

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“HERRAMIENTAS PARA EL CONTROL, SEGUIMIENTO Y  
MEJORA DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN UNA  
CARRETERA DE SEGUNDA CLASE”**

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

**ELABORADO POR**

**BRANDO JOSINIO CAPDEVILA SALAZAR**

**ASESOR**

**Ing. EDUARDO DIONISIO HUARI CAMA**

**LIMA- PERÚ**

**2019**

© 2019, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

**“El autor autoriza a la UNI a reproducir la Tesis en su totalidad o en parte,  
con fines estrictamente académicos.”**

Capdevila Salazar Brando Josinio  
brandocapdevila@gmail.com  
993604971

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis

A mi familia por su profundo apoyo.

A mis profesores, compañeros de mi alma máter la Universidad Nacional de Ingeniería, colegas de trabajo, Y sobre todo gracias a Dios.

## INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>4</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>5</b>
<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>6</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>7</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>8</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS</b> .....	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>12</b>
1.1 GENERALIDADES .....	12
1.2 PROBLEMÁTICA .....	12
1.3 OBJETIVOS .....	13
1.3.1 Objetivo General.....	13
1.3.2 Objetivos Específicos .....	13
<b>CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
2.1 METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN .....	14
2.1.1 Gestión del valor ganado.....	14
2.1.2 SPI - Schedule Performance Index.....	15
2.1.3 CPI - Cost Performance Index (CPI).....	15
2.1.4 Técnica del valor ganado.....	15
2.2 GENERALIDADES .....	17
2.2.1 Productividad.....	17
2.3 SEIS SIGMA.....	17
2.3.1 DMAIC.....	18
2.4 LEAN CONSTRUCTION.....	19
2.4.1 Concepto y principios Lean (Manufacturing).....	19
2.4.2 Concepto y principios Lean Construction.....	20
2.4.3 Las 5 “S” .....	23
2.5 LBMS .....	25
<b>CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO DE CARRETERA DE SEGUNDA CLASE</b> .....	<b>27</b>
3.1. DESARROLLO DEL PROYECTO .....	27
3.1.1 Ubicación del proyecto .....	27
3.1.2 Alcance del proyecto .....	28
3.2 ESTADO ACTUAL DE LA CARRETERA.....	29
3.3 DESCRIPCIÓN DEL PRESUPUESTO OFERTA, VENTA Y COSTO .....	31
3.4 DESCRIPCIÓN DE LA PROGRAMACIÓN INICIAL DE LA OBRA.....	31

<b>CAPÍTULO IV: APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE GESTIÓN.....</b>	<b>32</b>
4.1 VALOR GANADO .....	32
4.1.1 Nivel de control.....	32
4.1.2 Nivel de Detalle .....	32
4.1.3 Información requerida.....	37
4.1.4 Procedimiento de elaboración del ISP .....	38
4.1.5 Análisis del ISP.....	40
4.2 LAST PLANNER SYSTEM .....	49
4.2.1 Plan semanal - programación 3 Semanas .....	51
4.2.2 Plan intermedio - programación mensual.....	59
4.3 D.T.C.....	65
4.3.1 Metrados y procesos del proyecto .....	65
4.3.2 Programación del plan mensual.....	66
4.4 CURVA S .....	70
4.5 P.A.C.....	74
4.6 CONTROL DE LAS HORAS MÍNIMAS.....	79
4.7 CONTROL DE DESPERDICIOS .....	84
4.7.1 Control de desperdicios en el concreto.....	84
4.8 GRÁFICO DE AVANCE LINEAL.....	86
4.9 ANALISIS DE COSTOS DIARIOS (ACD) .....	89
4.9.1 Corte de material suelto y roca fracturada .....	91
<b>CAPÍTULO V: APLICACIÓN METODOLOGÍA – DMAIC.....</b>	<b>96</b>
5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS A MEJORAR. ....	96
5.2 CORTE EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA (P-4A).....	98
5.2.1 Definir.....	98
5.2.2 Medir .....	100
5.2.3 Análisis .....	102
5.2.4 Implementar.....	106
5.2.5 Controlar.....	107
<b>CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y RESULTADOS.....</b>	<b>109</b>
6.1 ISP- RESULTADOS DEL CORTE DE MATERIAL SUELTO Y R.F P-4A.....	109
6.2 RESUMEN Y RESULTADOS DEL ISP .....	110
6.3 RESULTADOS DE COSTOS UNITARIOS DIARIOS.....	112
6.4 MEJORA DE PROCESO DE CORTE MATERIAL SUELTO Y R. F P-4A.....	113
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>116</b>

---

<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>116</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>118</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>119</b>

## RESUMEN

La presente tesis plantea un modelo de cómo establecer el control y seguimiento de proyectos en carreteras a través de un enfoque integral, tal que logre poder identificar que procesos constructivos tienen una baja productividad, para lo cual se va llevar un control y seguimiento exhaustivo, identificar las causas de no cumplimiento, a su vez analizar la mejora de procesos que se pueda tener aplicando la metodología DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), con fin de mejorar la productividad, los costos, el control del avance respecto a lo planificado, conocer el estado actual del proyecto y realizar proyecciones en base a los ratios obtenidos de cada proceso y prever las futuras pérdidas o ahorros que se podrían generar.

El problema específico en este proyecto de carretera es la inoperatividad y costos de "stand by" de los equipos, las restricciones por temas sociales, demográficos, como también el presupuesto costo previsto es relativamente bajo comparado con otros proyectos de igual magnitud y características similares, es por ello que para tratar este problema se va implementar diversas herramientas para control y seguimiento del proyecto como: El "plan de 3 semanas", P.A.C (porcentaje de actividades completadas), el A.V.G (análisis del valor ganado), el A.C.D (análisis de costos diarios) de los procesos más incidentes o necesarios de controlar, combinado con el D.T.C (diagrama tiempo camino), con lo cual se logra tener un panorama a futuro y prever futuras desviaciones según los indicadores de productividad; se va enfocar mucho en el costo unitario de los procesos, también se va implementar herramientas lean para el análisis, control y toma de decisiones, todos estos temas se van a desarrollar detalladamente, y los resultados de la solución basadas en el seguimiento y control de los procesos así como en el estudio de productividad de los procesos más incidentes utilizando la metodología D.M.A.I.C a través de la mejora de procesos.

En así que al llevar el control y seguimiento del proyecto de manera semanal y preferiblemente diario, combinando las herramientas tradicionales y las actuales, con las herramientas de control utilizadas en dicha investigación se logra la mejora continua y sirva como referente para los demás proyectos de gran magnitud en carreteras, ya que así sea un ejemplo para implementar un control ordenado de los puntos más importantes que se pueda controlar y con ello obtener buenos resultados en el proyecto.

## **ABSTRACT**

This thesis proposes a model of how to establish the control and monitoring of road construction projects through an integral approach, so that it can identify which construction processes have low productivity, for which it will be monitored, it will identify the causes of non-compliance, in turn analyze the improvement of processes that may be applied using the DMAIC methodology (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), in order to improve productivity, costs, control of progress Regarding the planned, know the current status of the project and make projections based on the ratios obtained from each process and anticipate future losses or savings that could be generated.

The specific problem in this road project is the inoperability and "stand by" costs of the equipment, the restrictions for social, demographic issues, as well as the estimated cost budget is relatively low compared to other projects of similar magnitude and similar characteristics, that is why to address this problem several tools will be implemented to control and monitor the project such as: The "3-week plan", PAC (percentage of completed activities), the EVA (earned value analysis), the DCA (daily costs analysis) of the most incidental or necessary processes to control, combined with the DTC (road time diagram), with which it is possible to have a future outlook and foresee future deviations according to productivity indicators; it will focus a lot on the unit cost of the processes, it will also implement lean tools for analysis, control and decision making, all these topics will be developed in detail, and the results of the solution based on monitoring and control of the processes as well as in the study of productivity of the most incidents processes using the DMAIC methodology through process improvement.

In this way, by taking control and monitoring of the project on a weekly and preferably daily basis, combining traditional and current tools, with the control tools used in such research, continuous improvement is achieved and serves as a reference for other large-scale projects of big magnitude on roads, as well as an example to implement an orderly control of the most important points that can be controlled and thereby obtain good results in the project.

## PRÓLOGO

El desarrollo del presente tema de tesis, como el título de esta lo menciona permite conocer y utilizar las actuales herramientas y estrategias a seguir a fin de llevar un correcto control y seguimiento del desarrollo de las actividades diarias y a su vez conocer las mejoras de necesitarse los procesos constructivos al construirse una carretera de segunda clase.

En el desarrollo de cada uno de los capítulos que integra el presente trabajo se encuentran las explicaciones y pasos necesarios a tomar en cuenta para emplear desde el inicio de las actividades las diversas herramientas tanto las tradicionales y actuales, en caso de presentarse una baja productividad buscar e identificar las causas de su origen y de inmediato aplicar las medidas correctivas del no cumplimiento, así mismo poder definir y analizar la mejora de procesos que se pueda tener aplicando la metodología adecuada.

Espero que con el aporte del desarrollo del presente tema pueda servir como elemento de consulta o también pueda de ser de partida para la apertura de otros temas de tesis similares.

Muchas gracias.

Ing. Eduardo Huari Cama

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla N°3.1 : Características técnicas del proyecto	29
Tabla N°3.2 : Ubicación y descripción de los puentes	30
Tabla N°3.3 : Ubicación y descripción de las canteras del proyecto	30
Tabla N°3.4 : Ubicación y descripción de las fuentes de agua del proyecto	30
Tabla N°4.1 : Plan de fases maestro	32
Tabla N°4.2 : Tipo de restricciones en el DTC	55
Tabla N°4.3 : Responsables de la línea de mando	56
Tabla N°4.4 : Tipo de restricciones	78
Tabla N°5.1 : Plan de estudio de mejora de procesos	98
Tabla N°5.2 : Indicadores meta del estudio de mejora de corte de material Suelto.	100
Tabla N°5.3 : Resultados de los tiempos del estudio del proceso P-4A	101
Tabla N°5.4 : Indicadores meta del estudio de mejora de la excavadora 336 D2L.	102
Tabla N°5.5 : Medición con las propuestas implementadas en campo para la excavadora 336 D2L.	106
Tabla N°5.6 : Medición de control en campo para la excavadora 336 D2L	108
Tabla N°6.1 : Resumen de la proyección de la mejora aplicada en el proceso P-4A.	113
Tabla N°6.2 : Resumen de resultados de la mejora aplicada en el proceso P-4A	114

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura N°2.1 : Curva S	16
Figura N°3.1 : Ubicación Regional del proyecto	27
Figura N°3.2 : Ubicación orográfica del proyecto	27
Figura N°4.1 : Reporte de almacén	37
Figura N°4.2 : Reporte de horas hombre y costo	37
Figura N°4.3 : Reporte de equipos	37
Figura N°4.4 : Flujograma para la elaboración del ISP	38
Figura N°4.5 : Detalle de recursos, proceso de elaboración del ISP	39
Figura N°4.6 : Costo, producción y costo unitario para la elaboración el ISP	40
Figura N°4.7 : Valor ganado de explanaciones	40
Figura N°4.8 : Resumen del valor ganado del proyecto	41
Figura N°4.9 : Proceso BBA - corte de material suelto y roca suelta, metrados totales previstos	41
Figura N°4.10 : Corte de material suelto y roca suelta, metrados programados	42
Figura N°4.11 : Corte de material suelto y roca suelta, metrado ejecutado	43
Figura N°4.12 : Proceso BBA - corte de material suelto y roca suelta, porcentaje de avance	43
Figura N°4.13 : Proceso BBA - corte de material suelto y roca suelta, costos totales	44
Figura N°4.14 : Proceso BBA - corte de material suelto y roca suelta, ratios	45
Figura N°4.15 : Proceso BBA - corte de material suelto y roca suelta, análisis de valor ganado	46
Figura N°4.16 : Proceso BBA - corte de material suelto y roca suelta, Indicadores	46
Figura N°4.17 ; Gráfica de ratios. Corte de material suelto y roca suelta	47
Figura N°4.18 : Resumen del valor ganado del proyecto	47
Figura N°4.19 : Resumen de los indicadores del proyecto	48
Figura N°4.20 : Evolución del CPI del proyecto	49
Figura N°4.21 : Evolución del SPI del proyecto	49
Figura N°4.22 : Secuencia del "LAST PLANNER SYSTEM"	51
Figura N°4.23 : Plan 3 semanas- Explanaciones	51
Figura N°4.24 : Plan 3 semanas- Obras de arte	53

Figura N°4.25 : Restricciones- Obras de arte	54
Figura N°4.26 : Reunión semanal de planeamiento	59
Figura N°4.27 : Reunión de producción	59
Figura N°4.28 : Plan mensual de explanaciones y pavimentación	61
Figura N°4.29 : Plan mensual de obras de arte	62
Figura N°4.30 : Plan mensual de canteras y plantas industriales	62
Figura N°4.31 : Reunión del plan mensual	64
Figura N°4.32 : Metrados totales del proyecto	65
Figura N°4.33 : Leyenda de actividades DTC	69
Figura N°4.34 : Plan del proyecto, diagrama tiempo camino	72
Figura N°4.35 : Curva S del proyecto	72
Figura N°4.36 : Porcentaje de avances por procesos	73
Figura N°4.37 : PAC de la semana 40	76
Figura N°4.38 : Resumen del PAC semanal	77
Figura N°4.39 : Control horas mínimas 1 de 2	82
Figura N°4.40 : Control de horas mínimas 2 de 2	83
Figura N°4.41 : Resumen por responsable del control de horas mínimas	83
Figura N°4.42 : Análisis comparativo de producción de concreto	85
Figura N°4.43 : Gráfico lineal de avance km 44+000 - 48+500	88
Figura N°4.44 : Reporte de producción diaria	90
Figura N°4.45 : Resumen del reporte de costo diario del proceso P-4A	93
Figura N°4.46 : Comparativo de costo diario real vs previsto del proceso P-4A	94
Figura N°4.47 : Formato de ingreso de data del reporte de costo diaria del proceso P-4A	95
Figura N°5.1 : Pareto en base al costo de los procesos directos	96
Figura N°5.2 : Procesos directos según su porcentaje de incidencia	97
Figura N°5.3 : Cronograma de plan de trabajo	98
Figura N°5.4 : Clasificación de las actividades y tipo de trabajos.	99
Figura N°5.5 : Costos unitarios previstos del proceso P-4A	99
Figura N°5.6 : Medición de las actividades en corte material suelto	100
Figura N°5.6 : Medición de las actividades en corte material suelto	100
Figura N°5.7 : Medición de las actividades en corte de talud	100
Figura N°5.8 : Distribución porcentual del tiempo, medición inicial proceso P-4A.	101

Figura N°5.9 : Distribución porcentual del tiempo por tipo de trabajo de la excavadora 3336 D2L	102
Figura N°5.10 : Resumen de costos unitarios del ISP del proceso P-4A	103
Figura N°5.11 : Diagrama Ishikawa del corte de material suelto, proceso P-4A	103
Figura N°5.12 : Proceso correcto de carguío de material suelto con la excavadora	104
Figura N°5.13 : Proceso correcto de carguío de material suelto con la excavadora	105
Figura N°5.14 : Proceso de carguío de material suelto con cargador frontal	105
Figura N°5.15 : Carguío de material suelto en una ruta alterna	106
Figura N°5.16 : Distribución porcentual del tiempo, medición con la implementación- proceso P-4A	107
Figura N°5.17 : Distribución porcentual del tiempo, medición de control- proceso P-4A	108
Figura N°6.1 : Porcentaje de ahorro, proceso P-4A	113
Figura N°6.2 : Rendimientos semanales de la excavadora, proceso P-4A	114

## LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

A.C. D	: Análisis de costo diario
CAO	: Cronograma de avance de obra
CPI	: Índice de desempeño de costo
DME	: Depósito de material excedente
DTC	: Diagrama tiempo camino
EDP	: Equipo de dirección del proyecto
INC	: Incidencia
M.S	: Material suelto
PAC	: Porcentajes de actividades cumplidas
BBA	: Proceso de corte en material suelto (MS) y roca suelta (RS) para Plataforma.
P-4A	: Proceso de corte en material suelto (MS) y roca suelta (RS) para Plataforma
P-6A	: Proceso de conformación de terraplenes
P-8A	: Proceso de extendimiento y compactación de base granular
P-22D	: Proceso de transporte de eliminación
R. S	: Roca suelta
R. F	: Roca fracturada
SPI	: Índice del rendimiento del cronograma
T. P	: Trabajos productivos
T.C	: Trabajos contributivos
T.N.C	: Trabajos no contributivos

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1 GENERALIDADES

Los proyectos de construcción y mejoramientos de carreteras de segunda clase son los que presentan más variabilidad en la etapa de ejecución en el Perú.

En los esquemas convencionales de manejo de obras de construcción, se invierte mucho tiempo y dinero en generar presupuestos y planificaciones de obra para convertir una serie de deseos sobre la forma en la que se llevara a cabo un proyecto en la realidad (Ballard, 1994).

Las actividades que no agreguen valor pueden dejarse de lado y no ser consideradas o ser tratadas como actividades que añaden valor al producto (Koskela, 1992).

A principios de 1999 se realizó una investigación del nivel de productividad en obras de construcción en Lima, en el cual se estudió 50 obras principalmente de edificaciones, y se concluyó que ninguno de los proyectos de la muestra no se logró ni el 38% del trabajo productivo obtenido como promedio en obras chilenas realizadas entre los años 90 y 91, y que al final más que una desventaja es una oportunidad para nuestro país para asumir los retos que nos tocan. (Flores, Salizar, Torres, 2000).

Hay enfoques y herramienta concretas que permiten optimizar y encontrar los sistemas y cuadrillas necesarias para lograr las mejoras substanciales en la construcción (Guio, 1999), este autor propuso herramientas para el control de rendimientos y sistemas de planificación semanales y diarias e implementación de programas lineales o trenes de trabajo.

Un estudio indica que, es posible aplicar la metodología de mejora de procesos D.M.A.I.C., con el soporte de técnicas y herramientas de control de proyectos, como el análisis de valor ganado, diagrama Pareto, diagrama causa-efecto, medición del trabajo entre otras; lográndose obtener mejoras importantes para procesos críticos en la construcción de carreteras (Barboza, 2013).

### 1.2 PROBLEMÁTICA

El estudio y aplicación de diferentes herramientas para el control y seguimiento del proyecto en carreteras tal como el sistema Last planner, y el análisis del valor ganado, ha convencido a los ingenieros, y especialmente a los constructores, que para resolver un problema la mejor alternativa es analizar sus partes

separadamente. En la búsqueda por mejorar estándares de productividad y reducir costos se han aplicado métodos y tácticas que han analizado separadamente cada uno de los procesos de construcción. Sin embargo, esto no ha conducido al objetivo, a pesar del notable esfuerzo de muchas instituciones y empresas, la industria de la construcción es la que menos ha incrementado su productividad en términos reales a través del tiempo.

En Lima, en las obras de construcción el trabajo productivo es solo 28%, más se tiene mayores tiempos en trabajos no contributivos y contributivos que en los productivos, en carreteras los tiempos de traslado y esperas son mayores lo cual los resultados son similares, asimismo hay un alto grado de variabilidad por tener relacionados diversos factores tales como sociales, ambientales, constructivos, entre otros. La mayor parte de vías en el Perú son caminos afirmados, seguidas de carreteras asfaltadas en dos sentidos. Asimismo, el MTC destina mayores proyectos en el 2019, lo cual indica que para realizar más obras de construcción, se seguirá presentando altos sobrecostos en la ejecución por parte de las empresas constructoras, por no llevar a cabo un control y mejora de procesos constructivos; lo cual impacta en el margen de ganancia del proyecto. Esta controversia hace que se esté en la constante búsqueda de nuevas herramientas para mejorar la productividad.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo General

- Implementar herramientas para el control, seguimiento y mejora de procesos constructivos en un proyecto de carretera de segunda clase.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Implementar la metodología del valor ganado y herramientas Lean Construction para realizar el control y seguimiento adecuado en un proyecto de carretera de segunda clase.
- Implementar el “Análisis del costo diario” (A.C.D), según los procesos constructivos más incidentes, para tener un control adecuado de los costos incurridos en un proyecto de carretera de segunda clase.
- Implementar la metodología DMAIC para realizar la mejora de procesos constructivos de acuerdo a los más incidentes en un proyecto de carretera de segunda clase.

## CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

### 2.1 METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN

Los Sistemas de Control de Proyectos se enfocan principalmente en lo que ya sucedió para analizar el desempeño actual, y en función a ello tomar medidas correctivas para cumplir el plan.

#### 2.1.1 Gestión del valor ganado

La integración de los sistemas de control de costos, tiempo y alcance es de interés natural para los profesionales de la construcción, dado que el verdadero estatus del proyecto puede ser evaluado si todos los parámetros son analizados en conjunto.

- Un proyecto, a la fecha, se encuentra bajo el presupuesto (real vs. proyectado).
- El proyecto ha incurrido poco costo en comparación con lo proyectado debido a que se encuentra atrasado.
- Entonces, es necesario analizar ambos parámetros.

A principios de 1960, las agencias de seguridad del gobierno de EE.UU. emiten algunas guías para la integración de datos de costos y tiempo dentro de un mismo sistema. El concepto fue acuñado como Valor Ganado (Earned Value), el cual se refiere a la determinación de cuanto trabajo ha sido desempeñado en función al valor presupuestado del trabajo realmente ejecutado. La idea es que el Contratista “ha ganado” cualquiera fuera el valor presupuestado del trabajo que realmente ha sido finalizado.

#### ➤ Valor Planeado (PV)

Costo presupuestado del trabajo programado. Es el costo presupuestado del trabajo programado de una actividad o componente del WBS para ser completado hasta un momento determinado.

#### ➤ Costo Real (AC)

Costo real del trabajo ejecutado. Es la cantidad realmente incurrida en la realización de la actividad del cronograma o el componente del WBS durante un período de tiempo determinado.

#### ➤ Valor ganado (EV)

Costo presupuestado del trabajo ejecutado. Es la cantidad presupuestada para el trabajo realmente completado de la actividad del cronograma o el componente del WBS durante un período de tiempo determinado.

### 2.1.2 SPI - Schedule Performance Index

El SPI se calcula dividiendo el Valor Ganado entre el Valor Planeado:

- $$SPI = \frac{EV}{PV} = \frac{Valor\ Ganado}{Valor\ planeado}$$

SPI > 1 Adelantado

SPI = 1 Dentro de lo programado

SPI < 1 Atrasado

### 2.1.3 CPI - Cost Performance Index (CPI)

El CPI se calcula dividiendo el Valor Ganado entre el Costo real:

- $$CPI = \frac{EV}{AC} = \frac{Valor\ Ganado}{Costo\ Real}$$

CPI > 1 Ahorro

CPI = 1 Dentro de lo previsto

CPI < 1 Sobrecostos

### 2.1.4 Técnica del valor ganado

El Valor Ganado es aplicable tanto para nivel de actividad/proceso como para todo el proyecto, mediante la Curva S (pesos/ponderaciones).

Si consideramos que el desempeño del costo acumulado a la fecha (CPI) se mantendrá durante el resto del proyecto, entonces se puede realizar pronósticos:

- Estimación hasta la conclusión

La estimación hasta la conclusión (ETC) es el costo esperado necesario para completar todo el trabajo restante para un paquete de trabajo, o el proyecto. Hay dos maneras de desarrollar la estimación hasta la conclusión (ETC). El método más exacto es el desarrollo de una nueva estimación, detallando de abajo hacia arriba sobre la base de un análisis de la obra restante.

➤  $ETC = (BAC - EV) / CPI$

Pero si consideramos que el desempeño acumulado no se mantendrá durante el resto del proyecto, entonces el ETC será calculado por el EDP en base al nuevo nivel de desempeño del costo que se espera alcanzar.

- Estimación a la conclusión

La estimación a la conclusión (EAC) es el costo total esperado al completar el trabajo.

En general, el costo total proyectado es igual al costo incurrido a la fecha (AC) más el costo proyectado del trabajo por ejecutar (ETC):

➤  $EAC = AC + ETC$

Si el ETC ha sido calculado considerando que el desempeño acumulado a la fecha (CPI) se mantendrá durante el resto del proyecto, entonces:

➤  $EAC = AC + (BAC / CPI) - (EV \times AC / EV)$

➤  $EAC = BAC / CPI$  Ver Figura N°2.1.

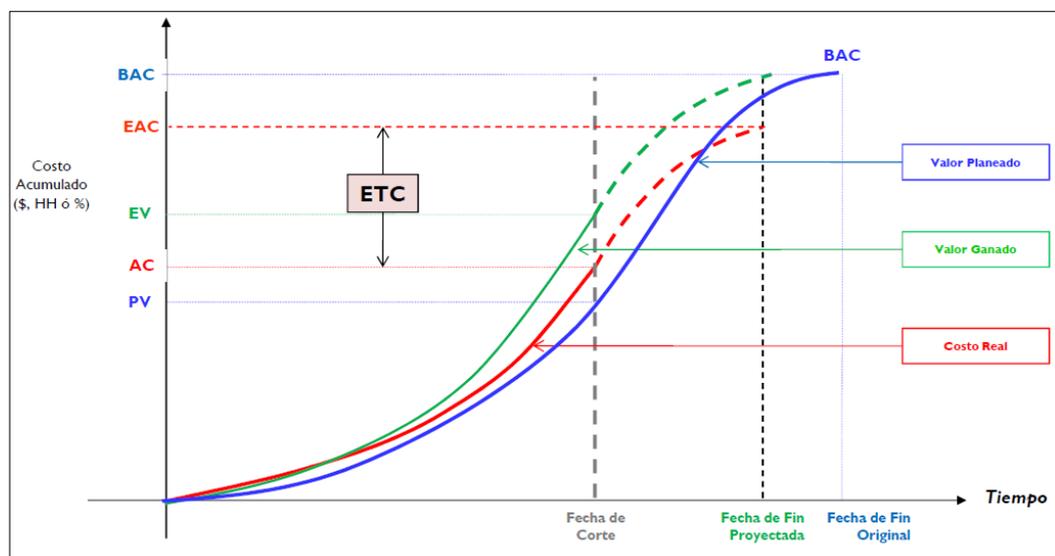


Figura N°2.1 Curva S

Fuente: Apuntes de clases – Gestión de proyectos 2

## 2.2 GENERALIDADES

### 2.2.1 Productividad

La productividad ha sido objeto de estudio por parte de todo tipo de industrias y empresas, especialmente en esta época donde la competencia obliga a que los niveles de productividad sean cada vez más altos, sin embargo, en la industria de construcción en Perú son pocos los estudios de productividad que se han realizado, ya sea porque se desconocen metodologías para efectuarlos y se piensa que por el costo de inversión en la mano de obra es ilógico incurrir en gastos de este tipo, por este motivo se desconoce la utilidad que tienen estos estudios en la planificación y control detallado de una obra, especialmente en lo referente al análisis de los rendimientos y hacer mejor uso del recurso “tiempo”.

De acuerdo con la revista Bit (2001), en su artículo Índice de productividad en la construcción: Mito o Realidad, por productividad debemos entender la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción y los recursos utilizados para obtenerla. Estos recursos productivos, incluyen el factor trabajo, capital y otros insumos como la tierra, energía, materias primas e incluso, la información.

Por lo tanto, productividad se define como la relación entre producción final y factores productivos (tierra, equipo y trabajo) utilizados en la producción de bienes y servicios. De un modo general, la productividad se refiere a lo que genera el trabajo, la producción por cada trabajador, la producción por cada hora trabajada o cualquier otro tipo de indicador de la producción en función del factor trabajo. Una productividad mayor significa producir más con la misma cantidad de recursos o hacer lo mismo con menos capital, trabajo y tierra.

## 2.3 SEIS SIGMA

Es una metodología de mejora de procesos creada en Motorola por el ingeniero Bill Smith en la década de los 80, esta metodología está centrada en la reducción de la variabilidad, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente.

### 2.3.1 DMAIC

Es un acrónimo de los pasos de la metodología: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Es una herramienta de la metodología enfocada en la mejora incremental de procesos existentes.

Los pasos de esta metodología son:

**a) Definir:** ¿Qué es lo importante?

- Define los objetivos del proyecto.
- Definir los requerimientos críticos para el cliente
- Documenta el proceso (Crea un mapeo del mismo).
- Crear la definición más fácil de entender de dicho problema.
- Construir al equipo efectivo.

**b) Medir:** ¿Cómo lo estamos haciendo ahora?

- Medir el desempeño actual del proceso.
- Determinar el ¿Qué? Voy a medir.
- Desarrollar y validar el sistema de medición.
- Determinar el desempeño actual del proceso.

**c) Analizar:** ¿Qué está mal?

- Analizar y determinar la causa raíz de los problemas y o defectos.
- Entender la razón para la variación e identifica las causas potenciales.
- Identificar las oportunidades de mejora en el proceso.
- Desarrollar y probar las hipótesis para la causa raíz de las soluciones.

**d) Mejora:** ¿Qué necesito hacer?

- Desarrollar y cuantificar las soluciones potenciales.
- Mejorar/Optimizar el proceso.
- Evaluar/Seleccionar la solución final.
- Verificar la solución final.
- Ganar la aprobación de la solución final.

**e) Controla:** ¿Cómo garantizo el desempeño?

- Implementar la solución.
- Garantizar que la mejora es mantenida.
- Asegurar que los nuevos problemas son identificados rápidamente.
- Digitalizar siempre que sea posible.
- Estandarizar: Copie el concepto – ¿Donde?

## 2.4 LEAN CONSTRUCTION

### 2.4.1 Concepto y principios Lean (Manufacturing)

Lean Manufacturing, o Manufactura Lean (Producción Lean) es una filosofía que tiene sus orígenes en la empresa Toyota y la industria de automóviles. Se le conoce también como el Sistema de Producción de Toyota (TPS), esta nueva filosofía ve la producción como transformación, como flujo y como un proceso que agrega valor al cliente. Los principios de la producción lean fueron desarrollados por el Ingeniero Taiichi Ohno, que trabajaba en Toyota. Su filosofía consistía en la eliminación de pérdidas y capacitación de los trabajadores, reducción de inventario y mejora de la productividad. En lugar de mantener los recursos con anticipación para la producción futura, como en el sistema de producción de Henry Ford, el equipo de Toyota construyó alianzas con los proveedores. Ohno quería diseñar automóviles a pedido del cliente; comenzando con esfuerzos para reducir el tiempo de configuración de la máquina y mejora en la gestión de calidad, además desarrolló una serie de objetivos para el diseño del sistema de producción: producir un automóvil de acuerdo a los requerimientos del cliente, entregar al instante, y no mantener inventarios.

El sistema de manufactura lean se basa en 14 principios:

- 1) Filosofía a “largo plazo”
- 2) Cree procesos en flujo continuo
- 3) Utilice sistemas “pull” para evitar producir en exceso – kanban
- 4) Nivele la carga de trabajo – heijunka
- 5) Pare cuando aparezca un problema de calidad
- 6) Estandarice tareas para poder mejorar continuamente
- 7) Utilice el control visual de modo que no se oculten los problemas
- 8) Utilice sólo tecnología fiable y absolutamente probada que dé servicio a su personal y a sus procesos.
- 9) Haga crecer a líderes que comprendan perfectamente el trabajo, vivan la filosofía y enseñen a otros.

- 10) Desarrolle personas y equipos excepcionales que sigan la filosofía de su empresa.
- 11) Respete su red extendida de socios y proveedores, desafiándoles y ayudándoles a mejorar.
- 12) Vaya a verlo por sí mismo para comprender a fondo la situación
- 13) Tome decisiones por consenso lentamente impleméntelas rápidamente
- 14) Conviértase en una organización que aprende mediante la reflexión constante (hansei) y la mejora continua (kaizen).

#### 2.4.2 Concepto y principios Lean Construction

Lean Construction o Construcción Lean nace a comienzos de los años 90 a través del Ingeniero Finlandés Lauri Koskela, quien aplicó el modelo de la producción lean a la industria de la construcción en su tesis de doctorado “Application of the New Production Philosophy to Construction”. Esta nueva filosofía surge como respuesta ante las deficiencias que se tiene en la industria de la construcción: productividad, seguridad, calidad y medio ambiente. Koskela define la Construcción Lean como: “Una forma de diseñar el sistema de producción para minimizar las pérdidas de materiales, tiempo, y esfuerzo para generar la máxima cantidad posible de valor”.

En la Industria de la Construcción se han rechazado varias ideas provenientes de la industria Manufacturera porque se cree que la construcción es diferente, los fabricantes hacen partes que van dentro de los proyectos, pero el diseño y construcción de proyectos únicos y complejos en un entorno incierto bajo la presión del tiempo es fundamentalmente diferente a hacer latas.

Lo mencionado previamente tiene cierta lógica, no se busca implementar la producción lean tal como es concebida, se busca “adaptar” sus fundamentos a la construcción lean. Conseguir que el flujo de trabajo sea fiable y predecible en un lugar de construcción requiere la alineación impecable de cada suministro de tal manera que se maximice el valor y se reduzcan las pérdidas.

Koskela menciona que la información y los flujos de materiales, así como el flujo de trabajo tanto en el diseño como en la construcción deben ser medidos en función de sus desperdicios y del valor que agreguen.

Los objetivos de la construcción Lean son los siguientes (Howell, 1999):

- Diseñar en conjunto el producto y el proceso.
- Controlar la producción desde el diseño hasta su entrega.
- Reducir las actividades que no agreguen valor al producto.
- Reducir la variabilidad del proyecto.
- Maximizar el valor del proyecto atendiendo los requerimientos del cliente.

Los principios de la Construcción Lean son 8:

1. Reducir la variabilidad: Este es un principio fundamental que ha sido derivada a través de dos ramas, ingeniería industrial e ingeniería de calidad. El objetivo es reducir la variabilidad temporal de los flujos de producción.
2. Reducir los ciclos de tiempo: Debido que la variabilidad expande los tiempos de ciclo, este principio puede ser utilizado como un conductor a la reducción de la variabilidad. Sin embargo, la reducción de los tiempos de ciclo también tiene un valor intrínseco. Debido a la conexión conceptual entre el tiempo de trabajo en curso y el ciclo (expresado en la ley de Little), este principio es más o menos equivalente a la reducción de inventario. En la construcción, la reducción de los tiempos de ciclo se debe centrar en varios niveles de análisis: la duración total de la construcción, etapa en la que se encuentra la construcción, el flujo de materiales (de la fábrica hacia la instalación), y de la tarea (Koskela, 2000).
3. Reducción de tamaño de los lotes: es una técnica efectiva para la reducción de la expansión de los tiempos de ciclo debido al procesamiento por lotes. En la construcción, se necesitan conceptualizaciones abstractas de "productos" que se pueden contar en un lote.
4. Incrementar la flexibilidad: Aquí flexibilidad puede estar asociada con la capacidad y competencia de la estación de trabajo, rutas, etc. Flexibilidad reduce los tiempos de ciclo y por otro lado, simplifica el sistema de producción. Reducción de los tiempos de preparación o de cambio aumenta la flexibilidad con tiempos de ciclo cortos.
5. Seleccionar un enfoque de control de producción apropiado: En un sistema de "jalar" (pull), una actividad productiva es provocada por la demanda de un puesto de trabajo corriente abajo (o cliente), mientras que, en un sistema de empuje, un plan de actividades empuja hacia la realización. El sistema de "jalar" ha llegado a estar estrechamente asociado al Lean. Sin embargo, en la realidad

la mayoría de los sistemas de control de producción son sistemas empujar-jalar mixtos, y la tarea es seleccionar el mejor método para cada etapa de la producción.

6. Estandarizar: La estandarización del trabajo sirve para varios objetivos. La variabilidad temporal por las características del producto se puede reducir, permite la mejora continua. Los empleados también tienen el poder de mejorar su trabajo.
7. Instituir la mejora continua: A través de la mejora continua, se puede reducir la variabilidad, además la tecnología mejora.
8. Utilizar Gestión Visual: La Gestión visual está relacionada con la estandarización, la visualización de los métodos de producción permite fácil acceso a las normas y permite su cumplimiento. También está estrechamente conectada con la mejora continua, en la que la visualización de los procesos de producción permite la percepción de los trabajadores de los procesos y medidas de mejora.
9. Diseñar el sistema de producción para el flujo y el valor: Este principio pone énfasis en la importancia del diseño de los sistemas de producción (esta frase tiene la intención de cubrir también el desarrollo de los productos y la etapa de diseño). Es importante que el diseño del sistema de producción soporte el control de la producción y la mejora continua. Desde el punto de vista del valor, es importante garantizar la capacidad del sistema de producción.
10. Asegurar la comprensión de los requisitos: Este es el primer principio que aborda únicamente el concepto de generación de valor. Por razones obvias, la generación de valor requiere la comprensión integral de los requisitos. En la práctica, esta es una etapa notoriamente problemática.
11. Centrarse en la selección de los conceptos: Diseñar se divide en conceptos de diseño y detalles de diseño. El desarrollo de ambos conceptos y su evaluación debe ser enfatizado, ya que hay una tendencia a apresurarse con los detalles del diseño.
12. Asegurar los requisitos de flujo descendente: El siguiente reto desde el punto de vista de la generación de valor es asegurar que todos los requisitos de flujo, hasta las partes más pequeñas del producto, sean diseñadas y producidas.
13. Verificar y Validar: Además en el campo de la generación de valor, este principio recuerda que la intención no es suficiente, si no que todos los diseños

y productos debe ser verificados de acuerdo a las especificaciones y validado con los requisitos del cliente.

14. Ir y mirar por uno mismo: Este principio enfatiza la importancia de la observación en persona, en vez de reportes o rumores (Liker, 2006). Además, la tendencia tradicional en la construcción ha sido resolver los problemas in situ, este principio pretende enfatizar la importancia de las visitas de sitio para aquellas que usualmente no lo practican, como, por ejemplo: gerentes, inversionistas, etc.
15. Decidir por consenso, considerar todas las alternativas: Este principio se deriva de la práctica de Toyota (Liker, 2006). Al ampliar el círculo de quienes toman las decisiones, se puede garantizar una base de conocimientos más amplia para la toma de decisiones. Al ampliar el número de alternativas consideradas, se incrementa la probabilidad de encontrar la mejor solución posible.
16. Cultivar una extensa red de contactos: Este principio implica que se debe construir una amplia red de contactos. En la construcción, esto puede suceder en los proyectos (alianzas).

#### 2.4.3 Las 5 “S”

Es una metodología japonesa usada en la empresa Toyota que consiste en operaciones que buscan incrementar la organización, orden, limpieza y estandarización en las áreas administrativas y productivas.

El nombre 5s proviene de cinco palabras japonesas: SEIRI, SEITON, SEISO, SEIKETSU y SHITSUKE. (Clasificar, Organizar, Limpiar, Estandarizar y convertir esta secuencia en Hábito)

El programa de las 5s involucra a todo el personal de la organización. Mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo no es solo una cuestión de estética, se trata de mejorar las condiciones de trabajo, de seguridad, el clima laboral, la motivación del personal y la eficiencia y, en consecuencia, la calidad, la productividad y la competitividad de la organización.

La metodología 5S tiene como metas: eliminar los materiales y útiles innecesarios, que todo se encuentre ordenado e identificado y eliminar las fuentes de suciedad.

Etapas de la metodología:

Etapa previa a las 5s: Es necesario buscar la participación de todos los involucrados, realizar una inspección de la situación actual y realizar una limpieza general al lugar.

1) Seiri-Clasificar: Clasificar es reparar e identificar las cosas por clases, tipos, tamaños, categorías o frecuencia de uso.

- Identificar las herramientas, materiales, suministros necesarios e innecesarios.
- Eliminar todo lo identificado como innecesario.
- No debe existir exceso de materiales, equipos o herramientas en el lugar de Trabajo. El exceso hace que se requiera mayor tiempo y energía en hallar lo que Se necesite.
- Las piezas necesarias se derivan a la etapa de Seiton.

2) Seiton - organizar: Organizar es ordenar los objetos dentro de un lugar de acuerdo a una norma o método adecuado. Darle a cada cosa una ubicación propia, teniendo en cuenta la frecuencia de su uso.

- Dar nombre a todas las cosas.
- Hacer etiquetas estandarizadas que ayuden a identificar las cosas.
- Guardar las cosas de acuerdo a su función.
- Teniendo todo ordenado, se pasa a la etapa de Seiso.

3) SEISO - Limpieza: Limpiar es quitar lo sucio de algo.

- El local de trabajo debe ser dividido y asignar un responsable de limpieza de cada área.
- La limpieza es una forma de inspección, permite identificar defectos, piezas rotas, etc.

4) Seiketsu – Estandarización, señalar anomalías: Consiste en detectar situaciones irregulares o anómalas, mediante normas sencillas y visibles para todos. Aunque las etapas previas de las 5S pueden aplicarse únicamente de manera puntual, en esta etapa (seiketsu) se crean estándares que recuerdan que el orden y la limpieza deben mantenerse cada día.

Para conseguir esto, las normas siguientes son de ayuda:

- Hacer evidentes las consignas «cantidades mínimas» e «identificación de zonas».

- Favorecer una gestión visual.
  - Estandarizar los métodos operatorios.
  - Formar al personal en los estándares.
- 5) Shitsuke - Mantenimiento de la disciplina, seguir mejorando: Con esta etapa se pretende trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas, comprobando el seguimiento del sistema 5S y elaborando acciones de mejora continua, cerrando el ciclo PDCA (del inglés Plan-Do-Check-Act, esto es, 'planificar, hacer, verificar y actuar'). Si esta etapa se aplica sin el rigor necesario, el sistema 5S pierde su eficacia.

Establece un control riguroso de la aplicación del sistema. Tras realizar ese control, comparando los resultados obtenidos con los estándares y los objetivos establecidos, se documentan las conclusiones y, si es necesario, se modifican los procesos y los estándares para alcanzar los objetivos.

Mediante esta etapa se pretende obtener una comprobación continua y fiable de la aplicación del método de las 5S y el apoyo del personal implicado, sin olvidar que el método es un medio, no un fin en sí mismo.

## 2.5 LBMS

El método de planificación lineal LSM es una herramienta que maneja las actividades de una obra sobre un DTC (diagrama Tiempo Camino). Donde los ciclos de producción se representan con una línea recta cuya pendiente muestra la velocidad a la que la actividad progresa (productividad o rendimiento de trabajo).

Ese método está pensado para proyectos de naturaleza continua como carreteras, obras de saneamiento y más. Este método permite determinar las actividades que influyen en la duración final del proyecto, denominado como "Ruta de actividades controladoras" siendo el concepto similar al de la ruta o camino crítico, con la particularidad de que puede estar compuesta por segmentos de las actividades que el método calcula de forma automática.

El método de programación lineal tanto incorpora y optimiza muchas y complejas variables presentes en los proyectos de infraestructura, y se destaca como la metodología que produce un completo y fiable horario de proyectos lineales.

Como tal, la automatización del método de planificación lineal es el núcleo de la funcionalidad del programa de programación lineal de TILOS. Tal y como se ha descrito en el apartado anterior, el método de planificación lineal LSM es una herramienta que maneja las actividades de una obra sobre un DTC (diagrama Tiempo Camino). En este caso se manejarán DTC con Espacio (H) – Tiempo (V). No obstante, debido a esta característica, en ambos casos se facilita identificar su localización espacial además de su productividad, dirección de avance, etc.

Según se ha venido exponiendo, al tener ciclos de producción, los trabajos repetitivos se representan mediante una línea recta cuya pendiente muestra la velocidad a la que la actividad progresa (productividad o rendimiento). En este caso, al aplicar la escala vertical en sentido descendente, cuanto menor es la pendiente de la línea que representa la actividad mayor es su productividad y viceversa. Las unidades que se definen en los ejes del DET varían en función de la tipología de la obra y las características de la misma, pudiendo representarse desde cm (centímetros) hasta km (kilómetros) en el caso del eje horizontal y desde minutos hasta años en el caso del eje vertical. Habitualmente se utilizan metros y días en el caso que nos ocupa, aunque depende de las dimensiones del proyecto tal y como se ha comentado.

Para detectar visualmente con facilidad las actividades del proyecto son muy importante la representación, en la parte superior del DTC, de un croquis de la planta y/o perfil del proyecto constructivo haciendo coincidir la escala de éste con la escala horizontal del DTC.

La dirección de la representación del eje horizontal depende de la disposición en planta del proyecto tal y como se ha mencionado, mientras que el eje vertical se puede representar en ambas direcciones. Habitualmente se representa en sentido ascendente (según la documentación consultada), iniciando desde la parte inferior (inicio del proyecto) hacia la parte superior (fin de proyecto).

## CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO DE CARRETERA DE SEGUNDA CLASE

### 3.1. DESARROLLO DEL PROYECTO

El proyecto “Mejoramiento de la carretera Moquegua –Omate – Arequipa tramo II KM 35 AL 153.5” tiene como objetivo realizar el mejoramiento de la carretera existente, el tramo inicia en el km 35+000 y termina en la progresiva 153+500, se ubica en la región Moquegua.

#### 3.1.1 Ubicación del proyecto

El proyecto vial está ubicado en la Provincia de Sánchez Cerro - Moquegua (Dv. San June - Puquina), ver Figura N°3.1 y Figura N°3.2.



Figura N°3.1 Ubicación Regional del proyecto. Fuente: Diario Gestión

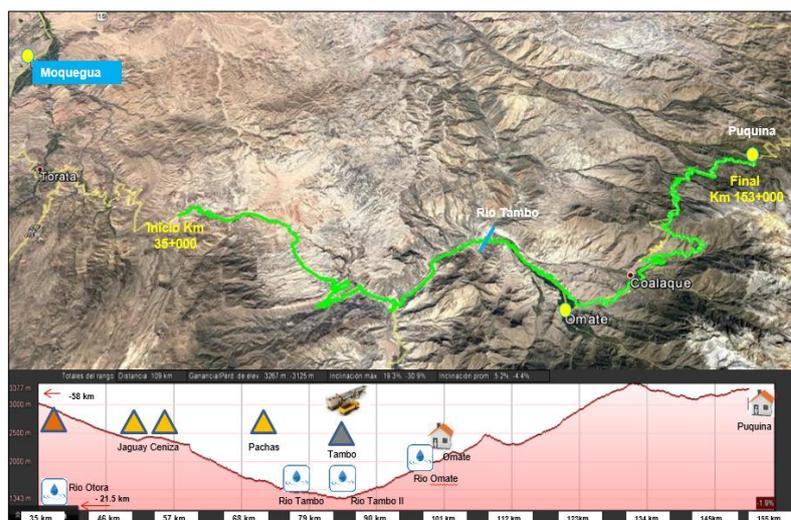


Figura N°3.2 Ubicación orográfica del proyecto. Fuente: Elaboración Propia.

En todo el tramo de la carretera se tiene acceso a lugares poblados, las zonas urbanas son las siguientes:

- Puquina
- Coalaque
- Quinistaquillas
- Omate
- Jaguay

La altitud varía entre los 1459 y 3168 m.s.n.m, asimismo la mayor parte del tramo de la carretera presenta material volcánico, a su vez el material presente a lo largo del tramo puede ser roca fija, roca fracturada y material suelto.

Por vía terrestre se puede acceder al tramo desde Lima por medio de la carretera Panamericana Sur, vía por la cual se llega a la ciudad de Moquegua, luego se continua por la carretera internacional a Bolivia hasta arribar al desvío Omate, y seguir hasta el km 35+000, donde inicia el tramo, cabe resaltar que esta vía se encuentra a nivel de asfalto desde lima hasta el desvío hacia Omate.

### 3.1.2 Alcance del proyecto

El proyecto contempla el asfaltado a nivel de carpeta asfáltica en caliente con un ancho de la superficie de la vía de 6 m con bermas a cada lado de 0.5 m.

La estructura de pavimento está conformada por una base granular de 0.275 m de altura y carpeta asfáltica de 0.075 m.

Asimismo, se va a construir 7 puentes, sistema integral de drenaje compuesto por alcantarillas TMC con cabezales de concreto armado, alcantarillas de concreto armado tipo marco, cunetas trapezoidales y rectangulares, subdrenes, señalización vertical y horizontal de la vía.

A continuación, se describirán las principales características generales del proyecto ver Tabla N° 3.1

Tabla N°3.1 Características técnicas del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

<b>LONGITUD TOTAL</b>	:	<b>118.5 KM</b>
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROYECTO VIAL</b>	:	Tramos : 35+000 al 153+500 Clasificación Vial : 2da clase: Una Vía con 2 carriles Orográficas : Tipo 3 y 4 Tipo de Pavimento : Carpeta Asfáltica Ancho de la Superficie : 6 m. Bermas de Diseño : 0.50 m Pendiente máxima y mínima : 10.85% - 0.50% Cuneta Trapezoidal : 1.25 m x 0.35 m Cuneta Rectangular : 0.60m x 0.70m en Zonas Urbanas. Velocidad de Directriz : 30 km/h Radio : 20 m Peralte : 3% a 8% Bombeo de Calzada : 2.5 % Obras de arte : Alcantarillas, cunetas y subdrenaje Sobre Ancho : De acuerdo a las Normas DG - 2001 Curvas Verticales : De acuerdo a las Normas DG - 2001 Número de Carriles : 2.0 Puente. : 07 proyectados.
<b>LOCALIDAD DE INICIO</b>	:	Moquegua Km. 35 + 000 (Dv. San June)
<b>LOCALIDAD DE TERMINO</b>	:	Moquegua Km. 153 + 500 (Puquina)

### 3.2 ESTADO ACTUAL DE LA CARRETERA

La carretera actual es afirmada en su totalidad, se encuentra en regular estado de conservación, las partes más críticas son los lugares cruzados por las quebradas a lo largo de la carretera.

La sección de la vía es de 4.00 a 5.50 m, no existen cunetas longitudinales, existen alcantarillas obstruidas y/o colmatadas, muchas de ellas sin cabezales de ingreso y salida. Los puentes que se deben de construir no están muy bien conservados, ver la tabla N°3.2.

Tabla N°3.2 Ubicación y descripción de los puentes. Fuente: Elaboración Propia

	<b>PUENTE</b>	<b>UBICACIÓN (km)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>LONGITUD (m.)</b>
5.1	<b>JAGUAY CHICO</b>	48+387	CONCRETO ARMADO	17
5.2	<b>JAGUAY GRANDE</b>	69+440	CONCRETO ARMADO	20
5.3	<b>EL CHORRO</b>	75+950	MIXTO: CONCRETO, VIGAS METÁLICAS	39
5.4	<b>MORO MORO</b>	89+750	CONCRETO ARMADO	15
5.5	<b>TAMAÑA</b>	101+380	CONCRETO ARMADO	8.5
5.6	<b>SALADO</b>	110+076	MIXTO: CONCRETO, VIGAS METÁLICAS	25
5.7	<b>AMARILLO</b>	113+265	CONCRETO ARMADO	16

También es necesario tener en claro la ubicación de las canteras iniciales del proyecto, de donde se va a extraer y procesar el material adecuado para realizar los diversos trabajos, se debe tener presente que estos pueden ser aprobados o no de acuerdo con las instituciones responsables de la liberación según el uso respectivo. Ver tabla N° 3.3.

Tabla N°3.3 Ubicación y descripción de las canteras del proyecto. Fuente: Elaboración Propia

<b>Canteras</b>	<b>Km (empalme)</b>	<b>Acceso (km)</b>	<b>Influencia del Km al Km</b>		<b>Uso</b>	<b>Cantidad m3</b>
<b>Cantera JAGUAY GRANDE</b>	48+000	0.10	35+000	90+000	RELLENO	81,500
<b>Cantera CENIZA</b>	53+670	0.05	90+000	110+000	RELLENO	137,500
<b>Cantera PACHAS</b>	69+300	0.75	110+000	153+320	RELLENO	160,000
<b>Cantera TAMBO</b>	84+410	0.60	85+000	153+320	BASE	302,800
			35+000	153+320	MAC	72,958

Un punto importante son las fuentes de agua donde se va a requerir este elemento de acuerdo con las distintas necesidades del proyecto, asimismo el uso dependerá de las condiciones de y propiedades de cada fuente de agua, ver tabla N° 3.4.

Tabla N°3.4 Ubicación y descripción de las fuentes de agua del proyecto. Fuente: Elaboración Propia

<b>N°</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>UBICACIÓN (km)</b>	<b>ACCESO</b>
<b>1</b>	RIO OTORA	km 13+060	Lado Derecho. Requiere mantenimiento, el acceso es de 50 m
<b>2</b>	RIO TAMBO	km 75+640	Lado Derecho. El acceso se encuentra por la vía hacia Quinistaquillas cuya longitud es de 0.4 km.
<b>3</b>	RIO TAMBO II	km 84+500	Lado Izquierdo. Construir acceso de 0.65 km ( Acceso hacia la cantera Rio Tambo)
<b>4</b>	RIO OMATE	km 91+750	Lado Izquierdo. Construir acceso de 50 m.

### 3.3 DESCRIPCIÓN DEL PRESUPUESTO OFERTA, VENTA Y COSTO

De acuerdo a la agrupación de partidas y procesos que se tiene en el proyecto presenta 3 tipos de presupuestos, los cuales son:

- Presupuesto oferta: Es aquel que con el cual se ganó la obra de acuerdo con PROVIAS NACIONAL, conformado por partidas, y es el presupuesto contractual.
- Presupuesto Venta: Es aquel que presenta una estructura similar al presupuesto oferta, pero con algunas modificaciones de las partidas para ajustar las metas internas y llegar a culminar el proyecto en menor tiempo.
- Presupuesto Costo: Es aquel en el cual se desagrega las partidas del presupuesto venta, se hace un agrupamiento de las partidas relacionadas entre sí del presupuesto y se forman las fases y procesos, de tal manera que se pueda llevar un control adecuado del costo y del avance según este criterio. Cabe resaltar que se tiene una división general de acuerdo a costos directos e indirectos, los directos son aquellos relacionados a los procesos constructivos y que son objeto de estudio de la presente investigación, comprenden inicialmente 49 procesos. Para mayor detalle se adjunta el presupuesto costo inicial en el anexo 3.1.

### 3.4 DESCRIPCIÓN DE LA PROGRAMACIÓN INICIAL DE LA OBRA.

Para tener un adecuado control del avance del proyecto, se va utilizar el plan maestro en el cual están reflejados las metas según cada proceso del presupuesto costo, se plasma en un D.T.C Diagrama Tiempo Camino, donde se aprecia las fechas y las progresivas donde van iniciar y culminar los trabajos.

Asimismo, se va utilizar la "Curva S" para controlar el avance de la obra según nuestra programación interna, y compararlo con nuestra meta contractual es decir con el CAO (Calendario de Avance de obra) de manera semanal y mensual. El plan maestro inicial y el CAO se adjuntan en el anexo 3.2 y 3.3 respectivamente.

## **CAPÍTULO IV: APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE GESTIÓN**

### **4.1 VALOR GANADO**

La herramienta que se utiliza para medir y evaluar el desempeño de un proyecto es el ISP (Informe semanal de producción) que permite diagnosticar el estado actual del proyecto en una determinada fecha de corte, además permite identificar los procesos improductivos, analizar los rendimientos, los procesos que están atrasados y adelantados, revisar las ratios reales comparados con los previstos; para elaborar dicho reporte se requiere definir lo siguiente:

#### **4.1.1 Nivel de control**

Para medir la productividad y/o rendimiento de los procesos constructivos, el Equipo de Dirección debe definir cómo se van a controlar los recursos: a nivel de cantidades o costos. Esto va a depender del tipo y de las necesidades del proyecto.

En el caso de proyectos de Infraestructura, donde la mano de obra ya no es el recurso más incidente si no los equipos de producción directa y/o algunos materiales, lo recomendable es llevar el control a nivel de costo (S/.). En consecuencia, el rendimiento de un proceso se expresará en (S/. /und). Adicionalmente es posible expresar la productividad de un proceso en función de la cantidad de horas máquina (HM) consumidas por un determinado equipo de producción directa. De esta manera la productividad se expresará en und/HM.

#### **4.1.2 Nivel de Detalle**

Para llevar una manera ordenada de control y seguimiento del proyecto se aplica el diagrama Pareto con el cual se selecciona el 20% de los procesos más incidentes que representa el 80% del costo directo del total proyecto.

A continuación, se presenta el “plan de fases maestro” del proyecto, el cual consiste en la agrupación de procesos según determinadas características, de acuerdo el presupuesto costo.

Tabla N°4.1 Plan de fases maestro. Fuente: Elaboración Propia.

PARTIDA	FASE ORACLE	FASE INTERNA	UND	DESCRIPCIÓN
				<b>FACILIDADES TEMPORALES</b>
				Construcción de las Facilidades Temporales
	AI	P-0A	GLB	Equipamiento de las Facilidades Temporales
				Mantenimiento de Campamento, Plantas y Generadores
INDIRECTOS	ZC	P-0C	GLB	<b>SUPERVISION</b> Supervisión
				<b>GASTOS GENERALES</b> Contingencia y Reubicación de Interferencias
	ZD	P-0D	GLB	Soporte Administrativo
				Área de Laboratorio y Control de Calidad Gastos de Alojamiento / Alimentación /
	ZE	P-0E	GLB	<b>SEGURIDAD</b> Área de Seguridad, Vigilancia
OBRAS PRELIMINARES	AH	P-1A	GLB	<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION</b> Movilización y desmovilización de equipos
	ACJ	P-2A	MES	<b>MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD DE VÍA</b> Mantenimiento de vías y mantenimiento de accesos a Canteras, DMEs y Fuentes de Agua.
	01ACI	P-2B	KM	Construcción de Nuevos acceso a Canteras, DMEs, Fuentes de Agua, Plantas Industriales
	02ACI	P-2C	M	Construcción de Desvíos para ejecución de Puentes
				<b>TRAZO Y REPLANTEO</b>
	AG	P-40	KM	Trazo y replanteo
				<b>CORTE EN MATERIAL SUELTO, ROCA SUELTA Y ROCA FIJA</b> Corte en material suelto (MS) y roca suelta (RS) para plataforma. Incluye el corte para mejoramientos, el desbroce y remoción de derrumbes. Incluye también el empuje y carguío de la roca fija
EXPLANACIONES	BBA	P-4A	M3	
	BBACC	P-4D	M3	Perforación y voladura
	AAA	P-4E	M3	Demoliciones de estructuras de concreto existentes, incluido puentes
	BEA	P-6A	M3	<b>PERFILADO Y CONFORMACIÓN PARA EXPLANACIONES</b> Conformaciones de terraplenes, incluye el relleno para mejoramientos
	BEL	P-6B	M2	Perfilado y Compactado de Subrasante

PARTIDA	FASE ORACLE	FASE INTERNA	UND	DESCRIPCIÓN
<b>PAVIMENTOS</b>				<b>COLOCACIÓN BASE GRANULAR</b>
		<b>BEI</b>	<b>P-8A</b>	<b>M3</b> Extendimiento y compactación de base granular
		<b>FBC</b>	<b>P-10</b>	<b>M2</b> Imprimación bituminosa para calzada y berma. Colocación de riego de liga
				<b>PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO</b>
		<b>FAB</b>	<b>P-11A</b>	<b>M3</b> Preparación de mezcla asfáltica
		<b>FCB</b>	<b>P-11B</b>	<b>M3</b> Colocación y compactación de mezcla asfáltica
				<b>MATERIALES PARA MEZCLA ASFÁLTICA E IMPRIMACIÓN</b>
		<b>FGJ</b>	<b>P-12</b>	<b>GLB</b> Materiales para mezcla asfáltica e imprimación
		<b>01FGJ</b>	<b>P-12B</b>	<b>GLN</b> Cemento Asfáltico PEN 40/50 al 120/150
				<b>EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS</b>
	<b>01BBB</b>	<b>P-13A</b>	<b>M3</b> Excavación para alcantarillas TMC (Diámetro Varios), alc marco, muro, zanjas. Incluye encausamiento en obras de arte	
	<b>02BBB</b>	<b>P-13B</b>	<b>M3</b> Excavación para puentes	
			<b>RELLENO PARA ESTRUCTURAS</b>	
	<b>01BEBK</b>	<b>P-14A</b>	<b>M3</b> Relleno alc. TMC, alc. marco, muro, zanja	
	<b>02BEBK</b>	<b>P-14B</b>	<b>M3</b> Relleno en puentes	
			<b>ENCOFRADO Y DEENCOFRADO</b>	
<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>		<b>01CAB</b>	<b>P-17A</b>	<b>M2</b> Encofrado y desencofrado de cabezales en Alcantarillas TMC
		<b>03CAB</b>	<b>P-17C</b>	<b>M2</b> Encofrado y desencofrado en Alcantarillas Marcos
		<b>04CAB</b>	<b>P-17D</b>	<b>M2</b> Encofrado y desencofrado en Badenes
		<b>05CAB</b>	<b>P-17E</b>	<b>M2</b> Encofrado y desencofrado en Muros
		<b>02CAB</b>	<b>P-17B</b>	<b>M2</b> Encofrado y desencofrado en puentes
				<b>CONCRETO</b>
		<b>CFA</b>	<b>P-18A</b>	<b>M3</b> Preparación de concreto
		<b>01CFBDI</b>	<b>P-18B</b>	<b>M3</b> Colocación de concreto para OA
		<b>02CFBDI</b>	<b>P-18C</b>	<b>M3</b> Colocación de concreto para Puentes
		<b>CFB</b>	<b>P-18D</b>	<b>M3</b> Colocación de concreto Ciclópeo
			<b>ACERO DE REFUERZO</b>	
	<b>CBA</b>	<b>P-19A</b>	<b>KG</b> Habilitación y colocación de acero en Obras de Arte (Cunetas Rectangulares)	
	<b>01CBA</b>	<b>P-19B</b>	<b>KG</b> Habilitación y colocación de acero en Alcantarillas Tipo Marco	

PARTIDA	FASE ORACLE	FASE INTERNA	UND	DESCRIPCIÓN
	02CBA	P-19C	KG	Habilitación y colocación de acero en Badenes
	03CBA	P-19D	KG	Habilitación y colocación de acero en Muros
	04CBA	P-19E	KG	Habilitación y colocación de acero en Puentes
	<b>ALCANTARILLAS TMC</b>			
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	01JCAF	P-20A	M	Cama de arena, suministro y colocación de alcantarillas TMC D=36"
	02JCAF	P-20B	M	Cama de arena, suministro y colocación de alcantarillas TMC D=48"
	03JCAF	P-20C	M	Cama de arena, suministro y colocación de alcantarillas TMC D=60"
	04JCAF	P-20D	M	Cama de arena, suministro y colocación de alcantarillas TMC D=72"
	<b>CUNETAS, SUBDRENES, GAVIONES, ENROCADO, EMBOQUILLADOS</b>			
	01CFBD N	P-21A	M	Acondicionamiento y recubrimiento con concreto de cunetas sin refuerzo de acero
	02CFBD N	P-21B	M	Acondicionamiento y recubrimiento con concreto de cunetas Reforzadas de Acero
	BBD	P-23B	M	Construcción de Subdrenes (Geotextil, tubería)
	BDC	P-23C	M3	Gaviones
	BDA	P-23D	M3	Enrocado
	BDABA	P-23E	M2	Emboquillado de Piedra
SEÑALIZACION	<b>SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL, VERTICAL Y SEGURIDAD VIAL</b>			
	01HDA	P-24A	GLB	Señalización horizontal, vertical y Seguridad Vial
	02HDA	P-24B	M	Barreras de Seguridad
TRANSPORTE	<b>TRANSPORTE DE MATERIAL DE RELLENO Y GRANULAR</b>			
	BFKB	P-22A	M3-KM	Transporte de Material Granular D <= 1Km y D >= 1Km. + (Transporte de Material D <= 1Km y D >= 1Km.
	01BFKB	P-22I	M3-KM	Transporte de Material para Base Granular D <= 1Km
	02BFKB	P-22J	M3-KM	Transporte de Material para Base Granular D > 1Km
	03BFKB	P-22K	M3-KM	Transporte de Material para Rellenos D <= 1Km

PARTIDA	FASE ORACLE	FASE INTERNA	UND.	DESCRIPCIÓN
TRANSPORTE	04BFBK	P-22L	M3-KM	Transporte de Material para Rellenos en plataforma D > 1Km
	05BFBK	P-22M	M3-KM	Transporte de Material para Obras de Arte para D <= 1Km
	06BFBK	P-22N	M3-KM	Transporte de Material para Obras de Arte para D > 1Km
	<b>TRANSPORTE DE CONCRETO PREMEZCLADO</b>			
	BFKA	P-22B	M3-KM	Transporte de Concreto Premezclado D <= 1Km y D >= 1Km.
	<b>TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA</b>			
	BFKN	P-22C	M3-KM	Transporte de Mezcla Asfáltica D <= 1Km y D >= 1Km.
	<b>TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE</b>			
	BFKM	P-22D	M3-KM	Transporte de material excedente a DMES
	01BFBK	P-22E	M3-KM	Transporte de material excedente a DMES de explanaciones y voladura D <= 1 KM
02BFBK	P-22F	M3-KM	Transporte de material excedente a DMES de explanaciones y voladura D > 1 KM	
03BFBK	P-22G	M3-KM	Transporte de material excedente a DMES proveniente de Obras de Arte D <= 1 KM	
04BFBK	P-22H	M3-KM	Transporte de material excedente a DMES proveniente de Obras de Arte D > 1 KM	
AMBIENTE	<b>ACONDICIONAMIENTO DE BOTADERO</b>			
	BEAK	P-27A	M3	Conformación de botaderos
	AE	P-27B	GLB	Readecuaciones y monitoreos
CANTERAS	<b>EXPLOTACION DE CANTERAS</b>			
	BCFA	P-28A	M3	Extracción
	<b>PROCESAMIENTO DE MATERIAL</b>			
	BCGHA	P-28B	M3	Zarandeo de material para relleno de Cantera
	BCGHB	P-28C	M3	Procesamiento material base granular
	BCHJ	P-28D	M3	Procesamiento de Piedra y Arena para Asfalto
	BCHI	P-28E	M3	Procesamiento de Agregados para Concreto
	01BCHI	P-28F	M3	Procesamiento de Agregados para filtro
BCGGA	P-28G	M3	Selección de piedra mediana y grande	
BEIP	P-28H	M3	Dosificación de Base Granular	
VARIOS	<b>VARIOS OBRAS DE ARTE Y PUENTES</b>			
	CABBI	P-29	GLB	Dowells, Juntas para muros, junta en badenes, nivelación de buzones, juntas de dilatación en puentes, tubos PVC en puentes, apoyos de neopreno, barandas metálicas, falso puente, impermeabilización con pintura bituminosa.
	HAA	P-30	TON	Vigas Metálicas en Puentes
	<b>ADICIONALES Y ORDENES DE CAMBIO</b>			
Y	P-31	GLB	Adicionales y órdenes de cambio	

### 4.1.3 Información requerida

Se requiere la información de todos los costos incurridos según los siguientes rubros:

- **Materiales:** El consumo de materiales a la semana se registra según una salida y un ingreso, para el control semanal se tomaba en cuenta las salidas de materiales de acuerdo a la fecha de corte con su respectiva fase o centro de costo y es proporcionada por el área de almacén, ver la Figura N°4.1.

Descripción	Fecha Transac	UM	Fase	Costo Unitario	Cantidad Salida	Costo Tot Salidas
LIJA ABRASIVA PARA FIERRO, DE 9" X 11", GRANO 60	11/09/2017	UND	ZE	1.80	3.00	5.40

Figura N°4.1 Reporte de almacén. Fuente: Elaboración propia.

- **Mano de obra:** El control del personal obrero donde figuran la categoría y especialidad de cada persona, así como el costo y horas de trabajo es proporcionada por el área de recursos humanos, ver la Figura N°4.2.

Fecha	FASE	Nombre	Categor	Ocupación	H	Cos	Costo T
21/09/2018	05CAB	ACHAHUANCO QUISPE, YOEL	OFICIAL	ALBAÑIL DE CONCRETO	10	12.92	129.246

Figura N°4.2 Reporte de horas hombre y costo. Fuente: Elaboración propia.

- **Equipos:** El control de las horas máquina de equipos, inoperatividades, "stand by", es proporcionada por control de proyectos, ver la Figura N°4.3.

FECHA	CODIGO	ID	OPERADOR	TU	FR EN TE	FAS E RO	FAS E ISP	HORA PROCE SO	HOR A INICI AL	HOR A FINA L	HORA MAQ.	DIFER ENCIA	DIF (P O- R)	T. DE FM	DESCRIPCION
15/08/2018	VOL-033		ADAN ESTILA	D	0	P-13A	P-13A	8.50	947.00	955.50	8.50	-			EXCAVACION DE OBRAS DE ART

Figura N°4.3 Reporte de equipos. Fuente: Elaboración propia.

- **Subcontratos:** Comprende la cantidad de avance del subcontratista, esto si aplica el registro de acuerdo al proceso a controlar.
- **Metrados:** Los metrados programados serán prorrateados en todas las semanas de acuerdo al "plan mensual" y se considera los metrados teóricos de oficina técnica. Los metrados reales son calculados de manera semanal según cada proceso ejecutado a través de un formato de producción diaria que lo realizan los jefes de grupo revisado por los responsables de producción y finalmente consolidada por el área de control de proyectos.

A continuación, se presenta un flujograma de las áreas del EDP que intervienen en la elaboración del ISP, ver Figura N°4.4.

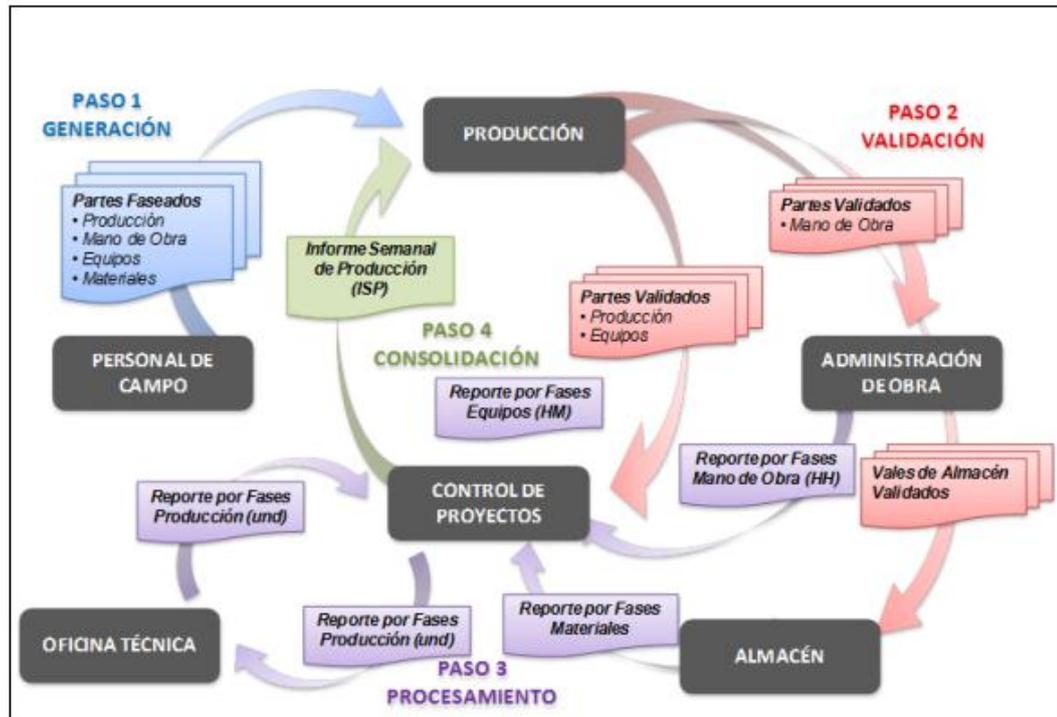


Figura N°4.4 Flujograma para la elaboración del ISP

Fuente: Apuntes de clase "Gestión de la construcción 1"

En dicho flujograma la información se genera por los jefes de grupo y entrega a los responsables de producción, quienes inmediatamente lo validan y derivan al área de recursos humanos los tareas de personal, ver anexo 4.1; al área de almacén los vales de salida de materiales, ver anexo 4.2; y a control de proyectos los partes de producción y equipos, ver anexos 4.3 y 4.4. Luego la información se procesa juntamente con los metrados que oficina técnica envía y que son revisados por el área de producción, finalmente control de proyectos consolida toda la información.

#### 4.1.4 Procedimiento de elaboración del ISP

Para elaborar el ISP se debe seguir una serie de pasos, como ejemplo de llenado del formato de control se elige al proceso "P4-A" o "BBA" (corte de material suelto y roca fracturada) y la semana 63 correspondiente del 12-10-18 al 18-10-18 para lo cual se realiza:

- a) El llenado de todos los recursos que se tienen por dicha semana y proceso desagregado en: materiales, mano de obra, equipos y subcontratos, ver Figura N° 4.5; los recursos se ingresan en cantidades según cada unidad y el costo en soles.

FASE (E)	RECURSOS (G)	UND	SEMANA 63	
			DEL: 12-oct.-18	AL 18-oct.-18
			CANTIDAD	COSTO
FAS	RECURSOS	UND	S63 CANTIDAD	S63 COSTO
BBA	<b>MANO DE OBRA</b>			
BBA	JEFE DE GRUPO CIVIL	HH	71.00	1,809.08
BBA	OPERARIO CIVIL	HH	4.00	72.18
BBA	OFICIAL CIVIL	HH	34.00	583.01
BBA	AYUDANTE CIVIL	HH	38.00	652.25
BBA	OPERADOR CATEGORIA A	HH	51.00	1,512.95
BBA	OPERADOR CATEGORIA B	HH	27.00	917.38
BBA	OPERADOR CATEGORIA C	HH	46.50	1,084.08
BBA	VIGIA	HH	-	-
BBA	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>		271.50	6,630.93
BBA	<b>EQUIPOS</b>			
BBA	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	HM	45.00	7,397.53
BBA	Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP + Martillo H	HM	-	-
BBA	Tractor Sobre Orugas de 180 - 200 HP	HM	-	-
BBA	Tractor Sobre Orugas de 200 - 240 HP	HM	-	-
BBA	Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	HM	-	-
BBA	Cargador Sobre Llantas de 245 - 280 Hp, 3.8 - 4 m3	HM	14.30	1,872.73
BBA	Camión Cisterna de Agua de 4000 - 5000 Gl 4x4	HM	23.30	1,868.75
BBA	<b>TOTAL EQUIPOS</b>		82.60	11,139.01
BBA	<b>MATERIALES</b>			
BBA	PETROLEO BIODIESEL B5	GAL	432.55	4,854.40
BBA	HERRAMIENTAS	GLB	-	-
BBA	MATERIALES VARIOS	GLB	-	-
BBA	<b>TOTAL MATERIALES</b>		432.55	4,854.40
BBA	<b>SUBCONTRATOS</b>			
BBA	DERECHO DE CANTERA	M3		
BBA	SUBCONTRATISTA GENERACION	M3		
BBA	TALA DE ARBOLES			

Figura N°4.5 Detalle de recursos, proceso de elaboración del ISP.  
Fuente: Elaboración propia.

- b) Ingresar la “Producción”, que viene a ser los metrados de avance ejecutado de la semana, ver figura N°4.6, los cuales deben ser teóricos.
- c) Al final se calcula la suma de todos los costos de cada recurso y según el avance se obtiene el costo unitario correspondiente a la semana de análisis, ver Figura N°4.6, asimismo en dicha figura se aprecia el costo, avance y costo unitario acumulado.
- d) Este procedimiento de llenado se realiza para cada proceso de control según el plan de fases maestro. Así se tiene semana a semana los registros de todos los costos incurridos como el avance ejecutado.
- e) De esta manera se obtiene el resumen del ISP, ver anexo 4.5, en el cual se obtiene los indicadores de desempeño global del proyecto y del proceso.

FASE (E)	RECURSOS (G)	UND	SEMANA 63	
			DEL: 12-oct.-18	AL 18-oct.-18
			CANTIDAD	COSTO
FAS	RECURSOS	UND	S63 CANTIDAD	S63 COSTO
BBA	<b>TOTAL COSTO</b>			
BBA	Semana			22,624.35
BBA	Acumulado			8,545,486.42
BBA				
BBA	<b>PRODUCCIÓN</b>			
BBA	Semana			4,600.00
BBA	Acumulado			1,359,008.49
BBA	% Acumulado			0%
BBA				
BBA	<b>COSTO UNITARIO</b>			
BBA	Semana			4.92
BBA	Acumulado			6.29

Figura N°4.6 Costo, producción y costo unitario para la elaboración el ISP  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.5 Análisis del ISP

Una vez registrada toda la información de la semana se procede a realizar el análisis del ISP, de acuerdo con el resumen general de este reporte ver figura N°4.8 en el cual se muestra los resultados generales y los indicadores por grupo de procesos y el global del proyecto.

Para entender a detalle los resultados generales, se explica la siguiente definición de los términos del “Resumen del ISP”, para un proceso de control, el cual es “Corte de material suelto y roca fracturada” (P-4A o BBA).

- El proceso pertenece al grupo de explanaciones, ver figura N°4.7 el cual tiene una incidencia alta de 9.1% y son aquellos procesos de movimiento de tierras.

PROCESOS				S/. ACUMULADO				INDICADORES	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	PLANEADO	GANADO	REAL	VAR	META	
				META	EV META	REAL PROYECTO		CPI	SPI
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	PLANEADO META	GANADO EV META	REAL REAL PROYECTO	PLANEADO VAR	INDICADOR ESMETA CPI	INDICADOR ESMETA SPI
	<b>EXPLANACIONES</b>		9.1%	14,504,078	14,498,219	15,458,589	-960,370	0.94	1.00

Figura N°4.7 Valor ganado de explanaciones  
Fuente: Elaboración propia

- Según se aprecia en la figura N°4.9 los términos a definir son:

**-UND:** Se refiere a la unidad de medida de control del avance del proceso, en este caso es el metro cúbico (M3).

PROCESOS				S/. ACUMULADO				INDICADORES	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	PLANEADO	GANADO	REAL	VAR	META	
				META	EV META	REAL PROYECTO		CPI	SPI
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	PLANEADO META	GANADO EV META	REAL REAL PROYECTO	PLANEADO VAR	INDICADOR ESMETA CPI	INDICADOR ESMETA SPI
	<b>OBRAS PROVISIONALES Y PRELIMINARES</b>		2.7%	4,417,552	4,622,830	4,620,005	2,826	✓ 1.00	✓ 1.05
	<b>TOPOGRAFIA</b>		0.5%	1,358,566	1,353,943	1,586,389	-232,446	✗ 0.85	✓ 1.00
	<b>EXPLANACIONES</b>		9.1%	14,504,078	14,498,219	15,458,589	-960,370	! 0.94	✓ 1.00
	<b>PAVIMENTOS</b>		10.8%	1,362,720	1,365,165	2,065,506	-700,341	✗ 0.66	✓ 1.00
	<b>OBRAS DE ARTE</b>		18.0%	10,091,961	9,891,695	11,164,838	-1,273,143	✗ 0.89	! 0.98
	<b>TRANSPORTES</b>		13.9%	12,550,062	12,501,709	12,749,698	-247,989	! 0.98	✓ 1.00
	<b>EXPLOTACION DE CANTERAS Y PLANTA DE</b>		11.9%	14,272,484	13,943,718	14,123,024	-179,306	! 0.99	! 0.98
	<b>SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL, VERTICAL Y SEGURIDAD</b>		3.5%	0	0	0	0		
	<b>MEDIO AMBIENTE</b>		2.0%	3,067,867	3,039,072	3,252,845	-213,773	! 0.93	! 0.99
	<b>VARIOS OBRAS DE ARTE Y PUENTES</b>		1.0%	0	0	226,103	-226,103	✗ 0.00	
<b>TOTAL DIRECTO CONTROLADO DEL PROYECTO</b>			73.4%	61,625,290	61,216,351	65,246,996	-4,030,645	✗ 0.94	! 0.99
<b>TOTAL DIRECTO CONTROLADO DEL PRC C</b>			73.4%	61,625,290	61,216,351	65,246,996	-4,030,645	✗ 0.94	! 0.99

Figura N°4.8 Resumen del valor ganado del proyecto. Fuente: Elaboración propia

**-INC:** Es el porcentaje de incidencia en costo del proceso, quiere decir el costo previsto a gastar para este proceso dividido entre el costo previsto total de los procesos directos del proyecto, en este caso es 3.9%, ver figura N°4.9.

PROCESOS				METRADO		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	PREVISTOS TOTALES		
				TOTAL ORIG	TOTAL META	MES RO
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	PREVISTOS TOTALES TOTAL ORIG	PREVISTOS TOTALES TOTAL META	PREVISTOS TOTALES TOTAL MES RO
BBA	CORTE EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA	M3	3.9%	1,408,858	2,178,223	27,338

Figura N°4.9 Proceso BBA - corte de material suelto y roca suelta, metrados totales previstos. Fuente: Elaboración propia

**-Metrados previstos totales:** Son los metrados de cada proceso, en el resumen del ISP se divide así:

**-Metrado previsto total original:** Es el metrado total original según el presupuesto inicial del proyecto ofertado, ver figura N°4.9.

**-Metrado previsto total meta:** Es el metrado total actualizado según el último presupuesto aprobado, ver figura N°4.9.

**-Metrado previsto total mes RO:** Es el metrado total programado para el mes según el último presupuesto aprobado, ver figura N°4.9.

**Metrado programados al corte:** Son los metrados programados de cada proceso y de acuerdo a una fecha determinada de corte, en el resumen del ISP se divide así:

**-Metrado programado semana meta:** Es el metrado semanal programado, ver figura N°4.10.

**-Metrado programado acumulado meta:** Es el metrado total programado desde inicio de proyecto hasta la fecha de corte, ver figura N°4.10.

**-Metrado programado acumulado mes RO** Es el metrado mensual programado desde el inicio del mes hasta la fecha de corte, ver figura N°4.10.

PROCESOS				METRADO		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	PROGRAMADO AL CORTE		
				SEM META	ACUM META	ACUM. MES RO
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	PROGRAMADO AL CORTE SEM META	PROGRAMADO AL CORTE ACUM META	PROGRAMADO AL CORTE ACUM. MES RO
BBA	CORTE EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA	M3	3.9%	5,070	1,359,841	16,403

Figura N°4.10 corte de material suelto y roca suelta, metrados programados.

Fuente: Elaboración propia

**Metrado ejecutado:** Son los metrados ejecutados de cada proceso y de acuerdo a una fecha determinada de corte, en el resumen del ISP se divide así:

**-Metrado ejecutado semana:** Es el metrado semanal programado, ver figura N° 4.11.

**-Metrado ejecutado acumulado:** Es el metrado total ejecutado desde inicio de proyecto hasta la fecha de corte, ver figura N° 4.11.

**-Metrado ejecutado acumulado mes RO:** Es el metrado mensual ejecutado desde el inicio del mes hasta la fecha de corte, ver figura N°4.11.

PROCESOS				METRADO		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	EJECUTADO		
				SEM	ACUM	ACUM. MES
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	EJECUTAD O SEM	EJECUTAD O ACUM	EJECUTAD O ACUM. MES
BBA	CORTE EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA	M3	3.9%	4,600	1,359,008	17,109

Figura N°4.11 Corte de material suelto y roca suelta, metrado ejecutado.  
Fuente: Elaboración propia.

**-Porcentajes de avance:** Son los porcentajes de avance ejecutados de cada proceso y de acuerdo a una fecha determinada de corte, en el resumen del ISP se divide así:

**-Porcentaje ejecutado semanal:** Es el porcentaje de avance semanal es la relación entre el avance ejecutado y programado semanal ver figura N° 4.12.

**-Porcentaje ejecutado acumulado proyecto:** Es el porcentaje de avance del proceso es la relación entre el avance ejecutado y programado, ver figura N° 4.12.

**-Porcentaje ejecutado semanal mes RO:** Es el porcentaje de avance semanal respecto al mes, es la relación entre el avance ejecutado y programado semanal, ver figura N°4.12.

**-Porcentaje ejecutado Mensual mes RO:** Es el porcentaje de avance mensual ejecutado la relación del avance ejecutado acumulado del mes entre el avance programado, ver figura N°4.12.

**-Metrado saldo del proyecto:** Es el metrado total del proceso menos el realmente ejecutado, ver figura N°4.12.

PROCESOS				METRADO				SALDO
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	% AVANCE - META		% AVANCE - MES RO		
				SEM	ACUM	SEM	ACUM	PROY
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	% AVANCE - META SEM	% AVANCE - META ACUM	% AVANCE - MES RO SEM	% AVANCE - MES RO ACUM	SALDO PROY
BBA	CORTE EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA	M3	3.9%	0.21%	62.39%	16.83%	62.58%	819,215

Figura N°4.12 Proceso BBA - corte de material suelto y roca suelta, porcentaje de avance.  
Fuente: Elaboración propia

**-Costos totales:** Son los costos por cada proceso según una línea base, en el resumen del ISP se divide así:

**-Costo total original:** Es el costo total inicial de cada proceso según el presupuesto costo, ver figura N° 4.13.

**-Costo total meta:** Es el costo total de cada proceso según el último presupuesto costo actualizado, ver figura N° 4.13.

**-Costo total mes RO:** Es el costo mensual de cada proceso según el último presupuesto costo actualizado, ver figura N° 4.13.

**-Costo total proyectado:** Es el costo real incurrido más el costo saldo proyectado por cada proceso, ver figura N° 4.13.

**-Variación del costo total:** Es la variación del costo meta menos el costo total proyectado por cada proceso, ver figura N° 4.13.

PROCESOS				S/. TOTAL				
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	ORIG	META	MES RO	PROY	VAR
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	S/. TOTAL ORIG	S/. TOTAL META	S/. TOTAL MES RO	S/. TOTAL PROY	S/. TOTAL VAR
BBA	CORTE EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA	M3	3.9%	9,479,869	13,261,157	154,506	13,696,735	-435,578

Figura N°4.13 Proceso BBA - corte de material suelto y roca suelta, costos totales  
Fuente: Elaboración propia

**-Ratios:** Son los ratios por cada proceso según una línea base, es la relación del costo entre la cantidad de metrado por proceso, en el resumen del ISP se divide así:

**-Ratio original:** Es el costo unitario inicial previsto, la relación del costo entre el metrado por cada proceso según el presupuesto costo inicial, ver Figura N° 4.14.

**-Ratio meta:** Es el costo unitario actualizado previsto, la relación entre costo de entre el metrado por cada proceso, según el presupuesto costo actualizado, ver Figura N° 4.14.

**-Ratio mes RO:** Es el costo unitario mensual previsto, la relación del costo mensual entre el metrado mensual por cada proceso según el último presupuesto costo actualizado, ver Figura N° 4.14.

**-Ratio semanal:** Es el costo unitario semanal real, es la relación del costo semanal entre el avance semanal, por cada proceso, ver Figura N° 4.14.

**-Ratio acumulado total:** Es el costo unitario real acumulado, es la relación del costo acumulado entre el avance acumulado por cada proceso, ver Figura N° 4.14.

**-Ratio acumulado mes:** Es el costo unitario real acumulado del mes, es la relación del costo acumulado del mes entre el avance acumulado del mes por cada proceso, ver Figura N° 4.14.

**-Ratio saldo proyectado:** Es el costo unitario proyectado, de acuerdo con el último ratio mensual o acumulado, por cada proceso, ver Figura N° 4.14.

PROCESOS				RATIO (S./ UND)							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	ORIG.	META	MES RO	SEM	ACUM TOTAL	ACUM MES	SALDO	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	RATIO (S./ UND) ORIG.	RATIO (S./ UND) META	RATIO (S./ UND) MES RO.	RATIO (S./ UND) SEM.	RATIO (S./ UND) ACUM TOTAL.	RATIO (S./ UND) ACUM MES.	RATIO (S./ UND) SALDO	
BBA	CORTE EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA	M3	3.9%	6.73	6.09	5.65	4.92	6.29	5.48	6.29	

Figura N°4.14 Proceso BBA - corte de material suelto y roca suelta, ratios  
Fuente: Elaboración propia

**-Valor ganado:** Es el análisis del valor ganado de todos los procesos, ver Figura N°4.15.

**-Valor planeado meta:** Es el costo previsto total, es el ratio meta multiplicado por el metrado meta, ver Figura N°4.15.

**-Valor planeado mes RO:** Es el costo previsto mensual, es el ratio meta mensual multiplicada por el metrado meta mensual, ver Figura N°4.15.

**-Valor ganado meta:** Es el costo que debería incurrirse, es el ratio meta multiplicado por el metrado meta, ver Figura N°4.15.

**-Valor ganado mes RO:** Es el costo que debería incurrirse en él mes, es el ratio meta del mes multiplicado por el metrado meta del mes, ver Figura N°4.15.

**-Valor real proyecto:** Es el costo realmente incurrido del proceso a lo largo de todo proyecto hasta una fecha de corte, ver Figura N°4.15.

**-Valor real mes RO:** Es el costo realmente incurrido del proceso en él mes hasta una fecha de corte, ver Figura N°4.15.

**-Variación planeada:** Es la variación del valor planeado meta menos el valor real del proyecto incurrido del proceso hasta una fecha de corte, ver Figura N°4.15.

**-Saldo proyectado:** Es la variación del valor planeado meta menos el valor real del proyecto incurrido del proceso hasta una fecha de corte, ver Figura N°4.15.

PROCESOS				S/. ACUMULADO							S/. SALDO PROJ.
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	PLANEADO		GANADO		REAL		VAR	
				META	MES RO	EV META	EV MES RO	REAL PROYECTO	REAL MES		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	PLANEADO META	PLANEADO MES RO	GANADO EV META	GANADO EV MES RO	REAL REAL PROYECTO	REAL REAL MES	PLANEADO VAR	S/. SALDO PROJ.
BBA	CORTE EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA	M3	3.9%	8,278,793	92,703	8,273,727	96,695	8,545,486	93,828	-271,760	5,151,248

Figura N°4.15 Proceso BBA - corte de material suelto y roca suelta, análisis de valor ganado.  
Fuente: Elaboración propia

**-Indicadores:** Son los valores que miden de manera general el desempeño del proyecto en tiempo y costo, ver Figura N° 4.16.

**-SPI Meta:** Es la relación del valor ganado meta entre en valor planeado meta según cada proceso e indica si el proceso está adelantado o atrasado, ver Figura N° 4.16.

**-CPI Meta:** Es la relación del valor ganado meta entre en valor real proyecto según cada proceso e indica si el proceso está en sobrecostos o en ahorro, ver Figura N°4.16.

**-CPI mes:** Es la relación del valor ganado mes entre en valor real mes según cada proceso e indica si el proceso está en sobrecostos o en ahorro, ver Figura N°4.16.

**-SPI mes:** Es la relación del valor ganado mes entre en valor planeado mes según cada proceso e indica si el proceso está adelantado o atrasado respecto al mes, ver Figura N°4.16.

**-MEJ:** Es un número que nos indica los procesos más incidentes que tienen mayores sobrecostos y atrasos con un porcentaje alto en saldo por ejecutar, este indicador nos sirve para conocer que procesos tienen mayor oportunidad de mejora, ver Figura N°4.16.

PROCESOS				INDICADORES				
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	META		MES (RO)		MEJ
				CPI	SPI	CPI	SPI	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	INDICADOR ESMETA CPI	INDICADOR ESMETA SPI	INDICADOR ESMES (RO) CPI	INDICADOR ESMES (RO) SPI	INDICADOR ES MEJ
BBA	CORTE EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA	M3	3.9%	0.97	1.00	1.03	1.04	1.51

Figura N° 4.16 Proceso BBA - corte de material suelto y roca suelta, indicadores.  
Fuente: Elaboración propia

La manera de representar los costos unitarios es a través del tiempo con una gráfica de los costos unitarios vs el tiempo semana a semana, ver Figura N°4.17

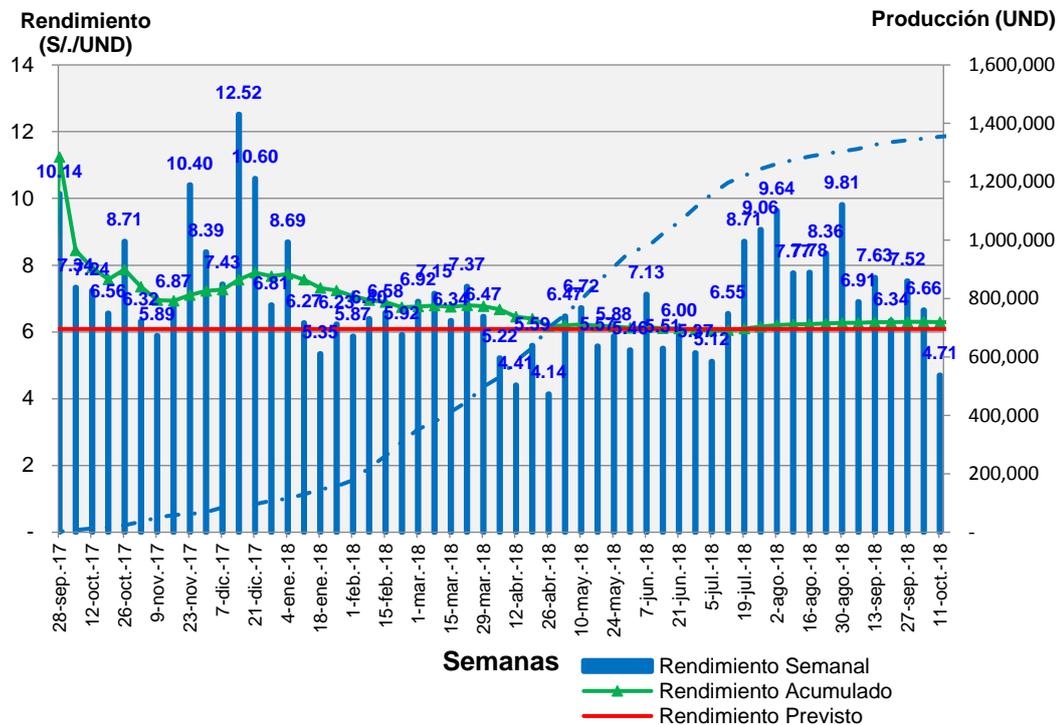


Figura N°4.17 Gráfica de ratios. Corte de material suelto y roca suelta. Fuente: Elaboración propia

Los resultados de todos los procesos sirven para concluir muchas cosas, ver Figura N°4.18. El valor planeado meta es de 61.6 millones de soles como costo planeado a incurrir según el metrado programado y los costos unitarios por procesos, el valor ganado previsto es de 61.2 millones de soles, que es lo que se debería de incurrir como costo según los trabajos realmente ejecutados, sin embargo el costo real es de 65.2 millones de soles una variación de 4 millones más de lo previsto a incurrir según el valor ganado, por esta razón se concluye que el proyecto tal y como esta hasta la fecha de corte 18 de octubre del 2018 presenta un sobrecosto muy elevado.

PROCESOS			SI. ACUMULADO						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	PLANEADO		GANADO		REAL		VAR
			META	MES RO	EV META	EV MES RO	REAL PROYECTO	REAL MES	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	PLANEADO META	PLANEADO MES RO	GANADO EV META	GANADO EV MES RO	REAL REAL PROYECTO	REAL REAL MES	PLANEADO VAR
	TOTAL DIRECTO CONTROLADO DEL PROYECTO (72 PROCESOS)		61,625,290	2,486,355	61,216,351	1,894,321	65,246,996	2,289,515	-4,030,645
	TOTAL DIRECTO CONTROLADO DEL PROYE C		61,625,290	2,486,355	61,216,351	1,894,321	65,246,996	2,289,515	-4,030,645

Figura N° 4.18 Resumen del valor ganado del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores de manera global resumen el estado actual del proyecto hasta la fecha de corte, ver Figura N°4.19. El CPI del proyecto es 0.94 lo cual indica que el proyecto está en sobrecosto y con un SPI de 0.99 lo cual indica que el proyecto está en atraso respecto a la última base actualizada del mes.

Asimismo, se observa según los indicadores del mes, que el CPI 0.84 es más bajo lo cual nos indica que en dicho mes se ha incurrido en mayores costos, de igual manera el SPI del mes es 0.76 lo cual nos indica que está muy retrasado respecto a la línea base del mes.

PROCESOS			INDICADORES			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	META		MES (RO)	
			CPI	SPI	CPI	SPI
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INDICADO RESMETA CPI	INDICADO RESMETA SPI	INDICADO RESMES (RO) CPI	INDICADO RESMES (RO) SPI
TOTAL DIRECTO CONTROLADO DEL PROYECTO (72 PROCESOS)			✘ 0.94	⚠ 0.99	✘ 0.83	✘ 0.76
TOTAL DIRECTO CONTROLADO DEL PROYE C			✘ 0.94	⚠ 0.99	✘ 0.83	✘ 0.76

Figura N°4.19 Resumen de los indicadores del proyecto. Fuente: Elaboración propia

Con estos resultados el gerente de proyecto y todo el EDP deben tomar acciones para mejorar los indicadores y no incurrir ni en atraso ni en sobrecostos.

Evolución del CPI y SPI a lo largo del proyecto, ver Figura N°4.20 y Figura N°4.21, en el cual se tiene los resultados históricos semana a semana.

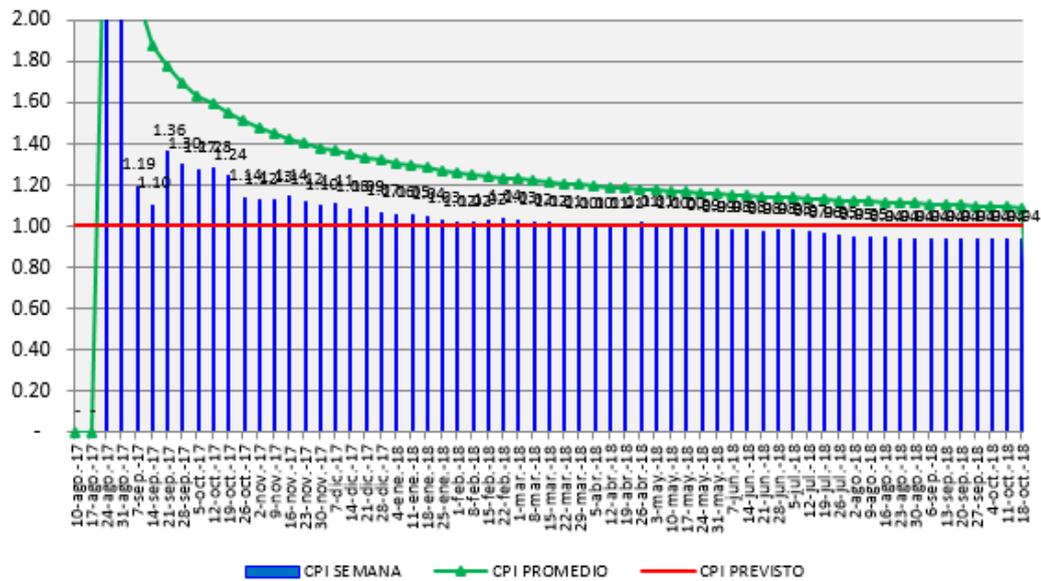


Figura N°4.20 Evolución del CPI del proyecto. Fuente: Elaboración propia

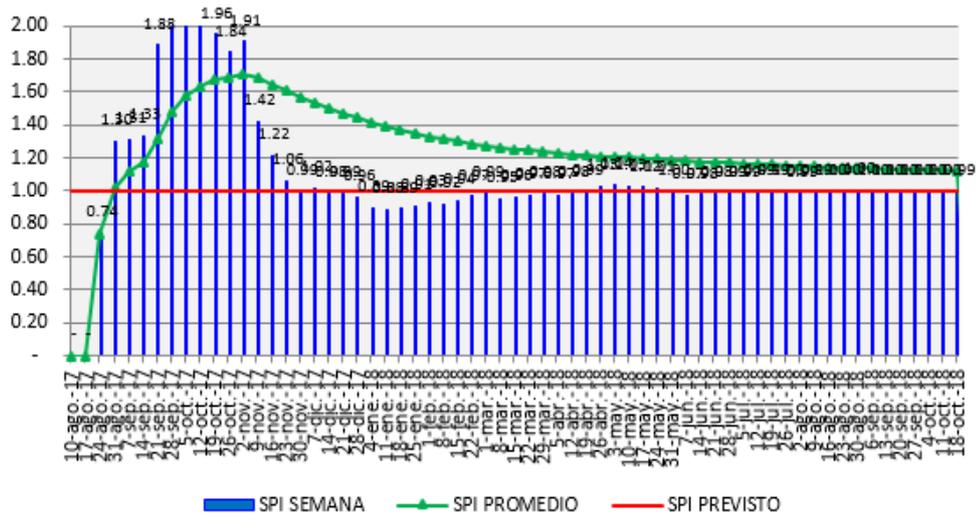


Figura N°4.21 Evolución del SPI del proyecto. Fuente: Elaboración propia

## 4.2 LAST PLANNER SYSTEM

Conocido como “sistema del ultimo planificador”, se considera a las personas que se encargan de analizar que parte de los trabajos pueden ser realizados comprometiéndose a ejecutarlos, tal es el caso que en el proyecto son los responsables de producción, jefes de grupo y supervisores, ellos son encargados de todos los trabajos en campo asimismo de las gestiones pertinentes para poder realizarlos, ya que son los que evalúan que trabajos se van a ejecutar de acuerdo a los recursos que poseen, y dependiendo de las restricciones que presentan en el momento dado. Asimismo el ingeniero de planeamiento es el encargado de

apoyar a cada responsable para que se mantenga el rumbo adecuado de la planificación del proyecto, si bien un jefe de producción planea trabajar un frente determinado a pesar que se tenga los recursos adecuados y no tenga restricciones, puede que no sea la alternativa adecuada, ya que puede que haya otro trabajo necesario y primordial para cumplir un tren de trabajos continuo en el tramo seleccionado, es así que el responsable de planeamiento cumple un papel muy importante apoyando a cada jefe de producción para que los trabajos que programe vaya de la mano con el plan maestro que se proponga para que la obra sea encaminado en una sola dirección.

Conforme se desarrollaba el proyecto, inicialmente hay un grado de no convencimiento por parte de algunos responsables de producción incluso la misma gerencia para implementar esta metodología, ya que se desconoce cómo es que se utiliza y para qué sirve, pese a ello se realiza una planificación adecuada pero solo lo conocen cierta parte del EDP, mas no todos, ya que el grado de compromiso es poca.

Sin embargo, se logró un cambio total, luego de algunas semanas de capacitación intensa se implementó de manera adecuada el "Last Planner System", logrando con ello los siguientes puntos:

- Una metodología como "estándar organizacional".
- El Gerente de proyecto reconoce la importancia de la metodología e impulsa su aplicación.
- Planteamiento de estrategias de implementación adecuadas para lograr el cambio en la mentalidad de las personas: sensibilización y capacitación.
- Enfoque en las personas, no en procesos.
- El personal de producción debe realizar el programa intermedio y el análisis de restricciones.
- Seguimiento y soporte de la Gerencia con apoyo de control de proyectos.
- Las áreas de apoyo del proyecto deben trabajar de manera coordinada sistemáticamente en el levantamiento de las restricciones, siguiendo las prioridades de producción.

Según la siguiente pirámide la base de planificación es el plan maestro de todo el proyecto que va desde el inicio hasta el fin, seguido de un plan intermedio que puede ser un plan mensual, bimensual o trimestral basado del plan maestro y



**Equipo:**

-1 excavadora CAT 336 D2L

**Mano de obra:**

-1 jefe de grupo

-1 oficial

-2 ayudantes

-2 vigias

**Materiales:**

-Bolsas de yeso

-Lampas, palas, picos.

Es así que para una producción programada de 900m<sup>3</sup> por frente, sabiendo que la capacidad de los volquetes es de 15m<sup>3</sup> y cuando van cargados se transportan 12m<sup>3</sup> en promedio, se tiene que hacer 80 viajes por jornada, lo cual corresponde a 8 viajes por jornada de 10 horas. Estos 8 viajes dependen de los volquetes asignados a cada cuadrilla y de la distancia de botadero al punto de carguío ósea el ciclo de transporte, por ejemplo para la cuadrilla N°1 ubicada en la progresiva 125+000 le corresponde el botadero 128+080, la distancia es de 3.1km, la velocidad de los volquetes es de 25km/h lo cual son 7.2min de ida esto sumado al tiempo de regreso 7.2min y más el tiempo de descarga 2min y tiempo de carguío 4.5min son 21 min del ciclo completo, de esta manera un volquete realiza 3 viajes en 1 hora, y según lo programado que son 8 viajes por hora se debe necesitar 3 volquetes en total, cabe resaltar que se tiene en cuenta todos estos aspectos al momento de programarlos trabajos. Un punto que no se analiza mayormente son los tiempos no contributorios pero esto se va tocar en un posterior capítulo ya que abarca mucho y también como reducirlos.

De la Figura N°4.24 la programación para obras de arte comprende los trabajos de:

1. Excavación, Colocación de TMC y Relleno Estructural

Se proyecta a ejecutar 22 alcantarillas en el periodo programado, se pretende cerrar una cada 2 días, los trabajos a realizar son la excavación de la plataforma, el encofrado, la colocación de la alcantarilla, el relleno estructural de la TMC, vaciado de cabezales.



LOG DE RESTRICCIONES													
Ítem	Descripción de la Actividad	Área	Restricción	Prioridad	Clasificación			Identificación y Seguimiento				Responsable	
					Tipo	Restricción		Fecha Creación	Fecha Requerida	Fecha Liberada	Estado	Tiempo de Liberación	Área
<b>Obras de Arte</b>													
1.01	TMC 48	Alcantarilla TMC	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	28/05/2018		Abierto	24	OT	Carmen Redondo
1.04	TMC NUEVA	Alcantarilla TMC	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	28/05/2018		Abierto	24	OT	Carmen Redondo
1.05	TMC 36	Alcantarilla TMC	Por Roca. Se requiere Excavadora + Martillo o PERVOL	ALTA	EQ	LOG	04/05/2018	28/05/2018		Abierto	24	JC	Carlos Camacho
1.06	TMC 36	Alcantarilla TMC	Por Roca. Se requiere Excavadora + Martillo o PERVOL	ALTA	EQ	LOG	04/05/2018	28/05/2018		Abierto	24	JC	Carlos Camacho
1.07	TMC 36	Alcantarilla TMC	Por Roca. Se requiere Excavadora + Martillo o PERVOL	ALTA	EQ	LOG	04/05/2018	28/05/2018		Abierto	24	JC	Carlos Camacho
1.08	TMC NUEVA	Alcantarilla TMC	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	28/05/2018		Abierto	24	OT	Carmen Redondo
1.09	TMC 36	Alcantarilla TMC	Por Roca. Se requiere Excavadora + Martillo o PERVOL	ALTA	EQ	LOG	04/05/2018	28/05/2018		Abierto	24	JC	Carlos Camacho
1.10	TMC NUEVA	Alcantarilla TMC	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	28/05/2018		Abierto	24	OT	Carmen Redondo
2.02	Excavación de Plataforma	Baden	Explanaciones debe conformar la subrasante y liberar el terreno	ALTA	MÉT	ACT-PREV	04/05/2018	12/05/2018		Abierto	8	JC	Martín Espinoza
2.03	Relleno y Conformación de Plataforma	Baden	Explanaciones debe conformar la subrasante y liberar el terreno	ALTA	MÉT	ACT-PREV	04/05/2018	12/05/2018		Abierto	8	JC	Martín Espinoza
2.12	Conformación de Acceso Provisional	Baden	Explanaciones debe conformar la subrasante y liberar el terreno	ALTA	MÉT	ACT-PREV	04/05/2018	18/05/2018		Abierto	14	JC	Martín Espinoza
2.13	Excavación de Plataforma	Baden	Explanaciones debe conformar la subrasante y liberar el terreno	ALTA	MÉT	ACT-PREV	04/05/2018	18/05/2018		Abierto	14	JC	Martín Espinoza
2.14	Relleno y Conformación de Plataforma	Baden	Explanaciones debe conformar la subrasante y liberar el terreno	ALTA	MÉT	ACT-PREV	04/05/2018	18/05/2018		Abierto	14	JC	Martín Espinoza
2.15	Excavación de Uñas	Baden	Explanaciones debe conformar la subrasante y liberar el terreno	ALTA	MÉT	ACT-PREV	04/05/2018	18/05/2018		Abierto	14	JC	Martín Espinoza
2.16	Vaciado de Solado	Baden	Explanaciones debe conformar la subrasante y liberar el terreno	ALTA	MÉT	ACT-PREV	04/05/2018	18/05/2018		Abierto	14	JC	Martín Espinoza
2.17	Encofrado y Desencofrado	Baden	Explanaciones debe conformar la subrasante y liberar el terreno	ALTA	MÉT	ACT-PREV	04/05/2018	18/05/2018		Abierto	14	JC	Martín Espinoza
2.18	Colocación de Acero	Baden	Explanaciones debe conformar la subrasante y liberar el terreno	ALTA	MÉT	ACT-PREV	04/05/2018	18/05/2018		Abierto	14	JC	Martín Espinoza
2.19	Vaciado de Concreto	Baden	Explanaciones debe conformar la subrasante y liberar el terreno	ALTA	MÉT	ACT-PREV	04/05/2018	18/05/2018		Abierto	14	JC	Martín Espinoza
3.01	Excavación	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.02	Vaciado de Solado	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.03	Encofrado y Desencofrado	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.04	Colocación de Acero	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.05	Vaciado de Concreto	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.06	Excavación	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.07	Vaciado de Solado	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.08	Encofrado y Desencofrado	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.09	Colocación de Acero	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.10	Vaciado de Concreto	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.11	Excavación	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.12	Vaciado de Solado	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.13	Encofrado y Desencofrado	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.14	Colocación de Acero	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.15	Vaciado de Concreto	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.16	Excavación	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.17	Vaciado de Solado	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.18	Encofrado y Desencofrado	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.19	Colocación de Acero	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.20	Vaciado de Concreto	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.21	Excavación	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.22	Vaciado de Solado	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.23	Encofrado y Desencofrado	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.24	Colocación de Acero	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo
3.25	Vaciado de Concreto	Muro de Contención	Falta Plano Aprobado	ALTA	MÉT	ING	04/05/2018	21/05/2018		Abierto	17	OT	Carmen Redondo

Figura N°4.25 Restricciones- Obras de arte  
Fuente: Elaboración propia

Los metrados que aparecen de color rojo son aquellas donde hay restricciones de diferente tipo como se observa de la Figura N°4.25 y se proyecta una fecha a ejecutarse, es para esta fecha que deben liberarse todas las restricciones siguientes:

- Falta de planos aprobados de algunas alcantarillas.
- Para la excavación y por el tipo de material rocoso. Se requiere una excavadora + Martillo.

Cada tipo de restricción se clasifica de acuerdo con la siguiente Tabla N°4.2

Tabla N°4.2 Tipo de restricciones en el DTC. Fuente: Elaboración propia.

TIPO	RESTRICCIÓN	DESCRIPCIÓN
MO (MANO DE OBRA)	EFIC	Personal no calificado para la tarea (baja productividad)
	SEG	Acto subestandar
	LOG	Materiales insuficientes
MAT (MATERIALES)	PRI	Materiales fueron usados en otra área
	PREV	Falta de habilitado de materiales (acero, encofrados, etc)
	QAQC	Materiales deficientes
EQ (EQUIPOS)	LOG	Falta de equipo necesario
	MTTO	Equipo inoperativo o con problemas mecánicos
	PRI	Equipo trabajó en otro frente
	SEG	Condición Subestandar
MET (MÉTODOS)	PROG	Secuencia lógica inadecuada
		Cuadrilla insuficiente para cubrir los frentes de trabajo
		Falta de inspección de las condiciones de terreno
		Falta de protocolos aprobados
		Meta prevista optimista
	QAQC	Tiempos tecnológicos no contemplados
		Incompatibilidad de planos
		Falta de solicitud de ingreso al área
	ACT-PREV	Retrabajo
		ING
SC		Actividad previa no concluida
Cambio inesperado de Ingeniería	Entregable atrasado subcontratista	
	CLI-PER	Entregable deficiente (QAQC) por subcontratista
	CLI-LOG	Demora en aprobación de protocolos y/o permisos
	CLI-ING	Demora en respuesta a RFI
AMB (AMBIENTALES)	CLI-PRI	Suministro deficiente (calidad no adecuada, falta de piezas)
	SOC	Cambio de prioridad por el cliente
	AMB	Interferencias con otro subcontratista
		Problemas Sociales (Afectados, marcha, huelga, etc.)
		Clima o evento extraordinario

Asimismo es importante asignar un responsable directo de la línea de mando para la solución de cada restricción detallando su cargo y nombre, ver la Tabla N°4.3, así evaluar si para la fecha requerida que el área de producción propone iniciar los trabajos es posible levantar dicha restricciones, si es el caso la fecha programada de los trabajos se mantiene, pero si es lo contrario se debe actualizar el “plan 3 semanas” según las fechas pactadas por todos, para que las distintas personas puedan levantar las restricciones que están a su responsabilidad.

Tabla N°4.3 Responsables de la línea de mando. Fuente: Elaboración propia

AREA	ABREV.
Gerente de Proyecto	GP
Residente de Obra	RO
Jefe de Construcción	JC
Canteras	CA
Oficina Técnica	OT
Control de Proyectos	CP
Control de Calidad	CC
Administración	AD/RRHH
Seguridad	SS
Medio Ambiente y afectaciones	MA
Equipos	EQ

Los trabajos se realizan con las siguientes cuadrillas:

- Excavación
  - 1 retroexcavadora
  - 1 capataz
  - 1 oficial
  - 2 ayudantes
  - 2 vigías
- Colocación de encofrado
  - 1 operario
  - 2 ayudantes
- Armado de TMC
  - 1 oficial
  - 1 o 2 ayudantes
- Relleno
  - 1 retroexcavadora o un mini cargador
  - 1 capataz

-1 oficial

-4 ayudantes

-2 vigías

El rendimiento es 1 TMC por día lo cual equivale a dos mitades por día, ya que por método constructivo se realiza la excavación de mitad de carril para dar pase por medio de la otra mitad del carril.

## 2. Construcción de Badén

- Conformación de Acceso Provisional

-1 retroexcavadora

-2 vigías

- Excavación de Plataforma

-1 retroexcavadora

- Relleno y Conformación de Plataforma

-1 rodillo tándem de 2 toneladas.

-1 ayudante

- Excavación de Uñas

-1 oficial

-1 ayudante

-1 retroexcavadora

- Vaciado de Solado

-2 operarios albañiles

- Encofrado y Desencofrado

-1 parejas de operarios encofradores

- Colocación de Acero

-2 parejas de operarios

- Vaciado de Concreto

-4 operadores albañiles

Considerando un rendimiento de 12 m<sup>2</sup> por día de una pareja de operadores encofradores, 350kg de habilitado y armado de acero una pareja de operarios por día, y un vaciado de una cuadrilla de 4 operadores albañiles que colocan 40m<sup>3</sup> de concreto por día, entonces con dichas consideraciones se forma la cuadrilla respectiva de acuerdo a los metrados de cada badén.

### 3. Construcción de muro de contención

- Excavación
  - 1 oficial
  - 1 ayudante
  - 1 retroexcavadora
- Vaciado de Solado
  - 2 operarios albañiles
- Encofrado y Desencofrado
  - 1 parejas de operarios encofradores
- Colocación de Acero
  - 2 parejas de operarios ferreros.
- Vaciado de Concreto
  - 4 operadores albañiles
- Relleno y compactación
  - 1 rodillo tándem de 2 toneladas o 2 vibro apisonadores
  - 1 ayudante

Teniendo en cuenta el rendimiento de 12 m<sup>2</sup> por día de una pareja de operadores encofradores, 800kg de habilitado y armado de acero una pareja de operarios y otra de oficiales por día, y un vaciado de una cuadrilla de 4 operadores albañiles que colocan 40m<sup>3</sup> de concreto o 3 paños por día, entonces con dichas consideraciones se forma la cuadrilla respectiva de acuerdo a los metrados de cada muro, si es de concreto ciclópeo, armado o mixto, las alturas de muros, distancia de vaciado.

Los “programas de 3 semanas” con los trenes de trabajo que se pueden apreciar se presentan en una reunión semanal, ver Figura N°4.26, en la cual se expone a detalle los trabajos a ejecutar a toda la línea de mando, se evalúa las restricciones se pactan las fechas de liberación y los responsable por cada tipo de restricción.



Figura N°4.26 Reunión semanal de planeamiento

Fuente: Elaboración propia

Una vez aprobados los programas semanales cada jefe de producción expone a sus jefes de grupos para que cada uno tenga una meta diaria a cumplir a si mismo tenga un seguimiento de las restricciones asociadas a su frente de trabajo, ver Figura N°4.27.



Figura N°4.27 Reunión de producción

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2 Plan intermedio - programación mensual

El plan intermedio en este caso se realiza de manera mensual ya que cada mes se actualiza la línea base interna para tener un mejor control sobre los trabajos a ejecutar, el plan mensual se basa en el plan del proyecto, ya que se tiene que considerar como mínimo la meta mensual contractual.

El plan mensual lo componen los trabajos de:

- Explanaciones y pavimentación.
- Obras de arte y puentes.
- Canteras y plantas industriales.

- Explanaciones y pavimentación: Son los trabajos cuyo plan mensual comprenden:
  - Corte de material suelto y roca fracturada
  - Corte en roca fija-perforación y voladura
  - Relleno y mejoramiento
  - Mejoramiento de subrasante
  - Colocación de base
  - Imprimación
- Para los trabajos de corte de material suelto y roca fracturada se dividen en 2 tramos, el tramo 1 comprende desde la progresiva 35+000 al 90+000 y el tramo 2 desde el 90+000 hasta la 153+500. De la Figura N°4.28, el tramo 1 lo conforman 3 cuadrillas y con un rendimiento de 600m<sup>3</sup>/día, y el tramo 2, 4 cuadrillas y con un rendimiento de 1600m<sup>3</sup>/día y 1 cuadrilla del subcontrata con un rendimiento de 1600m<sup>3</sup>/día. El tramo 2 hay mayor volumen a cortar es por ello que tiene un mayor rendimiento previsto, asimismo en la columna de “metrado total” del tramo están los metrados totales a ejecutar y se aprecia que en el tramo 2 falta mucho.
- Respecto al corte de roca fija, tiene un rendimiento de 150 m<sup>3</sup>/día para el corte con excavadora y martillo con 2 cuadrillas, en perforación y voladura el rendimiento del subcontrata presenta 600 m<sup>3</sup>/día con una cuadrilla.
- El relleno y mejoramiento de subrasante, tiene un rendimiento de 200 m<sup>3</sup>/día, con 2 cuadrillas.
- Los trabajos de subrasante tienen un rendimiento de 150 ml/día con 2 cuadrillas.
- La colocación de base, tienen un rendimiento de 510 m<sup>3</sup>/día con 1 cuadrilla.
- La Imprimación, tienen un rendimiento de 250 ml/día con 1 cuadrilla.

PLAN MAYO 2018													
MOVIMIENTO DE TIERRAS													
01-may		31-may		25.00				TRAMO					
Fase	Cuadrilla	Rendim.	Turno	avanc e/día	Dias	Metrado a Ejecutar Mayo.	INICIO	FIN	Metrado Total Tramo	und	Observaciones	Inicio	Fin
CORTE MS TRAMO 1	Cuadrilla 1 CVS	600	2	1200	6	7,200.00	53+000	60+000	7,200.00	m3		01-may	08-may
	Cuadrilla 1 CVS	600	2	1200	7	8,400.00	60+000	73+500	8,400.00	m3		08-may	16-may
	Cuadrilla 1 CVS	700	2	1400	11	15,400.00	81+400	89+600	15,400.00	m3		16-may	29-may
						<b>31,000.00</b>			<b>31,000.00</b>				
CORTE MS TRAMO 2	Cuadrilla 1 CVS	800	2	1600	24	38,400.00	125+000	127+240	39,778.00	m3	Implementada	01-may	30-may
	Cuadrilla 2 CVS	800	2	1600	24	38,400.00	130+000	132+000	51,424.02	m3	Implementada	01-may	29-may
	Cuadrilla 3 CVS	800	2	1600	14	22,800.00	138+000	140+500	22,900.00	m3	Implementada	01-may	16-may
		800	2	1600	10	15,600.00	132+000	135+000	104,381.60	m3		17-may	30-may
	Cuadrilla 4 CVS	800	2	1600	3	4,800.00	140+900	140+950	4,800.00	m3	Implementada	01-may	03-may
		800	2	1600	21	33,600.00	115+000	113+000	45,996.46	m3		04-may	30-may
	Cuadrilla 1 S.Con	1600	1	1600	24	38,400.00	145+000	153+500	159,003.97	m3	Implementada	01-may	30-may
						<b>192,000.00</b>			<b>428,284.05</b>				
CORTE RF	Cuadrilla 1 T1	150	1	150	24	3,600.00	48+300	73+500		m3	Con un Picoton	01-may	30-may
	Cuadrilla 1 Scontr	600	1	600	24	14,400.00	76+000	89+600		m3	Con perforación y Voladur	01-may	30-may
	Cuadrilla 1 T2	150	1	150	24	3,600.00	125+000	130+000		m3	Con un Picoton	01-may	30-may
						<b>21,600.00</b>				01-may			
RELLENO Y MEJORAMIENTO	Relleno 1	200	1	200	24	4,800.00	35+000	41+000		m3	Implementada	01-may	30-may
	Relleno 2	200	1	200	24	4,800.00	49+000	55+000		m3	Implementada	01-may	30-may
						<b>9,600.00</b>							
SubRasante	Cuadrilla 1	150	1	150	24	3,600.00	35+000	39+300	3,600.00	ml	Implementada	01-may	30-may
SubRasante	Cuadrilla 2	150	1	150	24	3,600.00	49+000	59+000	10,000.00	ml	Implementada	01-may	30-may
						<b>7,200.00</b>							
Base	Cuadrilla 1	510	1	510	13	6,630.00	35+500	38+000	6,433.05	m3	Implementada	01-may	16-may
Base	Cuadrilla 1	510	1	510	9	4,590.00	44+610	42+610	4,636.17	m3		17-may	27-may
Base	Cuadrilla 1	510	1	510	2	1,173.00	42+610	42+100		m3		27-may	30-may
						<b>12,393.00</b>			<b>11,069.22</b>				
Imprimación	Cuadrilla 1	250	1	250	2.70	675.00	45+500	46+180	680.00	ml		01-may	04-may
Imprimación	Cuadrilla 1	250	1	250	1.00	250.00	47+500	47+750	250.00	ml		05-may	06-may
Imprimación	Cuadrilla 1	250	1	250	12.00	3,000.00	35+000	38+000	24,888.40	ml		07-may	21-may
Imprimación	Cuadrilla 1	250	1	250	8.00	2,000.00	42+610	44+610	15,104.70	ml		22-may	31-may
						<b>5,925.00</b>	47400						

Figura N°4.28 Plan mensual de explanaciones y pavimentación  
Fuente: Elaboración propia

OBRAS DE ARTE											
Fase	Estructura	Avance	Dias	Metrado Ejecutar	INICIO	FIN	Diametro de Alcantarilla	und		Inicio	Fin
ALCANTARILLA	CUADRILLA CVS TRAMO 1	0.8 und/dia	28	16	53+000	70+000	36"	und		01-may	02-jun
				4			48"	und			
				5	81+000	86+000	36"	und			
				3			48"	und			
<b>28.00</b>											
ALCANTARILLA MARCO	CUADRILLA LOS ANDES		7	1.00	38+401	38+401		ml		01-may	09-may
ALCANTARILLA MARCO	CUADRILLA LOS ANDES		18	1.00	42+046	42+046		ml		10-may	31-may
<b>1.00</b>											
BADEN	SUBCONTRATISTA CONCRETO DE LOS ANDES	2 ml/dia	24	48.00	41+529	41+576	47.50	ml		01-may	29-may
BADEN	SUBCONTRATISTA CONCRETO DE LOS ANDES	2 ml/dia	8	15.00	50+871	50+886	15.00	ml		01-may	09-may
BADEN	SUBCONTRATISTA CONCRETO DE LOS ANDES	2 ml/dia	30	60.00	52+265	52+325	60.00	ml		01-may	04-jun
BADEN	SUBCONTRATISTA CONCRETO DE LOS ANDES	2 ml/dia	10	20.00	57+345	57+355	20.00	ml		10-may	21-may
BADEN	CUADRILLA CVS 2 Tramo 1	2 ml/dia	10	20.00	54+770	54+815	20.00	ml		01-may	11-may
BADEN	CUADRILLA CVS 2 Tramo 1	2 ml/dia	10	20.00	54+240	54+265	20.00	ml		12-may	23-may
<b>183.00</b>											
SUBDREN	CUADRILLA C° LOS ANDES	50	4	180.00	41+160	41+340	180.00	ml		14-may	18-may
	CUADRILLA C° LOS ANDES	50	3	167.00	41+340	41+507	167.00	ml		19-may	23-may
	CUADRILLA C° LOS ANDES	50	5	250.00	60+635	60+885	250.00	ml		24-may	29-may
<b>597.00</b>											
MUROS	CUADRILLA CVS 1 Tramo 1	3.5	2	7	42+042	42+049	7	ml		14-may	16-may
	CUADRILLA CVS 1 Tramo 1	8	9	70	55+971	56+041	70	ml		16-may	26-may
	CUADRILLA CVS 1 Tramo 1	8	6	50	56+185	56+235	50	ml		26-may	02-jun
<b>127.43 377.43</b>											
CUNETAS	CUADRILLA CVS 1 Tramo 1	100	2	160	35+000	35+160	160	ml		24-may	25-may
	CUADRILLA CVS 1 Tramo 1	100	2	150	35+160	35+310	150	ml		25-may	27-may
	CUADRILLA CVS 1 Tramo 1	100	1	90	35+400	35+490	90	ml		27-may	28-may
	CUADRILLA CVS 1 Tramo 1	100	1	90	35+490	35+580	90	ml		28-may	29-may
	CUADRILLA CVS 1 Tramo 1	100	2	185	35+680	35+865	185	ml		29-may	31-may
	CUADRILLA CVS 1 Tramo 1	100	1	135	35+865	36+000	135	ml		31-may	02-jun
<b>810.00</b>											
PUENTE PACHAS	SUBCONTRATISTA CONCRETO DE LOS ANDES			1.00	69+400		1.00	ml	Se debe terminar los dos estribo a nivel de concreto	01-may	30-may
PUENTE JAGUAY	SUBCONTRATISTA CONCRETO DE LOS ANDES			1.00	48+000		1.00	ml	Se debe terminar las 2 zapatas mas un estribo a	14-may	31-may
PUENTE MORO MORO	CONSORCIO			1.00	89+800		1.00	ml	a Nivel de Excavación	24-may	31-may

Figura N°4.29 Plan mensual de obras de arte

Fuente: Elaboración propia

CANTERAS Y PLANTAS INDUSTRIALES												
		01-may	31-may	25.00		TRAMO						
Fase	Cuadrilla	Rend.	Turno	m3 dia	Dias	Metrado Ejecutar Mavo.	INICIO	FIN	Metrado Total Tramo	und	Inicio	Fin
ZARANDEO CANTERA CENIZA	Cuadrilla 1	500	2	1000	25	25,000.00	76+100			m3	01-may	30-may
<b>25,000.00</b>												
CHANCADORA METSO KM 47+500	Piedra 1" - 1/4"	208	1	208	0.00	0.00	47+500			m3		
	Arena Chancada	96	1	96	0.00	0.00				m3		
	Arena Zaranda	0	1	0	0.00	0.00				m3		
		Base Granular	600	2	1200	25.00	30,000.00	47+500			m3	01-may
<b>75 30,000.00</b>												
CHANCADORA OSBORN KM 84+500	Base Granular	600	2	1200	25.00	30,000.00	84+500			m3	01-may	30-may
<b>75 30,000.00</b>												
ZARANDA METSO KM 84+500	Arena para Concreto y Asfalto	130	1	130	25.00	3,250.00	84+500			m3	01-may	30-may
<b>16.25 3,250.00</b>												
CHANCADORA ZENIT KM 84+500	Piedra CH 3/4" - 3/16" Asfalto	288	2	576	25.00	14,400.00	84+500			ml	01-may	30-may
	Arena CH 3/16" - 0 Asfalto	160	2	320	25.00	8,000.00	84+500			ml	01-may	30-may
<b>20 14,400.00</b>												

Figura N°4.30 Plan mensual de canteras y plantas industriales

Fuente: Elaboración propia

- Obras de arte y puentes: Son los trabajos civiles, ver Figura N°4.29, cuyo plan mensual comprenden trabajos en:
  - Alcantarillas TMC
  - Alcantarillas marco
  - Badenes
  - Subdrenes
  - Muros
  - Cunetas
  - Puentes
- Alcantarillas TMC: Consiste en la excavación, encofrado de cabezales, vaciado, armado, colocación y relleno de 28 alcantarillas con un rendimiento de 0.8 und/día, son de diámetro 36 y 48 pulgadas, con una cuadrilla especializada en cada actividad.
- Alcantarillas marco: Consiste en la excavación, encofrado, vaciado, y relleno de 2 alcantarillas con una cuadrilla especializada en cada actividad.
- Badenes: Consiste en la excavación de plataforma, uñas, solado, encofrado, vaciado, y relleno de 6 badenes, un total de 183ml con 2 cuadrillas del subcontrata y 1 del consorcio especializada en cada actividad.
- Subdren: Es la excavación y relleno de 600 ml, con un rendimiento de 50 ml/día, con 1 cuadrilla del subcontrata especializada en cada actividad.
- Muros: Consiste en la excavación, encofrado, vaciado y relleno de 127 ml, con un rendimiento de 8 ml/día, con 1 cuadrilla del consorcio especializada en cada actividad.
- Cunetas: Consiste en la excavación, encofrado, vaciado y relleno de 800 ml, con un rendimiento de 100 ml/día, con 1 cuadrilla del subcontrata especializada en cada actividad.
- Puentes: Son los trabajos de excavación, encofrado, vaciado de estribos de 3 puentes, con 3 cuadrillas del subcontrata especializada en cada actividad.
- Canteras y plantas industriales: son los trabajos a realizar para el procesamiento de agregados, ver Figura N°4.30, cuyo plan mensual comprenden trabajos en:
  - Zarandeo de cantera ceniza
  - Chancadora Metzco
  - Chancadora Osborn

-Zaranda Metso

-Chancadora Zenit

- Zarandeo de cantera ceniza: La cantera está ubicada en la progresiva 76+100, se realiza el zarandeo de agregados, con 2 cuadrillas a turno día y noche, un rendimiento de 500 m<sup>3</sup>/jornada, a doble turno son 1000 m<sup>3</sup>/día.
- Chancadora Metso: La cantera está ubicada en la progresiva 47+500, se realiza la producción de base granular con 2 cuadrillas a turno día y noche, un rendimiento de 5600 m<sup>3</sup>/jornada, a doble turno son 1200 m<sup>3</sup>/día.
- Chancadora Osborn: La cantera está ubicada en la progresiva 84+500, se realiza la producción de base granular con 2 cuadrillas a turno día y noche, un rendimiento de 5600 m<sup>3</sup>/jornada, a doble turno son 1200 m<sup>3</sup>/día.
- Zaranda Metso: La cantera está ubicada en la progresiva 84+500, se realiza la producción de arena para concreto y asfalto con 1 cuadrilla, un rendimiento de 130 m<sup>3</sup>/día.
- Chancadora Zenit: La cantera está ubicada en la progresiva 84+500, se realiza la producción de arena chancada de 3/16" con un rendimiento de 160 m<sup>3</sup>/jornada a doble turno son 320 m<sup>3</sup>/día, y piedra chancada de 3/4" con un rendimiento de 288 m<sup>3</sup>/jornada a doble turno son 576 m<sup>3</sup>/día, las cuales se realizan con 2 cuadrillas en turno noche y día en ambos casos.
- Ver la Figura N°4.31, en la reunión de planeamiento se expone el plan mensual a toda la línea de mando para dar a conocer las metas del mes y así que cada uno esté involucrado en su cumplimiento, de esta forma se garantiza el éxito del proyecto logrando la participación de todos con un seguimiento adecuado.



Figura N°4.31 Reunión del plan mensual

Fuente: Elaboración propia

### 4.3 D.T.C

Para definir el plan maestro del proyecto se procede a planificar las actividades que son las predecesoras de la ruta crítica y deben seguir una secuencia ordenada según los procesos constructivos, con la condición de que el último proceso termine dentro de la fecha contractual, según esta premisa se plantea la forma del cangrejo, la cual se empieza a planificar según la fecha del fin del proyecto hacia atrás tal que al final se ajustan las duraciones de los procesos que se pueden culminar con mayor facilidad, ya sea incrementando cuadrillas o considerando trabajos a doble turno, se trabaja ordenadamente los procesos según el siguiente criterio:

#### 4.3.1 Metrados y procesos del proyecto

Los metrados con los cuales se realiza la programación son los del proyecto ver Figura N°4.32 según cada proceso, ya que es la única información que se tiene al inicio del proyecto, luego se realiza la actualización de acuerdo al levantamiento de replanteo.

Cronograma por Procesos			
Proceso	Descripción	Und	Cantidad
1 SEÑ	SEÑALIZACION	ml	118,000
2 PAV	PAVIMENTO ASFALTICO	m3	72,685
3 CUN	CUNETAS REVESTIDAS	ml	85,990
4 IMP	IMPRIMACION	m2	951,652
5 BAS	BASE GRANULAR	m3	292,076
6 RET	RELLENOS TERRAPLEN	m3	190,510
9 MCA	MUROS CONCRETO ARMADO	ml	11,105
10 MCA	MUROS CONCRETO ARMADO	ml	11,105
11 ALC-T	ALCANTARILLAS TMC	und	203
12 ALC-M	ALCANTARILLAS MARCO	und	88
13 BAD	BADENES	ml	883
14 ALC-M	ALCANTARILLAS MARCO	und	88
15 PUE	PUENTE	Und	7
16 RF	EXCAVACION ROCA FIJA	m3	84,631
17 MS	EXCAVACION MATERIAL SUELTO	m3	895,026

Figura N°4.32 Metrados totales del proyecto

Fuente: Elaboración propia

La leyenda de actividades en el DTC se presenta según la Figura N°4.33, y son:

1. Corte de material suelto y roca fracturada en talud y plataforma.
2. Corte de roca en talud y plataforma.

3. Construcción de alcantarillas, muros de concreto armado y ciclópeo.
4. Badenes.
5. Subdrenes.
6. Puentes.
7. Rellenos de terraplén
8. Mejoramiento de subrasante.
9. Base
10. Imprimación
11. Cunetas
12. Asfalto
13. Señalización

#### 4.3.2 Programación del plan mensual

Sin embargo, la forma de programación es de atrás hacia adelante, para efectos de explicación se elige como mes el plan de mayo 2018 ya que en este mes es donde los trabajos son mayores y se desarrolla de la siguiente manera:

1. Señalización: Este es el último proceso de control con el cual se empieza a planificar, la fecha término es agosto 2019 y progresiva fin la consideramos el km 153+500 con este punto de partida. Los 118.5km de longitud total y considerando un rendimiento de 500 metros/día con un frente continuo libre de restricciones se calcula los 236 días calendario de duración del proceso, los trabajos se dividen en 3 tramos con una misma cuadrilla, la duración de trabajos del último tramo se calcula según la duración de trabajos entre las progresivas 153.5 y 84.5 que son 138 días calendarios; entonces restando a la fecha prevista del término de la obra que es el 15 de agosto del 2019 los 138 días de duración de los trabajos se tiene el 07 de marzo del 2019 como inicio del último tramo, se deduce esta misma forma de cálculo de atrás hacia adelante según los rendimientos y fechas fin previstas así se obtiene cada fecha de inicio de trabajos según la progresiva respectiva, de esta forma se grafica el diagrama tiempo camino, ver la Figura N°4.34, la misma cuadrilla se moviliza terminando un frente y continuando otro hasta el fin.
2. Asfalto: De acuerdo al tiempo necesario para el fin de los trabajos de señalización, se considera un mes de holgura entre este proceso con la señalización, el metrado previsto total es 72,685 m<sup>3</sup>, el rendimiento es 315 m<sup>3</sup>/día cuyo fin previsto es julio 2019, con este rendimiento la fecha de inicio

- es 25 de octubre del 2018, tiene el mismo planteamiento de trabajo con 3 tramos igual que en la señalización.
3. Cunetas: Se considera como fecha prevista de término el 19 de julio del 2019, una semana de holgura entre este proceso con la fecha fin del asfalto, el metrado previsto total es 85,990 metros lineales, el rendimiento es 200 ml/día, con ello la fecha prevista de inicio es 24 de mayo del 2018, se inicia con 1 cuadrilla pero a medida que avanza la obra se aumenta a 2 cuadrillas para llegar a la fecha establecida.
  4. Imprimación: Se considera como fecha prevista de término el 11 de julio del 2019, una semana de holgura entre este proceso con la fecha fin de los trabajos en cunetas, el metrado previsto total es 951,652 m<sup>2</sup>, el rendimiento es 2500 m<sup>2</sup>/día, con ello la fecha prevista de inicio es 16 de mayo del 2018, se inicia con 1 cuadrilla, pero a medida que avanza la obra se aumenta a 2 cuadrillas para llegar a la fecha establecida.
  5. Base: Se considera como fecha prevista de término el 4 de julio del 2019, una semana de holgura entre este proceso con la fecha fin de los trabajos en imprimación, el metrado previsto total es 292,076 m<sup>3</sup>, el rendimiento es 750 m<sup>3</sup>/día, con ello la fecha prevista de inicio es 1 de mayo del 2018, se inicia con 1 cuadrilla, pero a medida que avanza la obra se aumenta a 2 cuadrillas para llegar a la fecha establecida.
  6. Corte de material suelto y roca fracturada en talud y plataforma: En este caso hay 2 frentes en el tramo 1 y 5 en el tramo 2, el metrado previsto restante es 276,500 m<sup>3</sup>, el rendimiento es 1700 m<sup>3</sup>/día, la fecha de inicio es 1 de mayo del 2018 y la termino dependiendo de los volúmenes de corte en cada tramo y el rendimiento, se inicia con las 6 cuadrillas en paralelo.
  7. Corte de material suelto y roca fracturada en talud y plataforma: En este caso para el de mayo hay 2 frentes en el tramo 1 y 5 en el tramo 2, el metrado previsto restante es 276,500 m<sup>3</sup>, el rendimiento es 1700 m<sup>3</sup>/día, la fecha de inicio es 1 de mayo del 2018 y la fecha de término dependiendo de los volúmenes de corte en cada tramo y el rendimiento, se inicia con las 6 cuadrillas en paralelo por cada frente, y a medida que en los siguientes meses se deben terminar los trabajos se aumenta 1 cuadrilla.
  8. Corte de roca fija: En este caso hay 3 frentes en el tramo 1 y 1 en el tramo 2, el metrado previsto restante es 46,200 m<sup>3</sup>, el rendimiento es 240 m<sup>3</sup>/día, la fecha de inicio es 1 de mayo del 2018 y la fecha de término dependiendo de

- los volúmenes de corte en cada tramo y el rendimiento, se inicia con las 4 cuadrillas en paralelo a las que en el mes de mayo se van a sumar algunas de las cuadrillas de corte cuando estas terminen sus respectivos trabajos.
9. Corte de roca fija: En este caso hay 3 frentes en el tramo 1 y 1 en el tramo 2, el metrado previsto restante es 46,200 m<sup>3</sup>, el rendimiento es 240 m<sup>3</sup>/día, la fecha de inicio es 1 de mayo del 2018 y la fecha de término dependiendo de los volúmenes de corte en cada tramo y el rendimiento, se inicia con las 4 cuadrillas en paralelo a las que en el mes de mayo se van a sumar algunas de las cuadrillas de corte cuando estas terminen sus respectivos trabajos.
  10. Relleno de terraplen: En este caso hay 1 frentes en el tramo 1, el metrado previsto restante es 66,300 m<sup>3</sup>, el rendimiento es 400 m<sup>3</sup>/día, la fecha de inicio es 1 de mayo del 2018 y la fecha de término dependiendo de los volúmenes de corte en cada tramo y el rendimiento, se inicia con 1 cuadrilla en el mes de mayo y en posteriores meses las cuadrillas aumentan.
    - Una vez concluida la planificación de explanaciones y pavimentos se procede con obras de arte y puentes, ya que así se pueden identificar los posibles lugares a ejecutar los trabajos sin tener interferencias con explanaciones, siempre y en cuando estos trabajos hayan sido ejecutados, sino se busca un método adecuado.
  11. Alcantarillas TMC: Las alcantarillas restantes a ejecutar son 196 en este caso hay 1 frentes en el tramo 1, el rendimiento es 0.5 und/día, la fecha de inicio es 1 de mayo del 2018 y la fecha de término dependiendo de la secuencia de trabajos, se inicia con 1 cuadrilla en el mes de mayo y en posteriores meses las cuadrillas aumentan conforme se requiera terminar más rápido.
  12. Alcantarillas marco: Las alcantarillas restantes a ejecutar son 85 en este caso hay 2 frentes en el tramo 1, el rendimiento para mayo es 7 días para el más pequeño y 24 días para el más grande, la fecha de inicio es 1 de mayo del 2018 y la fecha de término dependiendo de la secuencia de trabajos, se inicia con 1 cuadrilla en el mes de mayo y en posteriores meses las cuadrillas aumentan conforme se requiera terminar más rápido.
  13. Badenes: La longitud restante a ejecutar es 823 metros, hay 4 frentes en el tramo 1, el rendimiento es 30 ml/día, la fecha de inicio es 1 de mayo del 2018 y la fecha de término dependiendo de la secuencia de trabajos, se inicia con 4 cuadrilla trabajando en paralelo en el mes de mayo y en posteriores meses las cuadrillas aumentan conforme se requiera terminar más rápido.

14. Muros: La longitud restante a ejecutar es 10890 metros, hay 1 frente en el tramo 1, el rendimiento es 30 ml/día, la fecha de inicio es 1 de mayo del 2018 y la fecha de término dependiendo de la secuencia de trabajos, se inicia con 1 cuadrilla en el mes de mayo y en posteriores meses las cuadrillas aumentan conforme la necesidad del trabajo.
15. Puentes: De los 7 puentes a ejecutar, se va comenzar con 2 de ellos desde el mes de mayo, se proyecta terminar uno de ellos en 3 meses y el otro en 4 meses, para lo cual se tiene 2 cuadrillas desde inicios de mayo, en posteriores meses las cuadrillas van a aumentar ya que se planea comenzar con los demás puentes en paralelo.

Los cálculos de la fecha de inicio se basan en los rendimientos de cada proceso explicados anteriormente así mismo la fecha fin de cada actividad. Al momento de realizar el plan inicial del proyecto se plantea varias suposiciones como si el proyecto fuese libre de restricciones, pero a medida que el proyecto continúe se van agregando cada una de ellas y se coloca en tramos sombreados en el DTC para identificar en que zonas no se pueden realizar trabajos hasta poder liberar dichas restricciones, ver la Figura N°4.34.

EXCAVACION ROCA FIJA	RELLENOS TERRAPLEN
MEJORAMIENTOS	BASE GRANULAR
IMPRIMACION	CUNETAS REVESTIDAS
PAVIMENTO ASFALTICO	PUENTE
ALCANTARILLAS TMC	MUROS CONCRETO CICLOPEO
MUROS CONCRETO ARMADO	SUBDREN LONGITUDINAL
BADENES	ALCANTARILLAS MARCO
EXCAVACION MATERIAL SUELTO	SEÑALIZACION
CANTERAS Y PLANTAS	

Figura N°4.33 Leyenda de actividades DTC

Fuente: Elaboración propia

En el DTC claramente se puede apreciar la ruta crítica conformado por los trabajos de explanaciones seguido de obras civiles, puentes y luego de pavimentos y señalización. Este diagrama nos sirve para identificar posibles puntos de interferencias de trabajos entre cuadrillas de trabajo o equipos según ubicación y tiempo.

En la parte inferior se encuentra la ubicación de los DMEs y de las canteras, porque de esta manera se puede analizar los tiempos de transporte y el ciclo de

viaje de los volquetes de manera rápida para los distintos trabajos planeados, así prever cualquier demanda de material si se trata de una cantera según la necesidad de producción.

#### 4.4 CURVA S

La “curva S” es la forma de representar el avance real del proyecto a una fecha de corte dada y al representarse de manera gráfica sirve para comparar al avance real del proyecto respecto a una línea base interna y una contractual, además sirve para realizar proyecciones de cómo se termina el proyecto si se sigue manteniendo la misma tendencia de avance.

De acuerdo a la Figura N°4.35, la línea roja muestra el avance real, la línea azul el avance programado o a la meta interna, y la línea negra el CAO programado o cronograma de avance de obra. Como se aprecia en la figura al inicio de la curva la brecha de diferencia entre todas las líneas es despreciable, esto es obvio porque recién el proyecto está iniciando, luego en el medio de la curva la meta interna es similar a la real y mucho mayor a la contractual, y en la parte final de la curva la meta interna se asemeja a la meta contractual.

De la Figura N°4.36 el avance real a la fecha 10 de mayo del 2018 es 10.9% y avance planeado 10.7% lo cual nos indica que el proyecto está adelantado respecto a lo programado, con una variación de 0.2% y el avance contractual es 6.14%, muestra como referencia que como avance real está muy avanzado respecto a la meta contractual.

Asimismo, se aprecia el avance programado vs el real por proceso, además al ritmo que van, la tendencia es cumplir el meta semanal seguido de la meta mensual.

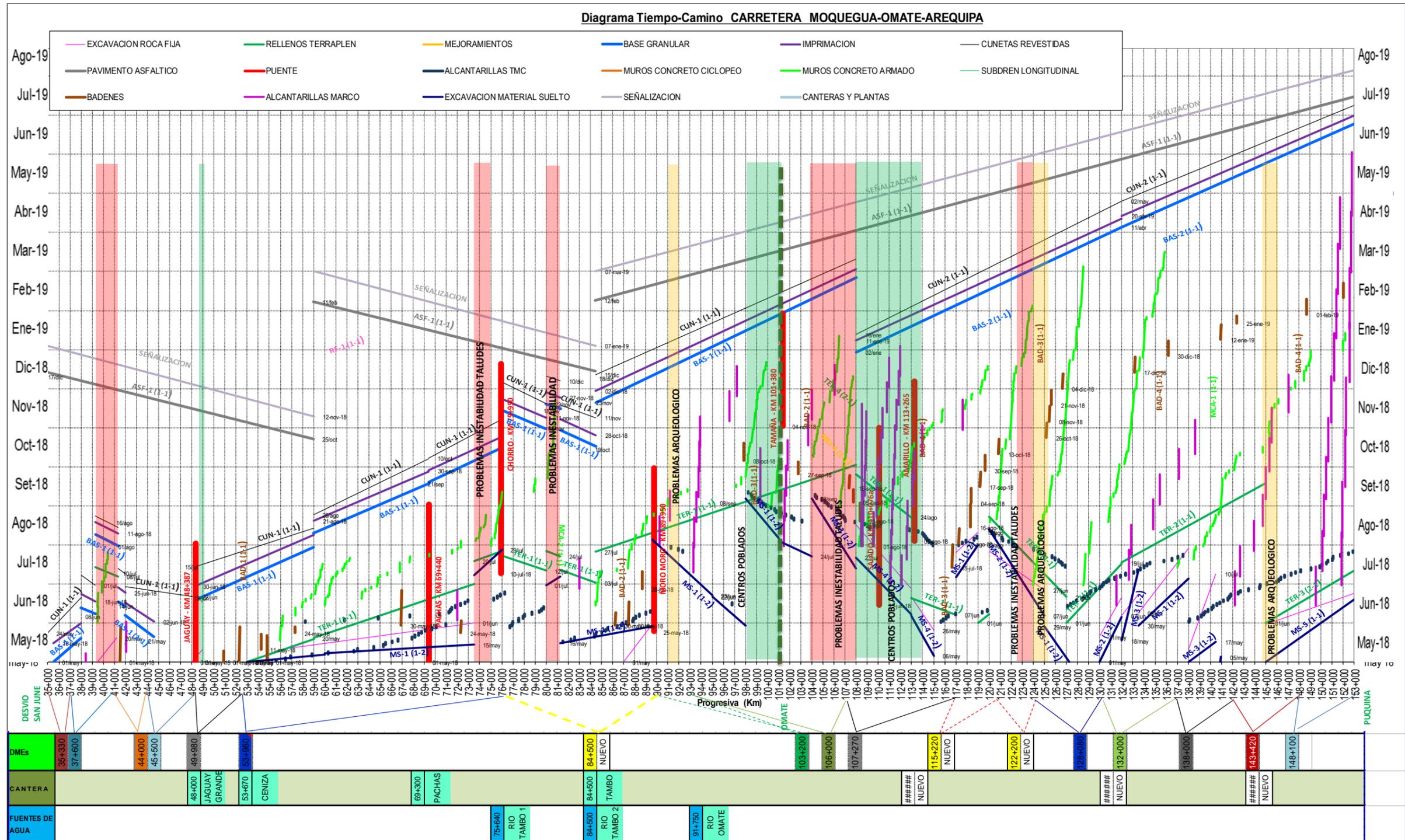


Figura N°4.34 Plan del proyecto, diagrama tiempo camino.

Fuente: Elaboración propia



COD.	PROCESO DESCRIPCION	UND	TOTAL COSTO DIRECTO	% INC. COSTO DIRECTO	% COMPLETADO PROCESO		% COMPLETADO PROYECTO	SEMANAS					
					Reprog	Real		Fin Semana	03-may	10-may	17-may	24-may	31-may
P-1A	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	GLB	4,201,585	1.7%	41.3%	41.1%	0.7%	Reprog	41.3%	41.3%	41.3%	41.3%	41.3%
P-2A	MANTENIMIENTO DE VÍAS Y MANTENIMIENTO DE ACCESOS A CANTERAS, DMES Y FUENTES DE	MES	2,456,919	1.0%	37.5%	37.9%	0.4%	Reprog	37.5%	38.2%	39.0%	39.7%	40.4%
P-2B	CONSTRUCCIÓN DE NUEVOS ACCESO A CANTERAS, DMES, FUENTES DE AGUA, PLANTAS	KM	230,543	0.1%	62.6%	62.6%	0.1%	Reprog	62.6%	64.2%	65.8%	67.4%	69.0%
P-2C	CONSTRUCCIÓN DE DESVIOS PARA EJECUCIÓN DE PUENTES	M	2,127,080	0.8%	30.4%	30.4%	0.3%	Reprog	30.4%	30.4%	30.4%	30.4%	30.4%
P-40	TRAZO Y REPLANTEO	KM	1,306,681	0.5%	66.3%	67.3%	0.3%	Reprog	66.3%	66.7%	67.1%	67.6%	68.0%
P-4A	CORTE EN MATERIAL SUELTO (MS) Y ROCA SUELTA (RS) PARA PLATAFORMA. INCLUYE EL CORTE PARA	M3	10,395,695	4.1%	41.8%	43.1%	1.770%	Reprog	41.8%	44.9%	48.1%	51.2%	54.4%
P-4D	PERFORACIÓN Y VOLADURA	M3	2,597,210	1.0%	17.3%	17.4%	0.2%	Reprog	17.3%	20.8%	24.4%	27.9%	31.4%
P-4E	DEMOLICIONES DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO EXISTENTES, INCLUIDO PUENTES	M3	212,205	0.1%	31.2%	31.2%	0.0%	Reprog	31.2%	31.2%	31.2%	31.2%	31.2%
P-6A	CONFORMACIONES DE TERRAPLENES, INCLUYE EL RELLENO PARA MEJORAMIENTOS	M3	10,160,002	4.0%	12.9%	13.0%	0.5%	Reprog	12.9%	13.5%	14.2%	14.8%	15.4%
P-8A	EXTENDIMIENTO Y COMPACTACIÓN DE BASE GRANULAR	M3	4,094,389	1.6%	3.6%	3.9%	0.1%	Reprog	3.6%	4.5%	5.4%	6.3%	7.2%
P-10	IMPRIMACIÓN BITUMINOSA PARA CALZADA Y BERMA. COLOCACIÓN DE RIEGO DE LIGA	M2	1,330,393	0.5%	1.9%	2.5%	0.0%	Reprog	1.9%	2.9%	4.0%	5.0%	6.0%
P-11A	PREPARACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA	M3	5,313,844	2.1%				Reprog					
P-11B	COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA	M3	1,628,787	0.6%				Reprog					
P-12	MATERIALES PARA MEZCLA ASFÁLTICA E IMPRIMACIÓN	GLB	22,882,424	9.0%	0.1%	0.2%	0.0%	Reprog	0.1%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
P-13A	EXCAVACIÓN PARA ALCANTARILLAS TMC (DIÁMETRO VARIOS), ALC MARCO, MURO, ZANJAS.	M3	4,460,138	1.8%	6.4%	7.6%	0.1%	Reprog	6.4%	7.3%	8.2%	9.1%	10.0%
P-13B	EXCAVACIÓN PARA PUENTES	M3	250,177	0.1%	7.8%	7.8%	0.0%	Reprog	7.8%	11.3%	14.8%	18.2%	21.7%
P-14A	RELLENO ALC TMC, ALC MARCO, MURO, ZANJA	M3	5,357,968	2.1%	5.2%	5.3%	0.1%	Reprog	5.2%	5.6%	6.0%	6.4%	6.8%
P-14B	RELLENO EN PUENTES	M3	209,366	0.1%				Reprog					
P-17A	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ALCANTARILLAS, MUROS, CABEZALES	M2	9,192,303	3.6%	1.8%	2.4%	0.1%	Reprog	1.8%	2.2%	2.6%	3.0%	3.4%
P-17B	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PUENTES	M2	1,065,743	0.4%				Reprog		2.8%	5.7%	8.5%	11.4%
P-18A	PREPARACIÓN DE CONCRETO	M3	14,836,783	5.9%	1.4%	1.5%	0.1%	Reprog	1.4%	2.0%	2.7%	3.3%	3.9%
P-18B	COLOCACIÓN DE CONCRETO PARA OA	M3	2,403,056	0.9%	2.9%	3.2%	0.0%	Reprog	2.9%	3.7%	4.6%	5.4%	6.3%
P-18C	COLOCACIÓN DE CONCRETO PARA PUENTES	M3	692,813	0.3%				Reprog		2.0%	4.1%	6.1%	8.2%
P-18D	COLOCACIÓN DE CONCRETO CICLÓPEO	M3	717,622	0.3%		0.1%	0.0%	Reprog		0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
P-19A	HABILITACIÓN Y COLOCACIÓN DE ACERO EN OBRAS DE ARTE Y PUENTES	KG	9,133,181	3.6%	2.1%	2.7%	0.1%	Reprog	2.1%	3.3%	4.5%	5.7%	6.8%
P-20A	CAMA DE ARENA, SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ALCANTARILLAS TMC	M	1,205,764	0.5%	30.2%	30.0%	0.1%	Reprog	30.2%	32.3%	34.4%	36.5%	38.6%
P-21A	ACONDICIONAMIENTO Y RECUBRIMIENTO CON CONCRETO DE CUNETAS SIN REFUERZO DE ACERO	M	4,142,930	1.6%				Reprog		0.2%	0.3%	0.5%	0.7%
P-21B	ACONDICIONAMIENTO Y RECUBRIMIENTO CON CONCRETO DE CUNETAS REFORZADAS DE ACERO	M	3,233,844	1.3%				Reprog					
P-22A	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D <= 1KM Y D >= 1KM. + (TRANSPORTE DE MATERIAL D <= 1KM Y D >= 1KM Y D >= 1KM.	M3-KM	33,887,805	13.4%	1.6%	1.6%	0.2%	Reprog	1.6%	1.7%	1.9%	2.0%	2.2%
P-22B	TRANSPORTE DE CONCRETO PREMEZCLADO D <= 1KM Y D >= 1KM.	M3-KM	5,627,936	2.2%	2.3%	4.4%	0.1%	Reprog	2.3%	2.6%	3.0%	3.4%	3.8%
P-22C	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA D <= 1KM Y D >= 1KM.	M3-KM	2,370,771	0.9%				Reprog					
P-22D	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DMES	M3-KM	16,981,772	6.7%	22.1%	22.9%	1.5%	Reprog	22.1%	23.3%	24.6%	25.9%	27.2%
P-23B	CONSTRUCCIÓN DE SUBDRENES (GEOTEXTIL, TUBERÍA)	M	1,304,879	0.5%	7.6%	7.6%	0.0%	Reprog	7.6%	8.2%	8.7%	9.3%	9.8%
P-23C	GAVIONES	M3	657,603	0.3%				Reprog					
P-23D	ENROCADO	M3	481,457	0.2%				Reprog					
P-23E	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	M2	845,523	0.3%				Reprog					
P-24A	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL, VERTICAL Y SEGURIDAD VIAL	GLB	2,834,562	1.1%				Reprog					
P-24B	BARRERAS DE SEGURIDAD	M	9,025,119	3.6%				Reprog					
P-27A	CONFORMACIÓN DE BOTADEROS	M3	4,078,583	1.6%	34.9%	35.5%	0.6%	Reprog	34.9%	37.1%	39.4%	41.6%	43.8%
P-27B	READECUACIONES Y MONITOREOS	GLB	1,160,826	0.5%				Reprog					
P-28A	EXTRACCIÓN Y TRANSPORTE INTERNO DE MATERIAL CANTERA DE RÍO CERRO	M3	9,415,407	3.7%	15.1%	14.9%	0.6%	Reprog	15.1%	16.9%	18.7%	20.5%	22.3%
P-28B	ZARANDEO DE MATERIAL PARA RELLENO DE CANTERA CERRO	M3	4,861,540	1.9%	14.1%	14.0%	0.3%	Reprog	14.1%	15.0%	16.0%	17.0%	17.9%
P-28C	PROCESAMIENTO MATERIAL BASE GRANULAR	M3	12,234,821	4.8%	22.9%	24.8%	1.2%	Reprog	22.9%	26.3%	29.6%	33.0%	36.4%
P-28D	PROCESAMIENTO DE PIEDRA Y ARENA PARA ASFALTO	M3	7,881,235	3.1%	1.6%	2.9%	0.1%	Reprog	1.6%	4.1%	6.6%	9.2%	11.7%
P-28E	PROCESAMIENTO DE AGREGADOS PARA CONCRETO. INCLUYE MATERIAL PARA FILTRO	M3	5,805,829	2.3%	25.5%	25.8%	0.6%	Reprog	25.5%	25.9%	26.2%	26.5%	26.9%
P-28G	SELECCIÓN DE PIEDRA MEDIANA Y GRANDE	M3	939,220	0.4%	0.0%			Reprog	0.0%	0.1%	0.2%	0.2%	0.3%
P-28H	DOSIFICACIÓN DE BASE GRANULAR	M3	3,539,516	1.4%	3.6%	3.6%	0.1%	Reprog	3.6%	4.5%	5.4%	6.3%	7.2%
P-29	DOWELLS, JUNTAS PARA MUROS, JUNTA EN BADENES, NIVELACIÓN DE BUZONES, JUNTAS DE	GLB	1,805,334	0.7%				Reprog					
P-30	VIGAS METÁLICAS EN PUENTES	TON	1,431,402	0.6%				Reprog					
P-31	ADICIONALES Y ÓRDENES DE CAMBIO	GLB						Reprog					
<b>TOTALES</b>		<b>S/.</b>	<b>253,010,586</b>				<b>10.9%</b>						
<b>% EJECUCION</b>													
A	% Avance CAO Programado							Reprog	5.89%	6.14%	6.40%	6.65%	6.91%
C	% Avance Programado							Reprog	9.8%	10.7%	11.6%	12.5%	13.4%
D	% Avance Real							Real	10.2%	10.9%			

Figura N°4.36 Porcentaje de avances por procesos.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5 P.A.C

El P.A.C o porcentaje de actividades completadas, viene a ser un indicador del grado de efectividad según el plan de tres semanas. Se obtiene de la división de las actividades programadas ejecutadas entre el total de actividades programadas en una determinada semana.

Como es un resultado que te dice que, si se ha cumplido o no las actividades programadas, no se tiene tanta información necesaria, pero el hecho está en analizar las causas de no cumplimiento para que estas ya no vuelvan a repetirse de acuerdo a cada actividad respectiva, y resaltar en aquello que, si se ha cumplido para generar las lecciones aprendidas, y seguir con la mejora continua. De la Figura N°4.37 se muestra el análisis semanal del porcentaje de cumplimiento por responsable de producción y por frente de trabajo.

Se explica a detalle el análisis de cumplimiento de cada responsable y frente respectivo:

- Ingeniero de explicaciones: El jefe de producción está a cargo de 4 frentes, corte en material suelto, roca fija, banquetas y subrasante, de los cuales hay mayor avance real respecto a lo programado en solo 2 de ellos; en el corte de material suelto y roca fija es decir el cociente entre el avance real y programado es mayor o igual al 100%, pero en los trabajos de banquetas y subrasante no llega al 100% es así que de los 4 frentes solo la mitad de ellos tienen un porcentaje de cumplimiento mayor al 100% por ende el PAC del ingeniero responsable es 50%.

Asimismo, es muy importante analizar las causas de NO cumplimiento según el tipo que se aprecian en la tabla N°4.4, por ejemplo, para este caso se observa que falta el equipo necesario para los trabajos o una llegada tardía cuando se liberan los equipos es por ello que no se llegó a la meta prevista en uno de esos días afectando así el cumplimiento semanal del frente.

- Jefe de producción de explicaciones y pavimentos: El jefe de producción está a cargo de 10 frentes, corte en material suelto, roca fija, base e imprimación es así que 4 frentes no llegan al porcentaje de cumplimiento mayor al 100% por ende el PAC del ingeniero responsable es 60%. Las causas de NO cumplimiento que se aprecian para este caso son la falta del equipo necesario para los trabajos o una llegada tardía cuando se liberan los equipos y una secuencia lógica inadecuada o mala planificación.

- Jefe de producción de canteras: El jefe de producción está a cargo de 5 frentes, zarandeo de material para relleno, procesamiento de material para base granular, arena zarandeada y agregados para asfalto, de los cuales 1 frente no llega al porcentaje de cumplimiento mayor al 100% por ende el PAC del ingeniero responsable es 80%. Las causas de NO cumplimiento para el zarandeo de material es que alguno de los equipos ha estado inoperativo por lo cual no hubo producción en 2 días, luego de identificar la causante es la zaranda estática ya una pata se quebró y como medida de solución fue soldarla de inmediato para continuar con los trabajos.
- Jefe de producción de obras de arte: El jefe de producción está a cargo de 3 frentes, alcantarillas, badenes y subdrenes, de los cuales todos llegan al porcentaje de cumplimiento mayor al 100% por ende el PAC del ingeniero responsable es 100%. Aquí se debe resaltar las lecciones aprendidas para llegar a la meta y ver si la programación es la más sincerada posible.

En la Figura N°4.37, se aprecia el resumen del análisis de la última semana donde se distingue: los porcentajes de actividades cumplidas (PAC), causas de No cumplimiento (CNC) y el gráfico semanal. El resumen del análisis de resultados acumulados son los resultados históricos semana a semana donde se distingue: los porcentajes de actividades cumplidas (PAC), causas de No cumplimiento (CNC).

Al realizar un comparativo de los resultados del PAC de la semana por responsables favorece a una competencia interna por parte de cada uno y sus cuadrillas respectivas por buscar la manera de mejorar dicho resultado. Las causas de no cumplimiento se deben analizar en la semana y compartir la forma de solución a toda la línea de mando y sirva como ejemplo para que no vuelva a pasar. Para el cálculo del PAC solo se considera los trabajos programados más no los trabajos ejecutados que no han sido programados, es por ello que difícilmente se obtiene un PAC mayor al 80%, ya que en la semana no necesariamente se cumple lo que se tiene pensado ejecutar. El PAC de la semana es 68%, y según la gráfica de la Figura N°4.38 tiene una tendencia a mejorar en las últimas semanas, asimismo según la gráfica de "causas de No cumplimiento", las causas que tienen mayores porcentajes son: la programación de trabajos, inoperatividad de equipos, y los problemas sociales respectivamente, la solución para reducir o eliminar estas causas debe ser evaluada por toda la línea de mando, y con la mejor estrategia.

ACTIVIDAD	UND	MES	mayo							TOTAL SEMANA	%	RESTRICCIÓN		
		DIA	V	S	D	L	M	M	J			SI/NO	CLASIFICACION	
		FECHA	04	05	06	07	08	09	10				Tipo	CNC
<b>CUMPLIMIENTO DE OBRA</b>												68%		
<b>EXPLANACIONES TRAMO 1 (Km35 al km101)</b>												50%		
<b>(Ing. NELZON ALVARADO)</b>														
<b>CORTE DE MATERIAL SUELTO</b>														
Corte en Material Suelto 48+000 -73+000	M3	Programado	1000	1000		1000	1000	1000	1000	6000.00	100%			
		Ejecutado	902	1102		952	1052	972	1032	6012.00	SI			
Corte en Roca Fija 48+000 - 73+000	M3	Programado	300	300		300	300	300	300	1800.00	100%			
		Ejecutado	440	456		448	448	420	476	2688.00	SI			
Banqueta 38+350- 49+380	M3	Programado	200	200		200	200	200	200	1200.00	73%	EQ	LOG.E	
		Ejecutado	167	127		147	149	135	154	879.30	NO			
Subrasante 37+480 - 55+000	ML	Programado	180	180		240	300	300	240	1440.00	30%	EQ	LOG.E	
		Ejecutado	75	72		68	65	76	79	435.00	NO			
<b>EXPLANACIONES TRAMO 2 (Km101 al km153)</b>												60%		
<b>(Ing. M. Espinoza / E. Garcés)</b>														
<b>CORTE EN MATERIAL SUELTO</b>														
Corte en Material Suelto 127+500 -125+000	M3	Programado	1800	1800		1800	1800	1800	1800	10800.00	100%			
		Ejecutado	1903	1944		1910	1981	1898	1951	11586.33	SI			
Corte en Material Suelto 140+000 -115+000	M3	Programado	1800	1800		1800	1800	1800	1800	10800.00	100%			
		Ejecutado	1885	1967		1990	1910	1923	1984	11659.00	SI			
Corte en Material Suelto 138+000 -137+000	M3	Programado	1800	1800		1800	1800	1800	1800	10800.00	100%			
		Ejecutado	1903	1981		1989	1981	1885	1938	11676.33	SI			
Corte en Material Suelto 129+600 -132+000	M3	Programado	1800	1800		1800	1800	1800	1800	10800.00	100%			
		Ejecutado	1971	1944		1912	1977	1929	1945	11678.00	SI			
Corte en Roca Fija 128+000 - 100+000	M3	Programado	100	100		100	100			400.00	91%	MÉT	PROG	
		Ejecutado	92	90		95	85			362.00	NO			
<b>PAVIMENTOS</b>														
Base Granular 45+500 46+190	ML	Programado	200	200		200	200	200	200	1200.00	100%			
		Ejecutado	202	208		215	195	220	190	1230.00	SI			
Base Granular 35+000 37+450	ML	Programado	200	200		200	200	200	200	1200.00	100%			
		Ejecutado	213	201		219	199	235	189	1256.00	SI			
<b>IMPRIMACIÓN DE BASE</b>														
Base Granular 44+620 48+200	ML	Programado	500	500		500	500	500	500	3000.00	60%	EQ	LOG.E	
		Ejecutado	1785							1785.00	NO			
<b>CORTE EN MATERIAL SUELTO GENERACION</b>														
Corte en Material Suelto 153+340 -151+900	M3	Programado	1800	1800		1800	1800	1800	1800	10800.00	68%	MÉT	PROG	
		Ejecutado	1120	1220		1320	1280	1160	1240	7340.00	NO			
Corte en Material Suelto 151+890 -148+200	M3	Programado	1800	1800		1800	1800	1800	1800	10800.00	68%	MÉT	PROG	
		Ejecutado	1130	1210		1311	1290	1150	1266	7357.00	NO			
<b>CANTERAS y PLANTAS INDUSTRIALES</b>												80%		
<b>(Ing. A. Benites)</b>														
<b>ZARANDEO MATERIAL</b>														
Zarandeo de Relleno Km 76+700	UND	Programado	500	500		500	500	500	500	3,000.00	57%	EQ	INOP	
		Ejecutado	429	432				422	435	1,718.00	NO			
<b>PROCESAMIENTO DE MATERIAL</b>														
Base Granular Jaguay km 47+500	UND	Programado	1000	1000		1000	1000	1000	1000	6000.00	100%			
		Ejecutado	1058	1063		1040	1076	1066	1069	6372.33	SI			
Base Granular en Cantera Tambo km 84+500 Osborn	UND	Programado	560	560		560	560	560	560	3360.00	100%			
		Ejecutado	568	571		560	574	578	561	3411.50	SI			
Arena Zarandeada en Cantera Tambo km 84+500 Doble Turno	UND	Programado	100	100		100	100	100	100	600.00	100%			
		Ejecutado	110	119		102	123	98	132	684.08	SI			
Agregados para asfalto en Cantera Tambo km 84+500 ZENITH	UND	Programado	200	200		200	200	200	200	1200.00	100%			
		Ejecutado	228	230		218	233	235	238	1382.00	SI			
<b>OBRRAS DE ARTE TRAMO I</b>												100%		
<b>(Ing. C. Camacho / F. Alzamora / K. Onofre)</b>														
<b>CONSORCIO</b>														
Alcantarillas	UND	Programado	1	1		1	1	1	1	3.00	100%			
		Ejecutado	1	1		1	1	1	1	3.00	SI			
Badenes	UND	Programado	4	4		5	3	4	4	24.00	100%			
		Ejecutado	4	4		5	3	4	4	24.00	SI			
Subdren del km 42 al km 44	UND	Programado	40	45		50	50	50	50	285.00	100%			
		Ejecutado	40	46		53	50	52	55	296.00	SI			

Figura N°4.37 PAC de la semana 40

Fuente: Elaboración propia

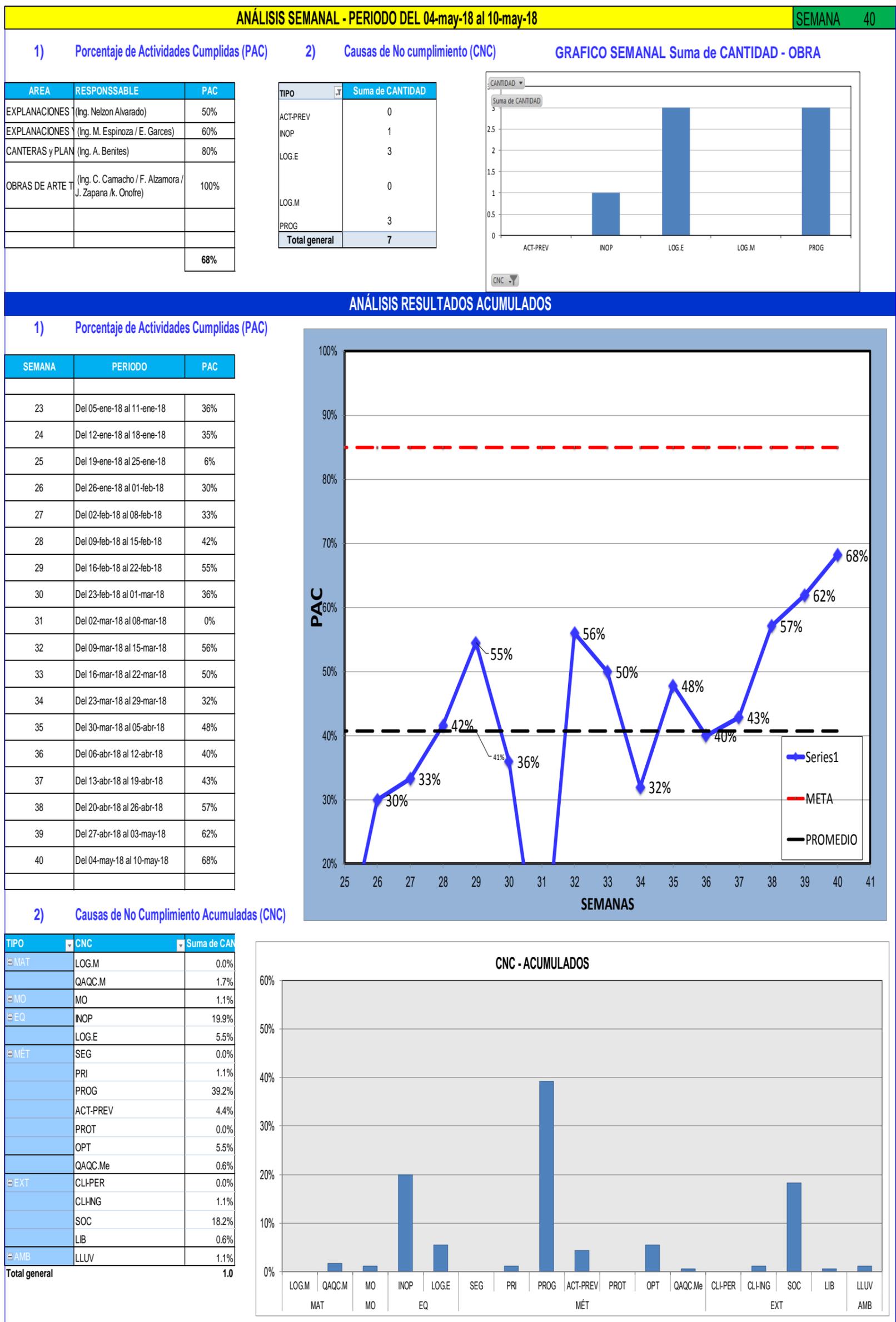


Figura N°4.38 Resumen del PAC semanal.

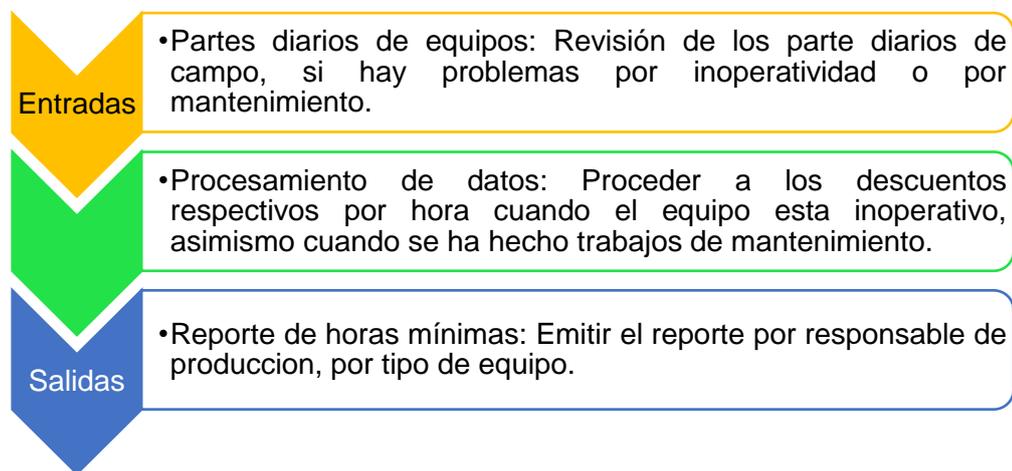
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.4 Tipo de restricciones. Fuente: Elaboración propia.

TIPO	RESTRICCIÓN	DESCRIPCIÓN
MO	MO	Falta Personal o Llegada tardía
MAT	LOG.M	Materiales insuficientes o no llego a tiempo
	QAQC.M	Materiales deficientes - Mala Calidad
	LOG.E	Falta de equipo necesario o llegada tardía
EQ (EQUIPOS)	INOP	Equipo inoperativo o con problemas mecánicos
	PROG	Secuencia lógica inadecuada - mala planificación
	PROT	No se presentó protocolos y falta aprobación
	OPT	Meta prevista optimista
MET (MÉTODOS)	QAQC.Me	Re trabajo
	PRI	Priorizo otros frentes de trabajo
	ACT-PREV	Actividad previa no concluida
	SEG	Parada por Acto o Condición
EXT	SOC	Problemas Sociales (Afectados, marcha, huelga, etc.)
	LIB	Demora liberación de áreas (DMEs, Canteras, Plantas y Otros)
	CLI-ING	Cambio inesperado de Ingeniería y demora en aprobación de planos
	CLI-PER	Demora en aprobación de protocolos y/o permisos
AMB (AMBIENTALES)	LLUV	Clima o evento extraordinario

#### 4.6 CONTROL DE LAS HORAS MÍNIMAS

Por tratarse de un proyecto de carretera de gran magnitud, aplicando la técnica de Pareto, el cual consiste en controlar el 80% del costo directo que está en el 20% de los recursos más incidentes, y que corresponden a los equipos de construcción, se implementa un formato en el cual de manera simple podamos controlar las horas mínimas de los equipos. Es necesario para el control semanal y diario ya que desde el día que el equipo se incorpora a obra debe trabajar una cierta cantidad de horas como mínimo para no incurrir en costos de “stand by” por mes, siempre y en cuando en el alquiler se defina como una cantidad de horas mínimas que el equipo debe tener al mes, caso contrario se trabaja con horas efectivas, es por ello que se realiza este control semanal de la siguiente manera:



De la Figura N°4.39 y Figura N°4.40 se tiene el resumen de las horas “stand by” de todos los equipos y su costo respectivo, para efectos de análisis se toma un periodo que comprende de la fecha de inicio de valorización del 21 de marzo del 2018 hasta una fecha de corte 04 de abril del 2018, cabe resaltar que las horas “stand by” se pagan al cumplir un mes, pero para realizar este control se debe realizar cortes semanales de manera que se compare las horas de operación con respecto a las horas mínimas según los días de corte, si algún equipo no supera las horas mínimas por periodo se aplica el costo a la diferencia de horas mínimas por periodo y horas efectivas, las horas mínimas por periodo se calcula así:

$$\frac{(HM)}{D} \times \left( DD - \left( \frac{HSB}{10} \right) \right) = \text{Horas mínimas por periodo}$$

HM: Horas mínimas del equipo por un mes  
D: Días del periodo  
DD: Días disponibles  
HSB: Horas "stand by"

Por ejemplo para analizar el cálculo se explica con la auto hormigonera, este equipo tiene 14 días disponibles es decir que ha trabajado esos días y se considera para valorizar, tiene 30 horas inoperativas que son las horas que no trabajo por problemas de funcionamiento, las horas mínimas por mes de este equipo son 180 ,utilizando la formula anterior se tiene 63.87 horas mínimas correspondiente a ese periodo de días, por ende el equipo como mínimo debe trabajar esa cantidad de horas, sin embargo tiene 17.2 horas de operación para dicho periodo, entonces la diferencia entre estos dos es el déficit de horas que es 46.67 horas, multiplicado por su tarifa 34 dólares son 1587 dólares de "stand by" que se debe pagar a la fecha de corte dada.

Asimismo, se tiene la disponibilidad mecánica de los equipos, el cual nos indica cuanto tiempo está disponible el equipo respecto a la duración ideal que hubiese funcionado, y se calcula mediante:

$$\frac{(10xHD - HSB - HMT)}{10xHD} = \text{Disponibilidad mecánica}$$

HM: Horas mínimas del equipo por un mes  
D: Días del periodo  
HD: Días disponibles  
HSB: Horas "stand by"  
HMT: Horas de mantenimiento

Entonces de esta manera para cada equipo se ha calculado sus respectivas horas mínimas por periodo y se compara con las horas de operación obteniendo los déficits de horas, su costo asociado y la disponibilidad mecánica. Esta información nos sirve de manera semanal para poder realizar el seguimiento de los equipos que tienen mayores inconvenientes de cumplir las horas mínimas y buscar una solución frente a ello, por ejemplo una de ellas se refiere a los volquetes ya que estos están en diferentes frentes hay veces que algunos tienen más horas de

operación que las mínimas entonces la solución es alternar y cambiar de frente con aquellos que trabajan menos, para que en posteriores semanas se recupere este déficit.

Otra forma de analizar estos resultados es con las horas inoperativas y la disponibilidad mecánica ya que hay equipos que tienen muchas horas de este tipo y presentan un porcentaje de disponibilidad baja, si es frecuente la solución es verificar el plan de mantenimiento de equipos y los motivos por la cual hay constantes fallas de estos, si son causados por el mismo trabajo rutinario o por un mantenimiento inadecuado o mala operación.

Una propuesta adicional es definir horas máximas a los equipos, por ejemplo, este es el caso de las cisternas de agua, ya que la mayor cantidad de veces sobrepasan las horas mínimas del mes.

En el resumen de costos asociados por responsable, ver la figura N°4.41, al momento de resumir los resultados por responsables se hace con el fin de demostrar quien tiene menores costos de este tipo, lo cual favorece a la competencia interna, y apoyar al que tiene los costos más altos, también se puede apreciar que hay un riesgo para el proyecto de gastar 10,465 dólares por costo de horas “stand by” asociado a los equipos para el periodo dado, es por ello que la línea de mando debe tomar las medidas correctivas y preventivas planteadas para reducir este posible riesgo.

Resaltar que al mes se cierra el resultado y las horas de “stand by” obtenidas se pagan si o si pese a que el equipo no haya trabajado, lo cual representa un costo muy alto, es por ello que el control inclusive debe ser de manera diaria, también se recomienda combinar este control con el “pull plannig” de equipos críticos ya que de este modo se pueda observar los posibles días planificados en el cual los equipos más críticos estén parados por falta de frente u otros temas, y así buscar soluciones como utilizarlo en otros trabajos para tener un frente continuo para el equipo y no pagar de más.

RESPONSABLE	CODIGO OBRA	TIPO	TARIFA \$	DIAS DISPONIBILIDAD	HORAS INOPERATIVAS	HORAS MANTENIMIENTO	HORAS OPERACIÓN	HORAS MÍNIMAS MES	HORAS MÍNIMAS (PERIODO)	DEFICIT HORAS STAND BY	COSTO	DISPONIBILIDAD MECÁNICA
FRANCISCO ENCINAS	CMX-001	AUTOHORMIGONERA	USD 34.00	14.00	30.00	3.50	17.2	180	63.87	-46.67	USD 1,586.81	76%
FRANCISCO ENCINAS	EXC-016	EXCAVADORA S/ NEUMÁTICO	USD 42.50	15.00	60.00	0.00	19.6	180	52.26	-32.66	USD 1,387.97	60%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-006	VOLQUETE (8x4)	USD 25.73	9.00	0.00	0.00	8.9	200	58.06	-49.16	USD 1,264.76	100%
FRANCISCO ENCINAS	EXC-020	EXCAVADORA S/ORUGAS	USD 37.00	15.00	30.00	0.00	50.9	200	77.42	-26.52	USD 981.22	80%
DARWIN ALFREDO HOYOS	EXC-011	EXCAVADORA S/ORUGAS	USD 45.50	15.00	30.00	5.50	58.6	200	77.42	-18.82	USD 856.28	76%
FRANCISCO ENCINAS	VOL-038	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	40.00	0.00	46.9	200	70.97	-24.07	USD 489.25	73%
DARWIN ALFREDO HOYOS	MOT-005	MOTONIVELADORA	USD 44.82	15.00	56.00	4.00	50	200	60.65	-10.65	USD 477.16	60%
FRANCISCO ENCINAS	MC-002	MINI-CARGADOR	USD 11.00	15.00	30.00	0.00	32	180	69.68	-37.68	USD 414.45	80%
ARMANDO BENITES	EXC-008	EXCAVADORA S/ORUGAS	USD 45.50	15.00	30.00	0.00	68.4	200	77.42	-9.02	USD 410.38	80%
DARWIN ALFREDO HOYOS	ROL-008	RODILLO VIBRATORIO	USD 22.00	15.00	30.00	0.00	44.8	160	61.94	-17.14	USD 376.98	80%
MARTIN ESPINOZA	EXC-003	EXCAVADORA S/ORUGAS	USD 54.20	15.00	35.00	0.00	69.6	200	74.19	-4.59	USD 248.97	77%
DARWIN ALFREDO HOYOS	CIS-006	CISTERNA DE RIEGO 8000 GLN	USD 32.29	15.00	30.20	0.00	69.9	200	77.29	-7.39	USD 238.62	80%
DARWIN ALFREDO HOYOS	MOT-003	MOTONIVELADORA	USD 44.82	15.00	31.50	0.00	71.2	200	76.45	-5.25	USD 235.40	79%
DARWIN ALFREDO HOYOS	MOT-007	MOTONIVELADORA	USD 44.82	15.00	39.10	0.00	66.7	200	71.55	-4.85	USD 217.33	74%
FRANCISCO ENCINAS	VOL-037	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	41.90	0.80	61	200	69.74	-8.74	USD 177.71	72%
FRANCISCO ENCINAS	CG-002	CAMION GRUA 18-TN	USD 48.30	15.00	36.00	0.00	70	200	73.55	-3.55	USD 171.39	78%
DARWIN ALFREDO HOYOS	MOT-004	MOTONIVELADORA	USD 44.82	15.00	103.10	0.00	26.9	200	30.26	-3.36	USD 150.52	31%
SAUL SALDAÑA	EXC-018	EXCAVADORA S/ORUGAS	USD 37.00	15.00	30.00	0.40	73.7	200	77.42	-3.72	USD 137.62	81%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-009	VOLQUETE (8X4)	USD 25.73	15.00	37.00	0.00	68	200	72.90	-4.90	USD 126.14	77%
DARWIN ALFREDO HOYOS	EXC-002	EXCAVADORA S/ORUGAS	USD 54.20	15.00	32.00	0.00	74	200	76.13	-2.13	USD 115.40	79%
DARWIN ALFREDO HOYOS	TRA-007	TRACTOR S/ORUGA	USD 56.70	15.00	30.00	0.00	75.4	200	77.42	-2.02	USD 114.50	80%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-025	VOLQUETE (8x4)	USD 25.73	13.00	38.20	0.00	55.1	200	59.23	-4.13	USD 106.14	71%
DARWIN ALFREDO HOYOS	ROL-005	RODILLO VIBRATORIO	USD 28.11	15.00	30.00	0.00	54.4	150	58.06	-3.66	USD 103.00	80%
FRANCISCO ENCINAS	CIS-007	CISTERNA DE RIEGO 5000 GLN	USD 22.42	14.00	30.00	0.00	68.2	200	70.97	-2.77	USD 62.05	79%
DARWIN ALFREDO HOYOS	ROL-009	RODILLO VIBRATORIO	USD 19.80	15.00	30.00	0.00	55	150	58.06	-3.06	USD 60.69	80%
FRANCISCO ENCINAS	RET-004	RETROEXCAVADORA	USD 19.50	15.00	30.00	0.00	67.5	180	69.68	-2.18	USD 42.46	80%
ARMANDO BENITES	GE-002	GRUPO ELECTRÓGENO 18 KW	USD 2.93	15.00	30.00	0.00	58.2	180	69.68	-11.48	USD 33.63	80%
MARTIN ESPINOZA	CAF-010	CARGADOR FRONTAL	USD 40.00	8.00	32.00	0.00	27.1	180	27.87	-0.77	USD 30.84	60%
DARWIN ALFREDO HOYOS	EXC-015	EXCAVADORA S/ORUGAS	USD 65.00	14.00	64.20	1.80	43.7	180	44.01	-0.31	USD 20.34	53%
FERNANDO ALZAMORA	MC-003	MINI-CARGADOR	USD 11.00	15.00	30.00	0.00	69	180	69.68	-0.68	USD 7.45	81%
DARWIN ALFREDO HOYOS	CIS-001	CISTERNA DE RIEGO 8000 GLN	USD 32.29	15.00	27.40	0.00	95.9	200	79.10	OK	USD 0.00	82%
MARTIN ESPINOZA	VOL-003	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	2.00	1.20	0.00	19	200	12.13	OK	USD 0.00	100%
ARMANDO BENITES	CAF-003	CARGADOR FRONTAL	USD 60.00	15.00	30.00	0.00	106.6	180	69.68	OK	USD 0.00	80%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-001	VOLQUETE (8x4)	USD 25.73	15.00	30.00	0.00	95.8	200	77.42	OK	USD 0.00	80%
DARWIN ALFREDO HOYOS	TRA-001	TRACTOR S/ORUGA	USD 74.55	15.00	30.00	0.00	114.3	200	77.42	OK	USD 0.00	81%
ARMANDO BENITES	CAF-004	CARGADOR FRONTAL	USD 49.20	15.00	30.00	0.00	132.9	200	77.42	OK	USD 0.00	80%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-004	VOLQUETE (8x4)	USD 25.73	15.00	36.00	0.00	82.4	200	73.55	OK	USD 0.00	76%
DARWIN ALFREDO HOYOS	CIS-002	CISTERNA DE RIEGO 5000 GLN	USD 22.42	15.00	46.00	1.70	135.9	200	67.10	OK	USD 0.00	68%
DARWIN ALFREDO HOYOS	CAF-005	CARGADOR FRONTAL	USD 49.20	15.00	30.00	0.00	82.9	200	77.42	OK	USD 0.00	80%
DARWIN ALFREDO HOYOS	TRA-003	TRACTOR S/ORUGA	USD 56.70	15.00	65.50	0.00	57.5	200	54.52	OK	USD 0.00	56%
ARMANDO BENITES	CAF-006	CARGADOR FRONTAL	USD 44.22	15.00	38.10	1.70	131.1	200	72.19	OK	USD 0.00	73%
MARTIN ESPINOZA	VOL-008	VOLQUETE (8x4)	USD 25.73	15.00	51.80	4.90	120.6	200	63.35	OK	USD 0.00	65%
ARMANDO BENITES	CAF-007	CARGADOR FRONTAL	USD 48.00	15.00	30.00	0.00	160.9	180	69.68	OK	USD 0.00	81%
ARMANDO BENITES	GE-001	GRUPO ELECTRÓGENO 500 KW	USD 26.25	15.00	30.00	0.50	78.9	200	77.42	OK	USD 0.00	80%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-017	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	40.00	0.00	112.1	200	70.97	OK	USD 0.00	73%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-018	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	30.00	0.00	89.3	200	77.42	OK	USD 0.00	80%
ARMANDO BENITES	EXC-006	EXCAVADORA S/ORUGAS	USD 63.17	11.00	27.00	0.00	120.1	180	48.19	OK	USD 0.00	75%
ARMANDO BENITES	CH-001	CHANCADORA PRIMARIA/SEC	USD 82.94	15.00	47.86	2.14	68.86	200	65.90	OK	USD 0.00	67%
ARMANDO BENITES	EXC-010	EXCAVADORA S/ORUGAS	USD 37.00	15.00	35.90	0.00	128.8	200	73.61	OK	USD 0.00	76%
ARMANDO BENITES	CH-002	CHANCADORA PRIMARIA	USD 76.21	15.00	35.00	0.00	122	200	74.19	OK	USD 0.00	77%
ARMANDO BENITES	CH-003	CHANCADORA SECUNDARIA	USD 106.16	15.00	30.00	0.00	123	200	77.42	OK	USD 0.00	80%
ARMANDO BENITES	ZA-001	ZARANDA MECÁNICA	USD 71.40	15.00	38.00	0.00	75	200	72.26	OK	USD 0.00	75%
ARMANDO BENITES	ZA-002	ZARANDA MECÁNICA	USD 71.40	15.00	55.00	0.00	122	200	61.29	OK	USD 0.00	63%
ARMANDO BENITES	CIS-005	CISTERNA DE RIEGO 8000 GLN	USD 32.29	15.00	31.00	0.00	101.2	200	76.77	OK	USD 0.00	79%
ARMANDO BENITES	VOL-020	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	14.00	30.00	0.00	120	200	70.97	OK	USD 0.00	79%
ARMANDO BENITES	VOL-021	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	30.00	2.00	126	200	77.42	OK	USD 0.00	79%
ARMANDO BENITES	VOL-022	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	40.00	2.00	88	200	70.97	OK	USD 0.00	72%
ARMANDO BENITES	VOL-023	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	30.00	0.00	165	200	77.42	OK	USD 0.00	80%
ARMANDO BENITES	VOL-024	VOLQUETE (8x4)	USD 25.73	15.00	30.00	0.00	136.3	200	77.42	OK	USD 0.00	80%
DARWIN ALFREDO HOYOS	EXC-009	EXCAVADORA S/ORUGAS	USD 54.20	15.00	60.00	0.00	70	200	58.06	OK	USD 0.00	63%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-026	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	30.00	0.00	164	200	77.42	OK	USD 0.00	80%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-027	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	33.66	0.00	170	200	75.06	OK	USD 0.00	78%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-029	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	30.00	0.00	178	200	77.42	OK	USD 0.00	80%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-030	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	30.00	0.00	182	200	77.42	OK	USD 0.00	80%
MARTIN ESPINOZA	EXC-012	EXCAVADORA S/ORUGAS	USD 46.00	14.00	30.00	0.00	198	150	53.23	OK	USD 0.00	79%
MARTIN ESPINOZA	EXC-013	EXCAVADORA S/ORUGAS	USD 45.50	15.00	30.00	0.00	90.5	200	77.42	OK	USD 0.00	81%
ARMANDO BENITES	EXC-019	EXCAVADORA S/ORUGAS	USD 42.98	14.00	57.50	0.00	137.3	200	53.23	OK	USD 0.00	59%

Figura N°4.39 Control horas mínimas, 1 de 2.

Fuente: Elaboración propia

RESPONSABLE	CODIGO OBRA	TIPO	TARIFA \$	DIAS DISPONIBILIDAD	HORAS INOPERATIVAS	HORAS MANTENIMIENTO	HORAS OPERACIÓN	HORAS MÍNIMAS MES	HORAS MÍNIMAS (PERIODO)	DEFICIT HORAS STAND-BY	COSTO	DISPONIBILIDAD MECÁNICA
FRANCISCO ENCINAS	VOL-031	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	30.00	2.00	89	200	77.42	OK	USD 0.00	79%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-032	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	30.00	0.00	182	200	77.42	OK	USD 0.00	80%
FRANCISCO ENCINAS	VOL-033	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	30.00	0.00	93	200	77.42	OK	USD 0.00	80%
MARTIN ESPINOZA	EXC-021	EXCAVADORA S/ORUGAS	USD 46.00	15.00	30.00	0.00	206.8	150	58.06	OK	USD 0.00	81%
MARTIN ESPINOZA	EXC-022	EXCAVADORA S/ORUGAS	USD 45.50	15.00	37.80	2.20	159.3	200	72.39	OK	USD 0.00	75%
ARMANDO BENITES	CH-004	CHANCADORA PRIMARIA/SEC	USD 96.60	15.00	97.38	3.75	82.85	200	33.95	OK	USD 0.00	37%
DARWIN ALFREDO HOYOS	CAF-008	CARGADOR FRONTAL	USD 43.00	15.00	30.00	0.00	115.5	180	69.68	OK	USD 0.00	80%
FRANCISCO ENCINAS	CG-001	CAMION GRUA (6X4) 12-TN	USD 40.05	15.00	34.00	0.00	84	200	74.84	OK	USD 0.00	79%
MARTIN ESPINOZA	CIS-008	CISTERNA DE RIEGO 5000 GLN	USD 22.42	14.00	30.00	0.00	87.4	200	70.97	OK	USD 0.00	79%
MARTIN ESPINOZA	VOL-034	VOLQUETE (8x4)	USD 25.73	15.00	37.90	0.00	136.6	200	72.32	OK	USD 0.00	76%
MARTIN ESPINOZA	TRA-005	TRACTOR S/ORUGA	USD 74.55	15.00	55.80	0.00	137.3	200	60.77	OK	USD 0.00	65%
MARTIN ESPINOZA	VOL-042	VOLQUETE (8X4)	USD 25.73	15.00	37.70	0.00	178.7	200	72.45	OK	USD 0.00	76%
MARTIN ESPINOZA	VOL-040	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	30.00	0.00	175	200	77.42	OK	USD 0.00	81%
MARTIN ESPINOZA	VOL-041	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	30.00	0.00	191	200	77.42	OK	USD 0.00	81%
MARTIN ESPINOZA	VOL-043	VOLQUETE (8X4)	USD 25.73	14.00	140.00	3.20	0	200	0.00	0.00	USD 0.00	-2%
MARTIN ESPINOZA	VOL-044	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	30.33	0.00	187	200	77.21	OK	USD 0.00	81%
FERNANDO ALZAMORA	RET-005	RETROEXCAVADORA	USD 19.50	15.00	30.00	0.00	82	180	69.68	OK	USD 0.00	81%
FRANCISCO ENCINAS	VOL-039	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	60.00	0.30	63.4	200	58.06	OK	USD 0.00	60%
MARTIN ESPINOZA	CIS-009	CISTERNA DE RIEGO 5000 GLN	USD 22.42	15.00	30.00	1.50	99.4	200	77.42	OK	USD 0.00	80%
MARTIN ESPINOZA	TRA-004	TRACTOR S/ORUGA	USD 65.00	15.00	30.00	0.00	184.3	200	77.42	OK	USD 0.00	83%
ARMANDO BENITES	VOL-013	VOLQUETE (6X4)	USD 17.00	1.00	8.00	0.00	2	180	1.16	OK	USD 0.00	20%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-014	VOLQUETE (6X4)	USD 17.00	15.00	33.00	0.00	169	180	67.94	OK	USD 0.00	78%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-016	VOLQUETE (6X4)	USD 17.00	14.00	60.00	0.00	102	180	46.45	OK	USD 0.00	57%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-045	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	12.00	38.50	0.00	52.9	200	52.58	OK	USD 0.00	68%
MARTIN ESPINOZA	VOL-046	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	14.00	46.00	2.80	136.9	200	60.65	OK	USD 0.00	65%
MARTIN ESPINOZA	VOL-047	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	160.00	0.00	0	200	0.00	0.00	USD 0.00	0%
MARTIN ESPINOZA	VOL-048	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	47.60	3.00	150.1	200	66.06	OK	USD 0.00	68%
MARTIN ESPINOZA	VOL-049	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	78.83	9.00	64.1	200	45.92	OK	USD 0.00	41%
MARTIN ESPINOZA	VOL-050	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	14.00	49.60	0.00	121.4	200	58.32	OK	USD 0.00	65%
MARTIN ESPINOZA	VOL-051	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	13.00	30.00	0.00	148.7	200	64.52	OK	USD 0.00	77%
DARWIN ALFREDO HOYOS	CIS-010	CISTERNA DE RIEGO 5000 GLN	USD 22.42	15.00	25.70	0.00	104.4	200	80.19	OK	USD 0.00	83%
ARMANDO BENITES	CAF-009	CARGADOR FRONTAL	USD 49.20	15.00	35.10	0.00	149.5	200	74.13	OK	USD 0.00	77%
DARWIN ALFREDO HOYOS	CIS-011	CISTERNA DE RIEGO 8000 GLN	USD 32.29	15.00	43.50	0.00	88	200	68.71	OK	USD 0.00	71%
ARMANDO BENITES	EXC-023	EXCAVADORA S/ORUGAS	USD 54.20	15.00	30.00	0.00	91	200	77.42	OK	USD 0.00	80%
ARMANDO BENITES	GE-005	GRUPO ELECTRÓGENO 500 KW	USD 26.25	15.00	30.00	0.00	132.91	200	77.42	OK	USD 0.00	81%
FRANCISCO ENCINAS	CG-003	CAMION GRUA (8X4) 18-TN	S/ 130.00	15.00	35.00	4.00	95.2	180	66.77	OK	USD 0.00	74%
FRANCISCO ENCINAS	EXC-024	EXCAVADORA S/ NEUMATICOS	USD 42.50	9.00	0.00	0.00	54	180	52.26	OK	USD 0.00	100%
DARWIN ALFREDO HOYOS	MOT-008	MOTONIVELADORA	USD 44.82	15.00	30.00	0.00	134	200	77.42	OK	USD 0.00	81%
MARTIN ESPINOZA	VOL-052	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	30.00	0.00	178	200	77.42	OK	USD 0.00	80%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-053	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	30.00	0.00	94	200	77.42	OK	USD 0.00	80%
DARWIN ALFREDO HOYOS	EXC-025	EXCAVADORA S/ORUGAS	USD 54.20	15.00	96.00	2.00	39	200	34.84	OK	USD 0.00	35%
MARTIN ESPINOZA	VOL-054	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	30.00	0.00	198	200	77.42	OK	USD 0.00	81%
MARTIN ESPINOZA	VOL-055	VOLQUETE (6X4)	USD 20.33	15.00	30.00	0.00	198	200	77.42	OK	USD 0.00	81%
MARTIN ESPINOZA	TRA-008	TRACTOR S/ORUGA	USD 50.00	12.00	20.00	0.00	93.7	150	48.39	OK	USD 0.00	83%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-056	VOLQUETE (6X4)	USD 17.00	11.00	40.00	2.00	49	180	40.65	OK	USD 0.00	62%
MARTIN ESPINOZA	VOL-057	VOLQUETE (6X4)	USD 16.70	7.00	30.00	0.00	53.8	180	23.23	OK	USD 0.00	57%
MARTIN ESPINOZA	VOL-058	VOLQUETE (6X4)	USD 16.70	9.00	30.00	0.00	70	180	34.84	OK	USD 0.00	67%
MARTIN ESPINOZA	VOL-059	VOLQUETE (6X4)	USD 16.70	9.00	30.00	0.00	87	180	34.84	OK	USD 0.00	67%
MARTIN ESPINOZA	VOL-060	VOLQUETE (6X4)	USD 16.70	8.00	32.10	0.00	54.2	180	27.81	OK	USD 0.00	60%
MARTIN ESPINOZA	VOL-061	VOLQUETE (6X4)	USD 16.70	9.00	30.00	0.00	62.22	180	34.84	OK	USD 0.00	67%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-062	VOLQUETE (6X4)	USD 16.70	1.00	0.00	0.00	9.06	180	5.81	OK	USD 0.00	100%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-063	VOLQUETE (6X4)	USD 16.70	1.00	6.50	1.50	2.59	180	2.03	OK	USD 0.00	20%
FERNANDO ALZAMORA	VOL-064	VOLQUETE (6X4)	USD 16.70	9.00	30.00	0.00	37.2	180	34.84	OK	USD 0.00	67%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-065	VOLQUETE (6X4)	USD 16.70	2.00	0.00	0.00	13.21	180	11.61	OK	USD 0.00	100%
DARWIN ALFREDO HOYOS	VOL-066	VOLQUETE (6X4)	USD 16.70	2.00	0.00	0.00	15.7	180	11.61	OK	USD 0.00	100%
ARMANDO BENITES	VOL-067	VOLQUETE (6X4)	USD 16.70	2.00	0.00	0.00	22	180	11.61	OK	USD 0.00	100%
MARTIN ESPINOZA	EXC-027	EXCAVADORA S/ORUGAS	USD 46.00	12.00	50.00	3.00	63	150	33.87	OK	USD 0.00	56%

Figura N°4.40 Control de horas mínimas, 2 de 2.

Fuente: Elaboración propia

RESPONSABLE	HORAS STAND-BY TOTALES	COSTO STAND-BY Dolares	% EQUIPOS	% COSTO STAND-BY
DARWIN ALFREDO HOYOS	- 130.39	4,165.75	37.21%	39.13%
MARTIN ESPINOZA	- 4.59	248.95	26.36%	2.34%
ARMANDO BENITES	- 20.50	444.01	20.93%	4.17%
FRANCISCO ENCINAS	- 182.28	5,651.10	11.63%	53.09%
SAUL SALDAÑA	- 3.46	128.07	0.78%	1.20%
FERNANDO ALZAMORA	- 0.68	7.45	2.33%	0.07%
OMAR MAGUIÑA	-	-	0.78%	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>- 341.90</b>	<b>10,645.33</b>	<b>100%</b>	<b>100.00%</b>

Figura N°4.41 Resumen por responsable del control de horas mínimas.

Fuente: Elaboración propia

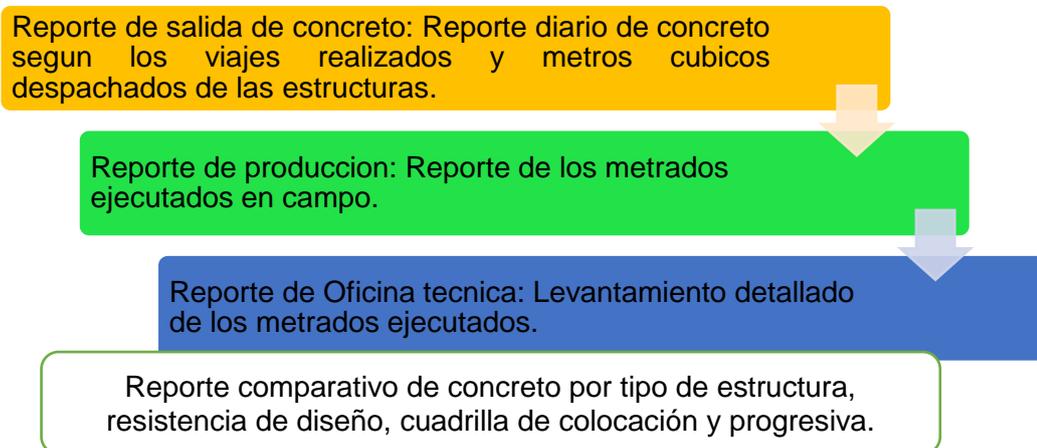
## 4.7 CONTROL DE DESPERDICIOS

### 4.7.1 Control de desperdicios en el concreto

Se realiza un análisis del control de desperdicios para el caso del concreto, ya que en obras de arte y construcción de puentes se ha subcontratado a una empresa tercera para la ejecución de estos trabajos, es así que se debe tener en claro el control del desperdicio de concreto.

De esta manera se opta por hacer un análisis de la producción en m<sup>3</sup> del volumen de salida de la planta de concreto según los viajes de Mixer, vs el metrado teórico de cada estructura en campo.

El procedimiento para realizar el análisis fue el siguiente:



Uno de los recursos más incidentes en el proyecto es el cemento, igual que la arena zarandeada y piedra chancada, ya que para producirla es todo un proceso donde se invierten horas máquina, horas hombre y materiales, es así que es de vital importancia controlar la producción de concreto ya que es la mezcla de los recursos mencionados anteriormente. La manera de controlar es a través de la colocación de concreto, es decir dependiendo del tipo de estructura a vaciar, de la cuadrilla, resistencia de diseño, ver la Figura N°4.42, en la figura se observa los volúmenes de concreto real colocados en campo que vienen de la planta vs el volumen teórico que debe colocarse según dato de oficina técnica, frente a ello se observa la variación entre estos, lo que viene a ser el desperdicio de concreto producto de los trabajos ejecutados.

Se observa que en los badenes hay mayor porcentaje de desperdicio, es del tipo de concreto de resistencia 100 kg/cm<sup>2</sup>, esto es porque en las uñas se coloca más de lo previsto teóricamente por motivo de sobre excavación ya que el terreno es

muy inestable producto de las cenizas volcánicas, lo bueno es que el ratio de bolsas por metros cúbicos para este tipo de concreto es la más baja de 5 bolsas/m<sup>3</sup>, pero esto se convierte en un riesgo cuando hay mayores porcentajes de desperdicio en un tipo 280 kg/cm<sup>2</sup> y en gran cantidad, es ahí donde se genera la pérdida. En general el porcentaje de desperdicio es 7.7% es un poco más del 5% como previsto, en las cuadrillas de trabajo conformadas por el consorcio mismo y un tercero este último tiene más porcentaje de desperdicio, así que la medida a tomar es tener un mayor control en la producción del tercero es decir supervisar constantemente los vaciados de concreto, ya que los materiales los proporciona el consorcio, de esta manera con dicho control favorece a comparar los porcentajes de desperdicio de ambas cuadrillas buscando una mejora en los resultados optimizando recursos al ver las causas y solucionarlos.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE PRODUCCIÓN DE CONCRETO								
ESTRUCTURA	TIPO DE ESTRUCTURA	CUADRILLA	PROGRESIVA	FC (KG/CM2)	PRODUCCION DE LA PLANTA DE CONCRETE (m3)	METRADO OFINICA T. (m3)	DESPERDICIO VOLUMEN (m3)	% DESPERDICIO
TMC cabezales	TMC cabezales	CONSORCIO	038+003	175	0	0.0	0.0	0.0%
TMC cabezales	TMC cabezales	CONSORCIO	043+920	175	11	10.9	0.1	0.8%
TMC cabezales	TMC cabezales	CONSORCIO	053+356	175	10.5	9.4	1.1	10.5%
TMC cabezales	TMC cabezales	CONSORCIO	055+594	175	13	11.4	1.6	12.3%
TMC cabezales	TMC cabezales	CONSORCIO	056+441	175	22.5	20.0	2.5	11.1%
TMC cabezales	TMC cabezales	CONSORCIO	056+945	175	17	15.6	1.4	8.2%
TMC cabezales	TMC cabezales	CONSORCIO	060+349	175	13	12.0	1.0	7.7%
TMC cabezales	TMC cabezales	CONSORCIO	067+890	175	10	9.0	1.0	10.0%
MURO DE CONCRETO A.	MCA	CONCRETE	042+043	100	2	1.8	0.2	10.0%
MURO DE CONCRETO A.	MCA	CONCRETE	042+043	210	43.2	41.1	2.1	4.8%
MUROS DE C.CICLOPEO	MCC	CONCRETE	056+185	140	0	0.0	0.0	0.0%
ALCANT.MARCO	AMC	CONCRETE	038+401	210	22.5	20.0	2.5	11.1%
BADEN	BADEN	CONCRETE	041+529	280	180.7	162.5	18.2	10.0%
BADEN	BADEN	CONCRETE	048+946	100	13	11.4	1.6	12.3%
BADEN	BADEN	CONCRETE	048+946	280	92.5	88.6	3.9	4.2%
BADEN	BADEN	CONSORCIO	049+909	280	77.3	69.7	7.6	9.9%
BADEN	BADEN	CONCRETE	050+871	100	8	6.9	1.1	13.8%
BADEN	BADEN	CONCRETE	050+871	280	60.2	52.9	7.3	12.1%
BADEN	BADEN	CONSORCIO	051+967	280	70.5	61.9	8.6	12.2%
BADEN	BADEN	CONSORCIO	052+265	280	173.4	163.3	10.1	5.8%
BADEN	BADEN	CONSORCIO	052+670	100	9.5	8.7	0.8	8.4%
BADEN	BADEN	CONSORCIO	052+670	280	76.7	69.0	7.7	10.0%
BADEN	BADEN	CONCRETE	053+230	280	229.6	214.0	15.6	6.8%
BADEN	BADEN	CONSORCIO	054+240	280	109.7	98.0	11.7	10.7%
BADEN	BADEN	CONSORCIO	054+770	280	154	144.0	10.0	6.5%
BADEN	BADEN	CONSORCIO	054+770	280	154	146.0	8.0	5.2%
PUENTES	PUENTES	CONCRETE	048+387	210	112	107.0	5.0	4.5%
PUENTES	PUENTES	CONCRETE	048+387	100	56	53.0	3.0	5.4%
<b>TOTAL</b>					<b>1741.8</b>	<b>1608.3</b>	<b>133.5</b>	<b>7.7%</b>

Figura N°4.42 Análisis comparativo de producción de concreto.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.8 GRÁFICO DE AVANCE LINEAL

Es una herramienta “Lean construction” que se implementa en este proyecto, un gráfico lineal de todos los trabajos más incidentes en una línea continua conformada por progresivas.

Esto se realiza con el fin de saber el estatus de avance de manera gráfica, así conocer el avance real de manera detallada a una fecha dada.

De acuerdo a la Figura N°4.43 se observa un tramo seleccionado para la explicación que comprende la progresiva km 44+000 hasta la progresiva km 48+500, un total de 4.5 km, se ha dividido todo el tramo de la carretera en tramos pequeños de esta misma magnitud para poder visualizar las distintas actividades y el avance que tienen. En la parte de abajo esta la leyenda de colores que significa la etapa en la cual se encuentra la actividad o proceso, por ejemplo en el trabajo de alcantarillas TMC el color amarillo representa la excavación de la alcantarilla, el celeste la colocación de cama de arena, el rojo la colocación de tubería misma, el negro el relleno hasta el nivel de rasante, y el verde que ya está terminada al 100%, y si está pintada solo la mitad de un color ya mencionado quiere decir que en campo solo está realizado la mitad de la estructura de dicho trabajo, así se identifica de manera rápida el estado actual de cada tipo de estructura, ya sea:

- Alcantarilla TMC
- Alcantarilla marco
- Badenes
- Puentes
- Muros
- Subdrenes
- Muro gaveón

Los cuales tienen el mismo color que significa la misma descripción, estos son representados por un gráfico según la leyenda de debajo de la Figura N°4.43. Para los trabajos lineales como cunetas, se clasifica en 3 trabajos: El color amarillo representa la excavación, el plomo es el perfilado, y el beige si está terminado al 100%. Para explanaciones el color azul es la excavación de material suelto, el amarillo la excavación de roca fija, ver el mejoramiento a nivel de subrasante, el rojo el relleno de terraplén, y el beige si está terminado al 100%, asimismo para este caso hay un color más oscuro de los ya mencionados para indicar que el trabajo está finalizado y un color más opaco que indica que aún se sigue

trabajando. En el caso de pavimentos se distingue 3 trabajos: el morado significa la colocación de base, el plomo es la imprimación y el negro es el pavimento colocado y terminado al 100%.

Para los grupos de trabajo como las cunetas, explanaciones y pavimentos en la parte de la izquierda de la Figura, se visualiza cada actividad desagregada según este grupo de trabajo, si está en blanco es que no se ha realizado ninguna labor, pero si tiene un color es que ya empezó con alguna actividad.

Otra información que se muestra son las ubicaciones de las canteras, DMEs, plantas industriales, estructuras adicionales y de los diferentes tipos de restricciones.

La forma de interpretarlo es la siguiente: de izquierda a derecha va aumentando la progresiva del proyecto, cada cuadrado representa una medida de 10 metros lineales, si se va verificar el estado de un tramo por ejemplo del 44+100 al 44+200, en dicho tramo ya está imprimado por lo tanto los demás trabajos de explanaciones ya están terminados, solo hay una estructura que es una alcantarilla TMC el cual está terminada, no presenta cunetas porque si no debe aparecer como líneas discontinuas, solo falta colocar asfalto. También se puede indagar las causas si falta culminar algunos trabajos y prever futuros atrasos.

Todas las hojas que son producto de la división por tramos del gráfico lineal se pegan en la pared de la sala de reuniones para mostrar el estado actual del proyecto, esta gráfica es de gran ayuda para cualquier persona ya que es fácil de poder interpretar y nos muestra una información muy valiosa y actualizada. Tener en cuenta que la actualización se hace lo más seguido posible, para poder realizar cualquier análisis del proyecto.

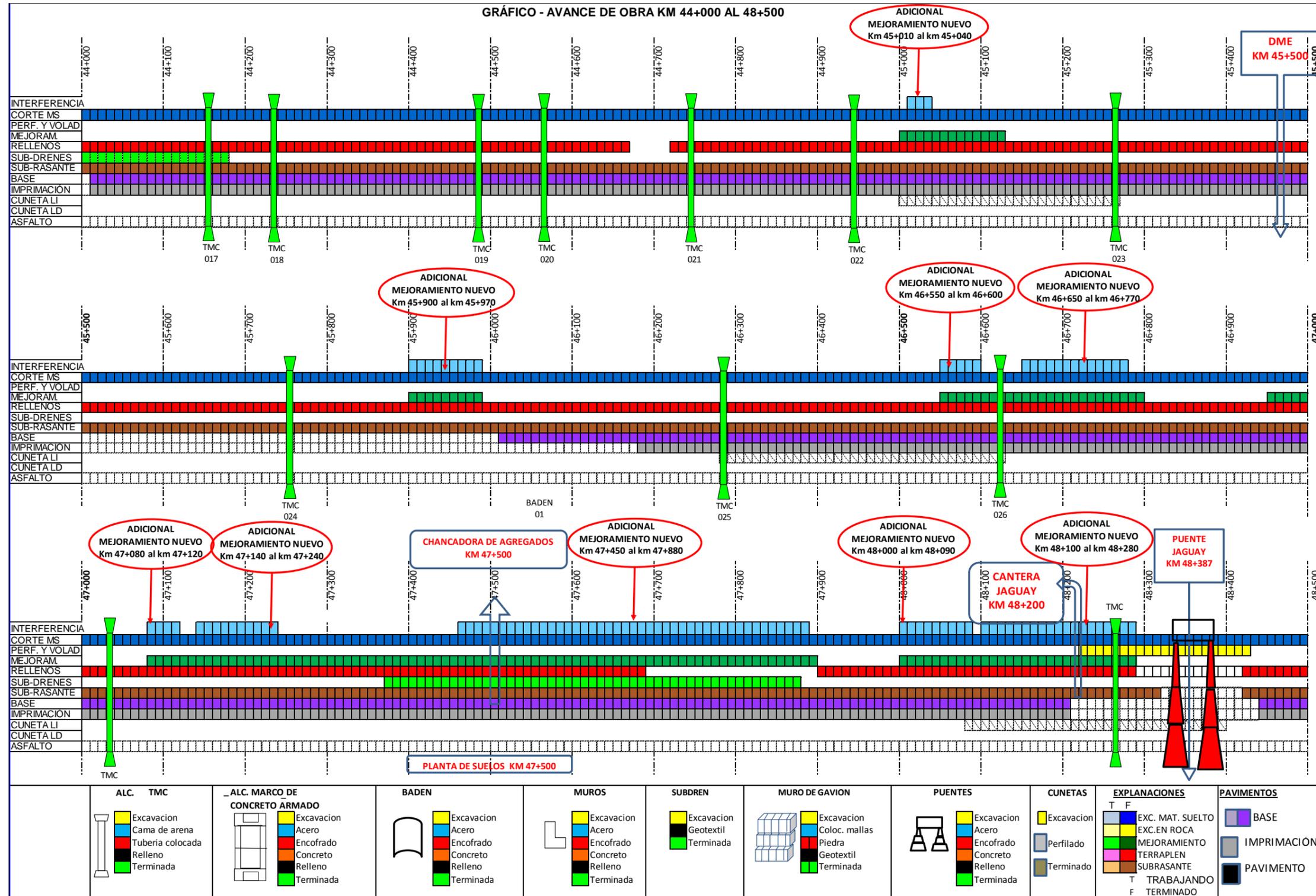


Figura N°4.43 Gráfico lineal de avance km 44+000 - 48+500.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.9 ANALISIS DE COSTOS DIARIOS (ACD)

Una de las herramientas de control que se implementa es el análisis de costos diarios (A.C.D) de los procesos directos más incidentes del proyecto, esta herramienta de control debe tener un formato que al llenarlo sea lo más práctico posible, su principal finalidad es que sirva al área de producción para tener un control adecuado de sus procesos.

La información requerida para completar los formatos vienen de la misma data del ISP, solo que para efectos de resumen se adiciono un formato especial para los jefes de grupo, un reporte de producción diario en el cual se detalla de manera resumida los recursos utilizados del día y la producción ejecutada, ver Figura N°4.44, donde se puede apreciar los distintos recursos de control como: mano de obra, equipos, materiales, asimismo se apunta las observaciones o restricciones que se tienen por cada tipo de recurso.

Se realiza el A.C.D de acuerdo a los mismos procesos del ISP, los siguientes procesos se dividen de acuerdo a las especialidades de trabajo:

##### **Explicaciones**

- Corte de material suelto y roca fracturada
- Corte de roca fija
- Conformación de terraplenes
- Conformación de botaderos
- Transporte de material granular
- Transporte de material excedente

##### **Pavimentos**

- Imprimación asfáltica
- Extendimiento y colocación de base

##### **Obras de arte**

- Excavación no clasificada para estructuras en obras de arte
- Relleno para estructuras en obras de arte
- Colocación de concreto para obras de arte
- Encofrado y desencofrado en cabezales alcantarillas TMC
- Encofrado y desencofrado en badenes
- Habilitación y colocación de acero en badenes
- Suministro y colocación de alcantarillas TMC d=36"

##### **Canteras**

- Extracción de material en canteras
- Procesamiento material base granular

REPORTE DE PRODUCCION DIARIA							
FRENTE DE TRABAJO :			ING. RESPONSABLE			FECHA :	
PROGRESIVA :			SUPERVISOR:				
ACTIVIDAD :			JEFE DE GRUPO :			TURNO :	
Descripción del Recurso	CANTIDAD	U.M.	HORAS TRABAJO	OBSERVACIONES			
Mano de obra							
Jefe de Grupo		HH					
Operario civil		HH					
Oficial civil		HH					
Ayudante civil		HH					
Vigias		HH					
Controlador / Cuadrador		HH					
<b>Operadores (Indicar tipo de operador)</b>							
1		HH					
2		HH					
3		HH					
4		HH					
5		HH					
6		HH					
7		HH					
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANTIDAD DE EQUIPOS	U.M.	HORAS MAQUINA	RESTRICCIONES (INOPERATIVOS - ESPECIFICAR)			
<b>Equipos</b> (Especificar equipo MARCA y MODELO)							
1		HM					
2		HM					
3		HM					
4		HM					
5		HM					
6		HM					
7		HM					
8		HM					
9		HM					
10		HM					
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANTERA S ó ACOPIO	N° DE VIAJES (M3 ó ML)	PROG. INICIAL	PROG. FINAL	BOTADERO ó ACOPIO	AVANCE %	COMENTARIOS
1.-							
2.-							
3.-							
4.-							
5.-							
MATERIALES	UNID. MEDIDA	CANTIDAD	ESPECIFICAR EL USO DE MATERIAL				
<b>OBSERVACIONES ADICIONALES (REQUERIMIENTOS - RESTRICCIONES)</b>							
ELABORADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:			
Nombre:	D:	Nombre:	D:	Nombre:	D:		
Firma:	M:	Firma:	M:	Firma:	M:		
	A:		A:		A:		

Figura N°4.44 Reporte de producción diaria.

Fuente: Elaboración propia

Se va explicar de manera detallada el procedimiento de elaboración del control diario para uno de los procesos más incidentes que es el corte de material suelto y roca fracturada.

#### 4.9.1 Corte de material suelto y roca fracturada

Cuyo código de proceso es P-4A, se toma como muestra de análisis el periodo comprendido entre el 01 de mayo al 15 de mayo del 2018, los datos provienen de los reportes diarios de producción que son elaborados por ellos de manera diaria. Para la elaboración del reporte de producción diario, se debe desagregar el presupuesto costo, y asignar a las partidas un proceso, pero como esto ya está desagregado en el ISP como cantidades totales previstas de cada recurso, así como el metrado total previsto, entonces solo se requiere el rendimiento previsto del presupuesto costo, para este caso es 950 m<sup>3</sup>/día, ver la Figura N° 4.46, con este dato y según las cantidades totales de los recursos del ISP, según la fórmula:

$$\text{Costo unitario del recurso} = P_{Ur} * \left( \text{cuadrilla} * \frac{HT}{\text{Rendimiento}} \right)$$

PUr: Es el precio unitario de cada recurso

Cuadrilla: Es la cantidad de elementos de un recurso

HT: Son las horas totales para trabajar, para este caso son 10 horas.

Aplicando la ecuación y teniendo todos los datos según el ISP como el costo unitario de cada recurso, el precio unitario, y el rendimiento se calcula la cuadrilla por recurso, de esta manera se elabora el costo unitario previsto del proceso, que es 6.75 soles/m<sup>3</sup>. El costo unitario real de cada recurso que se observa en la Figura N°4.45, se obtiene de forma similar, ya que viene de la data los recursos ingresados por día, ver la Figura N°4.46, en la columna del 15 de mayo se aprecia las horas hombre máquina, el petróleo y los materiales que se utilizan en dicho día de igual modo la producción ejecutada, en la parte derecha de la misma figura se observa la columna costo real acumulado, la cual muestra los costos y cantidades acumuladas de todos los recursos desde el inicio del control hasta la fecha de corte, de esta parte es de donde se obtienen los resultados que aparecen en el comparativo de costos unitarios de Figura N°4.46.

Una vez ingresados los recursos y la producción en el formato del reporte diario se tiene un resumen de los principales indicadores del proceso, ver Figura N°4.45, y muestra lo siguiente:

- **Avance:** El avance real en dicho periodo es 72,553 m<sup>3</sup> de la producción día a día, el avance previsto es 73,800 m<sup>3</sup> producto del programa semanal o plan 3 semanas, por lo cual estamos en un 98% respecto a lo programado.
- **Rendimiento:** Se tiene un rendimiento promedio de 87.5m<sup>3</sup>/hora máquina, este rendimiento es del total de la producción ejecutada entre las horas del equipo incidente que es la excavadora, asimismo se aprecia los rendimientos diarios en la gráfica.
- **Costo unitario:** Se tiene un costo unitario real acumulado de 4.6 soles/m<sup>3</sup> frente a un costo unitario previsto de 6.75 soles/m<sup>3</sup>, lo cual nos indica que según la producción que se tiene estamos incurriendo en menores costos respecto a lo previsto, asimismo se aprecia el histórico de los costos unitarios diarios en la gráfica.
- **Costos unitarios por rubro:** Se aprecia los costos unitarios reales acumulados de los diferentes rubros: mano de obra (1.05 soles/m<sup>3</sup>), materiales (1.24 soles/m<sup>3</sup>), y equipos (2.31 soles/m<sup>3</sup>) frente a un costo unitario previsto de mano de obra (1.73 soles/m<sup>3</sup>), materiales (1.29 soles/m<sup>3</sup>), y equipos (3.72 soles/m<sup>3</sup>) respectivamente, representados con una gráfica triangular, lo cual nos indica que respecto a cada rubro estamos debajo del previsto, pero que en el rubro de materiales ya vamos a incurrir en mayores costos, es así que se deben tomar medidas de optimización de los materiales utilizados, también de todos los rubros el costo de equipos es mayor a los demás en relación de 2 a 1, por ende el principal control tiene que ser en los equipos y el necesario según la Figura N°4.47, es la excavadora ya que como cantidad y como costo es la mayor, lo más conveniente es aplicar un estudio de productividad basado en la metodología DMAIC para este proceso y ver los resultados del control de este equipo, este estudio de este proceso se va tocar en el siguiente capítulo.

Recalcar que en control solo se considera horas efectivas de los equipos, mas no horas "stand by" ya que estas no se definen al día sino al cierre de mes, es por ello que en este control se hace el ajuste y compatibilización al fin de mes con el ISP para tener el mismo resultado, solo que este control es por día y nos permite conocer el estado diario de los procesos mientras que en el ISP es semanal, y hasta esperar una semana los resultados se descuidan muchas cosas, por ello se implementa este control de la manera rápida y la más sencilla posible.

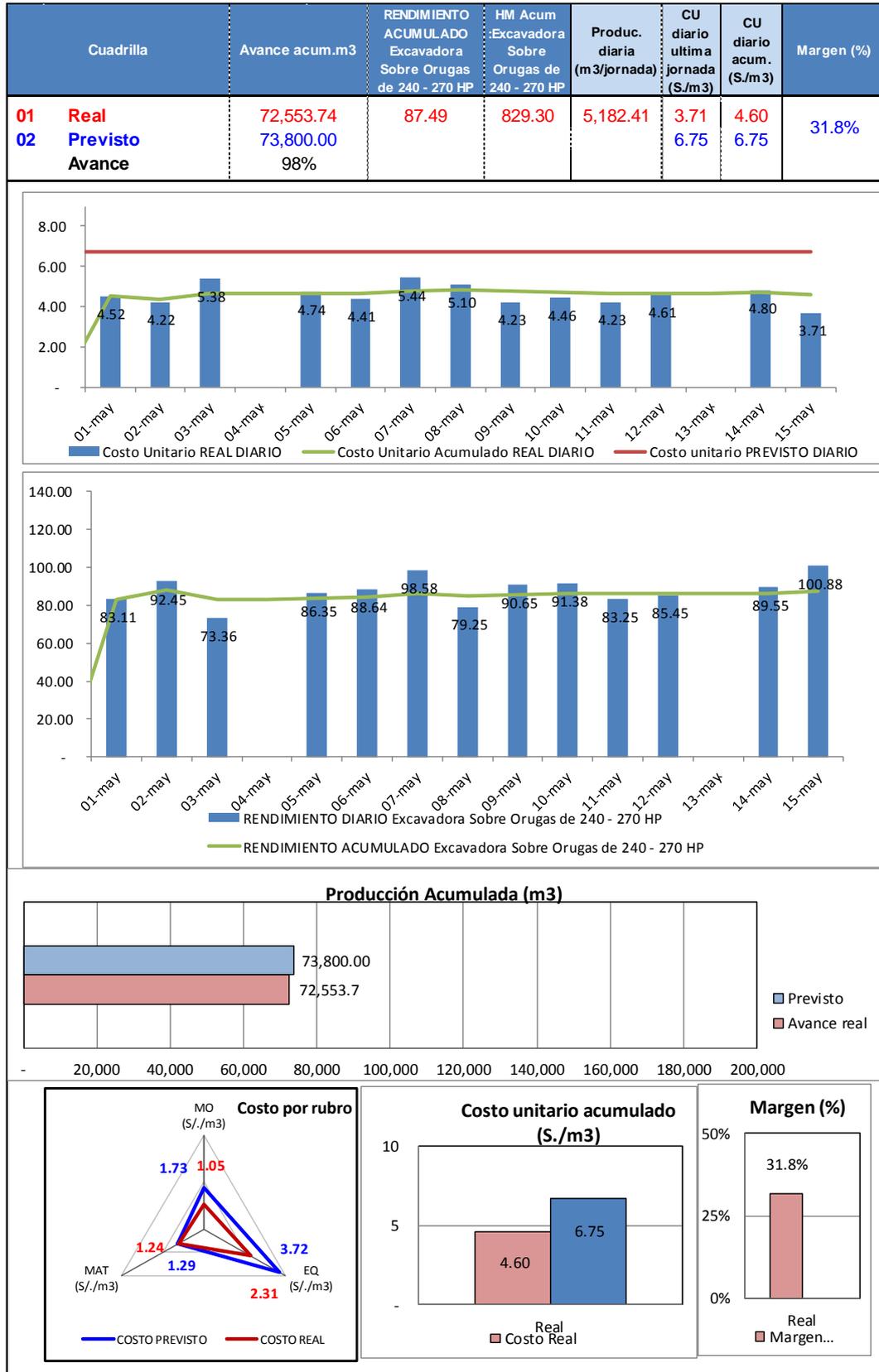


Figura N°4.45 Resumen del reporte de costo diario del proceso P-4A.

Fuente: Elaboración propia

El análisis considera las actividades para CORTE EN MATERIAL SUELTO, ROCA SUELTA, INCLUYE EL CORTE PARA MEJORAMIENTO										
Costo máximo: <b>6.75</b> S/ m3 Rendimiento tur <b>950.00</b> m3/dia						Rendimiento: <b>5182</b> m3/dia TC: <b>3.3</b>				
Descripción del recurso	COSTO PREVISTO					COSTO REAL				
	Cuadrilla	Cantidad	Incidencia	P.U. (S./)	Parcial (S./)	Cuadrilla	Cantidad	Incidencia	P.U. (S./)	Parcial (S./)
<b>Mano de obra</b>					<b>1.7348</b>					<b>1.05</b>
11001 Jefe de Grupo	0.50	HH 5.00	0.0053	20.55	0.1082	2.51	HH 25.07	0.0048	21.35	0.1033
11002 Operario civil	0.00	HH 0.00	0.0000	18.88	-	2.79	HH 27.93	0.0054	19.07	0.1028
11003 Oficial civil	2.00	HH 20.00	0.0211	15.19	0.3198	1.71	HH 17.08	0.0031	15.65	0.0479
11004 Ayudante civil	3.00	HH 30.00	0.0316	13.56	0.4282	7.04	HH 70.36	0.0136	13.41	0.1821
11005 Operador Excavadora	1.50	HH 16.67	0.0175	25.36	0.4449	7.06	HH 70.64	0.0136	25.16	0.3430
11006 Operador Tractor D6/D7	0.50	HH 5.56	0.0058	25.36	0.1483	1.78	HH 17.75	0.0029	26.51	0.0778
11007 Operador Motoniveladora	0.00	HH 0.00	0.0000	25.36	-	-	HH 0.00	0.0000	24.41	-
11010 Operador Camión Cisterna de Agua	0.00	HH 0.00	0.0000	23.13	-	-	HH 0.00	0.0000	20.32	-
11011 Operador Cargador Frontal	0.00	HH 0.00	0.0000	25.36	-	-	HH 0.00	0.0000	22.82	-
11013 Vigía	2.00	HH 20.00	0.0211	13.56	0.2855	7.36	HH 73.64	0.0142	13.56	0.1927
<b>Equipo</b>					<b>3.7190</b>					<b>2.31</b>
31004 Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP + Martil	0.50	HM 4.00	0.0042	259.18	1.0913	0.90	HM 9.00	0.0001	259.18	0.0322
31002 Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	1.00	HM 8.00	0.0084	173.75	1.4632	6.38	HM 63.79	0.0114	167.51	1.9146
31003 Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP CGM	0.00	HM 0.00	0.0000	259.18	-	-	HM 0.00	0.0000	167.51	-
31005 Tractor Sobre Orugas de 180 - 200 HP	0.00	HM 0.00	0.0000	181.76	-	-	HM 0.00	0.0000	175.23	-
31006 Tractor Sobre Orugas de 200 - 240 HP	0.00	HM 0.00	0.0000	272.65	-	0.67	HM 6.73	0.0012	230.40	0.2779
31007 Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	0.50	HM 4.00	0.0042	270.49	1.1389	0.37	HM 3.65	0.0001	270.49	0.0272
31046 Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	0.50	HM 4.00	0.0042	6.09	0.0256	4.18	HM 41.77	0.0063	4.98	0.0316
31016 Cargador Sobre Llantas de 245 - 280 Hp, 3.8 - 4 m	0.00	HM 0.00	0.0000	180.45	-	0.88	HM 8.80	0.0001	180.45	0.0219
<b>Materiales</b>					<b>1.2913</b>					<b>1.24</b>
21001 PETROLEO BIODIESEL B5		GAL 144.52	0.1521	7.92	1.2048		gln 304.77	0.1134	10.39	1.1784
21031 GASOLINA 90			1.0000	6.24	-	-		0.0000	6.24	-
21079 HERRAMIENTAS		5%	1.0000	1.73	0.0865	1.95	0%	0.0638	1.00	0.0638
		<b>Incidencia</b>		<b>Costo unitario directo</b>	<b>6.75</b>				<b>Costo unitario directo</b>	<b>4.60</b>

Figura N°4.46 Comparativo de costo diario real vs previsto del proceso P-4A.

Fuente: Elaboración propia

Responsable: Martin Espinoza	UND.	CUADRILLA	CANT	PU (S./) ACT.	15-may		COSTO REAL ACUMULADO					
					x	15-may	Cant	Cant	Costo	Cuantía	P.U (S./)	Sub total (S./)
						DÍA						
Descripción del recurso					Cant	Costo						
						1.0	DIAS TRABAJA		14.00			
<b>Mano de obra</b>		<b>MO (S./m3)</b>				<b>7,258.6</b>						<b>1.05</b>
Jefe de Grupo	HH	0.500	5.00	21.35	87.0	1,857.1	25.07	351.00	7,492.31	0.00484	21.35	0.10
Operario civil	HH			19.07	21.0	400.4	27.93	391.00	7,455.56	0.00539	19.07	0.10
Oficial civil	HH	2.000	20.00	15.65	30.0	469.5	17.08	222.00	3,474.24	0.00306	15.65	0.05
Ayudante civil	HH	3.000	30.00	13.41	80.0	1,072.9	70.36	985.00	13,209.96	0.01358	13.41	0.18
Operador Excavadora	HH	1.500	16.67	25.16	81.0	2,038.0	70.64	989.00	24,883.34	0.01363	25.16	0.34
Operador Tractor D6/D7	HH	0.500	5.56	26.51	5.0	132.6	17.75	213.00	5,647.19	0.00294	26.51	0.08
Vigía	HH	2.000	20.00	13.56	95.0	1,288.2	73.64	1,031.00	13,980.36	0.01421	13.56	0.19
<b>Equipo</b>		<b>EQ (S./m3)</b>		-		<b>12,448.5</b>						<b>2.31</b>
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP + Martillo	HM	0.500	4.00	259.18		-	9.00	9.00	2,332.64	0.00012	259.18	0.03
Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	HM	1.000	8.00	167.51	71.2	11,926.5	63.79	829.30	138,913.47	0.01143	167.51	1.91
Tractor Sobre Orugas de 200 - 240 HP	HM			230.40	1.5	345.6	6.73	87.50	20,159.56	0.00121	230.40	0.28
Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	HM	0.500	4.00	270.49		-	3.65	7.30	1,974.59	0.00010	270.49	0.03
Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	HM	0.500	4.00	4.98	35.4	176.4	41.77	459.50	2,289.85	0.00633	4.98	0.03
Cargador Sobre Llantas de 245 - 280 Hp, 3.8 - 4 m3	HM			180.45		-	8.80	8.80	1,587.97	0.00012	180.45	0.02
<b>Materiales</b>		<b>MAT (S./m3)</b>		-		<b>6,965.3</b>						<b>1.24</b>
PETROLEO BIODIESEL B5	GAL		144.52	10.20	650.6	6,761.3	304.77	8,228.76	85,521.48	0.11342	10.39	1.18
GASOLINA 90	GAL			6.24				-	-	-	-	-
HERRAMIENTAS	GLB		0.05	1.00	1.0	204.0	19.45	214.00	4,632.00	0.00295	21.64	0.06
<b>Producción (m3)</b>	m3					<b>7,182.90</b>		<b>Producción = 72,554</b>				<b>4.60</b>

Figura N°4.47 Formato de ingreso de data del reporte de costo diaria del proceso P-4A.

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO V: APLICACIÓN METODOLOGÍA – DMAIC

### 5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS A MEJORAR.

Se debe tener varios criterios para poder seleccionar los procesos necesarios a mejorar ya que depende de muchas variables, una de ellas es de acuerdo a los indicadores del ISP y de análisis del costo diario de los procesos, la secuencia de trabajos constructivos, si pertenece a la ruta crítica, o que tengan mayor porcentaje de incidencia según el presupuesto costo.

Lo más conveniente para seleccionar es utilizando un “Pareto según el costo de los procesos directos”. Ver la Figura N°5.2.

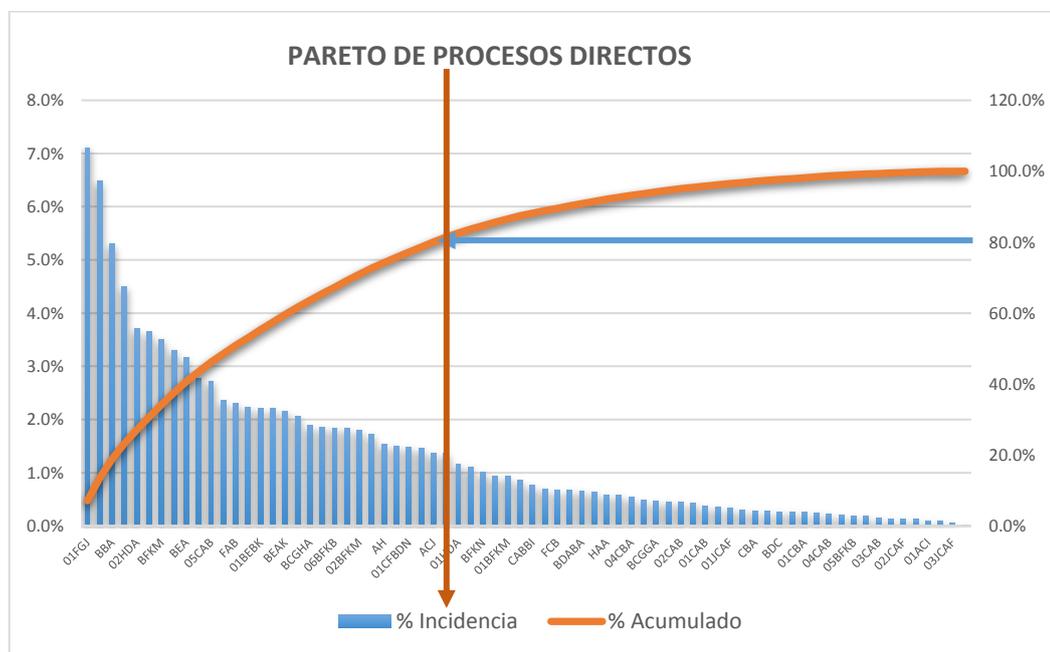


Figura N°5.1 Pareto en base al costo de los procesos directos.

Fuente: Elaboración Propia

Se puede apreciar en la figura N°5.1, que el 80% del costo del proyecto lo representan los procesos de izquierda a derecha de mayor a menor incidencia hasta donde la flecha indica, por lo tanto, se seleccionaran los necesarios para realizar el estudio y mejora de procesos DMAIC.

De esta manera se puede seleccionar los procesos a estudiar según la incidencia del costo, ver Figura N°5.2 en el cual están ordenados los procesos de mayor a menor incidencia, las fases son códigos de cada proceso según el plan de fases maestro.

FASE	COSTO	% Incidencia	% Acumulado
01FGJ	17,333,957.18	7.1%	7.1%
CFA	15,786,937.23	6.5%	13.6%
BBA	12,911,282.04	5.3%	18.9%
BCGHB	10,963,696.20	4.5%	23.4%
02HDA	9,025,119.49	3.7%	27.1%
BCFA	8,901,289.42	3.7%	30.7%
BFKM	8,549,398.80	3.5%	34.2%
02BFKB	8,041,979.20	3.3%	37.5%
BEA	7,699,244.36	3.2%	40.7%
04BFKB	6,771,789.60	2.8%	43.5%
05CAB	6,627,137.13	2.7%	46.2%
BEL	5,742,276.94	2.4%	48.6%
FAB	5,597,322.34	2.3%	50.8%
BCHJ	5,447,087.63	2.2%	53.1%
01BEBK	5,376,954.04	2.2%	55.3%
FGJ	5,368,895.26	2.2%	57.5%
BEAK	5,262,266.65	2.2%	59.7%
BFKA	5,029,343.92	2.1%	61.7%
BCGHA	4,602,529.06	1.9%	63.6%
01BBB	4,541,232.22	1.9%	65.5%
06BFKB	4,491,593.00	1.8%	67.3%
BCHI	4,485,554.78	1.8%	69.1%
02BFKM	4,387,116.00	1.8%	70.9%
03CBA	4,183,921.92	1.7%	72.7%
AH	3,726,182.26	1.5%	74.2%
BBACC	3,659,597.94	1.5%	75.7%
01CFBDN	3,624,711.83	1.5%	77.2%
BEIP	3,558,620.85	1.5%	78.6%
ACJ	3,349,149.81	1.4%	80.0%
BEI	3,343,077.26	1.4%	81.4%
01HDA	2,834,562.37	1.2%	82.5%
02CFBDN	2,696,983.55	1.1%	83.7%
BFKN	2,460,143.87	1.0%	84.7%
01CFBDI	2,281,236.49	0.9%	85.6%
01BFKM	2,279,209.08	0.9%	86.5%
02ACI	2,080,048.19	0.9%	87.4%
CABBI	1,856,378.49	0.8%	88.2%
02CBA	1,709,145.79	0.7%	88.9%
FCB	1,643,486.76	0.7%	89.5%
BFKB	1,628,038.33	0.7%	90.2%
BDABA	1,607,814.89	0.7%	90.9%
AG	1,558,074.45	0.6%	91.5%
HAA	1,431,401.74	0.6%	92.1%
FBC	1,429,966.01	0.6%	92.7%
04CBA	1,300,079.41	0.5%	93.2%
AE	1,168,591.99	0.5%	93.7%
BCGGA	1,131,708.25	0.5%	94.1%
BBD	1,111,462.00	0.5%	94.6%
02CAB	1,086,543.44	0.4%	95.0%
01BCHI	1,049,169.82	0.4%	95.5%
01CAB	887,979.16	0.4%	95.8%
01BFKB	868,957.20	0.4%	96.2%
01JCAF	807,563.19	0.3%	96.5%
CFB	724,715.55	0.3%	96.8%
CBA	693,115.75	0.3%	97.1%
02CFBDI	672,127.81	0.3%	97.4%
BDC	657,603.44	0.3%	97.7%
03BFKB	641,514.00	0.3%	97.9%
01CBA	631,683.70	0.3%	98.2%
04BFKM	596,578.68	0.2%	98.4%
04CAB	536,887.16	0.2%	98.6%
BDA	489,156.98	0.2%	98.8%
05BFKB	458,660.00	0.2%	99.0%
03BFKM	447,258.62	0.2%	99.2%
03CAB	353,026.46	0.1%	99.4%
AAA	321,618.28	0.1%	99.5%
02JCAF	309,204.22	0.1%	99.6%
02BBB	300,975.19	0.1%	99.7%
01ACI	235,491.14	0.1%	99.8%
02BEBK	227,660.96	0.1%	99.9%
03JCAF	122,001.87	0.1%	100.0%
04JCAF	44,086.40	0.0%	100.0%
<b>TOTAL</b>	<b>243,761,175.00</b>		

Figura N°5.2 Procesos directos según su porcentaje de incidencia.

Fuente: Elaboración Propia

## 5.2 CORTE EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA (P-4A)

### 5.2.1 Definir

Uno de los procesos más incidentes que es necesario controlar y buscar una mejora de procesos aplicando la metodología del DMAIC es el “corte de material suelto y roca fracturada” cuya fase del proceso según el presupuesto costo es P-4A que tiene un 5.3% de incidencia respecto al costo, esta lección parte de los últimos resultados de los análisis de los costos diarios y del ISP, ya que por los resultados no tan buenos en el costo unitario semanal desde antes de enero del 2018, por los problemas de este proceso en fechas de inicio de trabajos, además es un proceso de la ruta crítica y tiene un alto MEJ o factor de oportunidad de mejora según el ISP,

Se define un plan de implementación con fechas de inicio y fin de las etapas de la metodología planteada según la siguiente tabla N°5.1.

Tabla N°5.1 Plan de estudio de mejora de procesos. Fuente: Elaboración Propia

ETAPA	Fecha Inicio	Fecha Fin Original	Fecha Fin Previsto	Fecha Fin Real	Sigla
Definir	3-Ene-18	15-Ene-18	15-Ene-18	20-Ene-18	D
Medir	21-Ene-18	6-Feb-18	14-Feb-18	22-Feb-18	M
Analizar	23-Feb-18	26-Feb-18	28-Feb-18	28-Feb-18	A
Implementar	1-Mar-18	14-Mar-18	21-Mar-18	3-Abr-18	I
Controlar	4-Abr-18	29-Abr-18	14-May-18	23-May-18	C

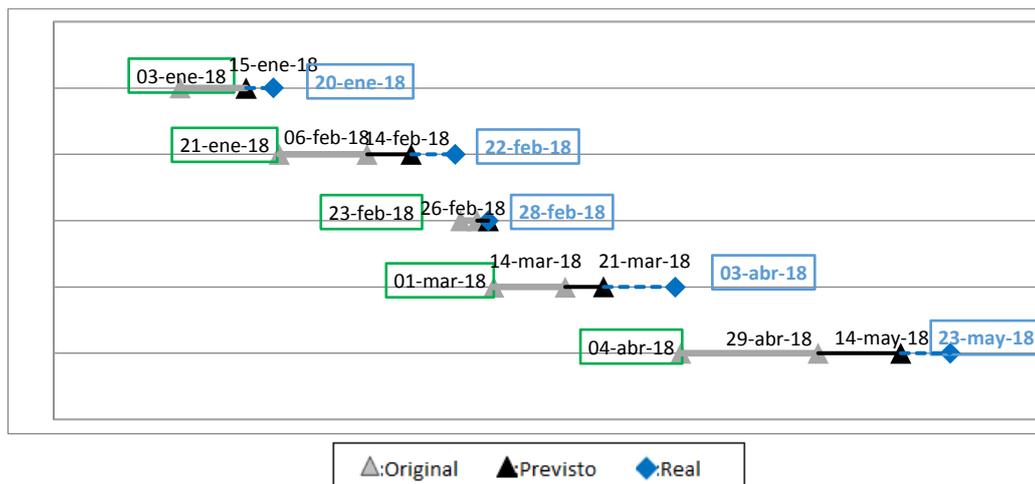


Figura N°5.3 Cronograma de plan de trabajo  
Fuente: Elaboración Propia

Con lo cual se establece hitos según la Figura N°5.3, para lograr cumplir con el cronograma previsto, y obtener los resultados de manera rápida.

- La herramienta lean a utilizar es la carta balance, que nos sirve para el análisis a detalle del proceso y las actividades relacionadas con este.

Se definen las actividades de control por cada tipo de trabajo; sean estos productivos, contributorios y no contributorios, ver Figura N°5.4.

TRABAJO PRODUCTIVO		TRABAJO CONTRIBUTORIO		TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
Sigla	Actividad	Sigla	Actividad	Sigla	Actividad
CT	Corte de Talud	AM	Acumulacion de Material	PV	Pase de vía
CP	Corte en plataforma	M	Movimiento o desplazamiento	R	Retrabajo
C	Carguio	EC	Encendido o Calentamiento	E	Esperas
D	Descarga	I	Indicaciones	PA	Pausa Activa
		IT	Inspeccion tecnica		

Figura N°5.4 Clasificación de las actividades y tipo de trabajos.

Fuente: Elaboración Propia

Del formato del A.C.D del proceso P-4A, ver Figura N°5.5, se tiene mayor incidencia en el costo unitario previsto al rubro de equipos y como recurso a la excavadora sobre orugas (1.46 soles/m<sup>3</sup>), por ello se va realizar el estudio en campo con la carta balance a este tipo equipo.

Descripción del recurso	COSTO PREVISTO				
	Cuadrilla	Cantidad	Incidencia	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)
<b>Mano de obra</b>					<b>1.7348</b>
11001 Jefe de Grupo	0.50	HH 5.00	0.0053	20.55	0.1082
11002 Operario civil	0.00	HH 0.00	0.0000	18.88	-
11003 Oficial civil	2.00	HH 20.00	0.0211	15.19	0.3198
11004 Ayudante civil	3.00	HH 30.00	0.0316	13.56	0.4282
11005 Operador Excavadora	1.50	HH 16.67	0.0175	25.36	0.4449
11006 Operador Tractor D6/D7	0.50	HH 5.56	0.0058	25.36	0.1483
11007 Operador Motoniveladora	0.00	HH 0.00	0.0000	25.36	-
11010 Operador Camión Cisterna de Agua	0.00	HH 0.00	0.0000	23.13	-
11011 Operador Cargador Frontal	0.00	HH 0.00	0.0000	25.36	-
11013 Vigía	2.00	HH 20.00	0.0211	13.56	0.2855
<b>Equipo</b>					<b>3.7190</b>
31004 Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP + Martil	0.50	HM 4.00	0.0042	259.18	1.0913
31002 Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP	1.00	HM 8.00	0.0084	173.75	1.4632
31003 Excavadora Sobre Orugas de 240 - 270 HP CGM	0.00	HM 0.00	0.0000	259.18	-
31005 Tractor Sobre Orugas de 180 - 200 HP	0.00	HM 0.00	0.0000	181.76	-
31006 Tractor Sobre Orugas de 200 - 240 HP	0.00	HM 0.00	0.0000	272.65	-
31007 Tractor Sobre Orugas de 300 - 330 HP	0.50	HM 4.00	0.0042	270.49	1.1389
31046 Torre de Iluminacion Terex RL4000 / 6 KW	0.50	HM 4.00	0.0042	6.09	0.0256
31016 Cargador Sobre Llantas de 245 - 280 Hp, 3.8 - 4 m	0.00	HM 0.00	0.0000	180.45	-
<b>Materiales</b>					<b>1.2913</b>
21001 PETROLEO BIODIESEL B5		GAL 144.52	0.1521	7.92	1.2048
21031 GASOLINA 90			1.0000	6.24	-
21079 HERRAMIENTAS		5%	1.0000	1.73	0.0865
		<b>Incidencia</b>	<b>Costo unitario directo</b>		<b>6.75</b>

Figura N°5.5 Costos unitarios previstos del proceso P-4A.

Fuente: Elaboración Propia

### 5.2.2 Medir

Se tiene un cuadro de indicadores meta y objetivos de mejora, ver Tabla N°5.2.

Tabla N°5.2 Indicadores meta del estudio de mejora de corte de material suelto. Fuente: Elaboración Propia

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

La primera medición y toma de datos en campo se realiza la siguiente fecha, ver Figura N°5.6 y 5.7 con los responsables de campo a cargo:

Fecha de Medición: 03/01/18

Ingeniero de Campo: Martin Espinoza C. Jefe de Grupo: Elio Quispe P.



Figura N°5.6 Medición de las actividades en corte material suelto. Fuente: Elaboración propia.

El equipo a medir los tiempos es una excavadora CAT 336 D2L.



Figura N°5.7 Medición de las actividades en corte de talud. Fuente: Elaboración propia

Los análisis de una toma de datos de 1 hora y 39 minutos muestran los siguientes resultados, ver Tabla N°5.3.

Tabla N°5.3 Resultados de los tiempos del estudio del proceso P-4A. Fuente: Elaboración Propia.

TP	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	0:46:00	46.5%
CT	Corte de Talud	0:16:00	16.2%
CP	Corte en plataforma	0:00:00	0.0%
C	Carguío	0:30:00	30.3%
D	Descarga	0:00:00	0.0%
TC	ACTIVIDADES CONTRIBUTORIAS	0:37:00	37.4%
AM	Acumulación de Material	0:24:00	24.2%
M	Movimiento o desplazamiento	0:04:00	4.0%
EC	Encendido o Calentamiento	0:00:00	0.0%
I	Indicaciones	0:04:00	4.0%
IT	Inspección técnica	0:05:00	5.1%
TNC	ACTIVIDADES NO CONTRIBUTORIAS	0:16:00	16.2%
PV	Pase de vía	0:16:00	16.2%
R	Retrabajo	0:00:00	0.0%
V	Viajes	0:00:00	0.0%
E	Esperas	0:00:00	0.0%
PA	Pausa Activa	0:00:00	0.0%

-Se aprecia las actividades con mayor duración respecto al tiempo de medición, ver la Figura N°5.8, el carguío para la excavadora 336 D2L, corte de talud, acumulación de material y el pase de vía, son las de mayor incidencia en tiempo.

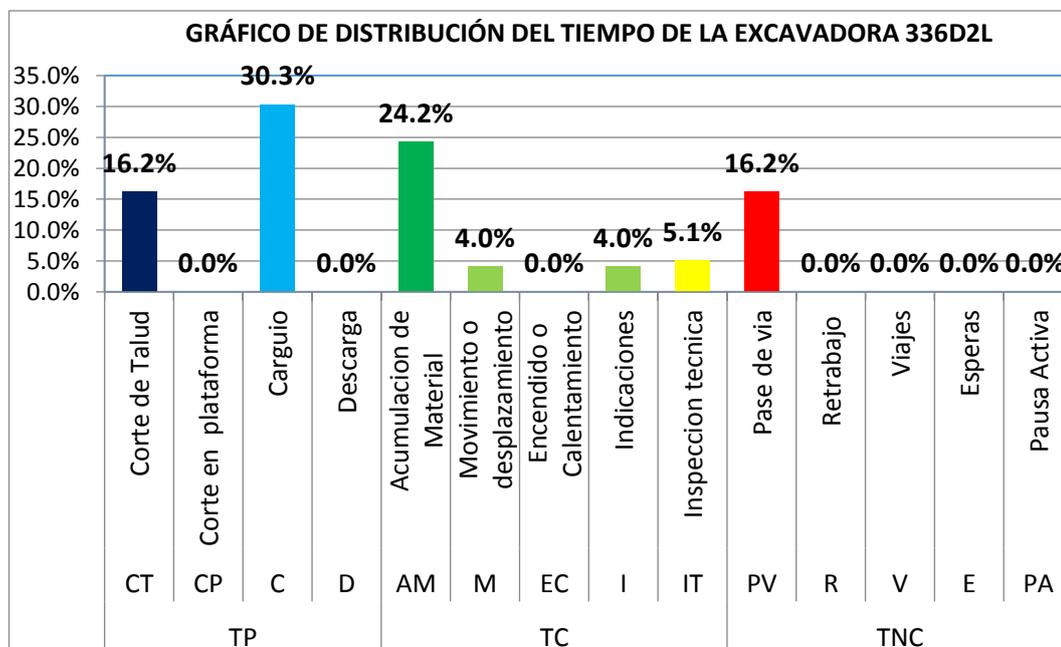


Figura N°5.8 Distribución porcentual del tiempo, medición inicial-proceso P-4A  
Fuente: Elaboración Propia

En la distribución del tiempo, ver Tabla N°5.4 según el tipo de trabajo se tiene:

Tabla N°5.4 Indicadores meta del estudio de mejora de la excavadora 336 D2L.

Fuente: Elaboración Propia.

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

Como se puede ver en la Figura N°5.9 el porcentaje de trabajos productivos es 37% menor al 50% como objetivo meta de mejora, por lo cual se busca que sea mayor al 50% y que disminuyan los trabajos no contributivos y contributivos, que para este caso se tiene 16.2% y 37.4% respectivamente.

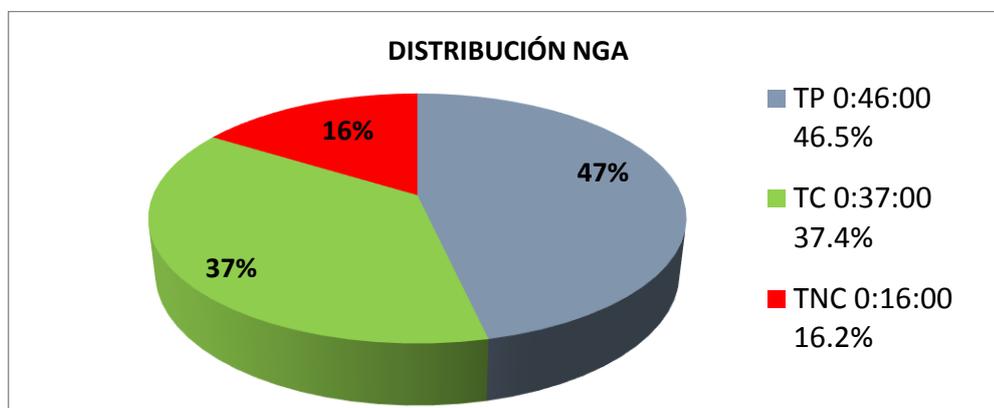


Figura N°5.9 Distribución porcentual del tiempo por tipo de trabajo de la excavadora 3336 D2L.

Fuente: Elaboración Propia

### 5.2.3 Análisis

Cuando se toma la primera medición de los trabajos el resultado final nos muestra que hay mucho por mejorar, es así que para verificar el resultado se comprueba con los resultados del ISP para esa misma semana, ver Figura N°5.10, en dicha figura se observa que el costo unitario es 8.69 soles/m<sup>3</sup> lo cual es relativamente alto y anteriores semanas los resultados son similares, además el costo unitario acumulado a la fecha del 04 de enero del 2018 es 7.73 soles/m<sup>3</sup>, por lo tanto si se tiene costos muy altos. De esta manera se realiza un diagrama Ishikawa o diagrama causa-efecto del proceso, detallando los problemas más importantes y ver las soluciones para cada uno. Así se identifica cada problema de un diferente ámbito ya sea mano de obra, equipos, externos, o material, ver Figura N°5.11, donde lo más resaltante son los problemas en los equipos y los temas sociales y externos.

			7-dic.-17	14-dic.-17	21-dic.-17	28-dic.-17	4-ene.-18
<b>BBA</b>	<b>CORTE EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA</b>	<b>M3</b>					
<b>BBA</b>	Costo unitario Semanal	S./M3	7.43	12.52	10.60	6.81	8.69
<b>BBA</b>	<b>Costo unitario Acumulado</b>	<b>S./M3</b>	<b>7.27</b>	<b>7.57</b>	<b>7.78</b>	<b>7.67</b>	<b>7.73</b>
<b>BBA</b>	<b>Costo unitario Previsto</b>	<b>S./M3</b>	<b>S/6.09</b>	<b>S/6.09</b>	<b>S/6.09</b>	<b>S/6.09</b>	<b>S/6.09</b>
<b>BBA</b>	Indicador de Desempeño de la Programación (SPI)		1.06	0.98	0.93	0.94	0.89
<b>BBA</b>	Indicador de Desempeño del Costo (CPI)		0.84	0.80	0.78	0.79	0.79

Figura N°5.10 Resumen de costos unitarios del ISP del proceso P-4A. Fuente: Elaboración Propia.

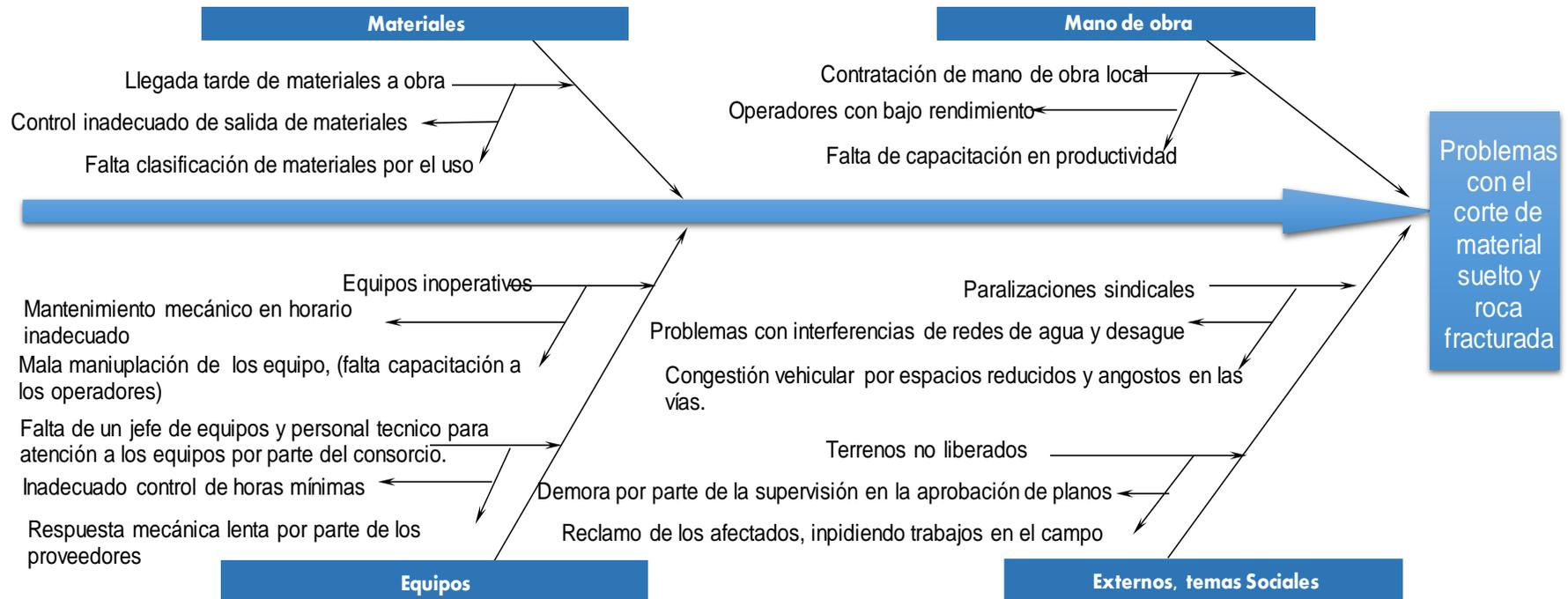


Figura N°5.11 Diagrama Ishikawa del corte de material suelto, proceso P-4A. Fuente: Elaboración Propia.

Se plantean 2 oportunidades de mejora para tener una mayor eficiencia en el trabajo:

#### Opción 1

- Oportunidad de mejora: El carguío de material es una actividad que tiene una mayor cantidad de incidencia en el proceso de corte, se realiza una vez preparada la banqueta, con la misma excavadora y debe ser rápida tal que se llene cada volquete, y no exista tiempo de espera entre ellos.

Hay que destacar la forma correcta de realizar el procedimiento de carguío dependiendo del tipo de excavación a realizar.

- El material es acopiado tal que forme una banqueta con la excavadora, con el fin de que el equipo este a una altura “H” adecuada con respecto al terreno y a la altura del volquete, ya que cuando se posicione el volquete la excavadora solo debería de girar horizontalmente con una ángulo de giro que oscile entre 30 y 45 grados, así al realizar el carguío del material con respecto a un ángulo adecuado que le facilite un mejor rendimiento se tenga menores tiempos de giro. ver Figura N°5.12.



Figura N°5.12 Proceso correcto de carguío de material suelto con la excavadora.

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, para una mayor efectividad en los trabajos se recomienda utilizar ambos carriles de manera paralela ya que así se máxima el tramo de trabajo, ver Figura N°5.13, donde se aprecia el carguío con la excavadora por un carril y en el otro la conformación de material con un tractor.



Figura N°5.13 Proceso correcto de carguío de material suelto con la excavadora.

Fuente: Elaboración Propia

- Propuesta de mejora: Gran parte de los trabajos de carguío se pueden realizar con un equipo que tenga un cucharón más grande, por lo que se recomienda utilizar los cargadores frontales ya que tienen un lampón de 3.6 m<sup>3</sup> y en 5 lampones llenan el volquete siendo más rápidos, y disminuyendo los tiempos de espera de los volquetes, siempre y en cuando el material este acumulado y listo para el carguío, ello se recomienda cuando los dos equipos tengan un frente continuo con material ya cortado por la excavadora, ver Figura N°5.14.



Figura N°5.14 Proceso de carguío de material suelto con cargador frontal.

Fuente: Elaboración Propia

## Opción 2

- Oportunidad de mejora: El ciclo de los volquetes depende mucho de las interferencias que se presentan en el trayecto, es así que deben estar lo más libre posible, y de la misma manera no deben generar tiempos muertos a la excavadora.

- Propuesta de mejora: Lo más recomendable es realizar desvíos de vía, para lo cual estos deben ser entre puntos en los cuales los vehículos pueden transitar normalmente, para ello se elige una ruta alterna adecuada, ver Figura N°5.15.



Figura N°5.15 Carguío de material suelto en una ruta alterna.  
Fuente: Elaboración Propia

#### 5.2.4 Implementar

De igual manera que en la etapa de medición se realiza otra toma de datos con las propuestas implementadas en campo y se obtiene los resultados para dos muestras representativas de 2 frentes diferentes, ver Tabla N°5.5.

Tabla N°5.5 Medición con las propuestas implementadas en campo para la excavadora 336 D2L.  
Fuente: Elaboración Propia.

		MEDICIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA MEJORA					
		ACTIVIDADES	MED. 1	MED. 2	MED. PROM.		
MEDICIÓN DE IMPLEMENTACIÓN	TP	CT Corte de Talud	14%	14%	14%		
		CP Corte en plataforma	11%	10%	61%	64%	10%
		C Carguío	37%	40%	39%		
		D Descarga	0%	0%	0%		
		AM Acumulación de Material	26%	25%	25%		
	TC	M Movimiento o desplazamiento	1%	1%	1%		
		EC Encendido o Calentamiento	0%	29%	0%	26%	0%
		I Indicaciones	2%		1%		1%
		IT Inspección técnica	0%		0%		0%
		PV Pase de vía	6%		7%		7%
TNC	R Retrabajo	0%		0%		0%	
	V Viajes	0%	10%	0%	10%	0%	
	E Esperas	4%		3%		3%	
	PA Pausa Activa	0%		0%		0%	
<b>TOTAL</b>			<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>		

Se implementan estas propuestas de una manera inmediata para la fecha de febrero en adelante, se aprecia que se han reducido los porcentajes de trabajos no contributivos por las recomendaciones implementadas, ver la Figura N°5.16, en donde se observa la reducción del pase de vía, esperas, a su vez aumentando las actividades de carguío con respecto a la medición inicial antes de la implementación.

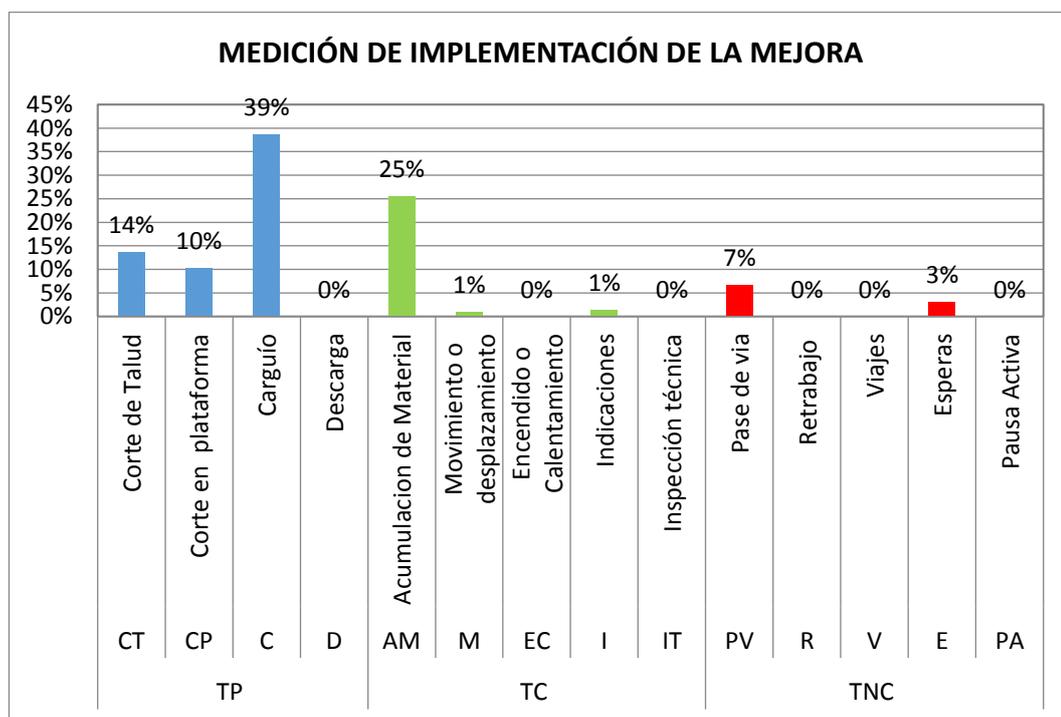


Figura N°5.16 Distribución porcentual del tiempo, medición con la implementación- proceso P-4A.  
 Fuente: Elaboración Propia

### 5.2.5 Controlar

En la etapa de control se basan en mediciones de las propuestas implementadas, ver la Tabla N°5.6, los resultados en la etapa de control demuestran que los porcentajes de trabajos productivos y los trabajos no contributivos se mantienen respecto a la medición cuando se implementó en un inicio.

Tabla N°5.6 Medición de control en campo para la excavadora 336 D2L.  
Fuente: Elaboración Propia.

MEDICIÓN DE CONTROL									
ACTIVIDADES			MED. 1	MED. 2		MED. PROM.			
MEDICIÓN DE CONTROL	TP	CT	Corte de Talud	14%	15%	15%			
		CP	Corte en plataforma	10%	<b>63%</b>	10%	<b>62%</b>	10%	<b>63%</b>
		C	Carguío	39%		37%		38%	
	TC	D	Descarga	0%		0%		0%	
		AM	Acumulación de Material	27%		26%		26%	
		M	Movimiento o desplazamiento	1%		0%		1%	
		EC	Encendido o Calentamiento	0%	<b>29%</b>	0%	<b>29%</b>	0%	<b>29%</b>
		I	Indicaciones	1%		2%		1%	
		IT	Inspección técnica	0%		1%		0%	
	TNC	PV	Pase de vía	5%		6%		5%	
		R	Retrabajo	0%		0%		0%	
		V	Viajes	0%	<b>8%</b>	0%	<b>9%</b>	0%	<b>9%</b>
		E	Esperas	4%		3%		3%	
		PA	Pausa Activa	0%		0%		0%	
	<b>TOTAL</b>			<b>100%</b>		<b>100%</b>		<b>100%</b>	

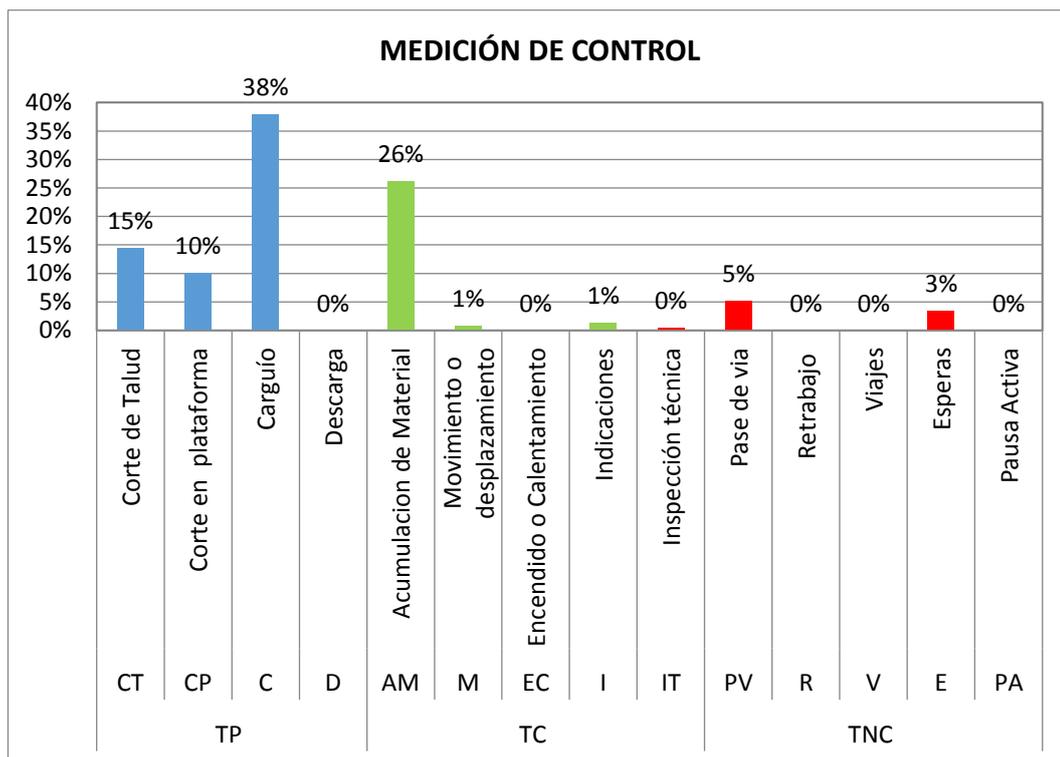


Figura N°5.17 Distribución porcentual del tiempo, medición de control- proceso P-4A.  
Fuente: Elaboración Propia

## CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 6.1 ISP- RESULTADOS DEL CORTE DE MATERIAL SUELTO Y R.F P-4A

De la Figura N°4.17, se visualizan los resultados semana a semana y a medida que las primeras semanas se inician con los trabajos los resultados son costos unitarios altos debido a que en la etapa de inicio los recursos como los materiales y equipos recién van llegando a obra de manera lenta por la ubicación de esta misma, el personal clave empieza el reconocimiento de campo y va siendo capacitado para los trabajos, es por ello que lo mencionado conlleva a un costo asociado alto y a una poca producción que comienza a ejecutarse como se observa en la gráfica en las semanas del año 2017. Sin embargo, a inicios del 2018 hasta el mes de julio los resultados mejoran a tal punto de tener bajos costos unitarios, menores a los costos unitarios previstos (línea continua roja), los cuales son de las semanas (barras azules) y como acumulado (línea continua verde) ello debido a que el flujo de producción va aumentando por tener mayores zonas de corte, el personal y equipo trabajan a un ritmo constante, se realiza un estudio de mejora de procesos y se aplica para maximizar la productividad. También se observa que las últimas semanas, se incrementan los costos unitarios debido a una falta de frente continuo lo cual genera tiempos muertos e improductivos por trasladarse continuamente el personal y equipos de un lugar a otro por ende encarece el proceso.

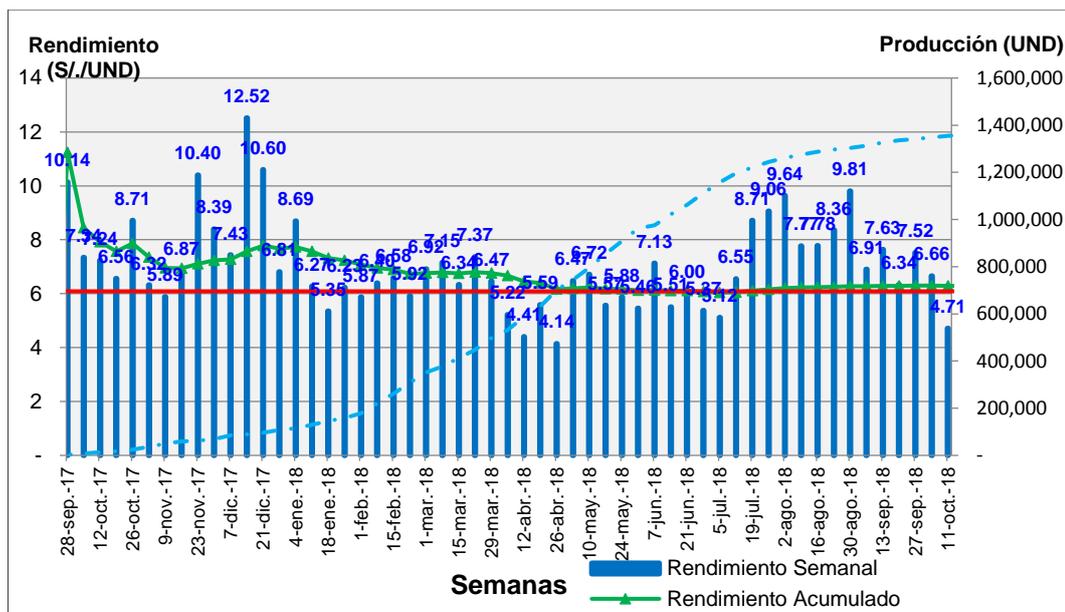


Figura N°4.17 Gráfica de ratios. Corte de material suelto y roca suelta. Fuente: Elaboración propia

En resumen el costo unitario a la fecha de corte del proceso BBA o “corte de material suelto y roca fracturada” de la Figura N°4.14, es de 6.29 soles/m<sup>3</sup>, el cual es mucho menor respecto al ratio original 6.73 soles/m<sup>3</sup>, pero es mayor del ratio previsto meta 6.09 soles/m<sup>3</sup>, asimismo en el mes presenta 5.48 soles/m<sup>3</sup>, lo cual está dentro de lo esperado, por lo tanto si se sigue manteniendo ese ritmo hay posibilidad de que se obtenga un costo unitario bajo con el saldo restante a ejecutar, de este modo semana a semana se controla dicho ratio, por ejemplo el ratio de la semana resulta 4.92 soles/m<sup>3</sup> lo cual es un buen resultado es ahí que se debe evaluar las lecciones aprendidas y las buenas prácticas para transmitir las a todo el personal necesario, y así terminar los trabajos con resultados positivos con un posible ahorro en este proceso.

PROCESOS				RATIO (S./ UND)						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	ORIG.	META	MES RO	SEM	ACUM TOTAL	ACUM MES	SALDO
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	RATIO (S./ UND) ORIG	RATIO (S./ UND) META	RATIO (S./ UND) MES RO	RATIO (S./ UND) SEM	RATIO (S./ UND) ACUM TOTAL	RATIO (S./ UND) ACUM MES	RATIO (S./ UND) SALDO
BBA	CORTE EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA	M3	3.9%	6.73	6.09	5.65	4.92	6.29	5.48	6.29

Figura N°4.14 Proceso BBA - corte de material suelto y roca suelta, ratios. Fuente: Elaboración propia.

## 6.2 RESUMEN Y RESULTADOS DEL ISP

Los indicadores generales que resumen el proyecto son el CPI y el SPI, de la Figura N°4.19 los valores son 0.94 y 0.99 respectivamente, con dichos valores se entiende que el proyecto está en sobrecostos y atrasado respecto a lo programado.

PROCESOS			INDICADORES			
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	META		MES (RO)	
			CPI	SPI	CPI	SPI
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INDICADO RESMETA CPI	INDICADO RESMETA SPI	INDICADO RESMES (RO) CPI	INDICADO RESMES (RO) SPI
TOTAL DIRECTO CONTROLADO DEL PROYECTO (72 PROCESOS)			✘ 0.94	⚠ 0.99	✘ 0.83	✘ 0.76
TOTAL DIRECTO CONTROLADO DEL PROYE C			✘ 0.94	⚠ 0.99	✘ 0.83	✘ 0.76

Figura N°4.19 Resumen de los indicadores del proyecto. Fuente: Elaboración propia.



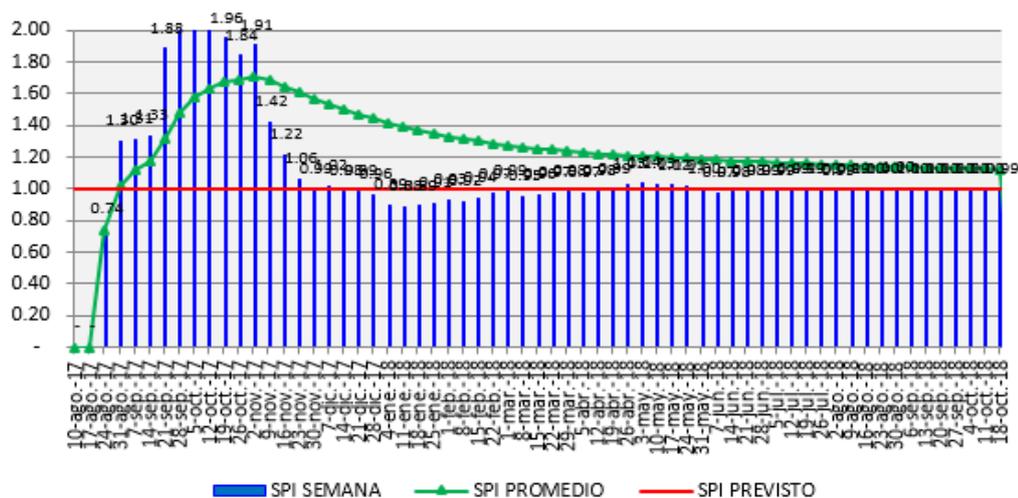


Figura N°4.21 Evolución del SPI del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

### 6.3 RESULTADOS DE COSTOS UNITARIOS DIARIOS

De acuerdo con el anexo 4.6 se muestran los resultados del análisis de costos diarios para los procesos más incidentes, estos resultados resumen el costo, producción y costo unitario diario que se tiene para un periodo de análisis comprendido entre el 01 de mayo al 15 de mayo del 2018, esto es un claro ejemplo del control que se realiza por día para tener idea de si estamos cerca o lejos de la meta prevista como costo unitario según cada proceso.

Por ejemplo, los resultados para el proceso de corte de material suelto y roca fracturada indican que el valor acumulado del costo unitario es 4.60 soles/m<sup>3</sup> lo cual es un buen resultado y estamos bien en dicho proceso, para la perforación y voladura el valor acumulado del costo unitario es 9.63 soles/m<sup>3</sup> lo cual está por debajo del costo unitario previsto, como se aprecia la mayoría de procesos tienen un costo unitario bajo respecto al costo unitario previsto sin embargo algunos sí están por encima del costo previsto, tal la conformación de terraplenes, el valor acumulado del costo unitario es 39.8 soles/m<sup>3</sup> lo cual está por encima del costo unitario previsto, esto porque por método constructivo se tiene que rellenar los terraplenes con mayor material granular en la base para dar estabilidad a la sección de la vía, además acuñar las uñas del terraplén en algunos casos con piedras grandes, por ende se necesita equipos adicionales como excavadoras que como recursos no están previstos. La excavación para obras de arte que tiene un costo unitario acumulado de 37.19 soles/m<sup>3</sup> un valor alto respecto al costo unitario previsto cuya causa es la sobre excavación producto de un terreno inestable

conformado por ceniza volcánica, la solución practica es utilizar material de roca proveniente del corte de talud para rellenar estos terraplenes de tal forma que entre menos material granular y favorezca a un relleno rápido y fácil de ejecutar. El extendimiento y colocación de base tiene un costo unitario acumulado de 28.54 soles/m<sup>3</sup> es mayor al costo previsto debido a que solo se utiliza motoniveladoras y el porcentaje de desperdicio también es mucho, una forma de mejorar es utilizando una pavimentadora para esparcir base, esta propuesta se va a realizar para posteriores trabajos y se espera obtener un avance mayor.

#### 6.4 MEJORA DE PROCESO DE CORTE MATERIAL SUELTO Y R. F P-4A

Se observa la Tabla N°6.1 a detalle con los resultados según los costos unitarios antes de la implementación de la mejora y después. Se puede observar como el costo unitario ha disminuido considerablemente, con lo cual podría generar un ahorro posible de S/ 991,752.00 con el saldo restante por ejecutar, ahí la importancia de una vez implementado la mejora esta se mantenga, por ello es importante la última etapa de control, los resultados se reflejan de igual manera en el análisis del costo diario, informe semanal de producción y en resultado operativo mensual.

Tabla N°6.1 Resumen de la proyección de la mejora aplicada en el proceso P-4A.

Fuente: Elaboración Propia.

<b>Ratio</b>	
<b>Ratio Inicial (Soles/m<sup>3</sup>)</b>	7.73
<b>Ratio Final (Soles/m<sup>3</sup>)</b>	6.18
<b>Metrado Saldo</b>	
<b>Metrado Saldo (m<sup>3</sup>)</b>	639,840.00
<b>Ahorro según el saldo restante</b>	
<b>Posible costo con ratio inicial (soles)</b>	4,945,963.20
<b>Posible costo con ratio final (soles)</b>	3,954,211.20
<b>Ahorro (soles)</b>	991,752.00

De la Tabla N°6.2 el ahorro generado implementado la mejora de procesos es de S/ 273,910.65 con un metrado ejecutado de 480,545 m<sup>3</sup> durante toda esta etapa de estudio.

Tabla N°6.2 Resumen de resultados de la mejora aplicada en el proceso P-4A.

Fuente: Elaboración Propia

<b>Ratio</b>	
<b>Costo unitario meta Inicial (Soles/m3)</b>	6.75
<b>Costo unitario Final (Soles/m3)</b>	6.18
<b>Metrado</b>	
<b>Metrado ejecutado en el tiempo de estudio (m3)</b>	480,545.00
<b>Ahorro según el saldo restante</b>	
<b>Costo con ratio inicial (soles)</b>	3,243,678.75
<b>Costo con ratio final (soles)</b>	2,969,768.10
<b>Ahorro (soles)</b>	273,910.65

Los resultados del proceso evidencian que se tiene un considerable ahorro a futuro, ver Figura N°6.1, siempre y en cuando se mantenga el mismo rendimiento por eso la manera más práctica de hacer el seguimiento a este proceso es teniendo un control del costo unitario de manera semanal y si es posible diario.

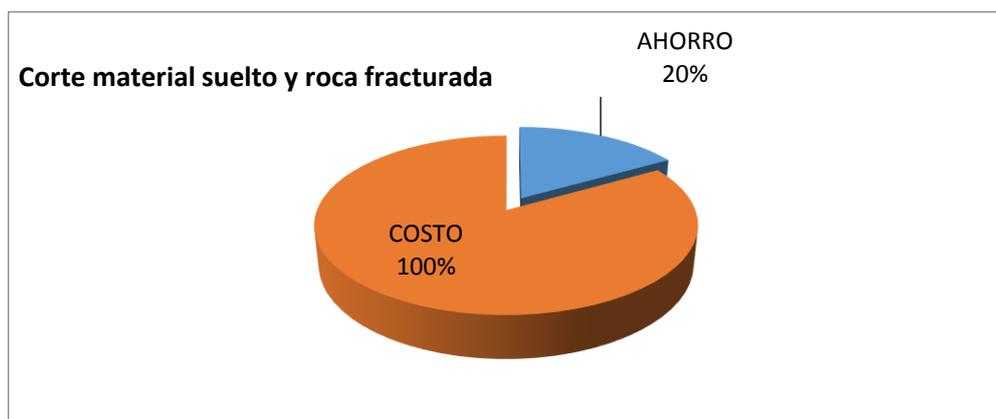


Figura N°6.1 Porcentaje de ahorro, proceso P-4A  
Fuente: Elaboración Propia

Según muestra la Figura N°6.2 de rendimientos de todo el proceso de corte de material suelto y roca suelta (P-4A) semana a semana, los rendimientos según el tiempo guardar relación directa con la mejora de procesos realizada, es decir mientras más aumente los porcentajes de tiempos productivos mayor será el rendimiento obtenido, asimismo se relacionada de manera inversa con el costo unitario del proceso, ya que a mayor rendimiento los costos unitarios tienden a disminuir.

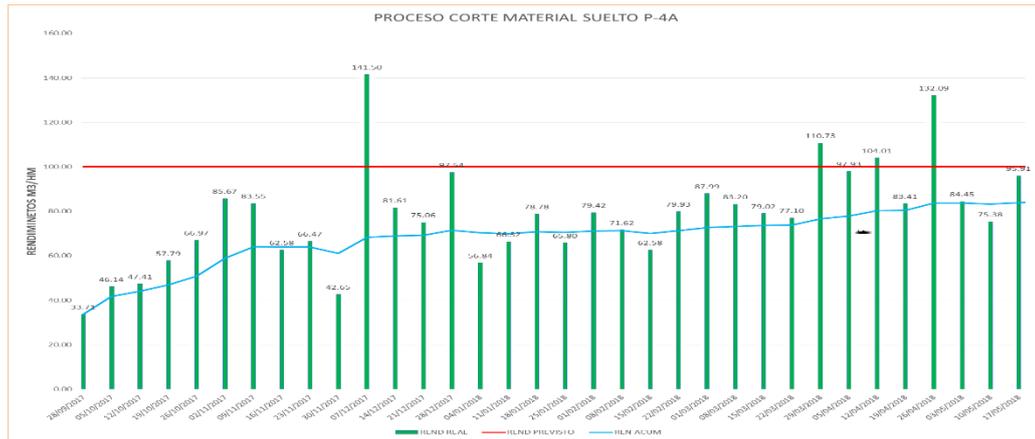


Figura N°6.2 Rendimientos semanales de la excavadora, proceso P-4A  
Fuente: Elaboración Propia

En base a ello una vez aplicada todas las etapas de la metodología D.M.A.I.C, en la última etapa de control, para tener un mejor análisis es necesario aplicar el control de costos unitarios diarios y ya no realizar tantas mediciones de este tipo con carta balance, ya que los resultados son los mismos y aún más completos aplicando el A.C.D ya explicado en un capítulo anterior.

## CONCLUSIONES

- Ha sido posible implementar las herramientas para el control, seguimiento y mejora de procesos en un proyecto de carretera de segunda clase, con lo cual, al trabajar de manera simultánea con todas las herramientas, se consigue tener mejores resultados en costo, tiempo y rendimiento de los procesos constructivos.
- El análisis del valor ganado a través del ISP es una herramienta base de control y seguimiento de vital importancia para un proyecto ya que nos permite identificar aquellos procesos que están en sobrecostos y los que están en atraso para así tomar medidas correctivas.
- El análisis del costo diario (A.C.D) es importante para el control y seguimiento diario ya que se mide los resultados del rendimiento, costos unitarios del día, avance, de manera rápida para un proceso constructivo y así tomar acciones inmediatas sobre los resultados.
- Gracias a la mejora de procesos aplicada con la metodología D.M.A.I.C. en el proceso de corte de material suelto y roca fracturada ha permitido en el proyecto un ahorro considerable de un 20% respecto a este proceso.
- El diagrama tiempo camino proporciona un panorama amplio de la planificación del proyecto, ya que permite tener una distribución óptima de las cuadrillas de trabajo según el tiempo y localización, previniendo obstáculos e interferencias en distintos frentes.
- El control de horas mínimas en equipos genera alertas tempranas por temas de costos asociados a “stand by” de equipos, ya que los controles se realizan en forma semanal, con ello los responsables de producción tienen oportunidad de mejorar los resultados de sus costos a fin del mes.
- El gráfico de avance lineal es una herramienta muy útil que permite a cualquier persona visualizar el estado actual del proyecto de manera dinámica y sencilla.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda con los resultados del presente tema de investigación, que se realice la implementación de las herramientas de control, seguimiento aplicando la metodología de mejora de procesos en los proyectos lineales como carreteras con la finalidad de mejorar los resultados en reducción de costos, asimismo que sirva de referente para otras investigaciones futuras.

- La línea de mando debe inculcar e impulsar el correcto cumplimiento de los entregables de manera puntual para que los responsables de control de proyectos puedan revisar, corregir y finalmente emitir los reportes del proyecto a la fecha requerida.
- Se recomienda revisar en forma diaria la información generada de campo de manera detallada para garantizar la confiabilidad de la data y obtener resultados inmediatos que reflejen la realidad del proyecto.
- Para tener una mejor comunicación en las reuniones semanales, se recomienda implementar un taller mensual de “team building” de forma obligatoria para fomentar el trabajo en equipo y mejorar la productividad como grupo de trabajo, desarrollando las habilidades blandas de los colaboradores.
- Se recomienda implementar el “Pull planing” por fases, lo cual se convierte en una herramienta lean que integra el plan 3 semanas para elaborarlo es de manera dinámica con el trabajo en equipo y aporte de todas las áreas del EDP del proyecto y de los “skate holders”, para tener todas las consideraciones respecto a la liberación de restricciones y alternativas de solución factibles, rápidas y económicas.
- Los resultados finales en el control de horas mínimas se mejorarían si se implementa el “Pull planing” de equipos críticos, ya que se aplicaría la programación de manera diaria de los principales equipos del proyecto, similar a un plan de 3 semanas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ballard, Glenn .The last planner system of production control. Birmingham, 2000.
- Barboza Baldeon, Jhonatan. Tesis de grado: Mejora de productividad en procesos constructivos de carreteras. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil. Lima, 2013.
- Flores, R., C. Salizar Y O. Torres. Tesis de grado: Diagnostico y evaluación de la productividad en la construcción de obras civiles a nivel de lima metropolitana. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de ingeniería Civil. Lima, 2000.
- Guio Castillo, Virgilio .Guía para la innovación tecnológica en la construcción. Santiago de Chile, 1971.
- Guio Castillo, Virgilio .Productividad en obras de construcción, diagnostico crítica y propuesta. Revista del ingeniero civil .Lima, 1999.
- Howell, Gregory. What is lean construction? .California, 1999.
- K. Liker, Jeffrey. Las claves del éxito de Toyota. Gestión 2000. New York, 2006
- Koskela, Lauri. Application of the New Production Philosophy to Construction. Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University. California, 1992.

## ANEXOS

Los anexos son numerados de acuerdo a cada capítulo:

Anexo 1.1 Matriz de consistencia	Pág. 120
Anexo 3.1 Presupuesto costo	Pág. 121
Anexo 3.2 Plan maestro inicial	Pág. 122
Anexo 3.3 Cronograma de avance de obra	Pág. 123
Anexo 4.1 Tareos de personal	Pág. 124
Anexo 4.2 Vale de almacén	Pág. 125
Anexo 4.3 Parte de producción diaria	Pág. 126
Anexo 4.4 Parte diario de equipo	Pág. 127
Anexo 4.5 Resumen del ISP	Pág. 128
Anexo 4.6 Resumen de los costos unitarios diarios	Pág. 131

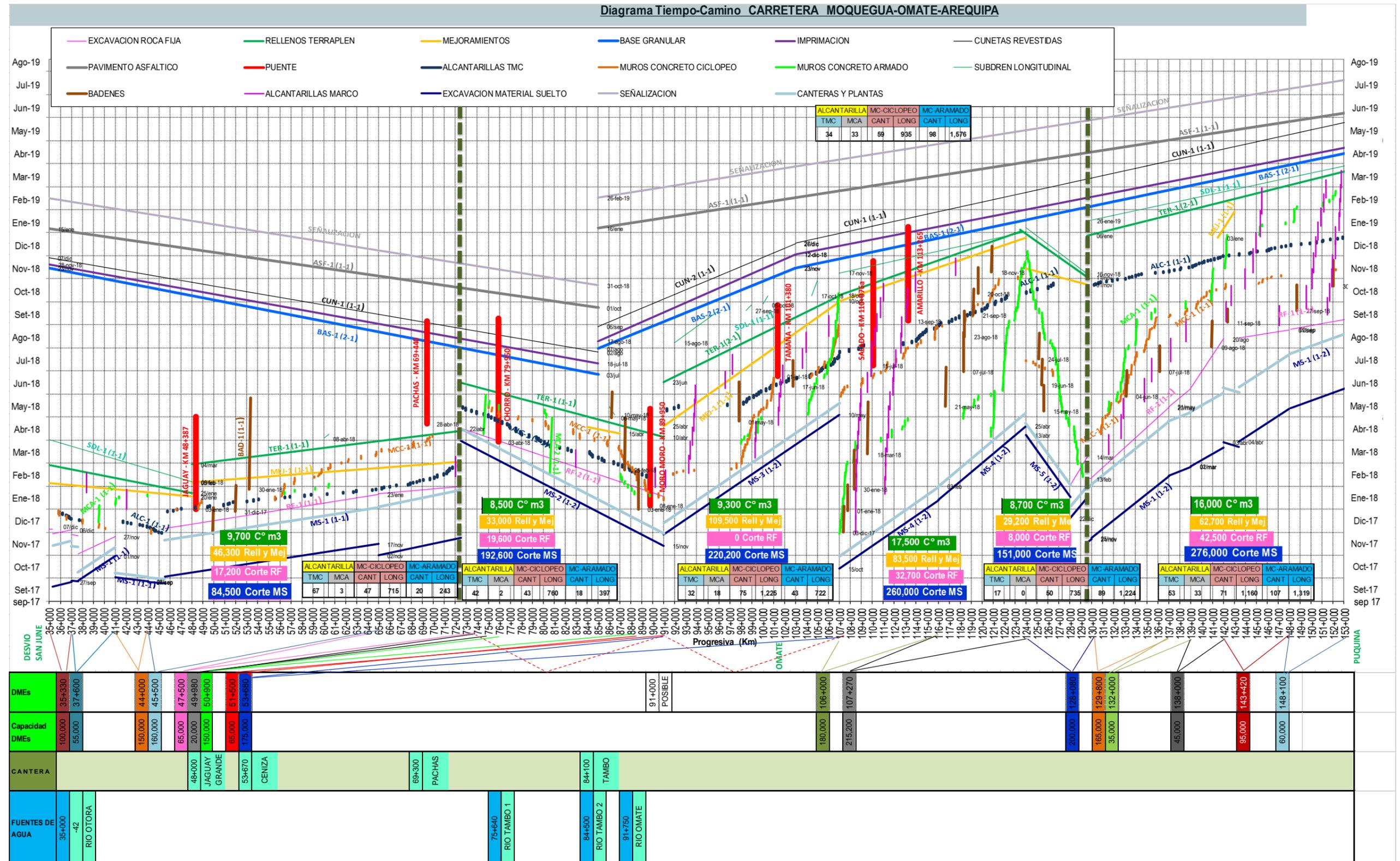
Anexo 1.1 Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores			Metodología	
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Indicadores		<p>¿Podemos utilizar herramientas de gestión para realizar un control seguimiento detallado, y una mejora de procesos en caso amerite? Al final del estudio, se va tener una base de datos para futuros proyectos.</p> <p>Alternativas: Uso de las herramientas de gestión más importantes, realizar el plan de estudio para la metodología DMAIC, aplicación en conjunto para un mejor control y seguimiento del proyecto.</p>	
				Definición	Medida		fuelle de información
¿Cómo disminuir los altos sobrecostos y aumentar los bajos índices de productividad en los procesos constructivos en un proyecto de carretera de segunda clase?	Implementar herramientas para el control, seguimiento y mejora de procesos constructivos en un proyecto de carretera de segunda clase para disminuir los sobrecostos y aumentar los índices de productividad.	Implementando las herramientas de gestión se va lograr tener un control, seguimiento adecuado, y aplicar la mejora de los procesos constructivos en una carretera de segunda clase.	<b>Variable Independiente V1</b>	Las herramientas de control, seguimiento y mejora de procesos constructivos en carreteras.	Soles / Unidad de medida del proceso - Unidad de medida del proceso / HM u HH		PMI
			<b>Variable Dependiente V2</b>				
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variables específicas	Indicadores específicos		Diseño específico	
¿La metodología del valor ganado y las herramientas Lean Construction, son necesarias implementarlas en un proyecto de carretera de segunda clase?	Implementar la metodología del valor ganado y herramientas Lean Construction para realizar el control y seguimiento adecuado en un proyecto de carretera de segunda clase.	Utilizando el valor ganado y herramientas Lean, se puede tener un control detallado de los procesos constructivos en un proyecto de carretera de segunda clase.	Variable independiente: Los costos unitarios previstos del proyecto para un proceso constructivo. Variable dependiente: La desviación de los costos unitarios previstos vs los reales de un proceso constructivo.	Costo unitario, rendimientos	Soles / Unidad de medida del proceso - Unidad de medida del proceso / HM	PMI	<p>¿Podemos implementar el valor ganado para todos los procesos del proyecto? Con lo cual se va tener los costos unitarios reales por semana para un determinado proceso constructivo.</p> <p>Alternativas: Implementar el ISP (Informe semanal de producción), para un control semanal.</p>
¿Es posible realizar un seguimiento y control diario de los procesos críticos o incidentes en un proyecto de carretera de segunda clase?	Implementar el "Análisis del costo diario" (A.C.D), para los procesos constructivos más incidentes, en un proyecto de carretera de segunda clase.	Implementando el análisis del costo diario permitirá tener un control adecuado de los costos incurridos en un proyecto de carretera de segunda clase.	Variable independiente: Los rendimientos y costos unitarios diarios previstos de un proceso constructivo. Variable dependiente: La desviación de los rendimientos y costos unitarios diarios previstos vs los reales de un proceso constructivo.	Costo unitario, rendimientos	Soles / Unidad de medida del proceso - Unidad de medida del proceso / HM	Lean Construction Institute	<p>¿Podemos implementar el A.C.D. (análisis de costos diarios) para los procesos más incidentes? Al final de la implementación se va tener el historial de costos unitarios reales por día para un determinado proceso constructivo.</p> <p>Alternativas: Implementar un formato de reporte de producción, para realizar el control diario del costo y avance.</p>
¿La metodología DMAIC puede mejorar un proceso constructivo reduciendo los tiempos no contributivos en un proyecto de carretera de segunda clase?	Implementar la metodología DMAIC para realizar la mejora de procesos constructivos de acuerdo a los más incidentes en un proyecto de carretera de segunda clase.	Realizando la metodología DMAIC se podrá mejorar los procesos constructivos más incidentes en un proyecto de carretera de segunda clase.	Variable independiente: Los tiempos de las actividades de un proceso constructivo para un determinado proceso. Variable dependiente: El aumento de la cantidad de tiempos no contributivos en un proceso constructivo.	Tiempo Productivo, contributivo y no contributivo	Minutos	Lean Construction Institute	<p>¿Podemos realizar un plan de estudio de los procesos más incidentes del proyecto, seleccionar algunos y aplicar la metodología DMAIC? Al final del estudio, se va tener información de los tiempos por actividad de un determinado proceso constructivo.</p> <p>Alternativas: Estudios con carta balance, y toma de datos en campo, para el estudio del proceso.</p>

### Anexo 3.1 Presupuesto costo

Fase	Descripción	Und	Total Previsto Original		
			Cantidad	Cto. Unit. S/	Monto S/
AH	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	GLB	1	4,849,345.42	4,849,345.42
ACJ	MANTENIMIENTO DE VIAS Y MANTENIMIENTO DE ACCESOS	MES	24	77,300.43	1,855,210.37
01ACI	CONSTRUCCION DE ACCESOS	KM	6.23	29,277.47	182,398.63
02ACI	CONSTRUCCION DE DESVIOS PARA PUENTES	M	375	11,685.38	4,382,015.89
AG	TRAZO Y REPLANTEO	KM	118.54	5,520.79	654,420.77
BBA	CORTE EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA	M3	1,408,858.45	6.73	9,479,869.02
BBACC	PERFORACION Y VOLADURA	M3	120,088.84	19.08	2,291,197.90
AAA	DEMOLICIONES DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	M3	2,625.73	89.63	235,344.48
BEA	CONFORMACION DE TERRAPLENES	M3	392,193.48	13.53	5,305,526.03
BEI	EXTENDIMIENTO Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR	M3	302,757.72	12.38	3,749,163.37
FBC	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	987,889.52	1.03	1,016,799.80
FAB	PREPARACION DE MEZCLA ASFALTICA	M3	92,940.93	51.4	4,777,036.77
FCB	COLOCACION DE MEZCLA ASFALTICA	M3	74,618.37	19.09	1,424,752.03
FGJ	MATERIALES PARA MEZCLA ASFALTICA E IMPRIMACION	GLB	14,592,685.80	1.31	19,151,936.81
01BBB	EXCAVACION PARA OBRAS DE ARTE	M3	217,277.12	15.45	3,357,092.26
02BBB	EXCAVACION PARA PUENTES	M3	13,864.78	15.87	220,011.17
01BEBK	RELLENOS EN OBRAS DE ARTE	M3	97,206.29	26.64	2,589,107.30
02BEBK	RELLENOS EN PUENTES	M3	7,566.18	26.64	201,526.59
01CAB	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN OBRAS DE ARTE	M2	137,262.27	62.55	8,586,197.73
02CAB	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PUENTES	M2	6,874.84	152.47	1,048,240.22
CFA	PREPARACION DE CONCRETO	M3	74,724.08	207.85	15,531,084.58
01CFBDI	COLOCACION DE CONCRETO EN OBRAS DE ARTE	M3	36,092.44	59.82	2,159,174.51
02CFBDI	COLOCACION DE CONCRETO EN PUENTES	M3	4,363.14	157.52	687,277.92
CFB	COLOCACION DE CONCRETO CICLOPEO	M3	10,860.54	63.83	693,219.62
CBA	HABILITACION Y COLOCACION DE ACERO EN OBRAS DE ARTE Y PUENTES	KG	2,297,972.68	3.97	9,113,814.43
JCAF	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ALCANTARILLAS TMC	M	3,237.52	365.08	1,181,963.19
01CFBDN	ACONDICIONAMIENTO Y RECUBRIMIENTO CON CONCRETO DE CLASE	M	111,624.00	39.34	4,391,447.64
02CFBDN	ACONDICIONAMIENTO Y RECUBRIMIENTO CON CONCRETO DE CLASE	M	16,562.27	196.08	3,247,483.27
BFKB	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR	M3-KM	32,908,626.79	1	32,771,508.39
BFKA	TRANSPORTE DE CONCRETO PREMEZCLADO	M3-KM	123,965.34	10.49	1,299,834.32
BFKN	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA	M3-KM	2,274,226.13	1.05	2,387,858.12
BFKM	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DMEs	M3-KM	27,481,903.06	1.16	31,793,681.78
BBD	CONSTRUCCION DE SUBDRENESES	M	20,898.00	97.18	2,030,782.91
BDC	GAVIONES	M3	4,666.00	128.87	601,327.04
BDA	ENROCADO	M3	11,246.00	29.28	329,311.63
BDABA	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	M2	9,272.80	65.79	610,079.95
01HDA	SEÑALIZACION HORIZONTAL, VERTICAL Y SEGURIDAD VIAL	GLB	0	0	2,834,562.37
02HDA	BARRERAS DE SEGURIDAD	M	32,676.03	276.2	9,025,119.49
BEAK	CONFORMACION DE BOTADEROS	M3	1,515,731.90	2.13	3,225,260.41
AE	READECUACIONES Y MONITOREOS	GLB	0	0	1,133,979.21
BCFA	EXTRACCION Y TRANSPORTE INTERNO DE MATERIAL CANTERA RICA	M3	1,536,838.45	4.48	6,892,534.46
BCGHA	ZARANDEO DE MATERIAL PARA RELLENO DE CANTERA DE CERRO	M3	694,523.24	5.83	4,047,308.71
BCGHB	PROCESAMIENTO DE MATERIAL PARA BASE GRANULAR	M3	424,072.74	25.41	10,773,689.93
BCHJ	PROCESAMIENTO DE PIEDRA Y ARENA CHANCADA PARA ASFALTO	M3	102,699.73	73.51	7,549,835.09
BCHI	PROCESAMIENTO DE AGREGADOS PARA CONCRETO	M3	163,102.75	32.35	5,275,792.27
BCGGA	SELECCIÓN DE PIEDRA MEDIANA Y GRANDE	M3	22,657.67	39.96	905,303.71
BEIP	DOSIFICACION DE BASE GRANULAR	M3	417,805.65	10.1	4,218,785.04
CABBI	VARIOS OBRAS DE ARTE Y PUENTES	GLB	0	0	747,647.10
HAA	VIGAS METALICAS EN PUENTES	TON	131.26	10,905.09	1,431,401.74
TOTAL					242,248,261.39

Anexo 3.2 Plan maestro inicial



"HERRAMIENTAS Y ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL, SEGUIMIENTO Y MEJORA DE PROCESOS EN UNA CARRETERA DE SEGUNDA CLASE"  
BACH. BRANDO JOSINIO CAPDEVILA SALAZAR

Anexo 3.3 Cronograma de avance de obra

ITEMS	DESCRIPCION	UNID	PARCIAL S/.	MESES															
				ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	
				08-Agos-2017															
<b>I.- TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>278,956,545.36</b>	214,563.66	487,738.56	1,366,711.28	3,083,560.72	5,106,296.11	8,036,878.73	7,810,209.55	8,653,830.35	9,218,000.32	9,684,438.32	10,029,427.06	11,484,697.80	12,709,403.95	13,343,165.27	14,473,707.79
II.- GASTOS GENERALES FJOS	1.3%	3,669,673.35		2,822.58	6,416.20	17,979.09	40,564.24	67,173.33	105,725.14	102,743.31	113,841.14	121,262.79	127,398.78	131,937.11	151,081.20	167,192.21	175,529.34	190,401.63	
III.- GASTOS GENERALES VARIABLES	13.5%	37,737,520.41		29,026.39	65,981.76	184,890.08	417,147.18	690,784.84	1,087,236.99	1,056,572.96	1,170,698.82	1,247,020.30	1,310,120.50	1,356,790.92	1,553,661.40	1,719,340.88	1,805,076.74	1,958,017.66	
IV.- UTILIDAD	10.00%	27,895,654.54		21,456.37	48,773.86	136,671.13	308,356.07	510,629.61	803,687.87	781,020.94	865,383.04	921,800.03	968,443.83	1,002,942.71	1,148,469.78	1,270,940.40	1,334,316.53	1,447,370.78	
<b>V.- SUB TOTAL A (I+II+III+IV)</b>				<b>348,259,393.66</b>	267,869.00	608,910.38	1,706,251.58	3,849,628.21	6,374,883.89	10,033,528.73	9,750,546.76	10,803,753.35	11,508,083.44	12,090,401.43	12,521,097.80	14,337,910.18	15,866,877.44	16,658,087.88	18,069,497.86
VI.- I.G.V.	18.00%	62,686,690.86		48,216.42	109,603.87	307,125.28	692,933.08	1,147,479.10	1,806,035.17	1,755,098.42	1,944,675.60	2,071,455.02	2,176,272.26	2,253,797.60	2,580,823.83	2,856,037.94	2,998,455.82	3,252,509.61	
<b>VII.- COSTO DE OBRA (V+VI)</b>				<b>410,946,084.53</b>	316,085.42	718,514.25	2,013,376.86	4,542,561.29	7,522,362.99	11,839,563.90	11,505,645.18	12,748,428.95	13,579,538.46	14,266,673.69	14,774,895.40	16,918,734.01	18,722,915.38	19,656,543.70	21,322,007.47
<b>PORCENTAJE DE AVANCE (%)</b>				<b>100.00%</b>	0.08%	0.17%	0.49%	1.11%	1.83%	2.88%	2.80%	3.10%	3.30%	3.47%	3.60%	4.12%	4.56%	4.78%	5.19%
<b>PORCENTAJE DE AVANCE ACUMULADO (%)</b>					0.08%	0.25%	0.74%	1.85%	3.68%	6.56%	9.36%	12.46%	15.77%	19.24%	22.83%	26.95%	31.51%	36.29%	41.48%

ITEMS	DESCRIPCION	UNID	PARCIAL S/.	MESES															
				nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	
				24-Ene-2020															
<b>I.- TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>278,956,545.36</b>	16,253,794.05	16,581,278.11	15,452,677.82	13,226,283.04	16,013,606.61	13,453,054.68	13,732,703.44	12,663,044.40	12,337,443.28	10,650,003.22	9,581,436.57	7,158,723.83	3,953,719.22	1,572,935.46	623,212.16
II.- GASTOS GENERALES FJOS	1.3%	3,669,673.35		213,818.66	218,126.71	203,279.98	173,991.75	210,658.99	176,974.93	180,653.71	166,582.35	162,299.07	140,100.79	126,043.80	94,173.01	52,011.18	20,691.97	8,198.36	
III.- GASTOS GENERALES VARIABLES	13.5%	37,737,520.41		2,198,829.51	2,243,131.88	2,090,453.71	1,789,264.80	2,166,336.72	1,819,942.69	1,857,773.85	1,713,069.31	1,669,021.66	1,440,743.09	1,296,186.32	968,439.32	534,863.09	212,788.28	84,308.76	
IV.- UTILIDAD	10.00%	27,895,654.54		1,625,379.41	1,658,127.81	1,545,267.78	1,322,628.30	1,601,360.66	1,345,305.47	1,373,270.34	1,266,304.44	1,233,744.33	1,065,000.32	958,143.66	715,872.38	395,371.92	157,293.55	62,321.22	
<b>V.- SUB TOTAL A (I+II+III+IV)</b>				<b>348,259,393.66</b>	20,291,821.63	20,700,664.51	19,291,679.29	16,512,167.89	19,991,962.98	16,795,277.77	17,144,401.34	15,809,000.50	15,402,508.34	13,295,847.42	11,961,810.35	8,937,208.54	4,935,965.41	1,963,709.26	778,040.50
VI.- I.G.V.	18.00%	62,686,690.86		3,652,527.89	3,726,119.61	3,472,502.27	2,972,190.22	3,598,553.34	3,023,150.00	3,085,992.24	2,845,620.09	2,772,451.51	2,393,252.54	2,153,125.86	1,608,697.54	888,473.77	353,467.67	140,047.29	
<b>VII.- COSTO DE OBRA (V+VI)</b>				<b>410,946,084.53</b>	23,944,349.52	24,426,784.12	22,764,181.56	19,484,358.11	23,590,516.33	19,818,427.77	20,230,393.58	18,654,620.59	18,174,959.85	15,689,099.96	14,114,936.21	10,545,906.08	5,824,439.18	2,317,176.93	918,087.79
<b>PORCENTAJE DE AVANCE (%)</b>				<b>100.00%</b>	5.83%	5.94%	5.54%	4.74%	5.74%	4.82%	4.92%	4.54%	4.42%	3.82%	3.43%	2.57%	1.42%	0.56%	0.22%
<b>PORCENTAJE DE AVANCE ACUMULADO (%)</b>					47.30%	53.25%	58.79%	63.53%	69.27%	74.09%	79.01%	83.55%	87.98%	91.79%	95.23%	97.80%	99.21%	99.78%	100.00%

Anexo 4.1 Tareos de personal

PROYECTO: "PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA MOQUEGUA-OMATE-AREQUIPA, TRAMO II : KM. 35 AL KM. 153.5"														FECHA: _____				
Supervisor :										HORARIO DE TRABAJO								
CUADRILLA				ZONA:				INICIO		FIN								
ESPECIALIDAD				SECTOR:				Jornada:										
JEFE DE GRUPO				TRAMO:				Refrigerio:										
								FASE	FRENTE	unl	Avance	Rendim.						
Act. 1																		
Act. 2																		
Act. 3																		
Act. 4																		
Act. 5																		
Act. 6																		
REFERENCIAS								ATIVIDADES				HORAS REALES						
CATEGORIA	OCUPACION	DNI	TRABAJADORES		HORA INGRESO	FIRMA INGRESO	HORA SALIDA	FIRMA SALIDA	1	2	3	4	5	6	N	0.6	1	TOT
JEFE DE GRUPO			SUPERVISOR			INGENIERO DE CAMPO			Número de Trabajadores Parte									



Anexo 4.3 Parte de producción diaria

<b>REPORTE DE PRODUCCION DIARIA</b>							
<b>FRENTE DE TRABAJO :</b>			<b>ING. RESPONSABLE</b>			<b>FECHA :</b>	
<b>PROGRESIVA :</b>			<b>SUPERVISOR:</b>				
<b>ACTIVIDAD :</b>			<b>JEFE DE GRUPO :</b>			<b>TURNO :</b>	
Descripción del Recurso	CANTIDAD	U.M.	HORAS TRABAJO	OBSERVACIONES			
<b>Mano de obra</b>							
Jefe de Grupo		HH					
Operario civil		HH					
Oficial civil		HH					
Ayudante civil		HH					
Vigias		HH					
Controlador / Cuadrador		HH					
<b>Operadores (Indicar tipo de operador)</b>							
1		HH					
2		HH					
3		HH					
4		HH					
5		HH					
6		HH					
7		HH					
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANTIDAD DE EQUIPOS	U.M.	HORAS MAQUINA	RESTRICCIONES (INOPERATIVOS - ESPECIFICAR)			
<b>Equipos</b> (Especificar equipo MARCA y MODELO)							
1		HM					
2		HM					
3		HM					
4		HM					
5		HM					
6		HM					
7		HM					
8		HM					
9		HM					
10		HM					
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	CANTERAS ó ACOPIO	N° DE VIAJES (M3 ó ML)	PROG. INICIAL	PROG. FINAL	BOTADERO ó ACOPIO	AVANCE %	COMENTARIOS
1.-							
2.-							
3.-							
4.-							
5.-							
MATERIALES	UNID. MEDIDA	CANTIDAD	ESPECIFICAR EL USO DE MATERIAL				
<b>OBSERVACIONES ADICIONALES (REQUERIMIENTOS - RESTRICCIONES)</b>							
ELABORADO POR: Nombre: _____ D: _____ Firma: _____ M: _____ A: _____		REVISADO POR: Nombre: _____ D: _____ Firma: _____ M: _____ A: _____		APROBADO POR: Nombre: _____ D: _____ Firma: _____ M: _____ A: _____			

### Anexo 4.4 Parte diario de equipo

		<b>PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA MOQUEGUA-OMATE-AREQUIPA, TRAMO II : KM . 35 AL KM . 153.5</b>								
<b>PARTE DIARIO DE EQUIPO</b>										
<b>DATOS DE TRABAJADOR</b>										
Hora Inicial		AM	PM	Hora Final		AM	PM	Total Horas	Fecha	
Frente							Prog. Inicial		Prog. Final	
Operador								Código/DNI		
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>										
Empresa							Turno	D	N	
Equipo							Código			
Marca			Modelo					Placa/Serie		
Kilometraje Inicial				Kilometraje Final				Horómetro Inicial	Horómetro Final	
<b>Combustible (gal)</b>										
			Kilometraje Abast.				Horómetro Abast.	Hora Abast.	AM	PM
<b>ACTIVIDADES REALIZADAS</b>										
							<b>HORAS ACTIVIDAD</b>			
N°	Inicio	Fin	Descripción de la Actividad				Producción	Stand By	Taller/Mtto	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
						Total Horas				
<b>PARA RESPONSABLE DEL FRENTE</b>										
N°	FASE	HORAS	OBSERVACIONES ADICIONALES							
1										
2										
3										
4										
5										
		Total Horas	(Solamente horas producción)							
<b>OPERADOR</b>			<b>SUPERVISOR/CAPATAZ</b>			<b>INGENIERO RESPONSABLE</b>				
Firma:	D:		Firma:	D:		Firma:	D:			
		M:			M:			M:		
Nombre:	A:		Nombre:	A:		Nombre:	A:			

Anexo 4.5 Resumen del ISP

PROCESOS				METRADO			RATIO (S./ UND)							S/. ACUMULADO						INDICADORES									
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	PREVISTOS TOTALES			ORIG.	META	MES RO	SEM	ACUM TOTAL	ACUM MES	SALDO	PLANEADO		GANADO		REAL		VAR	META		MES (RO)						
				TOTAL ORIG	TOTAL META	MES RO								META	MES RO	EV META	EV MES RO	REAL PROYECTO	REAL MES		CPI	SPI	CPI	SPI	MEJ				
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	PREVISTOS TOTALES TOTAL ORIG	PREVISTOS TOTALES TOTAL META	PREVISTOS TOTALES MES RO	RATIO (S./ UND) ORIG.	RATIO (S./ UND) META	RATIO (S./ UND) MES RO	RATIO (S./ UND) SEM	RATIO (S./ UND) ACUM TOTAL	RATIO (S./ UND) ACUM MES	RATIO (S./ UND) SALDO	PLANEADO META	PLANEADO MES RO	GANADO EV META	GANADO EV MES RO	REAL REAL PROYECTO	REAL REAL MES	PLANEADO VAR	INDICADOR ESMETA CPI	INDICADOR ESMETA SPI	INDICADOR ESMES (RO) CPI	INDICADOR ESMES (RO) SPI	INDICADORES MEJ				
BBA	CORTE EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA	M3	3.9%	1,408,858	2,178,223	27,338	6.73	6.09	5.65	4.92	6.29	5.48	6.29	8,278,793	92,703	8,273,727	96,695	8,545,486	93,828	-271,760	! 0.97	✓ 1.00	✓ 1.03	✓ 1.04	1.51				
BBACC	PERFORACION Y VOLADURA	M3	1.2%	120,089	163,743	11,063	19.08	25.96	21.16	24.92	25.27	23.68	25	3,262,784	140,433	3,223,802	206,933	3,137,591	231,656	86,211	✓ 1.03	! 0.99	✗ 0.89	✓ 1.47	0.30				
AAA	DEMOLICIONES DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	M3	0.1%	2,626	4,099	0	89.63	85.59	-	-	95.55	304.81	94	81,946	0	90,032	0	100,516	6,053	-10,485	! 0.90	✓ 1.10	✗ 0.00		0.08				
BEA	CONFORMACION DE TERRAPLENES	M3	2.3%	392,193	238,837	420	13.53	32.26	27.78	-	45.47	69.55	35	1,976,966	7,001	1,962,251	5,390	2,766,160	13,493	-803,910	✗ 0.71	! 0.99	✗ 0.40	✗ 0.77	2.40				
BEL	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	M2	1.6%	0	788,913	1,213	-	6.86	6.87	-	6.58	6.04	7	903,589	4,998	948,408	52,827	908,835	46,491	39,573	✓ 1.04	✓ 1.05	✓ 1.14	✓ 10.57	1.20				
<b>EXPLANACIONES</b>				9.1%													<b>SUB TOTAL</b>	14,504,078	245,135	14,498,219	361,844	15,458,589	391,522	-960,370	! 0.94	✓ 1.00	! 0.92	✓ 1.48	
<b>PAVIMENTOS</b>																	<b>SUB TOTAL</b>	1,362,720	41,741	1,365,165	89,423	2,065,506	149,314	-700,341	✗ 0.66	✓ 1.00	✗ 0.60	✓ 2.14	
BEI	EXTENDIMIENTO Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR	M3	1.0%	302,758	302,758	3,170	12.38	11.62	9.48	14.09	18.63	13.38	13	755,311	18,039	775,158	49,649	1,242,809	70,065	-467,651	✗ 0.62	✓ 1.03	✗ 0.71	✓ 2.75	1.26				
FBC	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	0.4%	987,890	987,890	14,375	1.03	1.52	1.38	1.78	1.86	1.68	2	315,686	11,915	320,458	24,544	390,412	29,904	-69,954	✗ 0.82	✓ 1.02	✗ 0.82	✓ 2.06	0.42				
FAB	PREPARACION DE MEZCLA ASFALTICA	M3	1.6%	92,941	92,941	0	51.40	60.33	0.00	0.00	0.00	0.00	60	0	0	0	0	0	0	0									
FCB	COLOCACION DE MEZCLA ASFALTICA	M3	0.5%	74,618	74,618	0	19.09	22.22	0.00	0.00	0.00	0.00	22	0	0	0	0	92	92	-92	✗ 0.00		✗ 0.00						
FGJ	MATERIALES PARA MEZCLA ASFALTICA E IMPRIMACION	GLB	1.6%	14,592,686	4,375,617	16,328	1.31	1.24	1.20	7.25	1.99	3.89	1	291,722	11,787	269,550	15,230	432,193	49,253	-162,644	✗ 0.62	! 0.92	✗ 0.31	✓ 1.29	2.66				
01FGJ	CEMENTO ASFALTICO PEN 40/50 AL 120/150	GLB	5.6%	0	10,217,069	0	0.00	1.88	0.00	0.00	0.00	0.00	2	0	0	0	0	0	0	0									

PROCESOS				METRADO			RATIO (S./UND)							S/. ACUMULADO							INDICADORES									
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	PREVISTOS TOTALES			ORIG.	META	MES RO	SEM	ACUM TOTAL	ACUM MES	SALDO	PLANEADO		GANADO		REAL		VAR	META		MES (RO)		MEJ					
				TOTAL ORIG	TOTAL META	MES RO								META	MES RO	EV META	EV MES RO	REAL PROYECTO	REAL MES		CPI	SPI	CPI	SPI						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	PREVISTOS TOTALES TOTAL ORIG	PREVISTOS TOTALES TOTAL META	PREVISTOS TOTALES MES RO	RATIO (S./UND) ORIG	RATIO (S./UND) META	RATIO (S./UND) MES RO	RATIO (S./UND) SEM	RATIO (S./UND) ACUM TOTAL	RATIO (S./UND) ACUM MES	RATIO (S./UND) SALDO	PLANEADO META	PLANEADO MES RO	GANADO EV META	GANADO EV MES RO	REAL REAL PROYECTO	REAL REAL MES	PLANEADO VAR	INDICADOR ESMETA CPI	INDICADOR ESMETA SPI	INDICADOR ESMES (RO) CPI	INDICADOR ESMES (RO) SPI	INDICADORES MEJ					
<b>OBRAS DE ARTE</b>																														
01BBB	EXCAVACION PARA OBRAS DE ARTE	M3	1.4%	217,277	214,166	7,976	15.45	22.14	20.31	0.00	27.40	29.32	24	1,197,489	97,174	1,190,116	53,829	1,472,838	77,717	-282,722	✗ 0.81	! 0.99	✗ 0.69	✗ 0.55	1.30					
02BBB	EXCAVACION PARA PUENTES	M3	0.1%	13,865	13,865	1,829	15.87	23.34	18.73	0.00	25.98	25.68	26	84,732	20,561	99,363	11,745	110,608	16,100	-11,245	! 0.90	✓ 1.17	✗ 0.73	✗ 0.57	0.06					
01BEBK	RELLENOS EN OBRAS DE ARTE	M3	1.6%	97,206	93,181	607	26.64	59.89	54.16	182.99	99.58	115.89	66	692,788	19,732	741,382	55,186	1,232,730	118,089	-491,348	✗ 0.60	✓ 1.07	✗ 0.47	✓ 2.80	2.21					
02BEBK	RELLENOS EN PUENTES	M3	0.1%	7,566	7,566	756	26.64	33.64	30.54	0.00	37.41	0.00	37	59,378	13,860	41,489	0	46,140	707	-4,651	! 0.90	✗ 0.70	✗ 0.00	✗ 0.00	0.10					
01CAB	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CABEZALES DE ALCANTARILLAS TMC	M2	0.3%	137,262	9,664	401	62.55	95.51	68.94	47.57	118.48	65.69	118	475,123	16,600	478,277	14,685	593,337	13,993	-115,060	✗ 0.81	✓ 1.01	✓ 1.05	✗ 0.88	0.16					
02CAB	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PUENTES	M2	0.3%	6,875	6,875	330	152.47	146.26	165.66	0.00	79.66	0.00	146	254,154	32,845	202,708	0	110,403	704	92,305	✓ 1.84	✗ 0.80	✗ 0.00	✗ 0.00	0.16					
03CAB	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ALCANTARILLAS MARCO	M2	0.1%	0	10,195	321	0.00	43.80	39.37	0.00	87.35	0.00	48	48,177	7,592	46,153	0	92,047	1,109	-45,894	✗ 0.50	! 0.96	✗ 0.00	✗ 0.00	0.24					
04CAB	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN BADENES	M2	0.2%	0	10,581	289	0.00	52.91	49.12	0.00	64.77	0.00	58	190,878	8,529	136,784	0	167,449	0	-30,665	✗ 0.82	✗ 0.72		✗ 0.00	0.21					
05CAB	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS	M2	2.0%	0	99,961	3,151	0.00	67.74	66.35	0.00	67.56	79.51	68	1,142,747	125,457	1,104,981	130,510	1,102,104	156,400	2,877	✓ 1.00	! 0.97	✗ 0.83	✓ 1.04	1.71					
CFA	PREPARACION DE CONCRETO	M3	4.7%	74,717	66,963	1,576	207.87	238.57	231.68	245.50	275.80	218.28	262	2,498,721	219,067	2,376,391	241,174	2,747,228	227,229	-370,837	✗ 0.87	! 0.95	✓ 1.06	✓ 1.10	4.83					
01CFBD	COLOCACION DE CONCRETO EN OBRAS DE ARTE	M3	0.7%	36,092	34,145	902	59.82	69.40	66.23	44.49	80.53	49.07	76	384,490	35,841	357,703	42,386	415,087	31,405	-57,383	✗ 0.86	! 0.93	✓ 1.35	✓ 1.18	0.74					
02CFBD	COLOCACION DE CONCRETO EN PUENTES	M3	0.2%	4,363	4,363	92	157.52	148.36	169.71	0.00	48.54	0.00	148	124,274	9,345	125,325	0	41,005	601	84,320	✓ 3.06	✓ 1.01	✗ 0.00	✗ 0.00	0.05					
CFB	COLOCACION DE CONCRETO CICLOPEO	M3	0.3%	10,861	14,589	683	63.83	63.95	60.68	0.00	64.52	55.91	65	272,651	24,877	315,033	27,004	317,876	24,878	-2,844	! 0.99	✓ 1.16	✓ 1.09	✓ 1.09	0.16					
CBA	HABILITACION Y COLOCACION DE ACERO EN OBRAS DE ARTE	KG	0.2%	2,297,973	173,132	0	3.97	4.04	0.00	0.00	0.00	0.00	4	0	0	0	0	1,056	0	-1,056	✗ 0.00									
01CBA	HABILITACION Y COLOCACION DE ACERO EN ALCANTARILLAS TIPO MARCO	KG	0.3%	0	210,473	6,256	0.00	4.15	3.98	0.00	7.03	6.90	5	57,368	14,925	49,586	6,537	84,132	11,345	-34,546	✗ 0.59	✗ 0.86	✗ 0.58	✗ 0.44	0.48					
02CBA	HABILITACION Y COLOCACION DE ACERO EN BADENES	KG	0.5%	0	434,034	15,203	0.00	4.07	3.95	0.00	3.62	2.33	4	695,911	36,028	825,757	139,193	734,679	82,257	91,078	✓ 1.12	✓ 1.19	✓ 1.69	✓ 3.86	0.21					
03CBA	HABILITACION Y COLOCACION DE ACERO EN MUROS	KG	1.3%	0	1,097,570	43,849	0.00	3.90	3.82	12.86	4.44	5.31	4	317,015	100,480	256,917	33,082	292,397	45,988	-35,480	✗ 0.88	✗ 0.81	✗ 0.72	✗ 0.33	1.66					
04CBA	HABILITACION Y COLOCACION DE ACERO EN PUENTES	KG	0.4%	0	331,828	15,099	0.00	4.13	4.08	0.00	3.45	0.00	4	348,457	36,947	297,181	0	248,773	0	48,408	✓ 1.19	✗ 0.85		✗ 0.00	0.31					
01JCAF	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ALCANTARILLAS TMC 36"	M	0.2%	3,238	2,370	116	365.08	346.41	324.93	0.00	370.60	545.17	371	394,185	22,699	368,074	1,625	393,781	2,726	-25,708	! 0.93	! 0.93	✗ 0.60	✗ 0.07	0.15					
02JCAF	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ALCANTARILLAS TMC 48"	M	0.1%	0	595	25	0.00	524.93	677.49	0.00	510.55	0.00	511	266,736	10,256	272,408	0	264,949	223	7,459	✓ 1.03	✓ 1.02	✗ 0.00	✗ 0.00	0.01					
03JCAF	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ALCANTARILLAS TMC 60"	M	0.0%	0	163	0	0.00	761.29	0.00	0.00	814.83	0.00	815	115,450	0	115,449	0	123,568	1,566	-8,119	! 0.93	✓ 1.00	✗ 0.00		0.00					
04JCAF	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ALCANTARILLAS TMC 72"	M	0.0%	0	47	0	0.00	936.02	0.00	0.00	935.95	0.00	936	44,086	0	44,090	0	44,087	0	3	✓ 1.00	✓ 1.00			0.00					
01CFBDI	ACONDICIONAMIENTO Y RECUBRIMIENTO CON CONCRETO DE CUNETAS SIN REFUERZO DE ACERO	M	1.1%	111,624	87,930	1,200	39.34	42.01	42.12	0.00	41.19	41.06	42	274,533	30,323	298,204	52,116	292,435	50,809	5,769	✓ 1.02	✓ 1.09	✓ 1.03	✓ 1.72	0.90					
02CFBDI	ACONDICIONAMIENTO Y RECUBRIMIENTO CON CONCRETO DE CUNETAS REFORZADAS CON ACERO	M	0.8%	16,562	11,973	0	196.08	229.20	0.00	0.00	0.00	0.00	229	0	0	0	0	0	0	0										
BBD	CONSTRUCCION DE SUBDRENES	M	0.3%	48,659	14,861	386	41.74	77.43	71.00	0.00	123.26	0.00	85	152,619	16,440	148,324	0	236,130	0	-87,806	✗ 0.63	! 0.97		✗ 0.00	0.48					
BDC	GAVIONES	M3	0.2%	4,666	4,666	0	128.87	144.70	0.00	0.00	0.00	0.00	145	0	0	0	0	0	0	0										
BDA	ENROCADO	M3	0.1%	11,246	11,246	850	29.28	43.89	43.89	0.00	0.00	0.00	44	0	22,386	0	0	0	0	0	0				✗ 0.00					
BDABA	EMBOQUILLADO DE PIEDRA	M2	0.5%	9,273	21,226	0	65.79	76.58	0.00	0.00	0.00	0.00	77	0	0	0	0	0	0	0										
<b>OBRAS DE ARTE</b>				18.0%														SUB TOTAL	10,091,961	921,965	9,891,695	809,072	11,164,838	863,846	-1,273,143	✗ 0.89	! 0.98	! 0.94	✗ 0.88	

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	METRADO			RATIO (S./ UND)						S/. ACUMULADO						INDICADORES							
				PREVISTOS TOTALES			ORIG.	META	MES RO	SEM	ACUM TOTAL	ACUM MES	SALDO	PLANEADO		GANADO		REAL		VAR	META		MES (RO)			
				TOTAL ORIG	TOTAL META	MES RO								META	MES RO	EV META	EV MES RO	REAL PROYECTO	REAL MES		CPI	SPI	CPI	SPI	MEJ	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	INC	PREVISTOS TOTALES TOTAL ORIG	PREVISTOS TOTALES TOTAL META	PREVISTOS TOTALES MES RO	RATIO (S./ UND) ORIG	RATIO (S./ UND) META	RATIO (S./ UND) MES RO	RATIO (S./ UND) SEM	RATIO (S./ UND) ACUM TOTAL	RATIO (S./ UND) ACUM MES	RATIO (S./ UND) SALDO	PLANEADO META	PLANEADO MES RO	GANADO EV META	GANADO EV MES RO	REAL REAL PROYECTO	REAL REAL MES	PLANEADO VAR	INDICADOR ESMETA CPI	INDICADOR ESMETA SPI	INDICADOR ESMES (RO) CPI	INDICADOR ESMES (RO) SPI	INDICADORES MEJ	
<b>TRANSPORTES</b>																										
BFKB	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR	M3-KM	0.5%	27,957,439	823,899	0	1.17	1.98	0.00	0.00	2.06	0.00	2.06	1,628,038	0	1,561,482	0	1,628,038	0	-66,556	0.96	0.96				0.02
01BFBK	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA BASE GRANULAR D <= 1Km	M3-KM	0.3%	0	264,314	2,266	3.30	3.32	3.32	3.29	3.44	3.29	3.65	50,055	4,512	89,826	14,332	93,199	14,199	-3,373	0.96	1.79	1.01	3.18	0.13	
02BFBK	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA BASE GRANULAR D > 1Km	M3-KM	2.4%	0	6,970,797	93,840	1.17	1.16	1.17	0.94	1.06	1.01	1.16	110,911	65,612	229,624	65,370	209,980	56,614	19,644	1.09	2.07	1.15	1.00	1.02	
03BFBK	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA RELLENOS EN PLATAFORMA D <= 1Km	M3-KM	0.2%	0	206,959	1,608	3.30	3.32	3.32	0.00	3.80	3.29	3.65	35,877	3,203	22,336	1,753	25,606	1,736	-3,270	0.87	0.62	1.01	0.55	0.36	
04BFBK	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA RELLENOS EN PLATAFORMA D > 1Km	M3-KM	2.0%	0	4,998,363	69,502	1.17	1.38	1.38	0.00	2.23	2.60	1.51	59,990	57,459	45,285	13,534	73,573	25,566	-28,288	0.62	0.75	0.53	0.24	4.31	
05BFBK	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA OBRAS DE ARTE PARA D <= 1Km	M3-KM	0.1%	0	152,494	2,172	3.30	3.04	3.05	3.55	3.11	3.43	3.34	23,444	3,979	30,225	5,702	30,900	6,413	-674	0.98	1.29	0.89	1.43	0.10	
06BFBK	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA OBRAS DE ARTE PARA D > 1Km	M3-KM	1.3%	0	3,394,810	16,200	1.17	1.27	1.35	1.35	1.92	1.50	1.39	77,846	13,097	110,767	35,080	168,486	38,991	-57,719	0.66	1.42	0.90	2.68	1.31	
BFKA	TRANSPORTE DE CONCRETO PREMEZCLADO	M3-KM	1.6%	123,965	347,559	5,751	10.49	15.23	15.19	13.04	14.02	12.68	15.23	1,096,180	52,416	1,000,550	73,740	921,076	61,552	79,473	1.09	0.91	1.20	1.41	1.27	
BFKN	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA	M3-KM	0.7%	2,274,226	2,274,226	0	1.05	1.09	0.00	0.00	0.00	0.00	1.09	0	0	0	0	0	0	0						
BFKM	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DMES	M3-KM	2.5%	27,481,903	4,720,779	0	1.16	1.81	0.00	0.00	1.83	0.00	1.83	8,540,686	0	8,367,007	0	8,476,494	0	-109,486	0.99	0.98				0.05
01BFBKM	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DMES PROVENIENTE DE EXPLANACIONES Y VOLADURA D <= 1Km	M3-KM	0.7%	0	782,691	79,850	3.30	3.21	3.30	3.27	3.27	3.27	3.53	370,354	158,255	456,183	49,699	465,159	49,202	-8,976	0.98	1.23	1.01	0.31	0.50	
02BFBKM	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DMES PROVENIENTE DE EXPLANACIONES Y VOLADURA D > 1Km	M3-KM	1.3%	0	4,335,329	320,850	1.16	1.05	1.05	1.08	1.11	1.85	1.16	444,120	202,203	505,261	48,825	533,740	86,221	-28,479	0.95	1.14	0.57	0.24	1.10	
03BFBKM	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DMES PROVENIENTE DE OBRAS DE ARTE D <= 1Km	M3-KM	0.1%	0	149,995	9,850	3.30	3.00	3.00	2.98	2.98	2.98	3.00	65,646	17,754	32,096	9,974	31,873	9,900	224	1.01	0.49	1.01	0.56	0.25	
04BFBKM	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DMES PROVENIENTE DE OBRAS DE ARTE D > 1Km	M3-KM	0.2%	0	613,980	23,278	1.16	1.08	1.01	1.24	1.94	2.34	1.19	46,915	14,137	51,066	8,478	91,574	19,577	-40,508	0.56	1.09	0.43	0.60	0.29	
<b>TRANSPORTES</b>			13.9%										SUB TOTAL	12,550,062	592,627	12,501,709	326,487	12,749,698	369,971	-247,989	0.98	1.00	0.88	0.55		
<b>EXPLOTACION DE CANTERAS Y PLANTA DE SUELOS</b>																										
BCFA	EXTRACCION Y TRANSPORTE INTERNO DE MATERIAL CANTERA RIO/CERRO	M3	2.6%	1,536,838	1,476,497	5,630	4.48	5.95	5.94	0.00	5.96	0.00	7	2,357,393	20,062	2,283,525	0	2,287,375	24,823	-3,850	1.00	0.97	0.00	0.00	1.97	
BCGHA	ZARANDEO DE MATERIAL PARA RELLENO DE CANTERA DE CERRO	M3	1.3%	694,523	658,701	17,771	5.83	6.87	6.05	0.00	8.84	0.00	8	1,153,360	64,455	1,176,869	0	1,515,852	11,874	-338,984	0.78	1.02	0.00	0.00	1.23	
BCGHB	PROCESAMIENTO DE MATERIAL PARA BASE GRANULAR	M3	3.3%	424,073	424,073	0	25.41	26.15	0.00	0.00	25.13	0.00	25	4,851,782	0	4,851,782	0	4,662,614	65	189,168	1.04	1.00	0.00		1.76	
BCHJ	PROCESAMIENTO DE PIEDRA Y ARENA CHANCADA PARA ASFALTO	M3	1.6%	102,700	102,700	7,009	73.51	53.83	53.18	0.00	54.09	42.97	59	1,808,068	223,634	1,647,547	87,396	1,655,376	70,626	-7,829	1.00	0.91	1.24	0.39	1.25	
BCHI	PROCESAMIENTO DE AGREGADOS PARA CONCRETO	M3	1.4%	163,103	108,558	155	32.35	42.58	41.57	0.00	42.97	0.00	43	2,933,861	3,868	2,807,352	0	2,832,999	18,008	-25,647	0.99	0.96	0.00	0.00	0.56	
01BCHI	PROCESAMIENTO DE AGREGADOS PARA FILTRO	M3	0.3%	0	34,191	857	0.00	31.48	30.42	0.00	13.94	0.00	14	330,077	15,649	326,814	0	144,733	643	182,081	2.26	0.99	0.00	0.00	0.10	
BCGGA	SELECCIÓN DE PIEDRA MEDIANA Y GRANDE	M3	0.4%	22,658	23,846	1,504	39.96	50.82	41.73	0.00	167.12	46.46	56	71,510	37,661	82,962	9,347	272,796	10,407	-189,834	0.30	1.16	0.90	0.25	0.95	
BEIP	DOSIFICACION DE BASE GRANULAR	M3	1.0%	417,806	417,806	4,375	10.10	8.55	8.46	5.09	8.37	5.45	9	766,432	22,202	766,868	33,454	751,279	21,562	15,589	1.02	1.00	1.55	1.51	0.81	
<b>EXPLOTACION DE CANTERAS Y PLANTA DE SUELOS</b>			11.9%										SUB TOTAL	14,272,484	387,533	13,943,718	130,196	14,123,024	158,007	-179,306	0.99	0.98	0.82	0.34		
<b>SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL, VERTICAL Y SEGURIDAD VIAL</b>																										
01HDA	SEÑALIZACION HORIZONTAL, VERTICAL Y SEGURIDAD VIAL	GLB	0.8%	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0						
02HDA	BARRERAS DE SEGURIDAD	M	2.6%	32,676	32,676	0	276.20	276.20	0.00	0.00	0.00	0.00	276	0	0	0	0	0	0	0						
<b>SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL, VERTICAL Y SEGURIDAD VIAL</b>			3.5%										SUB TOTAL	0	0	0	0	0	0	0						
<b>MEDIO AMBIENTE</b>																										
BEAK	CONFORMACION DE BOTADEROS	M3	1.6%	1,515,732	2,300,792	72,391	2.13	2.39	2.38	7.61	2.44	7.36	2	3,067,867	103,196	3,039,072	40,731	3,113,176	126,105	-74,105	0.98	0.99	0.32	0.39	0.74	
AE	READECUACIONES Y MONITOREOS	GLB	0.3%	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	139,668	4,048	-139,668	0.00		0.00			
<b>MEDIO AMBIENTE</b>			2.0%										SUB TOTAL	3,067,867	103,196	3,039,072	40,731	3,252,845	130,153	-213,773	0.93	0.99	0.31	0.39		
<b>VARIOS OBRAS DE ARTE Y PUENTES</b>																										
CABBI	VARIOS OBRAS DE ARTE Y PUENTES	GLB	0.6%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	226,103	30,986	-226,103	0.00		0.00			
HAA	VIGAS METALICAS EN PUENTES	TON	0.4%	131	131	0	10,905	10,905	0	0	0	0	10,905	0	0	0	0	0	0	0						
<b>VARIOS OBRAS DE ARTE Y PUENTES</b>			1.0%										SUB TOTAL	0	0	0	0	226,103	30,986	-226,103	0.00		0.00			
<b>TOTAL DIRECTO CONTROLADO DEL PROYECTO (72 PROCESOS)</b>			73.4%											61,625,290	2,486,355	61,216,351	1,894,321	65,246,996	2,289,515	-4,030,645	0.94	0.99	0.83	0.76		
<b>TOTAL DIRECTO CONTROLADO DEL PROYECTO - CRÍTICO (72 PROCESOS) C</b>			73.4%											61,625,290	2,486,355	61,216,351	1,894,321	65,246,996	2,289,515	-4,030,645	0.94	0.99	0.83	0.76		

Anexo 4.6 Resumen de los costos unitarios diarios

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND	CONCEPTO	COSTO UNITARIO DIARIO															ACUMULADO	
				1-May	2-May	3-May	4-May	5-May	6-May	7-May	8-May	9-May	10-May	11-May	12-May	13-May	14-May	15-May		
BBA	CORTE EN MATERIAL SUELTO Y ROCA SUELTA ( FRENTE 1 + FRENTE 2 )	M3	PRODUCCION ( M3 )	6,042.00	6,897.00	5,399.04	0.00	6,268.80	1,444.80	4,860.00	5,404.80	5,529.60	6,360.00	6,552.00	5,580.00	0.00	5,032.80	7,182.90	72,553.74	
			COSTO ( S/. )	27,336.36	29,117.60	29,034.28	0.00	29,698.53	6,374.46	26,440.00	27,545.75	23,412.78	28,360.44	27,723.03	25,721.10	1,956.60	24,161.16	26,672.43	333,554.53	
			<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>4.52</b>	<b>4.22</b>	<b>5.38</b>	<b>0.00</b>	<b>4.74</b>	<b>4.41</b>	<b>5.44</b>	<b>5.10</b>	<b>4.23</b>	<b>4.46</b>	<b>4.23</b>	<b>4.61</b>	<b>0.00</b>	<b>4.80</b>	<b>3.71</b>	<b>4.60</b>	
BBACC	PERFORACION Y VOLADURA	M3	PRODUCCION ( M3 )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	792.00	2,722.00	1,048.00	1,192.00	776.00	0.00	0.00	648.00	696.00	7,874.00	
			COSTO ( S/. )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,152.66	14,842.11	11,938.06	11,409.01	7,932.70	2,796.35	0.00	11,470.56	11,295.67	75,837.13	
			<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>5.24</b>	<b>5.45</b>	<b>11.39</b>	<b>9.57</b>	<b>10.22</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>17.70</b>	<b>16.23</b>	<b>9.63</b>	
BEA	CONFORMACION DE TERRAPLENES (FRENTE 1 + FRENTE 2 )	M3	PRODUCCION ( M3 )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	96.00	264.00	168.00	468.00	72.00	0.00	204.00	108.00	1,380.00	
			COSTO ( S/. )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,898.82	8,171.77	8,776.76	4,449.28	8,059.36	5,403.47	1,814.29	7,156.77	8,187.79	54,918.32	
			<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>85.12</b>	<b>33.25</b>	<b>26.48</b>	<b>17.22</b>	<b>75.05</b>	<b>0.00</b>	<b>35.08</b>	<b>75.81</b>	<b>39.80</b>
BEAK	CONFORMACION DE BOTADEROS ( FRENTE 1 + FRENTE 2 )	M3	PRODUCCION ( M3 )	5,437.80	5,437.80	5,437.80	0.00	7,836.00	2,064.00	4,860.00	6,756.00	6,912.00	6,360.00	6,552.00	5,580.00	1,488.00	5,592.00	7,981.00	78,294.40	
			COSTO ( S/. )	11,910.68	12,625.25	13,690.05	0.00	15,475.15	1,848.29	10,910.74	9,846.37	10,056.42	10,289.21	10,563.33	10,240.77	4,471.81	15,389.44	14,727.81	152,045.34	
			<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>2.19</b>	<b>2.32</b>	<b>2.52</b>	<b>0.00</b>	<b>1.97</b>	<b>0.90</b>	<b>2.25</b>	<b>1.46</b>	<b>1.45</b>	<b>1.62</b>	<b>1.61</b>	<b>1.84</b>	<b>3.01</b>	<b>2.75</b>	<b>1.85</b>	<b>1.94</b>	
BEI	EXTENDIMIENTO Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR	M3	PRODUCCION ( M3 )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	624.00	552.00	0.00	612.00	0.00	0.00	480.00	0.00	2,268.00	
			COSTO ( S/. )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8,930.96	7,066.54	8,837.78	7,547.81	8,133.11	8,225.01	0.00	8,303.72	7,679.85	64,724.77	
			<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>14.16</b>	<b>13.67</b>	<b>0.00</b>	<b>13.44</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>16.00</b>	<b>28.54</b>	
FBC	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	PRODUCCION ( M2 )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,348.40	5,340.00	7,688.40	
			COSTO ( S/. )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,958.86	2,210.41	5,169.27
			<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1.26</b>	<b>0.41</b>	<b>0.67</b>
BFKB	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR ( FRENTE 1 + FRENTE 2 )	M3-KM	PRODUCCION ( M3-KM )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,520.00	14,280.00	9,882.00	7,404.00	6,720.00	0.00	4,464.00	7,008.00	52,278.00	
			COSTO ( S/. )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,989.19	11,431.47	13,286.98	6,681.06	7,290.43	0.00	5,208.72	7,454.88	55,342.72	
			<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1.58</b>	<b>0.80</b>	<b>1.34</b>	<b>0.90</b>	<b>1.08</b>	<b>0.00</b>	<b>1.17</b>	<b>1.06</b>		
BFKM	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DMEs ( FRENTE 1 + FRENTE 2 )	M3-KM	PRODUCCION ( M3-KM )	10,513.08	10,513.08	10,513.08	0.00	0.00	0.00	8,172.00	9,036.00	20,938.80	21,113.04	27,755.52	23,376.72	2,722.32	15,142.80	13,275.60	173,072.04	
			COSTO ( S/. )	25,866.52	27,058.18	26,477.20	0.00	0.00	0.00	12,381.28	13,993.42	31,801.48	34,658.53	35,533.81	36,852.10	6,061.27	31,597.54	35,497.27	317,778.59	
			<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>2.46</b>	<b>2.57</b>	<b>2.52</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1.52</b>	<b>1.55</b>	<b>1.52</b>	<b>1.64</b>	<b>1.28</b>	<b>1.58</b>	<b>2.23</b>	<b>2.09</b>	<b>2.67</b>	<b>1.84</b>	
01BBB	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS OA	M3	PRODUCCION ( M3 )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	146.00	150.00	149.00	0.00	80.00	55.00	580.00	
			COSTO ( S/. )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5,362.50	6,132.64	5,584.80	0.00	2,711.80	1,775.91	21,567.65
			<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>36.73</b>	<b>40.88</b>	<b>37.48</b>	<b>0.00</b>	<b>33.90</b>	<b>32.29</b>	<b>37.19</b>
01BEBK	RELLENO PARA ESTRUCTURAS OA	M3	PRODUCCION ( M3 )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	110.00	114.50	70.00	0.00	125.00	100.00	519.50	
			COSTO ( S/. )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,755.84	3,293.01	2,781.16	0.00	3,718.29	2,914.61	15,462.91
			<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>25.05</b>	<b>28.76</b>	<b>39.73</b>	<b>0.00</b>	<b>29.75</b>	<b>29.15</b>	<b>29.76</b>
01CFBDI	COLOCACION DE CONCRETO PARA OA	M3	PRODUCCION ( M3 )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.00	34.50	31.50	0.00	24.00	33.00	158.00	
			COSTO ( S/. )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,872.56	1,703.43	1,382.10	0.00	920.19	1,547.61	7,425.89
			<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>53.50</b>	<b>49.37</b>	<b>43.88</b>	<b>0.00</b>	<b>38.34</b>	<b>46.90</b>	<b>47.00</b>
01CAB	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CABEZALES ALCANTARILLAS TMC	M2	PRODUCCION ( M2 )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.00	4.00	12.00	54.00
			COSTO ( S/. )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,798.87	1,067.78	0.00	286.02	905.82	4,058.49
			<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>71.95</b>	<b>82.14</b>	<b>0.00</b>	<b>71.50</b>	<b>75.48</b>	<b>75.16</b>
04CAB	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN BADENES	M2	PRODUCCION ( M2 )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	22.00	0.00	23.00	25.00	120.00	
			COSTO ( S/. )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,743.03	950.34	0.00	998.49	1,074.89	4,766.75
			<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>34.86</b>	<b>43.20</b>	<b>0.00</b>	<b>43.41</b>	<b>43.00</b>	<b>39.72</b>
02CBA	HABILITACION Y COLOCACION DE ACERO EN BADENES	KG	PRODUCCION ( KG )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,900.00	2,080.00	0.00	400.00	400.00	4,780.00	
			COSTO ( S/. )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5,986.20	6,433.36	0.00	1,271.98	1,267.80	14,959.35
			<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>3.15</b>	<b>3.09</b>	<b>0.00</b>	<b>3.18</b>	<b>3.17</b>	<b>3.13</b>
01JCAF	CAMA DE ARENA, SUMINISTRO Y COLOCACION DE ALCANTARILLAS TMC D=36"	ML	PRODUCCION ( ML )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.70	0.00	4.50	4.50	23.70	
			COSTO ( S/. )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,026.19	0.00	1,096.05	1,036.21	6,158.46	
			<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>273.89</b>	<b>0.00</b>	<b>243.57</b>	<b>230.27</b>	<b>259.85</b>	
02JCAF	CAMA DE ARENA, SUMINISTRO Y COLOCACION DE ALCANTARILLAS TMC D=48"	ML	PRODUCCION ( ML )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	
			COSTO ( S/. )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,123.70	0.00	0.00	192.11	3,315.81	
			<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>390.46</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>414.48</b>	
BCFA	EXTRACCION DE MATERIAL EN CANTERAS	M3	PRODUCCION ( M3 )	2,364.00	1,932.00	1,272.00	1,416.00	2,656.00	0.00	2,376.00	1,452.00	1,716.00	2,016.00	1,888.00	2,119.00	0.00	2,208.50	1,431.50	24,847.00	
			COSTO ( S/. )	8,574.59	9,923.23	7,758.31	7,302.19	5,945.83	0.00	8,541.63	8,190.84	7,372.35	8							