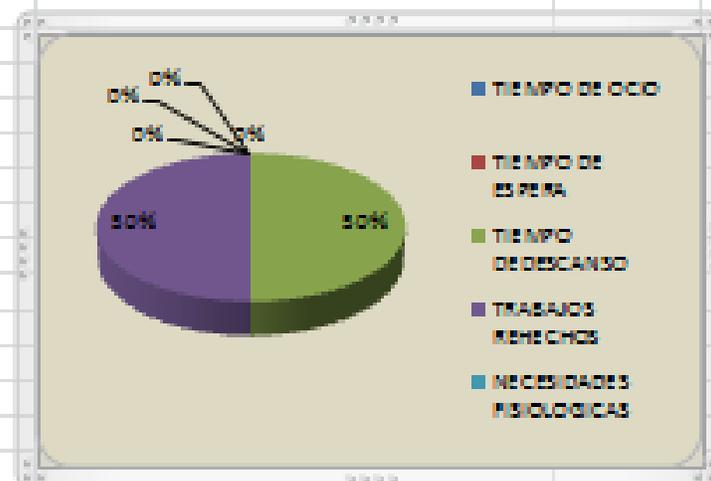


		CARTA BALANCE													
empresa															
partida		Concreto para sardinel													
cargo		Oficial 1						FECHA							
TP	TIEMPO PRODUCTIVO							TIEMPO NO CONTRIBUTIVO							
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO							TIEMPO DE OCIO							
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS							TIEMPO DE ESPERA							
M	REALIZAR MEDICIONES							TIEMPO DE DESCANSO							
LI	LIMPIEZA							TRABAJOS REHECHOS							
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES							NECESIDADES FISIOLÓGICAS							
CP	CONSULTAR PLANOS							USO DEL CELULAR							
O	OTRAS ACTIVIDADES														
minuto	TP	TC							TNC						
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC		
1	1														
2	1														
3	1														
4	1														
5	1														
6	1														
7	1														
8			1												
9			1												
10				1											
11				1											
12				1											
13						1									
14						1									
15					1										
16										1					
17										1					
18										1					
19											1				
20											1				
21											1				
22			1												
23			1												
24		1													
25		1													
26	1														
27	1														
28	1														
29	1														
30	1														
<b>TOTAL</b>	12	2	4	3	1	2	0	0	0	3	3	0	0		

RESUMEN	
TIEMPO PRODUCTIVO	12
TIEMPO CONTRIBUTORIO	12
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	6
TOTAL	30

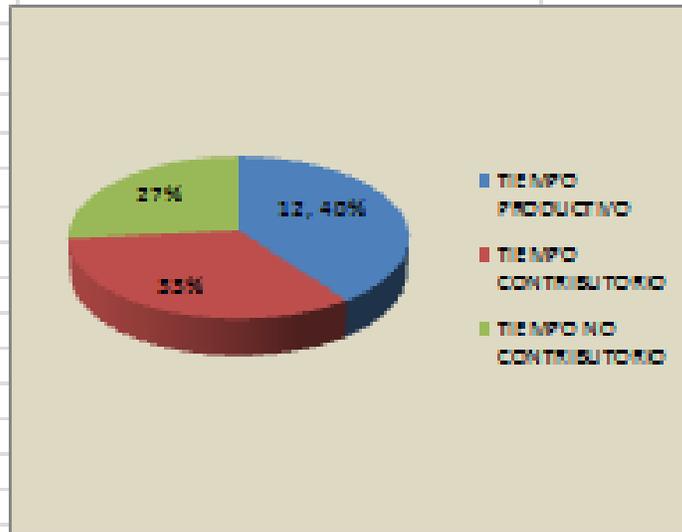


TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
TIEMPO DE OCIO	0
TIEMPO DE ESPERA	0
TIEMPO DE DESCANSO	3
TRABAJO REHECHOS	3
NECESIDADES FISIOLÓGICAS	0
USO DEL CELULAR	0

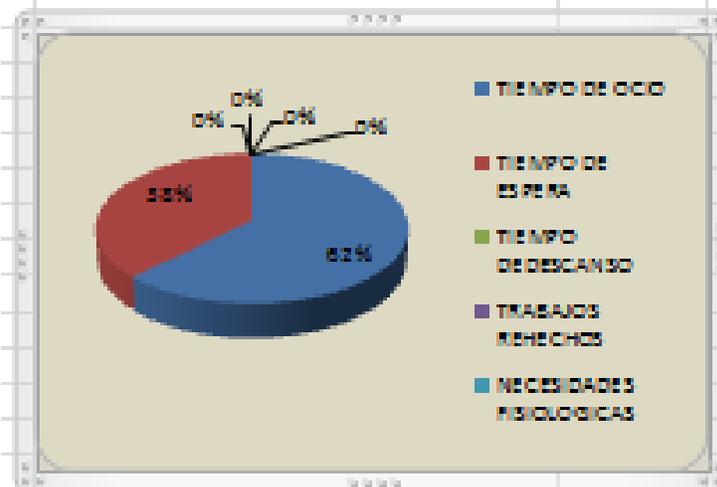


		CARTA BALANCE												
empresa														
partida		Concreto para sardinel												
cargo		Oficial 2						FECHA						
TP	TIEMPO PRODUCTIVO						TIEMPO NO CONTRIBUTIVO							
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO						TO	TIEMPO DE OCIO						
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS						TE	TIEMPO DE ESPERA						
M	REALIZAR MEDICIONES						TD	TIEMPO DE DESCANSO						
LI	LIMPIEZA						TRH	TRABAJOS REHECHOS						
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES						NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS						
CP	CONSULTAR PLANOS						UC	USO DEL CELULAR						
O	OTRAS ACTIVIDADES													
minut	TP	TC						TNC						
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC	
1	1													
2	1													
3	1													
4	1													
5	1													
6	1													
7	1													
8			1											
9			1											
10				1										
11				1										
12									1					
13									1					
14									1					
15	1													
16	1													
17	1													
18	1													
19	1													
20									1					
21									1					
22									1					
23									1					
24									1					
25						1								
26			1											
27			1											
28		1												
29		1												
30		1												
<b>TOTAL</b>	12	3	4	2	1	0	0	5	3	0	0	0	0	0

RESUMEN	
TIEMPO PRODUCTIVO	12
TIEMPO CONTRIBUTORIO	10
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	8
TOTAL	30

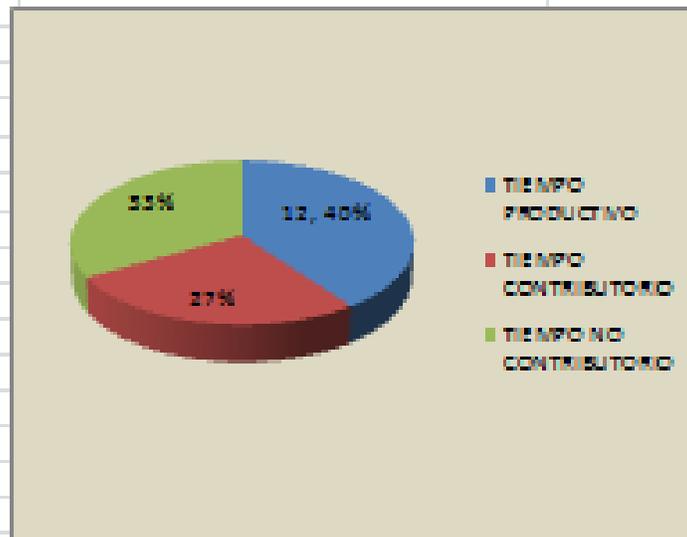


TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
TIEMPO DE OCIO	5
TIEMPO DE ESPERA	3
TIEMPO DE DESCANSO	0
TRABAJOS REHECHOS	0
NECESIDADES FISIOLÓGICAS	0
USO DEL CELULAR	0

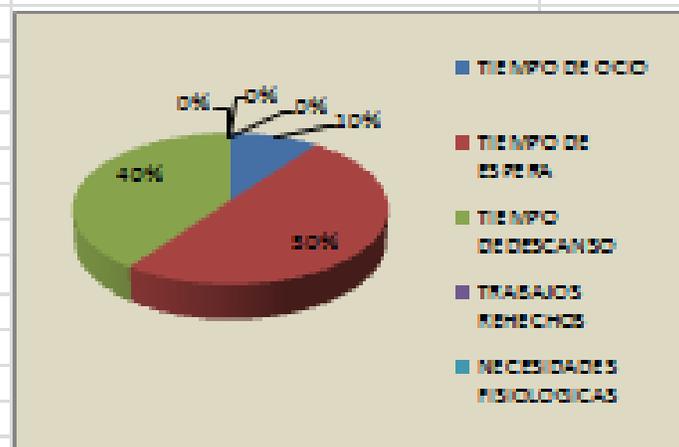


		CARTA BALANCE												
empresa														
partida		Concreto para sardinel												
cargo		Peon 1				FECHA								
TP	TIEMPO PRODUCTIVO						TIEMPO NO CONTRIBUTIVO							
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO						TO	TIEMPO DE OCIO						
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS						TE	TIEMPO DE ESPERA						
M	REALIZAR MEDICIONES						TD	TIEMPO DE DESCANSO						
LI	LIMPIEZA						TRH	TRABAJOS REHECHOS						
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES						NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS						
CP	CONSULTAR PLANOS						UC	USO DEL CELULAR						
O	OTRAS ACTIVIDADES													
minut	TP	TC						TNC						
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC	
1			1											
2			1											
3								1						
4			1											
5	1													
6	1													
7	1													
8	1													
9	1													
10	1													
11	1													
12									1					
13									1					
14									1					
15										1				
16										1				
17										1				
18										1				
19				1										
20				1										
21				1										
22			1											
23		1												
24	1													
25	1													
26									1					
27									1					
28	1													
29	1													
30	1													
<b>TOTAL</b>	12	1	4	3	0	0	0	1	5	4	0	0	0	0

RESUMEN	
TIEMPO PRODUCTIVO	12
TIEMPO CONTRIBUTORIO	8
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	10
TOTAL	30

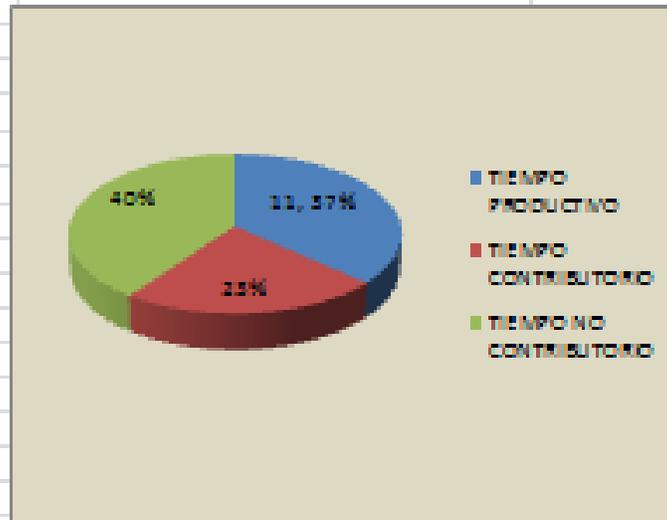


TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
TIEMPO DE OCIO	1
TIEMPO DE ESPERA	5
TIEMPO DEDESCANSO	4
TRABAJOS REHECHOS	0
NECESIDADES FISIOLOGICAS	0
USO DEL CELULAR	0

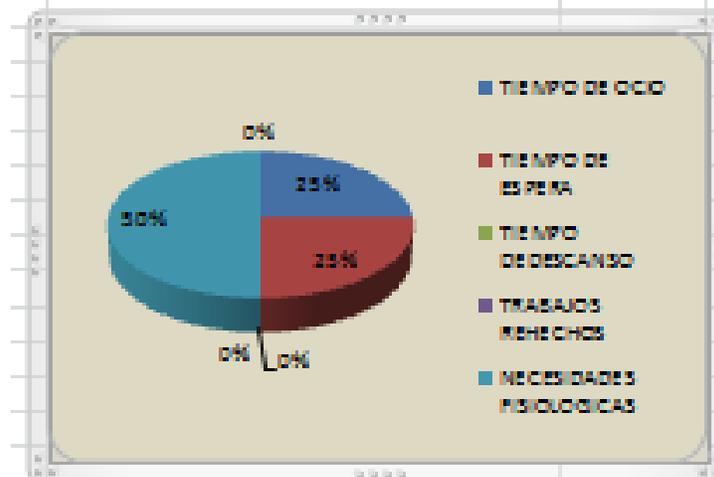


		CARTA BALANCE												
empresa		Concreto para sardinel												
partida		Peon 2						FECHA						
cargo														
TP	TIEMPO PRODUCTIVO							TIEMPO NO CONTRIBUTIVO						
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO							TO	TIEMPO DE OCIO					
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS							TE	TIEMPO DE ESPERA					
M	REALIZAR MEDICIONES							TD	TIEMPO DE DESCANSO					
LI	LIMPIEZA							TRH	TRABAJOS REHECHOS					
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES							NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS					
CP	CONSULTAR PLANOS							UC	USO DEL CELULAR					
O	OTRAS ACTIVIDADES													
minut	TP	TC							TNC					
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC	
1	1													
2	1													
3	1													
4	1													
5	1													
6	1													
7	1													
8		1												
9		1												
10		1												
11								1						
12								1						
13								1						
14													1	
15													1	
16													1	
17													1	
18													1	
19													1	
20				1										
21				1										
22	1													
23	1													
24	1													
25	1													
26				1										
27				1										
28									1					
29									1					
30									1					
<b>TOTAL</b>	11	3	0	4	0	0	0	3	3	0	0	6	0	

RESUMEN	
TIEMPO PRODUCTIVO	11
TIEMPO CONTRIBUTORIO	7
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	12
TOTAL	30

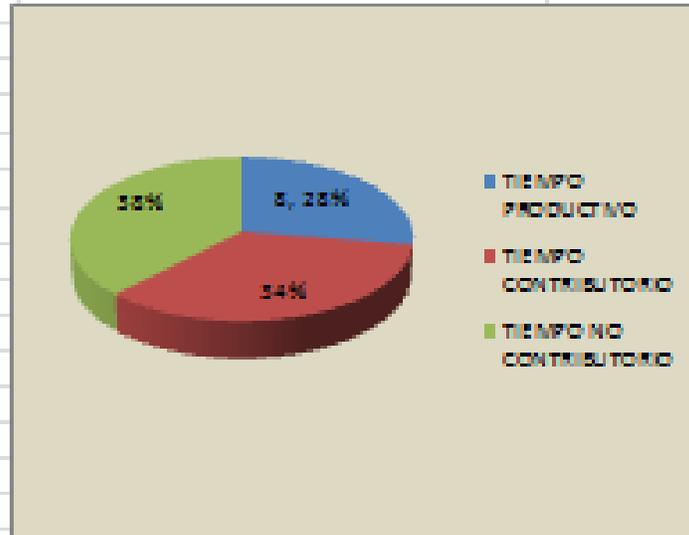


TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
TIEMPO DE OCIO	3
TIEMPO DE ESPERA	3
TIEMPO DEDESCANSO	0
TRABAJOS REHECHOS	0
NECESIDADES FISIOLOGICAS	6
USO DEL CELULAR	0

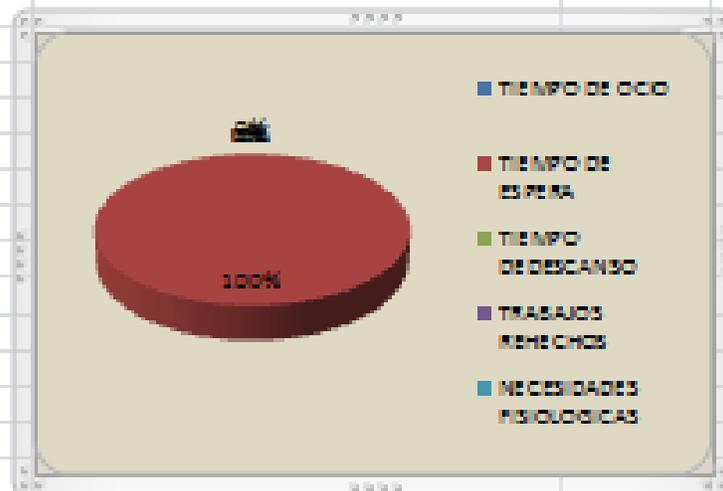


		CARTA BALANCE											
empresa													
partida		Concreto para sardinel											
cargo		Peon 3						FECHA					
<b>TP</b>	<b>TIEMPO PRODUCTIVO</b>						<b>TN TIEMPO NO CONTRIBUTIVO</b>						
<b>TC</b>	<b>TIEMPO CONTRIBUTIVO</b>						<b>TO</b>	<b>TIEMPO DE OCIO</b>					
<b>TMH</b>	<b>ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS</b>						<b>TE</b>	<b>TIEMPO DE ESPERA</b>					
<b>M</b>	<b>REALIZAR MEDICIONES</b>						<b>TD</b>	<b>TIEMPO DE DESCANSO</b>					
<b>LI</b>	<b>LIMPIEZA</b>						<b>TRH</b>	<b>TRABAJOS REHECHOS</b>					
<b>DRI</b>	<b>DAR O RECIBIR INDICACIONES</b>						<b>NF</b>	<b>NECESIDADES FISIOLÓGICAS</b>					
<b>CP</b>	<b>CONSULTAR PLANOS</b>						<b>UC</b>	<b>USO DEL CELULAR</b>					
<b>O</b>	<b>OTRAS ACTIVIDADES</b>												
minut	TP	TC						TNC					
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC
1	1												
2	1												
3	1												
4		1											
5		1											
6		1											
7									1				
8									1				
9									1				
10									1				
11									1				
12									1				
13									1				
14									1				
15					1								
16					1								
17					1								
18				1									
19	1												
20	1												
21	1												
22			1										
23			1										
24			1										
25									1				
26									1				
27									1				
28	1												
29	1												
30													
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

RESUMEN	
TIEMPO PRODUCTIVO	8
TIEMPO CONTRIBUTORIO	10
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	11
TOTAL	29



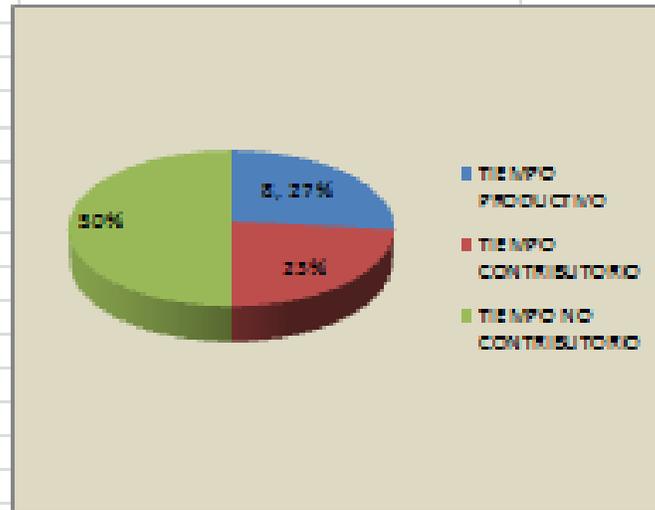
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
TIEMPO DE OCIO	0
TIEMPO DE ESPERA	11
TIEMPO DEDESCANSO	0
TRABAJO REHECHOS	0
NECESIDADES FISIOLÓGICAS	0
USO DEL CELULAR	0



		CARTA BALANCE												
empresa														
partida		Concreto para cardinal												
cargo		Peón 4						FECHA						
TP	TIEMPO PRODUCTIVO							TIEMPO NO CONTRIBUTIVO						
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO							TO	TIEMPO DE OCIO					
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS							TE	TIEMPO DE ESPERA					
M	REALIZAR MEDICIONES							TD	TIEMPO DE DESCANSO					
LI	LIMPIEZA							TRH	TRABAJOS REHECHOS					
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES							NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS					
CP	CONSULTAR PLANOS							UC	USO DEL CELULAR					
O	OTRAS ACTIVIDADES													
minut	TP	TC						TNC						
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC	
1	1													
2	1													
3	1													
4								1						
5								1						
6								1						
7												1		
8												1		
9												1		
10												1		
11												1		
12												1		
13												1		
14			1											
15			1											
16			1											
17			1											
18		1												
19		1												
20		1												
21	1													
22	1													
23	1													
24	1													
25	1													
26								1						
27								1						
28								1						
29										1				
30										1				
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	

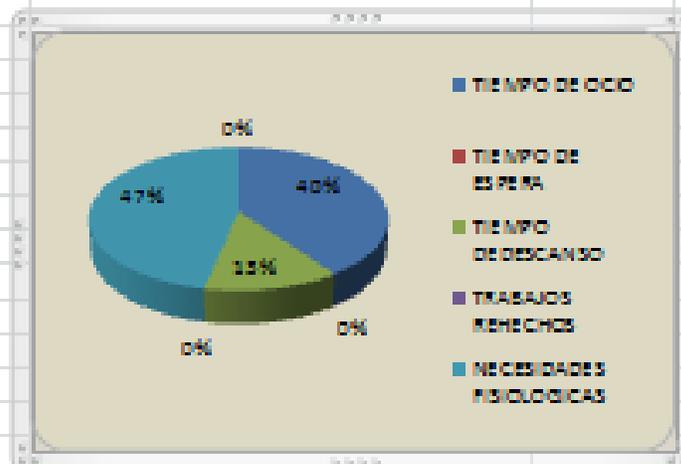
**RESUMEN**

TIEMPO PRODUCTIVO	8
TIEMPO CONTRIBUTORIO	7
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	15
TOTAL	30



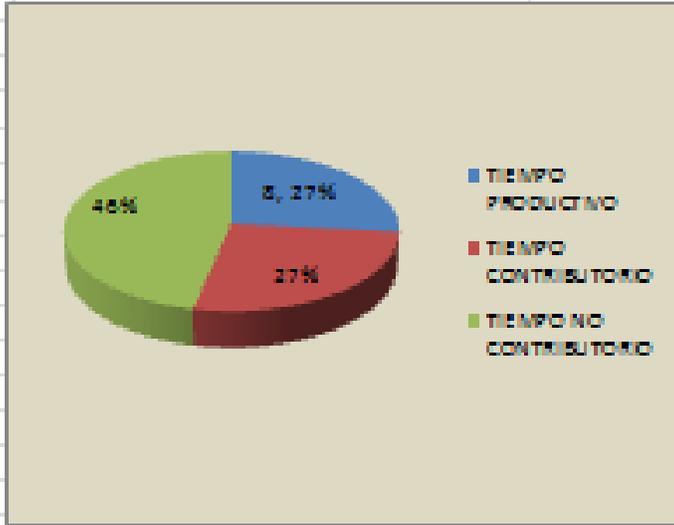
**TRABAJO NO CONTRIBUTORIO**

TIEMPO DE OCIO	6
TIEMPO DE ESPERA	0
TIEMPO DEDESCANSO	2
TRABAJOS REHECHOS	0
NECESIDADES FISIOLÓGICAS	7
USO DEL CELULAR	0

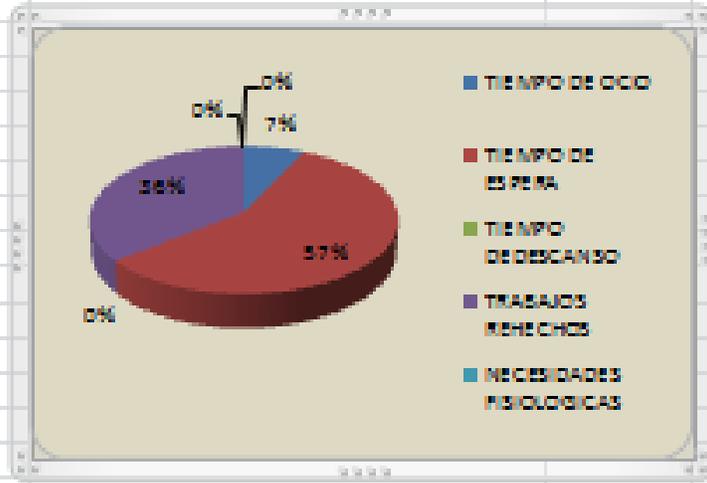


		CARTA BALANCE													
empresa															
partida		Concreto para sardinel													
cargo		Peon 5						FECHA							
TP	TIEMPO PRODUCTIVO							TIEMPO NO CONTRIBUTIVO							
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO							TIEMPO DE OCIO							
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS							TIEMPO DE ESPERA							
M	REALIZAR MEDICIONES							TIEMPO DE DESCANSO							
LI	LIMPIEZA							TRABAJOS REHECHOS							
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES							NECESIDADES FISIOLÓGICAS							
CP	CONSULTAR PLANOS							USO DEL CELULAR							
O	OTRAS ACTIVIDADES														
minut	TP	TC							TNC						
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC		
1	1														
2	1														
3	1														
4	1														
5	1														
6		1													
7		1													
8				1											
9				1											
10				1											
11	1														
12	1														
13	1														
14			1												
15			1												
16									1						
17									1						
18									1						
19									1						
20									1						
21									1						
22									1						
23									1						
24								1							
25											1				
26											1				
27											1				
28											1				
29											1				
30				1											
<b>TOTAL</b>	8	2	2	4	0	0	0	1	8	0	5	0	0		

RESUMEN	
TIEMPO PRODUCTIVO	8
TIEMPO CONTRIBUTORIO	8
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	14
TOTAL	30

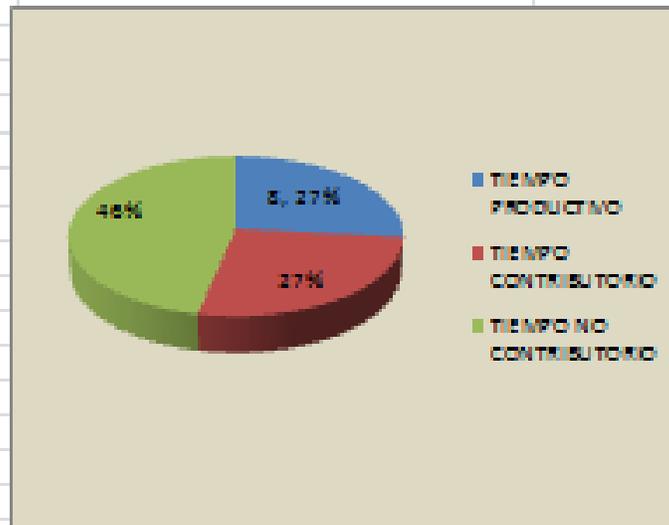


TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
TIEMPO DE OCIO	1
TIEMPO DE ESPERA	8
TIEMPO DEDESCANSO	0
TRABAJOS REHECHOS	5
NECESIDADES FISIOLOGICAS	0
USO DEL CELULAR	0

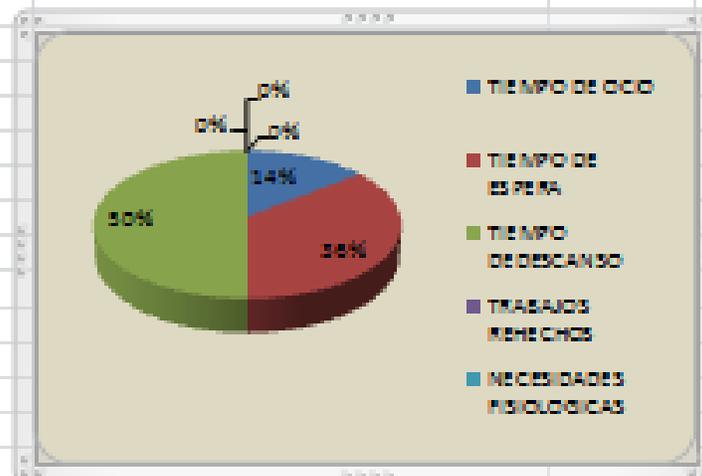


		CARTA BALANCE												
empresa														
partida		Concreto para sardinel												
cargo		Peon 6						FECHA						
TP	TIEMPO PRODUCTIVO							TIEMPO NO CONTRIBUTIVO						
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO							TO	TIEMPO DE OCIO					
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS							TE	TIEMPO DE ESPERA					
M	REALIZAR MEDICIONES							TD	TIEMPO DESCANSO					
LI	LIMPIEZA							TRH	TRABAJOS REHECHOS					
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES							NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS					
CP	CONSULTAR PLANOS							UC	USO DEL CELULAR					
O	OTRAS ACTIVIDADES													
minut	TP	TC						TNC						
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC	
1										1				
2										1				
3										1				
4										1				
5										1				
6					1									
7					1									
8					1									
9				1										
10				1										
11	1													
12	1													
13	1													
14										1				
15										1				
16									1					
17									1					
18									1					
19									1					
20	1													
21	1													
22	1													
23	1													
24	1													
25	1													
26	1													
27	1													
28								1						
29								1						
30									1					
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

RESUMEN	
TIEMPO PRODUCTIVO	8
TIEMPO CONTRIBUTORIO	8
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	14
TOTAL	30

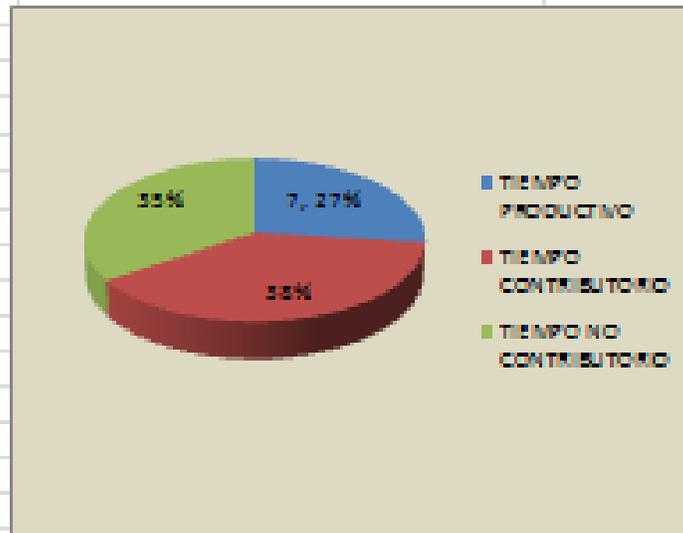


TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
TIEMPO DE OCIO	2
TIEMPO DE ESPERA	5
TIEMPO DE DESCANSO	7
TRABAJO REHECHOS	0
NECESIDADES FISIOLÓGICAS	0
USO DEL CELULAR	0

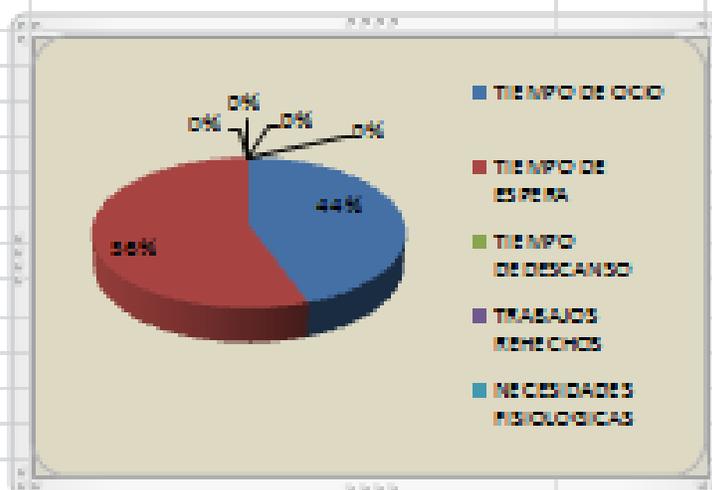


		CARTA BALANCE												
empresa														
partida		Concreto para sardinel												
cargo		Operario 7						FECHA						
TP	TIEMPO PRODUCTIVO							TIEMPO NO CONTRIBUTIVO						
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO							TO	TIEMPO DE OCIO					
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS							TE	TIEMPO DE ESPERA					
M	REALIZAR MEDICIONES							TD	TIEMPO DE DESCANSO					
LI	LIMPIEZA							TRH	TRABAJOS REHECHOS					
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES							NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS					
CP	CONSULTAR PLANOS							UC	USO DEL CELULAR					
O	OTRAS ACTIVIDADES													
minuto	TP	TC							TNC					
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC	
1	1													
2	1													
3	1													
4		1												
5		1												
6					1									
7														
8														
9				1										
10				1										
11				1										
12				1										
13	1													
14	1													
15	1													
16									1					
17									1					
18									1					
19									1					
20									1					
21								1						
22								1						
23								1						
24								1						
25		1												
26		1												
27		1												
28	1													
29														
30														
<b>TOTAL</b>	7	5	0	4	1	0	0	4	5	0	0	0	0	

RESUMEN	
TIEMPO PRODUCTIVO	7
TIEMPO CONTRIBUTORIO	10
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	9
TOTAL	26

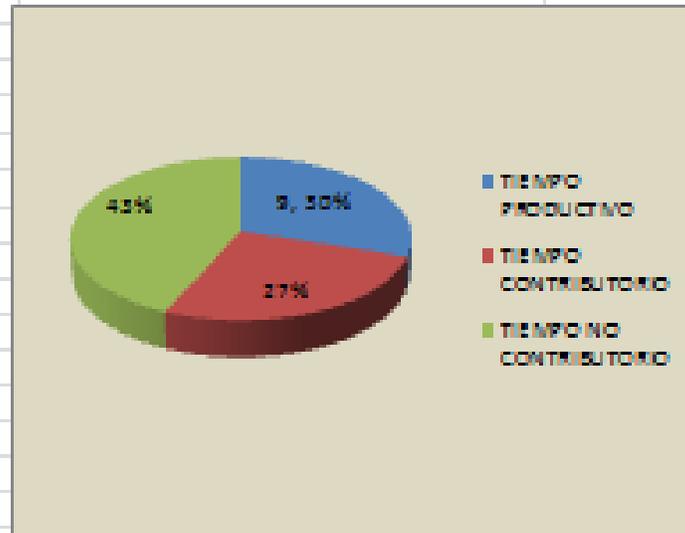


TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
TIEMPO DE OCIO	4
TIEMPO DE ESPERA	5
TIEMPO DEDESCANSO	0
TRABAJOS REHECHOS	0
NECESIDADES FISIOLÓGICAS	0
USO DEL CELULAR	0

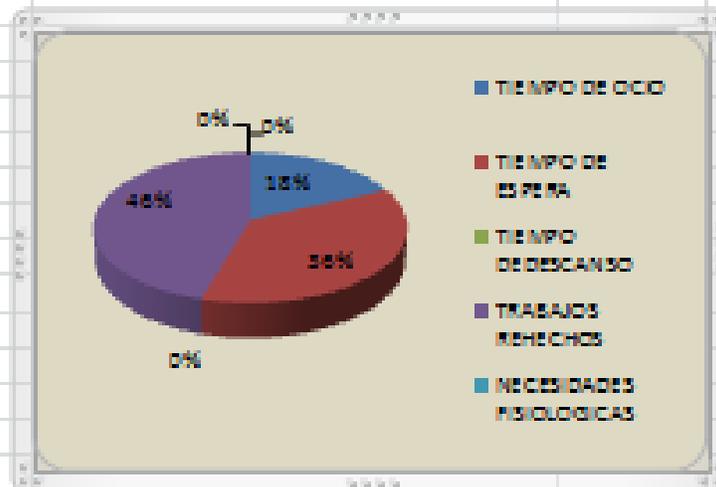


		CARTA BALANCE												
empresa														
partida		Junta con sello												
cargo		Peon 8						FECHA						
TP	TIEMPO PRODUCTIVO							TIEMPO NO CONTRIBUTIVO						
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO							TO	TIEMPO DE OCIO					
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS							TE	TIEMPO DE ESPERA					
M	REALIZAR MEDICIONES							TD	TIEMPO DE DESCANSO					
LI	LIMPIEZA							TRH	TRABAJOS REHECHOS					
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES							NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS					
CP	CONSULTAR PLANOS							UC	USO DEL CELULAR					
O	OTRAS ACTIVIDADES													
minut	TP	TC						TNC						
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC	
1								1						
2								1						
3								1						
4								1						
5								1						
6								1						
7	1													
8	1													
9	1													
10	1													
11	1													
12	1													
13	1													
14	1													
15	1													
16		1												
17		1												
18		1												
19									1					
20									1					
21									1					
22									1					
23									1					
24				1										
25			1											
26								1						
27								1						
28					1									
29					1									
30					1									
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

RESUMEN	
TIEMPO PRODUCTIVO	9
TIEMPO CONTRIBUTORIO	8
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	13
TOTAL	30

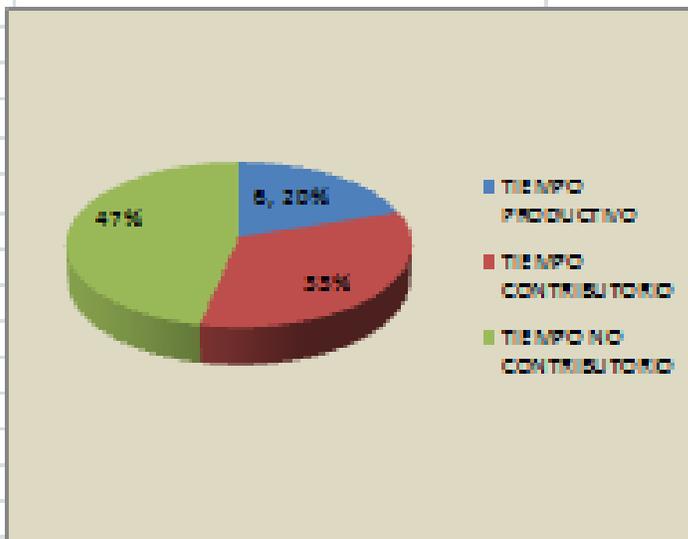


TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
TIEMPO DE OCIO	8
TIEMPO DE ESPERA	5
TIEMPO DE DESCANSO	0
TRABAJOS REHECHOS	0
NECESIDADES FISIOLÓGICAS	0
USO DEL CELULAR	0

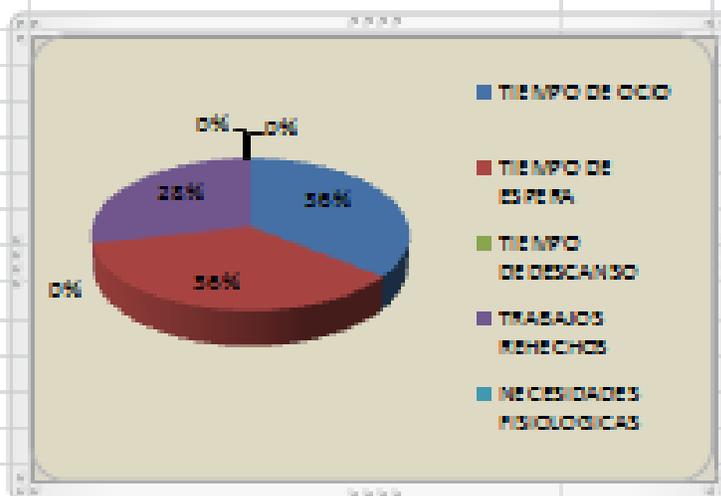


		CARTA BALANCE													
empresa															
partida		Junta con sello													
cargo		Operario 1					FECHA								
TP	TIEMPO PRODUCTIVO							TIEMPO NO CONTRIBUTIVO							
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO							TO	TIEMPO DE OCIO						
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS							TE	TIEMPO DE ESPERA						
M	REALIZAR MEDICIONES							TD	TIEMPO DE DESCANSO						
LI	LIMPIEZA							TRH	TRABAJOS REHECHOS						
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES							NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS						
CP	CONSULTAR PLANOS							UC	USO DEL CELULAR						
O	OTRAS ACTIVIDADES														
minut	TP	TC							TNC						
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC		
1								1							
2								1							
3								1							
4		1													
5		1													
6		1													
7	1														
8	1														
9	1														
10	1														
11	1														
12	1														
13															
14											1				
15											1				
16		1									1				
17		1													
18		1													
19									1						
20									1						
21									1						
22									1						
23									1						
24				1											
25			1												
26								1							
27								1							
28					1										
29					1										
30											1				
<b>TOTAL</b>	6	6	1	1	2	0	0	5	5	0	4	0	0		

RESUMEN	
TIEMPO PRODUCTIVO	6
TIEMPO CONTRIBUTORIO	10
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	14
TOTAL	30

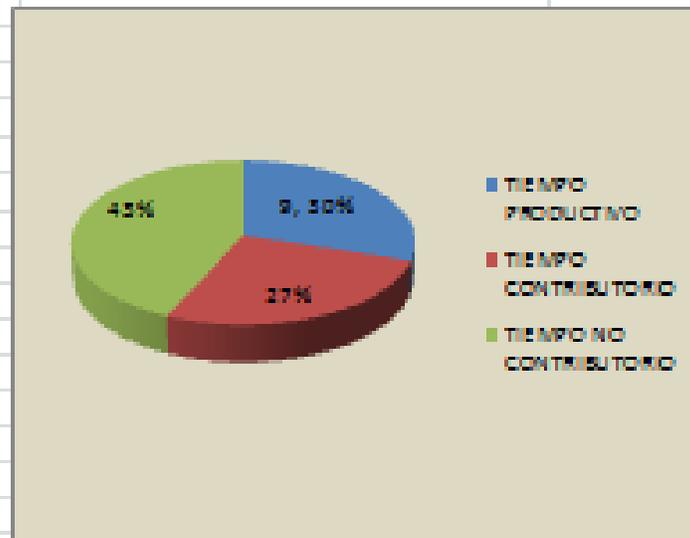


TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
TIEMPO DE OCIO	5
TIEMPO DE ESPERA	5
TIEMPO DE DESCANSO	0
TRABAJOS REHECHOS	4
NECESIDADES FISIOLÓGICAS	0
USO DEL CELULAR	0

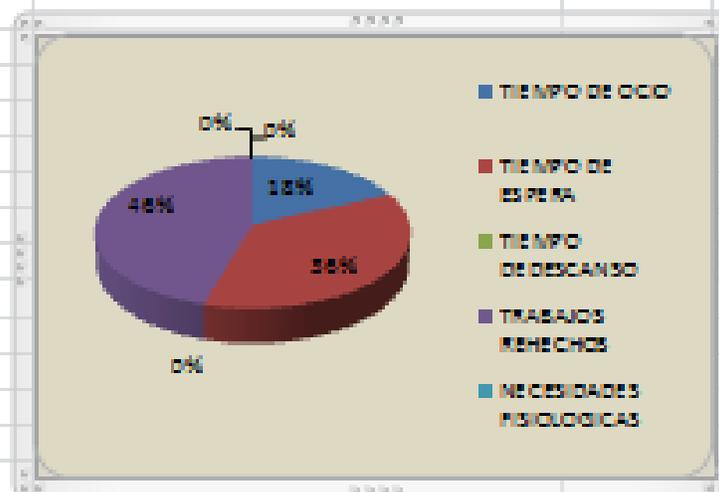


		CARTA BALANCE											
empresa													
partida		Junta con sello											
cargo		Peon 1				FECHA							
TP	TIEMPO PRODUCTIVO						TIEMPO NO CONTRIBUTIVO						
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO						TO	TIEMPO DE OCIO					
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS						TE	TIEMPO DE ESPERA					
M	REALIZAR MEDICIONES						TD	TIEMPO DE DESCANSO					
LI	LIMPIEZA						TRH	TRABAJOS REHECHOS					
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES						NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS					
CP	CONSULTAR PLANOS						UC	USO DEL CELULAR					
O	OTRAS ACTIVIDADES												
minut	TP	TC						TNC					
		TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC
1								1					
2	1												
3	1												
4	1												
5								1					
6								1					
7										1			
8										1			
9										1			
10										1			
11	1												
12	1												
13	1												
14	1												
15	1												
16		1											
17		1											
18		1											
19									1				
20									1				
21									1				
22									1				
23									1				
24				1									
25			1										
26								1					
27								1					
28					1								
29					1								
30					1								
<b>TOTAL</b>	8	3	1	1	3	0	0	5	5	4	0	0	0

RESUMEN	
TIEMPO PRODUCTIVO	8
TIEMPO CONTRIBUTORIO	8
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	14
TOTAL	30



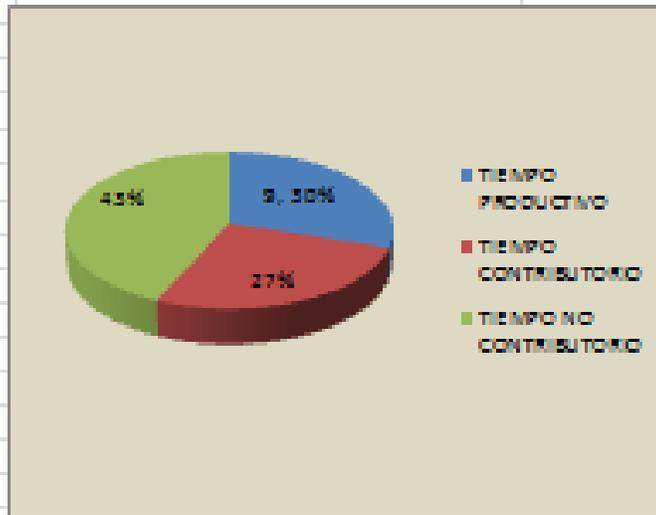
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
TIEMPO DE OCIO	5
TIEMPO DE ESPERA	5
TIEMPO DE DESCANSO	4
TRABAJO REHECHOS	0
NECESIDADES FISIOLÓGICAS	0
USO DEL CELULAR	0



		CARTA BALANCE												
empresa														
partida		Junta con sello												
cargo		Peon 2						FECHA						
TP	TIEMPO PRODUCTIVO							TIEMPO NO CONTRIBUTIVO						
TC	TIEMPO CONTRIBUTIVO							TO	TIEMPO DE OCIO					
TMH	ASLADO DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS							TE	TIEMPO DE ESPERA					
M	REALIZAR MEDICIONES							TD	TIEMPO DE DESCANSO					
LI	LIMPIEZA							TRH	TRABAJOS REHECHOS					
DRI	DAR O RECIBIR INDICACIONES							NF	NECESIDADES FISIOLÓGICAS					
CP	CONSULTAR PLANOS							UC	USO DEL CELULAR					
O	OTRAS ACTIVIDADES													
minut	TP	TMH	M	L	DRI	CP	O	TO	TE	TD	TRH	NF	UC	
1								1						
2								1						
3								1						
4								1						
5								1						
6								1						
7	1													
8	1													
9	1													
10	1													
11	1													
12	1													
13	1													
14	1													
15	1													
16		1												
17		1												
18		1												
19									1					
20									1					
21									1					
22									1					
23									1					
24				1										
25			1											
26								1						
27								1						
28					1									
29					1									
30					1									
<b>TOTAL</b>	9	3	1	1	3	0	0	8	5	0	0	0	0	

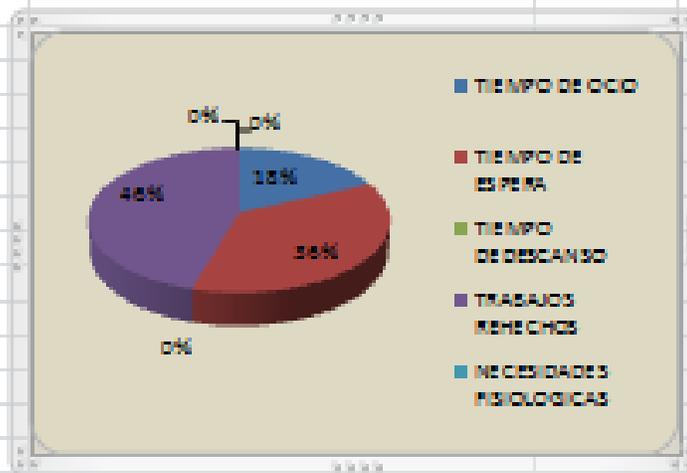
**RESUMEN**

TIEMPO PRODUCTIVO	9
TIEMPO CONTRIBUTORIO	8
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	13
TOTAL	30



**TRABAJO NO CONTRIBUTORIO**

TIEMPO DE OCIO	8
TIEMPO DE ESPERA	5
TIEMPO DEDESCANSO	0
TRABAJOS REHECHOS	0
NECESIDADES FISIOLÓGICAS	0
USO DEL CELULAR	0



RESUMEN	
TP	162
TC	147
TNC	196

