

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**CONTROL BASADO EN INDICADORES CLAVES DE
DESEMPEÑO EN LA GESTIÓN DE MAQUINARIA PESADA EN
LA EXCAVACIÓN DE TÚNEL**

PRESENTADO POR:

Bach. LUIS LAURENTE CHAHUAYO

Línea de Investigación Institucional: Nuevas Tecnologías y Procesos

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERU

2022

CONTRATAPA

ING. ERNESTO WILLY GARCIA POMA
ASESOR

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

“El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a nuestro divino creador, quien me ha otorgado la vida, salud y sabiduría para el logro de mis metas trazadas en esta investigación y extenderles un profundo agradecimiento a quienes hicieron posible este sueño en especial a Dios, mi madre, mi esposa, mis hijos y a la escuela Profesional de Ingeniería Civil”.

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

Dr. RUBEN TAPIA SILGUERA
DECANO

Dr. SEVERO SIMEON CALDERON SAMANIEGO
JURADO

ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA
JURADO

MG. LOURDES GRACIELA POMA BERNAOLA
JURADO

ÍNDICE

CONTRATAPA.....	II
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
CAPITULO I.....	16
EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. Planteamiento del problema.....	16
1.2. Formulación y sistematización del problema.....	17
1.2.1. Problema general.....	17
1.2.2. Problemas específicos.....	17
1.3. Justificación.....	18
1.3.1. Práctica.....	18
1.3.2. Teórica.....	18
1.3.3. Metodológica.....	19
1.4. Delimitaciones.....	19
1.4.1. Espacial.....	19
1.4.2. Temporal.....	19
1.4.3. Económica.....	19
1.5. Limitaciones.....	19
1.5.1. Tamaño de la Muestra.....	19
1.5.2. Falta de Datos Confiables.....	20
1.5.3. Medidas Utilizadas Para la Recoleccion de Datos.....	20
1.6. Objetivos.....	20
1.6.1. Objetivo general.....	20
1.6.2. Objetivos específicos.....	20
CAPITULO II.....	21
MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Antecedentes.....	21

2.1.1. Internacionales	21
2.1.2. Nacionales.....	25
2.1.3. Locales	29
2.2. Marco conceptual	30
2.2.1. Teorías de la investigación	31
2.2.1.1 Indicadores claves de desempeño (key performance indicator) ...	31
2.2.1.2 Selección de los indicadores claves de desempeño.....	33
2.2.1.3 Clasificación de los indicadores claves de desempeño	34
2.2.1.4 Sistema de indicadores claves de desempeño	36
2.2.1.5 Requisitos que deben de cumplir los indicadores claves de desempeño	38
2.2.1.6 Dirección de proyectos	40
2.3. Definición de términos	44
2.4. Hipótesis	47
2.4.1. Hipótesis general.....	47
2.4.2. Hipótesis específicos	47
2.5. Variables.....	48
2.5.1. Definición conceptual de la variable	48
2.5.2. Definición operacional de la variable	48
2.5.3. Operacionalización de la Variable	50
CAPÍTULO III	51
METODOLOGÍA	51
3.1. Método de investigación	51
3.2. Tipo de Investigación.....	51
3.3. Nivel de investigación	52
3.4. Diseño de investigación.....	52
3.5. Población y muestra	52
3.5.1. Población.....	52
3.5.2. Muestra	52
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	53
3.7. Procesamiento de la información.....	53
3.8. Técnicas y análisis de datos	53
CAPÍTULO IV	54

RESULTADOS.....	54
4.1. Presentación de resultados específicos	54
CAPÍTULO V.....	89
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	89
5.1. Discusión de resultados específicos.....	89
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
ANEXOS	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Variables de investigación.....	49
Tabla 2 – Operacionalización de las variables.....	50
Tabla 3 – Relación de Maquinaria Pesada.	62
Tabla 4 – Indicadores claves de desempeño de los volquetes.	63
Tabla 5 – Indicadores claves de desempeño de los cargadores frontales.	64
Tabla 6 – Indicadores claves de desempeño de las excavadoras.	65
Tabla 7 – Indicadores claves de desempeño de los robot shotcreteros.....	66
Tabla 8 – Indicadores claves de desempeño de los telehandlers.	67
Tabla 9 – Indicadores claves de desempeño de las retroexcavadoras.....	68
Tabla 10 – Indicadores claves de desempeño de los jumbos.....	69
Tabla 11 – Indicadores claves de desempeño del brazo 01 jumbo.....	70
Tabla 12 – Indicadores claves de desempeño del brazo 02 jumbo.....	71
Tabla 13 – Indicadores claves de desempeño del brazo 03 jumbo.....	72
Tabla 14 – Indicadores claves de desempeño de los equipos (acumulado). ...	73
Tabla 15 – Costo de horas de stand by de los volquetes.....	75
Tabla 16 – Costo de horas de stand by de los cargadores frontales.	76
Tabla 17 – Costo de horas de stand by de las excavadoras.....	77
Tabla 18 – Costo de horas de stand by de los robot shotcreteros.	78
Tabla 19 – Costo de horas de stand by de los telehandlers.	79
Tabla 20 – Costo de horas de stand by de las retroexcavadoras.	80
Tabla 21 – Costo de horas de stand by de los jumbos.	81
Tabla 22 – Costo de horas de stand by del brazo 01 jumbo.	82
Tabla 23 – Costo de horas de stand by del brazo 02 jumbo.	83
Tabla 24 – Costo de horas de stand by del brazo 03 jumbo.	84
Tabla 25 – Indicadores claves de desempeño de los equipos (acumulado). ...	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Relación entre el Objetivo Empresarial y el Indicador.....	31
Figura 2- Clasificación de los Indicadores.....	35
Figura 3- Semáforo de Nivel de Desempeño de los Indicadores..	38
Figura 4- Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos.	42
Figura 5- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal de los volquetes... 64	
Figura 6- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal de los cargadores frontales.	65
Figura 7- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal de las excavadoras.	66
Figura 8- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal de los robot shotcreteros.	67
Figura 9- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal de los telehandlers.	68
Figura 10- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal de las retroexcavadoras.	69
Figura 11- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal de los jumbos.....	70
Figura 12- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal del brazo 01 jumbo.	71
Figura 13- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal del brazo 02 jumbo.	72
Figura 14- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal del brazo 03 jumbo.	73
Figura 15- Evaluación de la utilización y eficiencia acumulado de las maquinarias pesadas (equipos).	74
Figura 16- Evaluación económica acumulada de los volquetes.....	75
Figura 17- Evaluación económica acumulada de los cargadores frontales.	76
Figura 18- Evaluación económica acumulada de las excavadoras.....	77
Figura 19- Evaluación económica acumulada de los robot shotcreteros.	78
Figura 20- Evaluación económica acumulada de los telehandlers.....	79
Figura 21- Evaluación económica acumulada de las retroexcavadoras.	80
Figura 22- Evaluación económica acumulada de los jumbos.	81

Figura 23- Evaluación económica acumulada del brazo 01 jumbo.	82
Figura 24- Evaluación económica acumulada del brazo 02 jumbo.	83
Figura 25- Evaluación económica acumulada del brazo 03 jumbo.	84
Figura 26- Evaluación de la utilización y eficiencia acumulado de las maquinarias pesadas (equipos).	85
Figura 27- Flujo de procesos de la excavación del túnel de conducción – Hidroeléctrica Cerro del Águila.....	86
Figura 28- Reducción de horas stand by de los equipos.	89
Figura 29- Incidencia económica de horas stand by de los equipos.	90
Figura 30- Incidencia porcentual de horas stand by de los equipos.....	91

RESUMEN

La investigación tuvo como problema general: ¿ De qué manera el control basado en indicadores claves de desempeño mejorara la gestión para reducir los costos de operación de maquinaria pesada en la excavación de túnel?, el objetivo general fue: Reducir los costos de operación mediante el control basado en indicadores claves de desempeño en la gestión de maquinaria pesada en la excavación de túnel, y la hipótesis general fue: El control basado en indicadores claves de desempeño mejora la gestión en la reducción de los costos de operación de maquinaria pesada en la excavación de túnel.

El método de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue cuantitativo – cualitativo, el nivel de investigación fue descriptivo, longitudinal y retrospectivo y el diseño de investigación fue no experimental. La población correspondió a los datos de horómetros de las maquinarias utilizadas en la excavación del túnel de conducción (datos de 52 semanas – agosto del 2013 hasta agosto del 2014) del Proyecto Hidroeléctrica Cerro del Águila – Colcabamba y como muestra a los datos tomados en las 04 semanas (semana 20, 21, 22 y 23), donde el avance no es el esperado (avances críticos o por debajo del planificado).

La conclusión general fue: Los resultados obtenidos en el desarrollo de este estudio avalan la reducción de los costos operativos de la excavación del túnel impulsado por la central hidroeléctrica Cerro del Águila mediante el control de indicadores clave de desempeño, lo que se puede apreciar en la vigésima semana de control operativo, este monto se redujo a \$37.487,06 en la semana 23, lo que representó un ahorro de \$10,161.19 en costo económico de excavación sin afectar el cronograma de construcción del túnel.

Palabras claves: Indicadores claves de desempeño y gestión de maquinaria.

ABSTRACT

The research had as a general problem: In what way will the control based on key performance indicators improve the management to reduce the operating costs of heavy machinery in tunnel excavation? The general objective was: Reduce operating costs through the control based on key performance indicators in the management of heavy machinery in tunnel excavation, and the general hypothesis was: Control based on key performance indicators improves management by reducing the operating costs of heavy machinery in excavation tunnel.

The research method was scientific, the type of research was quantitative - qualitative, the research level was descriptive, longitudinal and retrospective, and the research design was non-experimental. The population corresponded to the hour meter data of the machinery used in the excavation of the conduction tunnel (data for 52 weeks - August 2013 to August 2014) of the Cerro del Águila - Colcabamba Hydroelectric Project and as a sample the data taken in the 04 weeks (week 20, 21, 22 and 23), where progress is not as expected (critical progress or below planned).

The general conclusion was: The results obtained in the development of this research are based on the reduction of operating costs of the conduction tunnel excavation of the Cerro del Águila Hydroelectric Power Plant by controlling the key performance indicators, from what can be seen in week 20, the total operating cost of 47,648.25 US \$ and with the operational control of the key performance indicators this amount was reduced to 37,487.06 US \$ in week 23, which meant a economic savings of 10,161.19 US \$, without affecting the progress of the tunnel excavation.

Keywords: Key performance indicators and machinery management.

INTRODUCCIÓN

El enfoque actual está en la reducción de costos operativos mediante el control de indicadores clave de desempeño para el manejo de maquinaria pesada de excavación de túneles, para lo cual se tuvo que identificar indicadores clave de desempeño, luego se realizaron sus respectivas evaluaciones, y luego la participación en la excavación del túnel de desvío del Cerro central hidroeléctrica del Águila Horas de cada máquina en el proceso de construcción para apoyar la reducción del tiempo de espera de la máquina después de controlar los KPI por separado, para determinar la tasa de ocurrencia del tiempo de espera de cada máquina, para recopilar información, es necesario preparar el flujo de proceso respectivo de la excavación del túnel.

Los KPI miden el nivel de rendimiento de un proceso, centrándose en el "cómo" e indicando qué tan bueno es el proceso. Estos KPIs son indicadores financieros o no financieros utilizados para cuantificar metas que reflejan el desempeño de una organización y que suelen estar incluidos en su plan estratégico, se consideran necesarios para poder mejorar porque lo que no se mide no se puede controlar, lo que no se controla no se puede ser administrado.

Para entender el tema investigado, la tesis se divide en capítulos y cada capítulo se explica de manera directa y específica con respecto al tema investigado.

En el capítulo primero, se describe el planteamiento del problema, formulación y sistematización del problema, la justificación, las delimitaciones, limitaciones y los objetivos de la investigación.

En el capítulo segundo, se redacta los antecedentes (internacionales y nacionales), el marco conceptual, la definición de términos, el planteamiento de las hipótesis y la identificación de variables de la investigación.

En el capítulo tercero, se redacta la metodología aplicada, describiéndose el método, tipo, nivel, diseño, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información y técnicas de análisis de datos de la investigación.

En el capítulo cuarto, se plasma los resultados obtenidos sobre los indicadores clave de desempeño.

En el capítulo quinto, se da la discusión de los resultados obtenidos sobre el control basado en indicadores clave de desempeño, y poder formular las respectivas conclusiones y recomendaciones a la investigación desarrollada, y finalmente redactar las referencias bibliográficas utilizadas en el desarrollo de la investigación.

Al final de la investigación, se anexan la documentación que sustenta el desarrollo de la investigación.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El sector de la construcción ha estado históricamente asociado a un mal desempeño debido a problemas sistémicos. Por lo general, los proyectos se asocian a un proceso poco productivo, artesanal y mal planificado; con poco control de los métodos constructivos, dificultad para detectar problemas y con una gran cantidad de pérdidas económicas que podrían evitarse a lo largo del proyecto.

El control de maquinaria pesada, juega un papel muy importante dentro de la ejecución de un proyecto, ya que el ingeniero responsable debe de gestionar adecuadamente sus recursos (maquinarias), para evitar sobre costos y que la ejecución se retrase. Existen muchos problemas que ocurren en proyectos y que no se notan hasta etapas avanzadas de éste, de modo que los costos y tiempo reales se elevan por sobre lo estipulado en la planificación inicial.

Ballard y Howell, fundadores del Lean Construction Institute, desarrollaron un sistema de control de proyectos basado en la metodología Lean Construction: sistema Last Planner. Esta mejora de forma valiosa el cumplimiento de actividades y la correcta utilización de los recursos. Otro punto importante viene siendo la generación de indicadores de control mediante los KPI's (sistema clave de control), estos pueden ser muy específicos y medir una sola actividad, o muy generales y registrar el desempeño total de un proyecto; pueden ser elementales o de apoyo, calculados en forma simple o compleja las cuales deben seguir lineamientos básicos para asegurar la confiabilidad de sus resultados.

En el proyecto Hidroeléctrico Cerro del Águila del Distrito de Colcabamba se realizó la ejecución de diferentes partidas de obras civiles, entre ellas movimiento de tierras (excavación de estribos, accesos, obra de toma,

túnel, etc.), en las cuales involucran la participación de diferentes tipos de maquinaria pesada, estas fueron monitoreadas en dos formas de control separadas: KPI's (indicador clave de desempeño); y IO(indicadores oportunos), sin embargo la información final obtenida no era tan clara en muchos casos, es por ello que existe la falta de un control adecuado que permita identificar a tiempo las ineficiencias ocurrida en campo por la mala gestión de recursos (maquinarias). Es en esta área de estudio donde surge la principal motivación de este tema de título y donde se espera contribuir planteando relaciones de indicadores de control, eficiencia y sistema Last Planner para determinar la variabilidad del uso de maquinaria pesada, y a así concluir diferentes comportamientos relacionados al éxito del proyecto, a modo de tener una alerta que permita predecir que, dado las características de los indicadores en cierta etapa del proyecto, podría ocurrir algún comportamiento particular.

En el presente trabajo se aplicará el sistema de control y eficiencia basado en KPI's en maquinaria pesada en la excavación del túnel de conducción, y a si de esta manera poder identificar una mejor forma de gestión de estos recursos con la finalidad de alcanzar la efectividad en la operación y en el desarrollo de cada partida.

1.2. Formulación y sistematización del problema

Ante esta disposición se plantea la siguiente interrogante como problema general:

1.2.1. Problema general

¿De qué manera el control basado en indicadores claves de desempeño mejorara la gestión para reducir los costos de operación de maquinaria pesada en la excavación de túnel?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿De qué manera se reducirá las horas de stand by en maquinaria pesada mediante el control basado en indicadores

claves de desempeño en la gestión de maquinaria pesada en la excavación de túnel?

b) ¿Qué incidencia representa los costos de horas de stand by de maquinaria pesada sin el adecuado control basado en indicadores claves de desempeño en la gestión de maquinaria pesada en la excavación de túnel?

c) ¿De qué manera interviene el flujo de procesos para un mejor control basado en indicadores claves de desempeño en la gestión de maquinaria pesada en la excavación de túnel?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica

El control a través de los indicadores clave de desempeño del control operativo nos permitirá estandarizar y comprender con mayor precisión los puntos clave que se pueden optimizar para diferentes objetivos de la operación de excavación del túnel de transmisión hidroeléctrica Cerro del Águila para reducir costos.

1.3.2. Teórica

El costo de usar maquinaria pesada en un proyecto que involucra operaciones de movimiento de tierras toma una gran parte del presupuesto, por lo que la maquinaria es un recurso muy importante a controlar teniendo en cuenta un control detallado sobre la operación y rendimiento de cada maquinaria pesada.

En la ejecución de las partidas de excavación de túneles del Proyecto Hidroeléctrico Cerro del Águila es un caso práctico para la búsqueda de reducción de costos de operación mediante el control y eficiencia de maquinaria pesada siendo un punto importante las horas de stand by y el costo que este representa.

Por esta razón, se recomienda monitorear y operar equipos pesados en base a KPIs para obtener información más precisa

sobre el estado de los equipos utilizados durante la excavación y operación de túneles para poder realizar una evaluación y minimizar los problemas existentes. Esta recomendación también se puede aplicar a futuros proyectos para controlar y optimizar los recursos adecuadamente.

1.3.3. Metodológica

La recopilación de datos e información será de gran importancia para el logro de los objetivos planteados, los resultados obtenidos de la encuesta actual pueden ser utilizados en encuestas futuras relacionadas con el objeto de investigación.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La investigación se desarrolló en el Proyecto Hidroeléctrico Cerro del Águila, distrito de Colcabamba, provincia de Tayacaja en el departamento de Huancavelica.

1.4.2. Temporal

La investigación se realizó de julio a octubre de 2021.

1.4.3. Económica

Con los costos financieros incurridos para preparar este informe de investigación no se tuvo inconveniente. Los costos mencionados anteriormente son asumidos íntegramente por el investigador de esta tesis.

1.5. Limitaciones

Al realizar el estudio es importante conocer e identificar el tipo de problema pues con ello se desarrolla correctamente el estudio y saber que son las limitaciones en un proyecto de investigación y estar al tanto de cuales son una herramienta.

1.5.1. Tamaño de la Muestra

Tomamos como muestra para analizar el control del Horómetro y las maquinarias pesadas

1.5.2. Falta de Datos Confiables

Conocer lo que son las limitaciones permite tener una idea más clara y serán confiables para el desarrollo del proyecto.

1.5.3. Medidas Utilizada Para la recolección de Datos

En el caso de las **cualitativas** la investigación puede hacerse mediante la observación mientras que la **cuantitativa** puede ser con estudios de campo y esto con el objeto de realizar el análisis de recolección de datos.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Reducir los costos de operación mediante el control basado en indicadores claves de desempeño en la gestión de maquinaria pesada en la excavación de túnel.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Reducir las horas de stand by en maquinaria pesada mediante el control basado en indicadores claves de desempeño en la gestión de maquinaria pesada en la excavación de túnel.
- b) Determinar la incidencia que representa el costo de horas de stand by de maquinaria pesada mediante el control basado en indicadores claves de desempeño en la gestión de maquinaria pesada en la excavación de túnel.
- c) Determinar la importancia del flujo de procesos para un adecuado control basado en indicadores claves de desempeño en la gestión de maquinaria pesada en la excavación de túnel.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Caballero (2012), sustentó su tesis KPI's Fundamentales Para la Gestión del Área Productiva de una Minera de Mediana Producción de Cátodos de Cobre en Chile. Tesis (Magíster en Control de Gestión). Universidad de Chile. Antofagasta-Chile. Este trabajo busca establecer cuáles son los KPI's que una minera productora de cátodos de cobre debe considerar como indispensables para controlar su gestión en Chile. Para esto, se realiza un estudio del área de Producción de una minera actualmente existente, de mediana producción y capitales privados. Se elige el área de Producción debido a que es la que conforma el cobre del negocio, siendo las demás Gerencias áreas de apoyo. En el periodo que se realizó la investigación, hubo una gran demanda de minerales, el cual incentivó a las mineras a ampliar sus instalaciones para aumentar sus volúmenes y calidad de producción. Además, el gobierno estableció normas más exigentes que las empresas deben cumplir. Debido a estas variables, estimuló al investigador a establecer los indicadores apropiados a la empresa. Esta investigación busca identificar y establecer los indicadores clave de desempeño (KPI's) que una minera de extracción de cobre debe

establecer para controlar su gestión de producción en Chile. El investigador determinó posibles indicadores de la empresa, luego seleccionó mediante diferentes métodos los indicadores clave de desempeño clave con respecto los objetivos estratégicos. El resultado de la investigación fue que los KPI fundamentales para la minería tiene relación con la rentabilidad de la empresa, seguridad ocupacional, cuidado del medio ambiente, leyes, disponibilidad de recursos y buenas relaciones con los interesados (stakeholders). De este modo la empresa se enfocará en estos principales factores para lograr una buena gestión de la misma.

Gil (2011), sustentó su tesis Indicadores Claves de Rendimiento (KPI) Cummins de los Andes S.A. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniera Industrial. Corporación Universitaria Lasallista. Caldas-Antioquia. Este trabajo de grado está orientado en la elaboración de propuestas e implementación de mejoras basadas en el análisis y seguimiento de los indicadores claves de rendimiento de las unidades de servicio y repuestos Cummins de los Andes. Para Identificar aquellas tendencias anómalas que obstaculizaban el normal desarrollo de las diferentes actividades en la prestación de servicio de reparación de motor. El objetivo principal de la implementación de dichos indicadores es que la alta gerencia tenga una visión y medida cuantificable que permita identificar éxitos empresariales, evaluando con frecuencia la evolución del proceso para estar en constante desarrollo de ideas que contribuyan con el aumento del rendimiento de la unidad. Con base en estos indicadores se identificaron oportunidades de mejora que permitieron ejecutar planes de acción, aumentando el rendimiento y liquidez de la compañía. Mensualmente se realizaban reuniones con la alta gerencia para evaluar los resultados obtenidos en el mes, se determinó que no se contaba con información veraz, ya que los técnicos fácilmente podían manipular las horas aplicadas, por ello se hizo la propuesta de lectura con códigos de barras para

obtener información verídica en tiempo real y poder analizar la trazabilidad en la prestación del servicio.

Gómez (2014), sustento su tesis Diseño de un Cuadro de Mando Integral Para la Planta Procesadora Sea Flavors S.A. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil Industrial. Universidad Austral de Chile. Puerto Montt-Chile. La presente tesis tiene como objetivo general diseñar un cuadro de mando integral mediante el análisis de los procesos operativos, productivos, financiero, económico y de información, que se desarrollan en la empresa, con el propósito de implementar un sistema de control eficaz y eficiente, que integre todas las áreas correspondientes para dar cumplimiento a la estrategia definida por la empresa, y como objetivo específico relaciona a nuestro tema de investigación el de establecer indicadores de desempeño KPI, según las 4 perspectivas del cuadro de mando integral, con el propósito de evaluar y controlar el rendimiento de la empresa. El aporte más importante de esta investigación indica que los resultados arrojados por los KPIs, reflejan la necesidad que tiene Sea Flavors de implementar un sistema de control de gestión que no se enfoque solamente en el aspecto financiero sino también en la integración de los demás participantes de la empresa, por lo tanto el estudio en si demostró la gran importancia de tener un sistema de control que pueda apoyarse en una estrategia del presente y del futuro, fomentando a la eficacia y eficiencia de los procesos e integrando las áreas para generar valor a la empresa y donde la gestión debe orientarse a corto, mediano y largo plazo, y no sólo a corto plazo como se lleva hoy en día.

Luna (2017), sustento su tesis Indicadores de Desempeño en Empresas Promotoras Constructoras de Vivienda: El Caso de México. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia-España. La presente tesis tiene como objetivo general generar un modelo de indicadores de desempeño (estratégico,

táctico y operativo), basado en la cadena productiva de una empresa promotora-constructora de viviendas. El aporte más importante de esta investigación indica que los indicadores de desempeño que permiten evaluar el éxito de un proyecto de construcción desde el punto de vista de una empresa promotora constructora de vivienda son: Tiempo, Coste, Calidad, Coste administrativo, Entrega interna de vivienda (recepción de vivienda o sellos), DTU, Entrega de vivienda a cliente final, Encuesta de satisfacción del cliente (garantías o encuesta garantías), Post-venta (consecuencia de la sumatoria de la cadena de valor de la empresa).

Ríos (2012), sustento su tesis Desarrollo, Aplicación y Gestión de las Key Performance Indicators (kpi) en Área Crítica del Proceso Logístico. Tesis Para Obtener el Título de Licenciado en Administración. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán Izcalli-México. El aporte más importante de esta investigación el investigador menciona que la operación más importante del departamento de Logística, en la empresa BNP Paribas Personal Finance México, es la gestión de activos, la cual representa el 35% de las ventas. La problemática en esta tesis es la inadecuada gestión logística de los bienes, el cual su principal causa es la falta de control y manejo de estos. El investigador implementó indicadores claves de desempeño para cuantificar los resultados según la estrategia y objetivos determinados por la empresa. Por ende, Oscar identificó que la cadena de suministro es fundamental, el cual elaboró una estrategia con los actores de la cadena de suministro y diseño procedimientos para llevar ejecutar con éxito la venta de vehículos en las subastas tomando en cuenta los indicadores. Finalmente se logró una buena gestión logística de bienes, mediante la implementación de indicadores clave de despejo para incrementar la rentabilidad y la competitividad de la empresa.

2.1.2. Nacionales

Fiestas (2017), sustentó su tesis Implementación de Indicadores Claves de Desempeño Para Mejorar la Productividad en el Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Agroindustrial – Ica, 2017. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Industrial. Universidad Cesar Vallejo. Lima-Perú. La presente tesis tiene como objetivo general determinar como la implementación de indicadores claves de desempeño mejora la productividad en el Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Agroindustrial – Ica. Los resultados obtenidos durante el proceso de la investigación representan evidencias donde se han verificado que la implementación de indicadores claves de desempeño en una institución, generarán beneficios, debido a que se examinará la mejora de la productividad centrada en el cumplimiento de las metas establecidas por la institución y el uso adecuado de los recursos.

Goyzueta y Puma (2016), sustentaron su tesis Implementación de la Metodología BIM y el Sistema Last Planner 4D Para la Mejora de Gestión de la Obra “Residencial Montesol – Dolores”-Tomo I. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional San Agustín. Arequipa-Perú. El presente trabajo se basó en identificar los beneficios derivados de realizar una coordinación en etapas tempranas del proyecto utilizando tecnologías BIM y conceptos de constructabilidad. Para ello su propuesta de mejora se centra en la etapa de pre construcción y construcción donde analiza los factores que afectan a la constructabilidad mediante el uso de herramientas BIM. Se realizó también la aplicación de Last Planner System (LPS) y BIM 4D, realizando un análisis teórico y práctico, así como un análisis de los resultados tras la aplicación conjunta de ambas. El investigador indica que la planificación, Last Planner en conjunto con la modelación 4D nos ayuda a anticiparnos a posibles problemas a futuro, al poder ver la programación e identificar

interferencias de tareas, ver el estado de avance del proyecto en el tiempo y de este modo analizar si la futura estrategia constructiva es la correcta de acuerdo a los avances obtenidos y tomar acciones correctivas a tiempo.

Herrera y Sánchez (2016), sustentaron su tesis Análisis de Restricciones y Productividad Utilizando el Sistema Last Planner Para Mejorar el Flujo de Trabajo en el Túnel de Presión en la Central Hidroeléctrica Quitaracsa I - 2015. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima-Perú. El presente trabajo de investigación, se centra en el análisis de productividad y restricciones presentadas en los procesos de excavación y sostenimiento del Túnel de presión en la Central Hidroeléctrica Quitaracsa I. El túnel cuenta con dos frentes de producción, el frente Huallanca en el que se realiza una planificación con el Sistema Last Planner y el frente Shapiringo en el que se realiza una planificación tradicional. Así pues, el análisis se centra en comparar indicadores de productividad del ciclo de excavación y sostenimiento de ambos frentes; a partir de estos, se calcula la desviación de plazo surgida durante el período de estudio tanto en Huallanca como en Shapiringo. Por otro lado, se identifican y se analizan las restricciones y las Causas de No Cumplimiento (CNC) más incidentes y cómo estos se relacionan con el Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) en el frente Huallanca. Como resultado de la investigación se confirma un mejor desempeño en el frente con Last Planner en cuanto a productividad; así mismo, esto asegura una menor desviación de plazo a comparación con Shapiringo. En este sentido, el trabajo de investigación brinda un importante análisis de restricciones, PAC y Causas de No Cumplimiento (CNC). A partir de ello, se brindan recomendaciones como acciones correctivas y preventivas; las cuales representan oportunidades de mejora e innovación para futuros proyectos de

túneles de presión para Centrales Hidroeléctricas en los que se utilice el sistema Last Planner como herramienta de planificación.

Malaver (2013), sustento su tesis Asegurando el Flujo Productivo: Un Estudio de Técnicas y Herramientas de Gestión en la Etapa de Construcción. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca-Perú. La presente tesis tuvo como objetivo principal de plantear un modelo metodológico fácilmente aplicable durante la ejecución de obras civiles (carreteras), que permita a las empresas de construcción controlar la utilización de los recursos principales de forma cuantitativa y mantener un flujo de trabajo continuo, de este modo se busca cerrar el círculo de mejora continua que contribuirá a incrementar el nivel de eficiencia general del sector y de esa manera elevar el nivel de competitividad. Para lograr este objetivo, se utilizó como base la metodología Lean Construction, internacionalmente aplicada en muchas empresas de diversos sectores productivos. Principalmente se aprovechó la herramienta Last Planner System (LPS) para elaborar el esquema principal de nuestra metodología, partiendo de la hipótesis planteada La utilización de Técnicas y Herramientas de Implementación, Optimizan el Trabajo, utilización de Equipos y Plazo de Ejecución en el Proyecto. En campo se realizó la recolección de datos de un grupo de equipos pesados (tractor, excavadora, motoniveladora, rodillo y volquetes), se identificó las variables que impiden la utilización al cien por ciento de las horas de trabajo programadas, se recopiló información de los volúmenes movidos semanalmente para representar el avance productivo cronológicamente mediante la utilización de la curva S, dichos datos nos servirán como estadísticos para medir la eficiencia de la metodología utilizada. Finalmente, la aplicación de la metodología a un proyecto real: durante su ejecución nos permitió verificar en primer lugar que aún existe escepticismo respecto de los beneficios que se pueden

obtener, y en segundo lugar que si bien existe la idea fundamental de un sistema de mejora continua en las empresas estas no se encuentran ensambladas metodológicamente y por lo tanto persisten deficiencias.

Salas (2013), sustentó su tesis Estudio de KPI's en los Equipos de Perforación, Carguío y Acarreo Para el Incremento de la Producción de 3000 a 3600 Tm/Día en la Mina Pallancata – Hochschild Mining. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero de Minas. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa-Perú. La presente tesis tuvo como objetivo determinar las demoras operativas de los equipos de perforación, carguío y acarreo para optimizar sus indicadores clave de desempeño e incrementar la producción de 3 000 a 3 600 TM/día en la unidad minera Pallancata. En el desarrollo de la tesis se realizó las siguientes etapas: Primero: Se realizó un diagnóstico de las características operacionales de los equipos de perforación (Jumbo Rocket Boomer 281 - 282, Stope Master), equipos de carguío (Scoop Tram ST 1 030, Scoop CAT 1600G) y equipos de acarreo (Volquetes Volvo FM) utilizados en la unidad minera Pallancata. Segundo: Se hizo un estudio de los KPIs en el ciclo de operación de los equipos las cuales se analizaron con diagramas de causa – efecto y diagrama de Pareto. Las técnicas usadas fueron: Implementación de reportes con el objetivo de registrar los tiempos de las actividades de los equipos en los ciclos de operación para el cálculo de los indicadores clave de desempeño (KPIs). Tercero: Analizar los datos obtenidos para determinar los KPIs actuales y óptimos de los equipos en los ciclos de operación. Cuarto: Determinar el beneficio económico de una inversión para poder incrementar la capacidad de producción de la planta concentradora de 3,000 a 3,600 TM/día.

2.1.3. Locales

García (2017), sustentó su tesis Gestión del Mantenimiento Para la Operatividad de la Maquinaria de Movimientos de Tierras Iccgsa en la Vía Huancayo-Ayacucho. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Mecánico. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo-Perú.

La presente tesis tiene como finalidad proponer una mejora en la gestión de mantenimiento para la operatividad de la maquinaria, promoviendo el compromiso de los que dirigen la organización. Dentro del negocio de movimiento de tierras, la maquinaria pesada interviene aproximadamente entre un 90% del costo total de operación, por ello las empresas que se encuentran en la competencia de este mercado, debe asegurar reducir los costos operativos en mantenimiento de las maquinarias. Las inversiones de compra de equipo normalmente requieren de financiamientos que básicamente dependen de las tasas de interés que se manejen en el momento, por ello ser eficientes y eficaz significa obtener las metas con la optimización de recursos, a través de una herramienta de gestión confiable.

El estudio analiza la problemática y las dificultades de la gestión del mantenimiento de las maquinarias en el movimiento de tierras y conservación de las carreteras del tramo Huancayo - Ayacucho, para lo cual el estudio de la investigación se concentra en describir la metodología basado en la pirámide de mantenimiento, la aplicación de un mantenimiento planeado es de suma importancia para prevenir y mejorar la relación entre el área de operación y mantenimiento de la maquinaria, la generación de inventarios de repuestos, la relación con los proveedores y lo más importante disminuir los costos de mantenibilidad.

Huaroc (2014), sustentó su tesis Optimización del Carguío y Acarreo de Mineral Mediante el Uso de Indicadores Claves de

Desempeño U.M. Chuco II de la E.M. Upkar Mining S.A.C. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero de Minas. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo-Perú.

La presente investigación trata de poder explicar una nueva metodología para la reducción de costos en las operaciones básicas de carguío y acarreo de mineral con un incremento sustancial del nivel de producción para el beneficio de la empresa minera y una disminución de los costos de carguío y transporte. Para el desarrollo de la tesis durante la operación unitaria de carguío de mineral y desmonte se tuvieron que llegar a elaborar indicadores que puedan medir la operatividad de esta operación para ello se tuvieron que confeccionar gráficos comparativos que nos evalúen la eficiencia y eficacia de la operación unitaria, estos indicadores evalúan la capacidad de desempeño de cada uno de los equipos de carga dentro de las operaciones de minado, es así que se confecciono diagramas para indicar las capacidades

Dentro de la evaluación de los indicadores claves de desempeño en el proceso unitario de carguío se tuvo que estandarizar los siguientes indicadores para cada uno de los equipos de carguío. Los resultados que se obtuvieron durante el desarrollo de la investigación exponen la mejora que se obtuvo tras la aplicación de los indicadores de desempeño dentro de las operaciones unitarias de carguío y transporte. Con esto se puede visualizar que mediante el control operativo mediante los indicadores de desempeño se puede observar que la producción crece en 9570.75 TNM con los mismos recursos dentro del proceso operativo, los costos de carguío se reducen en 0.44 US\$/Tn y el costo de transporte se reduce en 0.34 US\$/Tn.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Teorías de la investigación

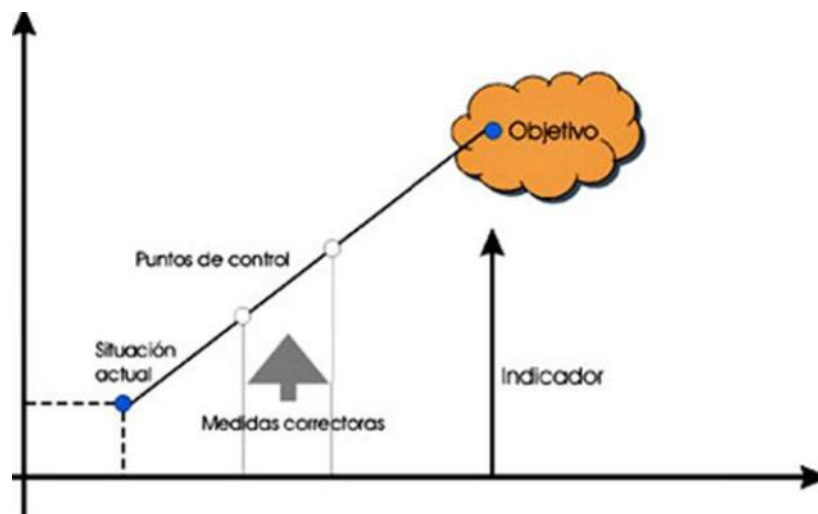
2.2.1.1 Indicadores claves de desempeño (key performance indicator)

(Luzardo y Vásquez, 2010), indica que un KPI mide qué tan bien se está desempeñando un proceso, se enfoca en el "cómo" e indica la calidad de los procesos.

Los indicadores clave de desempeño son medidas financieras o no financieras que se utilizan para cuantificar los objetivos que reflejan el desempeño de una organización y, a menudo, se incorporan al plan estratégico de la organización.

Los indicadores son necesarios para la mejora, porque lo que no se mide no se puede controlar y lo que no se controla no se puede gestionar.

Figura 1- Relación entre el Objetivo Empresarial y el Indicador.



Fuente: www.slideplayer.es

KPI es el "medio de comunicación"; permite a los altos ejecutivos comunicar la misión y visión de la empresa a los niveles inferiores de la jerarquía, involucrando directamente a todos los empleados en el logro de los objetivos estratégicos de la empresa.

Los indicadores se pueden definir como un tipo de instrumento que mide el logro o el progreso de los objetivos de una empresa basándose principalmente en aspectos comerciales clave u otros aspectos operativos, según el tipo de negocio que lleva a cabo la empresa. Aunque también pueden definirse como datos o conjunto de datos que miden objetivamente el desarrollo de un proceso o actividad.

Los indicadores clave de rendimiento miden qué tan bien se está desempeñando un proceso, centrándose en qué tan efectivo es y qué tan bien los procesos logran sus objetivos.

(Bonney, J., 2005), considera a los indicadores claves de desempeño como una herramienta que nos permite medir cuantitativamente el rendimiento de la organización con respecto a sus objetivos. Lord Kelvin menciona Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre. Esta frase la comparto, debido a que a través de la medición podemos argumentar si la situación está funcionando correctamente o inadecuadamente. Según la dirección de Presupuestos de Chile (2011) los indicadores clave de desempeño Es una herramienta que entrega información cuantitativa respecto al logro o resultado en la provisión de los productos (bienes y/o servicios) de la institución, pudiendo cubrir aspectos cuantitativos o cualitativos de este logro. Por ende, esta herramienta permite identificar una falla o la oportunidad, lo cual se corregiría la falla o se explotaría la oportunidad. Además, los KPI aportan a la comunicación sencilla entre los trabajadores y el objetivo de la organización.

Existen diversos tipos de indicadores que se pueden utilizar y estos son:

- IRC: (INDICADOR DE RESULTADOS CRÍTICOS) reflejan los resultados históricos críticos, son ideales para comunicar los resultados alcanzados.
- IP: (INDICADOR DE PERFORMANCE) indican al personal qué hacer.
- IR: (INDICADOR DE RESULTADO) indican al personal qué se ha hecho.
- KPI: (INDICADOR DE DESEMPEÑO) Indican al personal y directivos qué debe hacer para aumentar el desempeño drásticamente.

2.2.1.2 Selección de los indicadores claves de desempeño

Aunque cada empresa tiene sus propios KPI, las mediciones más comunes apuntan a tener indicadores de la productividad de los empleados, la calidad de los productos y servicios, la rentabilidad del negocio, el cumplimiento de plazos, la eficacia de los procesos, los tiempos de desarrollo de trabajos, el uso de los recursos, el crecimiento, control de costos, el nivel de innovación y desempeño de la infraestructura tecnológica.

En general, los indicadores más utilizados ayudan a las organizaciones determinar si se están manejando acertadamente los recursos y costos, contribuyendo a que la gerencia tenga una noción clara de lo que acontece en un momento específico para tomar medidas correctivas oportunamente.

Definir, sin embargo, un conjunto correcto de KPI en cada organización tiene sus complejidades, ya que el desafío real no es seleccionar sólo indicadores que ayuden a cumplir con las metas presupuestarias, sino también, y más importante aún, que estén en perfecta sintonía con las metas estratégicas de la empresa.

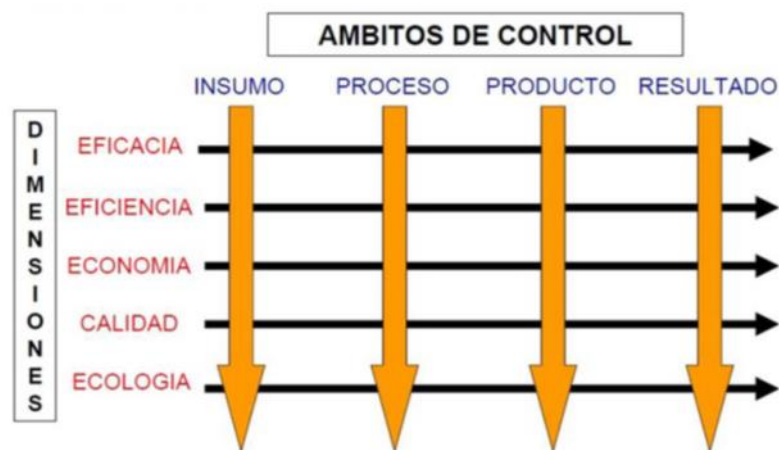
Un KPI refleja que tan bien está la organización en los segmentos que más impactan en la institución. Los KPI tienen las siguientes cualidades, que son denominadas (SMART) por sus siglas en inglés.

- Específicos (Specific).
- Medibles (Measurable).
- Alcanzables (Achievable).
- Realistas (Realistic).
- A Tiempo (Timely).

2.2.1.3 Clasificación de los indicadores claves de desempeño

Los indicadores funcionan de acuerdo al alcance de los controles, su distribución y los parámetros en los que se enfocan las evaluaciones, donde serán medidos.

Figura 2- Clasificación de los Indicadores.



Fuente: www.slideplayer.es

Los indicadores se clasifican en dos grandes grupos:

- 1.- Ámbito de Control
- 2.- Dimensiones de Control

1.- Ámbito de Control:

- **Insumo:** Son los recursos que la organización tiene disponible para lograr un producto o resultado. (Como ejemplo tenemos a los colaboradores, recursos materiales).
- **Procesos:** Formas en que el trabajo es realizado, actividades necesarias para realizar el producto. (Como ejemplo tenemos a los procesos de administración, procedimientos de compras).
- **Productos:** Representan los productos o servicios generados en un determinado sistema o proceso. Mide el volumen de producción que se ha alcanzado durante un periodo de gestión. (Como ejemplo tenemos a las unidades producidas, personal contratado).
- **Resultados:** Impacto final que se alcanza, cuando los productos o servicios cumplen con su fin. (Como ejemplo

tenemos la satisfacción de los clientes, incrementos de ventas).

2.- Dimensiones de Control:

- **Eficacia:** Miden el grado de cumplimiento de los objetivos de la organización, sin referirse al costo de los mismos.
- **Eficiencia:** Sirven para evaluar los costos por unidad de servicios o bienes producidos.
- **Calidad:** Miden las características técnicas del producto o servicio entregado, así como también la proporción del producto que cumple con los requisitos del cliente.
- **Economía:** Miden la capacidad de la empresa para movilizar adecuadamente sus recursos financieros.
- **Ecología:** Miden el grado de contaminación o polución liberado al ambiente en cada etapa del proceso productivo y generación de productos.

2.2.1.4 Sistema de indicadores claves de desempeño

El sistema de indicadores consiste en un indicador, un valor base, un valor actual, un objetivo y el uso de semáforos para evaluar el desempeño del indicador.

Los objetivos y tareas que la organización se propone alcanzar deben expresarse de forma medible, permitiendo evaluar su consecución o progreso. En este caso, el uso de indicadores tiene el mayor poder. Los indicadores pueden ser positivos o negativos, veamos:

1.- Indicadores Positivos: Son aquellos en los cuales un aumento en su valor o tendencia, estarían indicando un avance hacia la situación deseada. El nivel de cumplimiento o desempeño, se mide mediante:

$$\text{Desempeño} = \frac{\text{Valor} - \text{Base}}{\text{Meta} - \text{Base}} * 100\%$$

2.- Indicadores Negativos: Son aquellos en los cuales una disminución de su valor o tendencia, estarían indicando un avance en la situación deseada. Su nivel de desempeño se mide por:

$$\text{Desempeño} = \frac{\text{Base} - \text{Valor}}{\text{Base} - \text{Meta}} * 100\%$$

Donde:

Nivel Base: Se refiere a la medición inicial o nivel estándar que toma el indicador, y representa el desempeño logrado ante el efecto de mejora de las iniciativas estratégicas.

Valor Actual: Representa las mediciones período a período del indicador, las cuales se ven afectadas por los efectos de las iniciativas estratégicas.

Meta: Es el nivel esperado del indicador que la organización desea lograr luego de ejecutar exitosamente las acciones de mejora.

Semáforos: Para poder observar de una manera fácil el nivel de desempeño de los indicadores, se hace uso de semáforos, donde el verde representa un desempeño esperado, el amarillo un desempeño preocupante y el rojo nos indica un desempeño inaceptable.

Figura 3- Semáforo de Nivel de Desempeño de los Indicadores..



Fuente: www.slideplayer.es

2.2.1.5 Requisitos que deben de cumplir los indicadores claves de desempeño

Los indicadores deben desarrollarse de manera clara y concisa. Para ello, deben cumplir una serie de requisitos y en nuestro caso también deben actuar como un sistema de indicadores clave de gestión. Todos los indicadores que elegimos a menudo deben atribuirse a una persona responsable, deben modificarse al menos cada año (si las condiciones no se pueden cambiar, sin indicadores y continuar siendo utilizados) y deben tener en cuenta los efectos externos para la empresa (Índice Económico (índice económico, inflación, cambio en este campo, etc.) y no debe afectar el pasado de la empresa. Realizar indicadores suele ser importante:

- Tienen una relación directa sobre un objetivo u-objetivos previamente fijados.
- Los resultados de los indicadores son cuantificables, y sus valores se expresan normalmente a través de datos numéricos.

- Las ventajas que se obtienen de la utilización de los indicadores debe superar la inversión de capturar y tratar los datos necesarios para su análisis.
- Son comparables en el tiempo y pueden representar la evolución del concepto valorado y establecer tendencias.
- Son fiables de conseguir, mantener y utilizar.
- Son compatibles con otros indicadores del sistema implantado y permite la comparación y el análisis.

A continuación, se van a describir aquellos requisitos que deben cumplir todos los indicadores a utilizar, esto ayudara posteriormente en el diseño de indicadores que sirven de forma precisa para poder medir si se están cumpliendo los objetivos fijados.

- Identificar con un nombre cada indicador.
- Definir el objetivo del indicador, que estará en función de lo que se pretende medir.
- Determinar o cuantificar el objetivo a avanzar, siendo ese un valor o varios en función de cómo se mida o se defina.
- Deben identificar al responsable o responsables de cada indicador
- Sirven como base de medición de los objetivos relacionados como los aspectos claves del negocio.
- Especificar la frecuencia o periodicidad del indicador

- Se poder identificar la fuente de información de origen de los datos y el responsable de facilitar los indicadores.
- Deben poder identificar la fuente de información de origen de los datos y el responsable de facilitar la información para calcular el indicador.
- Deben poder facilitar información en forma de medición del grado de cumplimiento de los objetivos a conseguir.
- Deben por medir la evolución de los objetivos o su situación en un momento dado del tiempo.
- Deben poder aportar la información a los usuarios en el tiempo y forma requerida.

2.2.1.6 Dirección de proyectos

1.- Guía del PMBOK: El guía del PMBOK es un estándar para la dirección de proyectos, considerando como estándar a un “documento aprobado por una entidad reconocida que proporciona, para un uso común y repetido, reglas, pautas o características para productos, procesos o servicios, y cuyo cumplimiento no es obligatorio” (ISO 9453) citado en PMBOK (2009) (p. 418). El cual PMI fue acreditado como desarrollador de estándares en el año 1998.

Proyecto: Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para producir un producto, servicio o resultado.

3.- Dirección de proyectos: El PMBOK (2013) señala acerca de la dirección de proyectos que “es la aplicación de conocimientos de conocimientos, habilidades,

herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo” (p. 5). Se logra mediante la integración de 47 procesos de dirección de proyectos, categorizadas en cinco grupos de Procesos:

- **Inicio:** Según PMBOK (2013) “Aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o nueva fase de un proyecto existente al obtener la autorización para iniciar el proyecto o fase” (p. 49).

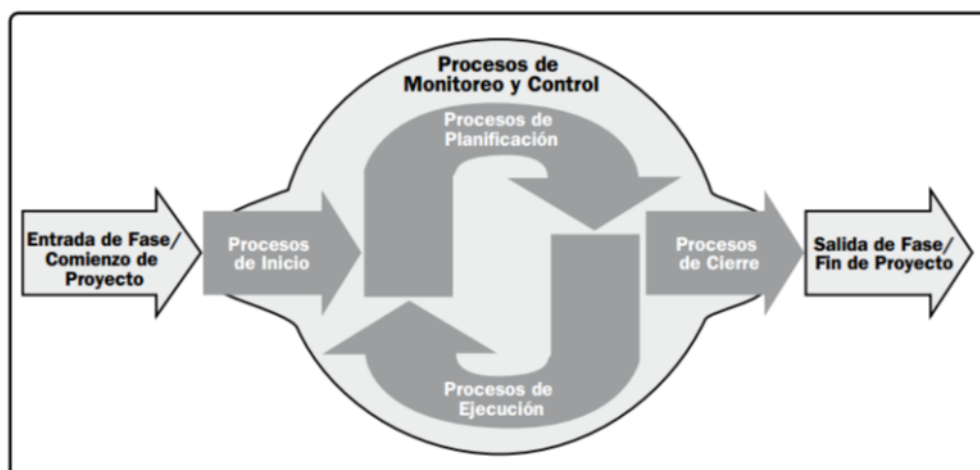
- **Planificación:** PMBOK (2013) señala que son “Aquellos procesos requeridos para establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción requerido para alcanzar los objetivos propuestos del proyecto” (p. 49).

- **Ejecución:** PMBOK (2013) menciona que son “Aquellos procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de satisfacer las especificaciones del mismo” (p. 49).

- **Monitoreo y control:** Según PMBOK (2013) “Aquellos procesos requeridos para rastrear, revisar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes.

- **Cierre:** PMBOK (2013) afirmar que son “aquellos procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los grupos de procesos, a fin de cerrar formalmente el proyecto o una fase del mismo” (p. 49).

Figura 4- Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos.



Fuente: PMBOK (2013).

- **Ciclo de Vida del Proyecto:** El ciclo de vida del proyecto va de principio a fin. Se divide en: inicio del proyecto, organización y preparación del proyecto, ejecución del trabajo y cierre del proyecto. Estos hitos se desglosan en objetivos funcionales, hitos, productos o resultados.

4.- Áreas de conocimiento: Los 47 procesos de dirección de procesos identificados por el PMBOK, se agrupan en 10 áreas de conocimiento, las cuales son:

- **Gestión de la integración del proyecto:** Según PMBOK (2013) La gestión de la integración del proyecto incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección de Proyectos (p. 63). En esta área se realiza las acciones integradoras para llevar a cabo el proyecto de manera controlada.

- **Gestión del alcance del proyecto:** La gestión del alcance del proyecto garantiza que el proyecto se ejecute

con el trabajo necesario para culminar el proyecto exitosamente.

- **Gestión del tiempo del proyecto:** Según PMBOK (2013) La gestión del Tiempo del Proyecto incluye los procesos requeridos para gestionar la terminación en plazo del proyecto (p. 141).

- **Gestión de los costos del proyecto:** PMBOK (2013) señala que en esta área incluye los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado (p. 193).

- **Gestión de la calidad del proyecto:** En la gestión de la calidad del proyecto PMBOK (2013) se establecen políticas de calidad, objetivos y las responsabilidades de calidad para que el proyecto satisfaga las necesidades para las que fue acometido (p. 227).

- **Gestión de los recursos humanos del proyecto:** En esta área del conocimiento se organiza, gestiona el equipo del proyecto. El equipo del proyecto tiene roles y responsabilidades en diferentes partes del proyecto, el cual pueden asignarse a las actividades a tiempo completo o parcial.

- **Gestión de las comunicaciones del proyecto:** La gestión de las comunicaciones del proyecto Según PMBOK (2013) se asegura que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información sean oportunos y adecuados (p. 287).

- **Gestión de los riesgos del proyecto:** En esta área se lleva a cabo la planificación, identificación, análisis, planificación de contingencia y el control de riesgos. La finalidad es aumentar la probabilidad del impacto positivo y disminuir la probabilidad del impacto negativo.
- **Gestión de las adquisiciones del proyecto:** La gestión de adquisiciones del proyecto planifica la gestión, efectúa, controla y cierra las adquisiciones que se requieren para la ejecución del proyecto.
- **Gestión de los interesados del proyecto:** En la gestión de los interesados del proyecto se identifica a los interesados (stakeholders), planificar la gestión para desarrollar estrategias de gestión indicadas para lograr la participación eficaz de los grupos de interés. Además, trabaja con los grupos de interés para satisfacer sus necesidades con respecto al proyecto. Finalmente se controla la participación de los interesados para ajustar las estrategias e involucrar a los interesados del proyecto.

2.3. Definición de términos

1. **Cumplimiento de programación:** Esta es la cantidad de tareas programadas que se completaron usando la fórmula para la cantidad de órdenes de trabajo completadas dividida por la cantidad de órdenes de trabajo creadas. Indicador de avance de obra (principal, complemento, reparación).
2. **Cargador frontal:** Es un tractor equipado con una cuchara excavadora montada sobre brazos articulados al tractor y propulsada por dispositivos hidráulicos. Estas máquinas están diseñadas específicamente para movimientos ligeros de tierra en materiales blandos o preaflojados.

3. **Disponibilidad:** Esta es una medida de la cantidad de tiempo que un equipo puede realizar funciones programadas en un período de tiempo determinado.
4. **Excavadoras:** Este es un mecanismo hidráulico, está diseñado para cavar, palear, cortar excavaciones y retirar tierra excavada de pozos de excavación o cargar en la parte trasera de camiones.
5. **Excavación:** Incluye la remoción de material por encima o por debajo del nivel freático, para cimientos de estructuras que van desde materiales convencionales (suelos y/o piedra), hasta cimientos de estructuras, alcantarillas, muros, zanjas, canales y cunetas. y otras obras adicionales.
6. **Gestión:** Se refiere a la acción y las consecuencias de administrar o controlar algo. Por otro lado, la gestión de proyectos es la disciplina encargada de organizar y administrar los recursos para que todo el trabajo requerido por un proyecto se pueda realizar dentro del tiempo y presupuesto disponibles.
7. **Horas maquinas:** Es el número total de horas trabajadas en una actividad.
8. **Indicadores de calidad:** Miden el desempeño de un producto o servicio tomando en cuenta las necesidades del cliente.
9. **Indicadores de productividad:** Miden el desempeño del proceso a través de relaciones basadas en los recursos utilizados y los productos correspondientes recibidos.
10. **Indicadores de desempeño global:** Se utilizan para acciones estratégicas y toma de decisiones ya que miden la competitividad global de una empresa.
11. **Indicadores de desempeño específico:** Se utilizan para realizar acciones o tomar decisiones dentro de las operaciones o gestión de

procesos, ya que brindan información individual sobre estrategias, prácticas de gestión y procesos.

12. Indicador de excavación: La velocidad de corte se basa en ciertos parámetros dependiendo del tipo de piedra. En este caso, se basará en comparar las características teóricas con las características reales obtenidas en cada tipo de roca.

13. Indicador de perforación – jumbo: Este indicador está relacionado principalmente con la cantidad de metros perforados, que depende de la masa obtenida de la explosión. Al mismo tiempo, se debe tener en cuenta que el volumen obtenido por la explosión será desde la sección transversal del frente de trabajo hasta la longitud real del conductor.

14. Jumbo: Equipo autopropulsado con uno o varios brazos que disponen de martillos para perforación en trabajos subterráneos.

15. Motoniveladora: Una máquina muy versátil para mover tierra u otros materiales sueltos. Su función principal es nivelar, modelar o proporcionar el desnivel necesario para el material en el que se trabaja. Se considera una máquina de acabado de superficies.

16. Movimientos de tierra: Conjunto de actividades realizadas en espacios naturales para cambiar la forma de la naturaleza o para obtener materiales para obras públicas, mineras o industriales.

17. Maquinaria pesada: Equipos de construcción o minería alquilados, vehículo destinado a labores industriales, incluyendo minería, construcción y mantenimiento, cuyas características físicas y técnicas no le permitan transitar por vías públicas o vías privadas es de uso público.

18. Maquinaria de producción: Son máquinas que intervienen directamente en el proceso productivo de las obras: movimiento de

tierras, producción de áridos, asfaltado, etc. Son objeto de medición de la usabilidad mecánica.

19. Planificación: La planificación funciona de la misma manera desde el comienzo de un proyecto, la planificación es un método que le permite ejecutar planes directamente y controlarlos en función del plan.

20. Trabajo programado: Indica el tiempo total de trabajo planificado en un mes utilizando la fórmula de horas de trabajo divididas por el total de horas de trabajo disponibles.

21. Túnel: Un túnel es una obra subterránea de carácter lineal, cuyo objeto es la comunicación de dos puntos, para realizar el transporte de personas, materiales, entre otras cosas. Normalmente es artificial.

22. Utilización: Es una medida del tiempo de actividad del dispositivo, ya sea que esté funcionando de manera eficiente o ineficiente. En teoría, el uso podría estar cerca de la disponibilidad en términos absolutos, considerando que este dato solo está respaldado por operaciones, ya que tienen retrasos como almuerzo, llenado de aceite, transporte, transferencia, etc.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El control basado en indicadores claves de desempeño mejora la gestión en la reducción de los costos de operación de maquinaria pesada en la excavación de túnel.

2.4.2. Hipótesis específicos

a) El control basado en indicadores claves de desempeño reduce las horas de stand by en maquinaria pesada en la excavación de túnel.

b) El control basado en indicadores claves de desempeño reduce la incidencia en los costos de horas de stand by de maquinaria

pesada en la gestión de maquinaria pesada en la excavación de túnel.

c) Un adecuado flujo de procesos interviene en un mejor control basado en indicadores claves de desempeño en la gestión de maquinaria pesada en la excavación de túnel.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Variable independiente (X): Indicadores claves de desempeño KPIs. “Es una forma de medir si una acción o un conjunto de iniciativas están efectivamente atendiendo a los objetivos propuestos por la organización”.

Variable dependiente (Y): Gestión de maquinaria pesada. “La gerencia de maquinaria y equipo tiene como propósito principal definir, direccionar, planificar, organizar, implementar, controlar y validar las actividades administrativas y operativas relacionadas con el manejo de las máquinas y los equipos ubicados en los diferentes proyectos constructivos de la organización”.

2.5.2. Definición operacional de la variable

Para la investigación se ha considerado las siguientes variables:

Variable independiente (X): Indicadores claves de desempeño (KIPs), Los indicadores es una herramienta de monitorización con la que podemos identificar cambios en el uso y rendimiento de la máquina debido a diversos factores como:

- **Mano de obra:** debido a que las maquinarias empleadas son operadas por personal calificado, y la falta o cambio de personal (operario) si el previo adiestramiento, puede afectar en el desarrollo de las actividades realizadas.

- **Maquinarias:** la falta de mantenimiento adecuado puede ocasionar retrasos en el avance de excavación del túnel, por ello los equipos deben estar constantemente en mantenimiento.
- **Sostenimiento preventivo:** uno de los procesos de excavación es el sostenimiento preventivo, el cual al no realizar adecuadamente puede ocasionar desprendimiento de rocas, ocasionando accidentes.
- **Actividades paralelas:** debido a que existen otros frentes (partidas de trabajo) se presentan restricción de accesos ya sea por eliminación de material, voladura, etc.
- **Eventos inesperados:** lluvias torrenciales, desprendimiento de taludes, tormentas eléctricas (en la trayectoria de eliminación de desmonte – superficie).
- **Rendimientos:** de acuerdo como son empleados los equipos podemos mejorar y/o mantener su participación en el proceso.
- **Equipos en Stand by:** debido a su participación en cada proceso.
- **Actividades paralelas:** debido a que existen otros frentes (partidas de trabajo) se presentan restricción de accesos ya sea por eliminación de material, voladura, etc.

Variable dependiente (Y): Gestión de maquinaria pesada, se medirá las propiedades físicas y mecánicas del suelo de acuerdo a lo estipulado en el Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

Tabla 1 – Variables de investigación.

Variable Independiente	Variable Dependiente
Indicadores claves de desempeño KPIs.	Gestión de maquinaria pesada

Fuente: Elaboración propia.

2.5.3. Operacionalización de la Variable

Tabla 2 – Operacionalización de las variables.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	SUB INDICADORES
Control Basado en Indicadores Claves de Desempeño	Método de Control	Indicadores oportunos y de rendimiento	-Torres, J, C, (2011). Gestión del Control de Maquinaria Pesada en Obras Viales Usando Tecnologías de la Información, Lima Perú (Tesis para optar el Grado de Maestro en Gestión y
	Lenguaje de Programación	Procesos de datos mediante un dispositivo electrónico para determinar el rendimiento de equipos	Administración de la Construcción). -Microsoft Excel 2013 -GyM. S. A. (2010).
	Operatividad	Mantenimiento adecuado y oportuno de equipos	Control de maquinarias mediante sistema de control SISME, Lima Perú.
	Disponibilidad		
	Utilización	Control de operación de cada equipo el cual determinara las horas trabajadas	
	Interpretación de resultados	Procesamiento de datos recolectados in situ.	-Walter, I, (2010). Costos y Tiempos en Carreteras, Perú, Editorial Macros.
	Comparación de resultados	Análisis de resultados mediante el software Primavera.	- GyM.S.A. (2010). Manual de Gestión de Proyectos de Construcción, Lima Perú.
Evaluación de resultados	Identificación de ineficiencias y análisis.	- GyM.S.A. (2010). Manual de Gestión de Proyectos de Construcción, Lima Perú.	
Toma de decisiones	De acuerdo a los resultados arrojados.	-Ballester, F, Capote, J, (2006). Máquinas de Movimiento de Tierras. Criterios de Selección.	

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

En la investigación utilizo el método científico, esto fundamenta según Del Cid, Sandoval y Sandoval (2007) pues se seguirá una serie de pasos ordenados y sistematizados para generar conocimiento basado en evidencia, siendo estos: observación, planteamiento del problema, planteamiento de hipótesis, experimentación para finalmente obtener conclusiones.

El método de la investigación específico fue el deductivo: por lo que con la información obtenida y procesada obtendremos ineficiencias en la utilización de maquinarias, y mediante ello, podemos interpretar resultados para su mejora en el proceso en la excavación del túnel de conducción

3.2. Tipo de Investigación

Según la naturaleza o enfoque de la investigación), el tipo de investigación aplicada a la presente tesis fue Mixto (Cuantitativo – Cualitativo), esto debido a que nos permitió examinar los datos de manera numérica, ya que para la investigación realizada toma muestras numéricas de horas trabajadas y avances de excavación, y también considera eventos ocurridos en el ciclo de excavación.

3.3. Nivel de investigación

Por el grado de profundidad del estudio se aplicó el nivel de investigación descriptivo, longitudinal, retrospectivo. descriptivo, porque describe los eventos ocurridos en el desarrollo de la excavación del túnel, longitudinal, porque las muestras tomadas son a lo largo de un año de avance de excavación del túnel, y retrospectivo, porque la excavación del túnel ya fue realizada en años anteriores.

3.4. Diseño de investigación

El diseño que se utilizó en el trabajo de investigación es no experimental, esto debido a que no existe manipulación de variables.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Según Carrasco (2007), la población es la suma total de todos los elementos (unidades de análisis) pertenecientes al entorno espacial en el que se lleva a cabo el estudio. En nuestro caso la población son datos de horómetros de equipos utilizados para la excavación del túnel de conducción (datos de 52 semanas - agosto 2013 - agosto 2014) de la central hidroeléctrica Cerro del Águila - Colcabamba.

3.5.2. Muestra

Según Carrasco (2007), una muestra es una parte o parte representativa de una población, cuyas principales características deben ser objetivas y fielmente reflexivas de tal manera que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que componen una población determinada, en cuyo caso se trata de una muestra no probabilística, debido a que estas muestras no siguen reglas o reglas estadísticas, y por lo tanto dependen solo directamente del criterio arbitrario del investigador, así como de su experiencia. Por lo que se ha considerado como

muestra a los datos tomados en las 04 semanas (semana 20, 21, 22 y 23), donde el avance no es el esperado (avances críticos o por debajo del planificado).

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Observaciones en campo: La observación será la principal técnica ya que se tomarán datos en campo sobre la operación de los equipos y el avance en cada partida, para luego ser procesados en gabinete y posteriormente analizados.

Reportes de operación de equipo: Documentos formales, que entregan diariamente los responsables en la operación de cada maquinaria, identificando previamente, las horas trabajadas, actividad realizada, problemas de operación, etc.

Reportes diarios de avance: Reportes realizados por los capataces de cada frente en el cual especifica las actividades realizadas durante su jornada de trabajo.

3.7. Procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información obtenida en campo fue necesario crear tablas y gráficos en softwares especializados como Microsoft Excel, este software permitieron una adecuada distribución gráfica de los resultados obtenidos y el cálculo de algunos promedios.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Las técnicas y análisis de datos, se consideró la técnica establecida para datos cuantitativos, basada en la estadística descriptiva, esto para la descripción, realización de figuras, el análisis, la comparación, el establecimiento de la relación y sobre todo para resumir los datos obtenido en laboratorio, además de probar la hipótesis de la investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados específicos

4.1.1. Descripción del lugar de estudio

1.- Ubicación: El proyecto de la Central Hidroeléctrica Cerro del Águila se encuentra ubicado en la jurisdicción de la Región Huancavelica.

Ubicación Política:

Distrito : Salcabamba - Surcubamba.

Provincia : Tayacaja.

Región : Huancavelica.

2.- Accesibilidad: El acceso al proyecto de la Central Hidroeléctrica Cerro del Águila se sigue siguiendo la ruta Lima - Huancayo – Pampas, con 332 Km de carretera asfaltada y 60.6 Km de carretera afirmada. A partir de la ciudad de pampas nos dirigimos hacia el distrito de Salcabamba a unos 25.2 Km. Finalmente nos dirigimos hacia el campamento Casa de Maquina a una distancia de 21.1 Km, como referencia en dirección hacia el poblado de Jatuspata.

3.- Descripción del proyecto: La Central Hidroeléctrica Cerro del Águila está diseñado para una capacidad de 504 KW con una caudal de diseño de 200 m³/s, este aprovecha un salto de 245.5m.

a) Obras en superficie: La energía producida por la central se entregará a la subestación Campo Armiño. Además, el Proyecto no contará con obras de regulación estacional porque aprovechará la del lago Junín y la regulación horaria del embalse Tablachaca.

Las obras de captación están ubicadas a 7 Km. aguas debajo de la Central Hidroeléctrica, tendrá una pendiente de 0.7%. Se emplazan en una sección rocosa (estribos y base), donde es posible construir una presa que permite formar un embalse para almacenar unos 3 millones de m³ útiles de agua destinados a regulación horaria y contar con otros 6.6 millones de m³ de capacidad destinados a manejar el arrastre de sedimentos del río Mantaro, que se estima es del orden de 5 a 6 millones de m³ al año.

La presa tendrá 41 m de altura y 230 m de ancho en la corona. En correspondencia con el cauce natural, contará con 3 compuertas radiales de fondo de 9m de ancho y 8m de alto para la purga del embalse (cota 1504 msnm) y con un vertedero de demasías, conformado por 10 compuertas radiales de fondo de 9m de ancho y 8m de alto (cota 1533 msnm) previstas encima de las compuertas de purga de embalse.

En la parte derecha de la presa se contará con 4 compuertas de captación (cota 1520 msnm) que abastecerán a las naves de desarenación y con 4 compuertas desrripiadoras (cota 1513 msnm), ubicadas debajo de cada compuerta de captación.

El nivel máximo ordinario del reservorio es 1541 msnm y coincide con el nivel superior de las compuertas del vertedero. El nivel de agua máximo extraordinario del reservorio es 1543 msnm y corresponde al nivel de agua sobre la presa con las 10 compuertas abiertas y descargando la avenida máxima milenaria (6000 m³/s).

El nivel de agua mínimo ordinario en el reservorio es 1533 msnm y corresponde al nivel de cresta del vertedero de demasías y solera de las compuertas del vertedero. El nivel de coronación de la presa se ubica en la cota 1545 msnm.

Los registros del arrastre de sedimentos en suspensión por el río, en la zona del embalse de Tablachaca, han permitido estimar que el volumen total de sedimentos transportado por el río en esa zona llega a ser del orden de 3Hm³-año. Por relación de áreas y considerando que el tramo intermedio entre Tablachaca y la toma del Proyecto es una zona menos estable que la ubicada aguas arriba, se estimó que el aporte de sedimentos, hasta la zona de captación, sería entre 5Hm³ a 6Hm³. El fenómeno del niño en esta zona tendría poco efecto por el transporte de sedimentos, ya que se trata de una zona con cobertura vegetal, donde llueve todos los años y no se encuentra en la vertiente del pacífico.

En época de estiaje, el reservorio trabaja almacenando agua en horas de poca demanda y entregando agua en las horas punta directamente al túnel de conducción, sin pasar por el desarenador.

El río Mantaro en la zona de captación, presenta un cauce rocoso y no muestra signos de depósito de sedimentos. El arrastre de sedimentos ocurre en meses lluviosos, periodo para el cual el esquema de la obra incluye un desarenador, conformado por 4 naves de 135m de longitud y 10 m de altura, diseñado para permitir desarenar partículas de hasta 0.3 mm de diámetro. No se considera desarenar partículas más pequeñas debido a que aun en épocas de avenida, la presa operará con una altura mínima de 29m y el embalse hará las tres veces de un primer desarenador, donde decantarán una buena parte de los sólidos que arrastra el río.

La cámara de carga tendrá un área de 6000 m² y contará con un vertedero lateral de 100 m de longitud para evacuar los caudales captados y que no son aprovechados por la central.

b) Obras subterráneas: Las obras subterráneas está conformada por: túnel de conducción, túnel de baja presión y de corta longitud, previsto para ser excavado mediante perforación y voladura, debido a que los caminos de acceso requerido para su construcción no facilitarían el traslado de una maquina tuneladora TBM de gran diámetro. El túnel se excavará en un macizo rocoso de condiciones geotécnicas competentes.

Se trata de un túnel de 8296 m de longitud, de sección en herradura con solera plana, que se excavará desde el portal de ingreso (cota 1503 msnm) y desde una ventana de 469 m de longitud, ubicada al final del túnel (cota 1470 msnm). Se prevé excavar todo el túnel con una pendiente de 0.4%. Se evaluaron alternativas con revestimiento de concreto convencional y con shotcrete y se encontró que el diámetro óptimo para el primero era 7.6 m. (velocidad de 4m/s) y para el segundo 9.2 m (velocidad 2.8 m/s).

En base a los resultados, se seleccionó la alternativa con revestimiento con shotcrete y por las favorables condiciones de la roca, el túnel requerirá revestimiento de concreto en la solera, un sostenimiento de acuerdo al Índice Q. Con fines hidráulicos, se incluye un revestimiento final a lo largo de todo el túnel con shotcrete de 5 cm de espesor.

Dado que el túnel será revestido con shotcrete, contará en el extremo final con una trampa de rocas destinada a retener las partículas de roca o pedazos de shotcrete que se desprendan de la superficie del túnel en los primeros años de su operación. Se trata de una excavación del fondo del túnel, de 1.7m de profundidad y unos 60 m de largo, provisto de elementos que permitan caminar por encima por ella, para cuando se tenga que hacer una limpieza del material retenido o de su eventual retiro.

Túnel by – pass, para el periodo de estiaje, cuando no opere el desarenador y el reservorio haga las veces de este, el esquema de las obras de captación incluye una toma directa, junto al estribo derecho de la presa, que entregara las aguas a un túnel by-pass que se conecta directamente con el túnel de conducción. Se trata de un túnel de las mismas dimensiones del túnel de conducción y de 590 m de longitud, que se construirá desde el referido túnel con una pendiente de 3.97 % y permitirá, en los meses de estiaje, que la central opere con una mayor carga, evitando que se pierda el desnivel de 17m que existe entre el reservorio y la cámara de carga.

Tunel de cables, se trata de un pique vertical de 180m de longitud, de sección circular, de 15m de diámetro útil y revestido de concreto en toda su longitud. El material excavado se eliminará por la ventana de salida del túnel de conducción. Para su construcción se prevé una ventana superior en la cota 1650 msnm, de 215 m de longitud, a la que se accederá a través de un ramal a construir desde el camino de acceso a la Casa de Máquinas.

La eliminación del material excavado se hará desde el túnel de conducción. No se descarta poder aprovechar como chimenea la ventana de acceso al tramo final del túnel, solución que reduce las inversiones y normalmente reduce las vías de acceso requeridas para la construcción de las obras.

Según los resultados obtenidos, una chimenea de sección constante y 15 m de diámetro, es suficiente para absolver las oscilaciones que ocasionen los fenómenos transitorios, siempre que tenga cotas inferiores a 1470 msnm y cotas superiores mayores a 1600 msnm, por lo que no se requiere de cámaras de expansión ni de alimentación.

Conducto forzado, está conformado por dos tramos, el primero vertical, de 182 m de longitud, sección circular y revestido de

concreto de 30 cm de espesor. Se asume que no se requerirá revestimiento de acero por las favorables condiciones de la roca y principalmente por la reducida presión a la que se le someterá. El tramo vertical se construiría desde una cámara superior, mediante un Raise Boering o Alimak, para posteriormente ser ampliada hasta del diámetro de diseño. El material excavado se eliminará por la misma galería del conducto forzado horizontal.

Se seleccionó un pique vertical por la facilidad del método constructivo. Desde el punto de vista económico, el diámetro más conveniente es 7.1 m, que coincide con el límite superior de velocidad para productos revestidos de concreto, pues llega a 5.05 m/s.

El tramo horizontal blindado con acero, de 80 m de longitud, se excavará desde la caverna de la casa de máquinas. En este tramo la tubería distribuye a tres ramales que abastecen a cada turbina.

En este caso, la excavación es en sección tipo baúl, con 7.2 m de ancho y 7.2 m de alto y que por tratarse de un conducto corto donde se tienen ductos de entrega a cada turbina, se opta por diseñarlos con una velocidad de 7 m/s, lo que implica para el tramo inicial un diámetro de 6.03 m y para los ductos a cada turbina de 3.5 m.

Caverna casa de máquinas, se ubicará en caverna en roca competente. En ella se instalarán tres turbinas Francis de eje vertical con capacidad para 67 m³/s y que producirían 134 MW cada una. En una caverna paralela se instalarían los transformadores, pues por la distancia al patio de llaves no conviene colocar los transformadores en él.

Sus dimensiones aproximadas son de 88m de largo, 20m de ancho y 31 m de alto y contaría con los siguientes niveles: El nivel de la turbina donde se ubicarán las turbinas (cota 1287 msnm), el nivel donde se ubicaran los generadores (cota 1296 msnm), el nivel

de la sala de montaje, sala de baterías, almacén y servicios higiénicos (cota 1301 msnm), el nivel donde se encuentra la sala de control, celdas y la oficina (cota 1296 msnm), el nivel donde se encuentra el puente grúa (cota 1310 msnm), en la caverna se contará con sistemas de refrigeración, ventilación, iluminación, contra incendio, etc. Las turbinas se instalarán con su eje en la cota 1287 msnm, descargando las aguas al túnel de descarga, donde el agua se encontrará en la cota 1295.5 msnm.

Caverna transformadores, la subestación transformadora se encontrará en una caverna adyacente a la Casa de Máquinas, en la cota 1301 msnm a la que se llegará por tres galerías de cables y una galería de acceso. En ella se prevé albergar tanto a los transformadores como a los equipos de maniobra de la subestación 220 KV, del tipo SF6.

Se ha considerado que la subestación tendrá tres transformadores trifásicos de 160 MVA c/u. Sin embargo, debido a las dificultades de transporte y montaje que se puedan presentar por las dimensiones y pesos significativos de estos equipos, se podría evaluar la conveniencia de utilizar bancos de transformadores monofásicos. Se ha considerado también la instalación en caverna de los equipos de maniobra 220 KV, que serán del tipo GIS (SF6-Gas Insulated Switchgear) debido a sus reducidas dimensiones y pesos. Desde las celdas GIS se derivarán cables con aislamiento para 220 KV, instalados en las galerías de cables, mediante las cuales se enlazarían a la línea aérea en la subestación de salida. Se estima que las dimensiones de la caverna sean de 12 m de ancho, 10 m de alto y 18 de largo para el área de transformadores y de 8 m de ancho, 6 m de alto y 12 m de largo para el área de los equipos GIS.

Túnel de acceso, se excavará desde un portal rocoso ubicado a unos 33 m por encima del nivel de agua en época de estiaje, para

estar alejado de niveles de agua máximos extraordinarios que se puedan presentar en el río Mantaro. Será un túnel de 829 m de longitud y sección de 6m de ancho por 7.3 m de alto, para permitir el paso de los cables que evacuan la energía hacia el patio de llave. Al igual que los otros túneles, solo se prevé el revestimiento de la solera.

Túnel de descarga, tendrá una longitud de 947 m y una sección de 97.28m² revestido de concreto solo en la solera y revestido con shotcrete en las paredes.

Trabjará a pelo libre con tirante de agua de 7.62 m. Su pendiente será de 0.13%, con una velocidad de flujo máxima de 3 m/s.

En la entrega al río la cota será 1286.5 msnm, 4.5 m por encima del nivel de agua de estiaje para estar alejado de las oscilaciones que presentaría el río a lo largo. Para el Túnel de Descarga Aguas Abajo tenemos los servicios de agua, aire, bombeo, electricidad y transporte.

4.1.2. Resultados de la reducción de horas stand by en maquinaria pesada mediante el control basado en indicadores claves de desempeño

1.- Operación básica de estudio

a.- Excavación de túnel de conducción: El túnel de conducción es un túnel de baja presión y de corta longitud, previsto para ser excavado mediante perforación y voladura, debido a que los caminos de acceso requerido para su construcción no facilitan el traslado de una maquina tuneladora TBM de gran diámetro. El túnel se excava en un macizo rocoso de condiciones geotécnicas competentes.

b.- Descripción de los equipos en estudio: Los equipos con que se cuenta en la empresa contratista para el normal desarrollo de

las operaciones de excavación del túnel de conducción para el estudio y análisis se desarrollara en base a los siguientes equipos:

Tabla 3 – Relación de Maquinaria Pesada.

CODIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	AÑO	CAPACIDAD / POTENCIA
00011M0111	VOLQUETES	IVECO	TRAKKER 380T42H	2012	15 M3
00011M0115	VOLQUETES	IVECO	TRAKKER 380T42H	2012	15 M3
00011M0119	VOLQUETES	IVECO	TRAKKER 380T42H	2012	15 M3
00011M0124	VOLQUETES	IVECO	TRAKKER 380T42H	2012	15 M3
00011M0125	VOLQUETES	IVECO	TRAKKER 380T42H	2012	15 M3
00011M0128	VOLQUETES	IVECO	TRAKKER 380T42H	2012	15 M3
00011M0130	VOLQUETES	IVECO	TRAKKER 380T42H	2012	15 M3
00011M0131	VOLQUETES	IVECO	TRAKKER 380T42H	2012	15 M3
00016M0107	CARGADOR FRONTAL	CATERPILLAR	972H	2012	4.7 M3
00016M0108	CARGADOR FRONTAL	CATERPILLAR	972H	2012	4.7 M3
00014M0102	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336 DL	2011	1.6 M3
00014M0109	EXCAVADORA	CATERPILLAR	336DL BR	2012	1.6 M3
00014M0111	EXCAVADORA	CATERPILLAR	349DL US	2012	3.2 M3
00014M0924	EXCAVADORA	JOHN DEERE	200 DLC	2011	1.2 M3
00014M0927	EXCAVADORA	JOHN DEERE	200 DLC	2011	1.2 M3
00014MA946	EXCAVADORA	DOOSAN	DX340LCA M	2011	1.49 M3
00014MA947	EXCAVADORA	DOOSAN	DX340LCA M	2011	1.49 M3
00014MA960	EXCAVADORA	DOOSAN	DX-340 LCV	2012	2.1 M3
00023M0106	ROBOT SHOTCRETERO	PUTZMEISTER	PM 500P	2012	-
00023M0108	ROBOT SHOTCRETERO	PUTZMEISTER	PM 500P	2012	-
00037M0101	TELEHANDLER	MANITOU	MRT-X 1440	2012	4.0 TON
00037M0102	TELEHANDLER	MANITOU	MRT-X 1440	2012	4.0 TON
00037M0104	TELEHANDLER	MANITOU	MRT-X 1440	2012	4.0 TON
00037MA602	TELEHANDLER	MANITOU	MRT-X 1441	2013	4.0 TON
00037MA604	TELEHANDLER	MANITOU	MRT-X 1442	2014	4.0 TON
00014M0106	RETROEXCAVA DORA	CATERPILLAR	420 F	2012	0.96 M3

Fuente: Elaboración propia.

2.- Reducción de horas stand by:

a.- Identificación de indicadores claves de desempeño en la excavación del túnel de conducción: Para el presente estudio se tomó en cuenta los índices claves de desempeño de los equipos utilizados en la excavación del túnel de conducción descritos anteriormente, por lo tanto, nos limitaremos a nuestro tema, solo abordaremos los siguientes indicadores:

- Número de equipos (NE).
- Horas programadas de trabajo (HP).
- Horas mínimas de trabajo (HM).
- Horas trabajadas (HT).
- Horas stand By (HSB).
- Horas de reparación (HR)
- Utilización del equipo (UE).
- Eficiencia (E)
- Costo maquina por hora trabajada (CH).

Con estos datos de desempeño establecidos, se analizó el desempeño de los equipos pesados en el túnel de la central hidroeléctrica Cerro del Águila.

b.- Valoración de los indicadores claves de desempeño en la excavación del túnel de conducción: En la operación de excavación del túnel de conducción se tuvieron que llegar a valorar los indicadores que puedan medir la operatividad de esta operación para ello se tuvieron que confeccionar tablas, gráficos comparativos que nos evalúen la eficiencia y eficacia de las maquinarias empleadas.

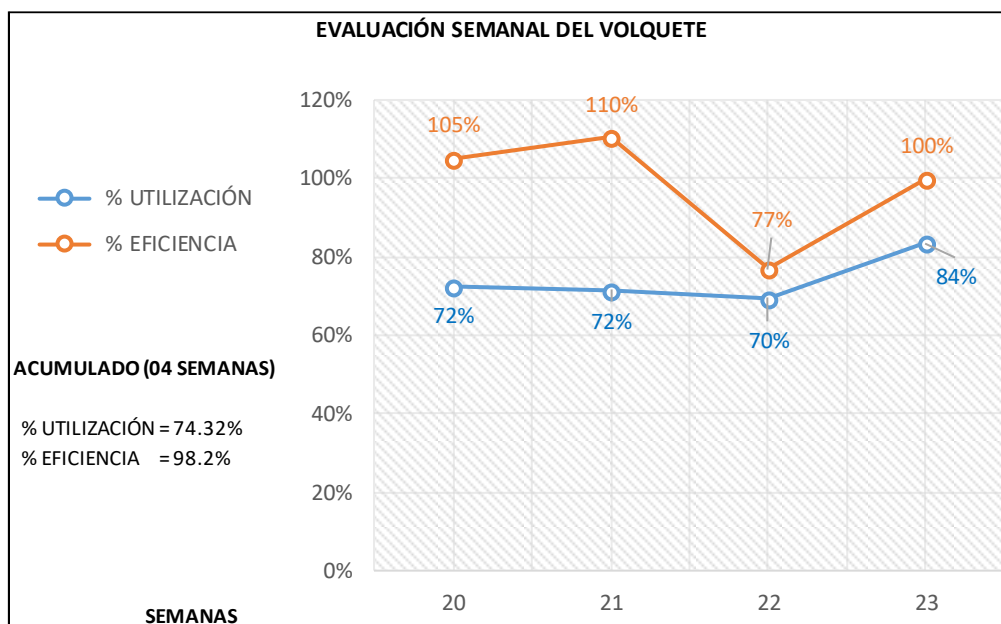
Tabla 4 – Indicadores claves de desempeño de los volquetes.

VOLQUETES

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	UNIDAD	S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Número de equipos	Und	8	8	8	6
Horas programadas de trabajo (HP)	Hr	293.59	337.87	221.68	274.52
Horas mínimas de trabajo (HM)	Hr	336.00	336.00	336.00	252.00
Horas trabajadas (HT)	Hr	278.80	305.80	287.80	274.60
Horas stand by (HSB)	Hr	92.50	95.40	102.30	41.20
Horas de Reparación (HR)	Hr	2.00	0.00	0.00	0.00
Eficiencia (E)	%	105%	110%	77%	100%
Utilización del equipo (UE)	%	72%	72%	70%	84%
Costo maquina por hora (CH)	\$	25.85	25.85	25.85	25.85

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal de los volquetes.



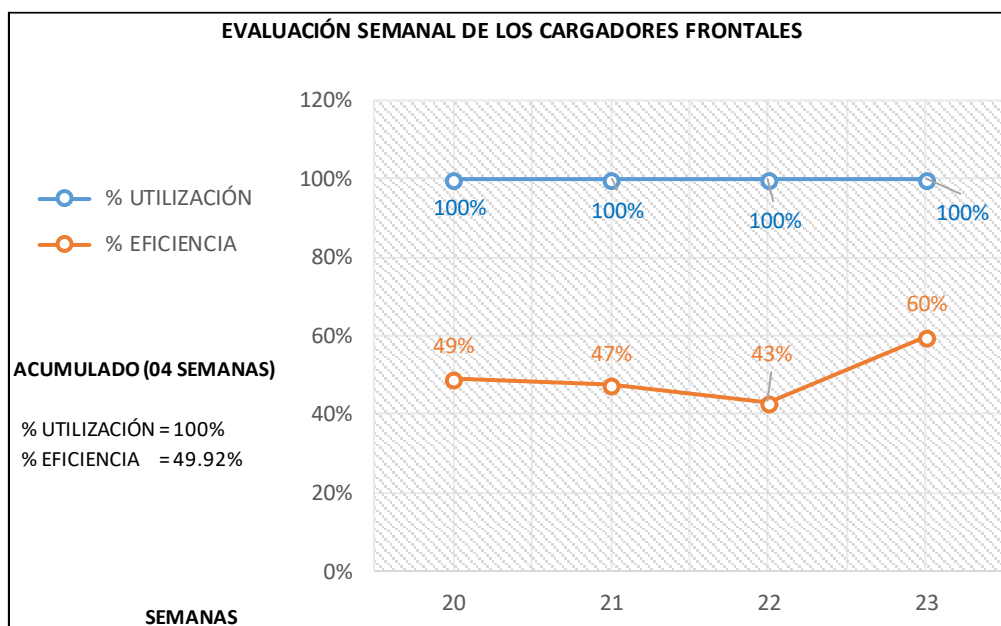
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5 – Indicadores claves de desempeño de los cargadores frontales.

CARGADORES FRONTALES					
INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	UNIDAD	S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Número de equipos	Und	1	1	1	1
Horas programadas de trabajo (HP)	Hr	29.36	33.79	25.59	27.45
Horas mínimas de trabajo (HM)	Hr	32.67	32.67	32.67	32.67
Horas trabajadas (HT)	Hr	59.60	71.40	59.30	45.80
Horas stand by (HSB)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Horas de Reparación (HR)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Eficiencia (E)	%	49%	47%	43%	60%
Utilización del equipo (UE)	%	100%	100%	100%	100%
Costo maquina por hora (CH)	\$	47.60	47.60	47.60	47.60

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal de los cargadores frontales.



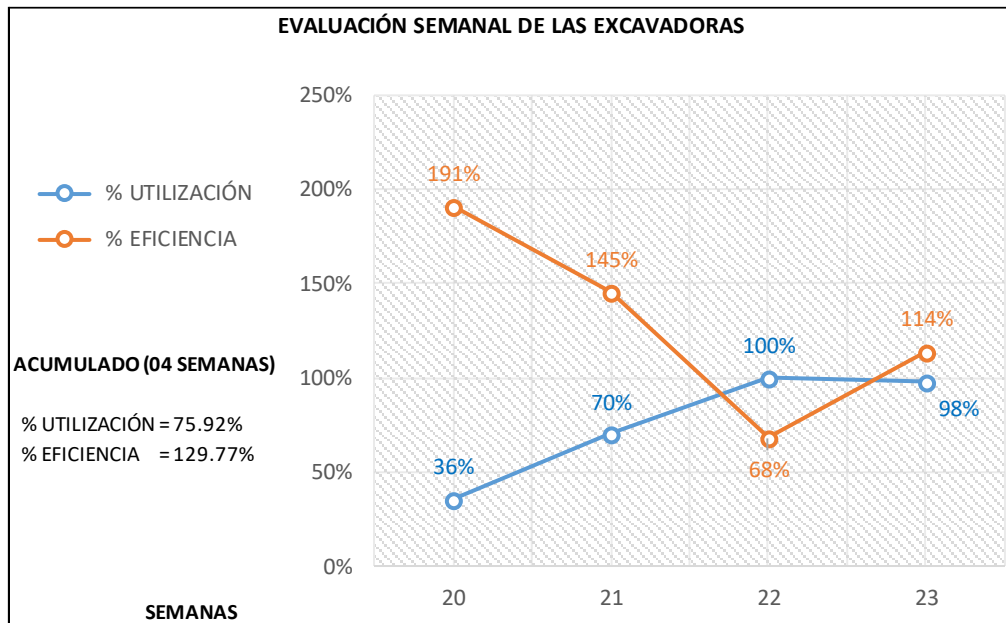
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6 – Indicadores claves de desempeño de las excavadoras.

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	EXCAVADORAS				
	UNIDAD	S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Número de equipos	Und	4	3	2	2
Horas programadas de trabajo (HP)	Hr	114.87	129.54	62.16	103.51
Horas mínimas de trabajo (HM)	Hr	168.00	126.00	84.00	84.00
Horas trabajadas (HT)	Hr	60.10	89.10	91.20	90.50
Horas stand by (HSB)	Hr	107.90	37.90	0.00	1.70
Horas de Reparación (HR)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Eficiencia (E)	%	191%	145%	68%	114%
Utilización del equipo (UE)	%	36%	70%	100%	98%
Costo maquina por hora (CH)	\$	59.22	59.22	59.22	59.22

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal de las excavadoras.



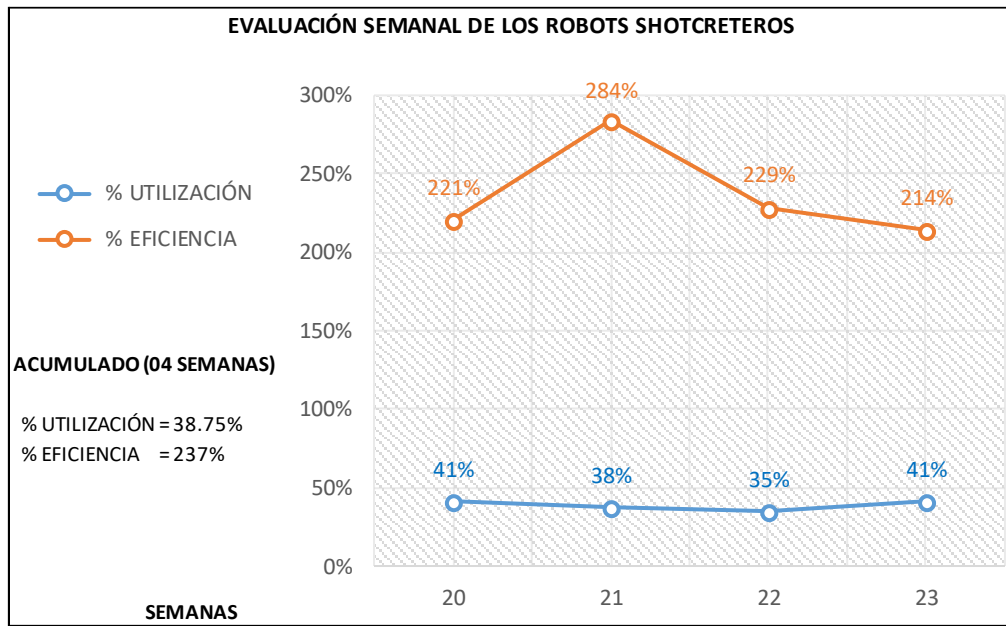
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7 – Indicadores claves de desempeño de los robot shotcreteros.

ROBOT SHOTCRETEROS					
INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	UNIDAD	S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Número de equipos	Und	2	2	2	2
Horas programadas de trabajo (HP)	Hr	64.02	74.76	56.07	61.46
Horas mínimas de trabajo (HM)	Hr	70.00	70.00	70.00	70.00
Horas trabajadas (HT)	Hr	29.00	26.30	24.50	28.70
Horas stand by (HSB)	Hr	41.00	43.70	45.50	41.30
Horas de Reparación (HR)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Eficiencia (E)	%	221%	284%	229%	214%
Utilización del equipo (UE)	%	41%	38%	35%	41%
Costo maquina por hora (CH)	\$	30	30	30	30

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal de los robot shotcreteros.



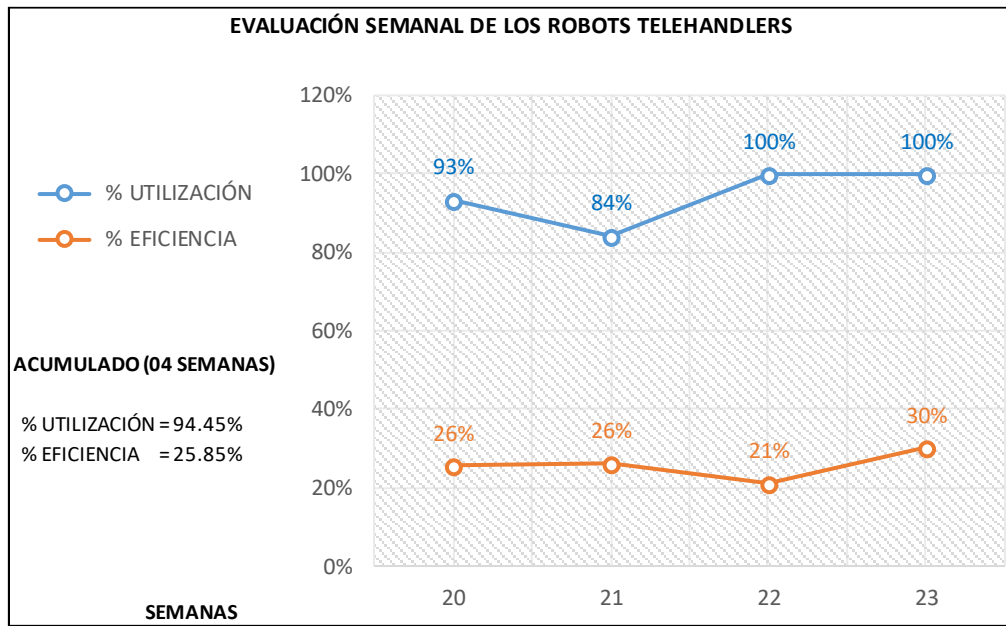
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 8 – Indicadores claves de desempeño de los telehandlers.

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	TELEHANDLERS				
	UNIDAD	S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Número de equipos	Und	4	4	3	3
Horas programadas de trabajo (HP)	Hr	48.13	55.23	41.24	44.76
Horas mínimas de trabajo (HM)	Hr	149.33	149.33	112.00	112.00
Horas trabajadas (HT)	Hr	188.00	209.50	194.00	148.30
Horas stand by (HSB)	Hr	9.83	23.33	0.00	0.00
Horas de Reparación (HR)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Eficiencia (E)	%	26%	26%	21%	30%
Utilización del equipo (UE)	%	93%	84%	100%	100%
Costo maquina por hora (CH)	\$	32.50	32.50	32.50	32.50

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal de los telehandlers.



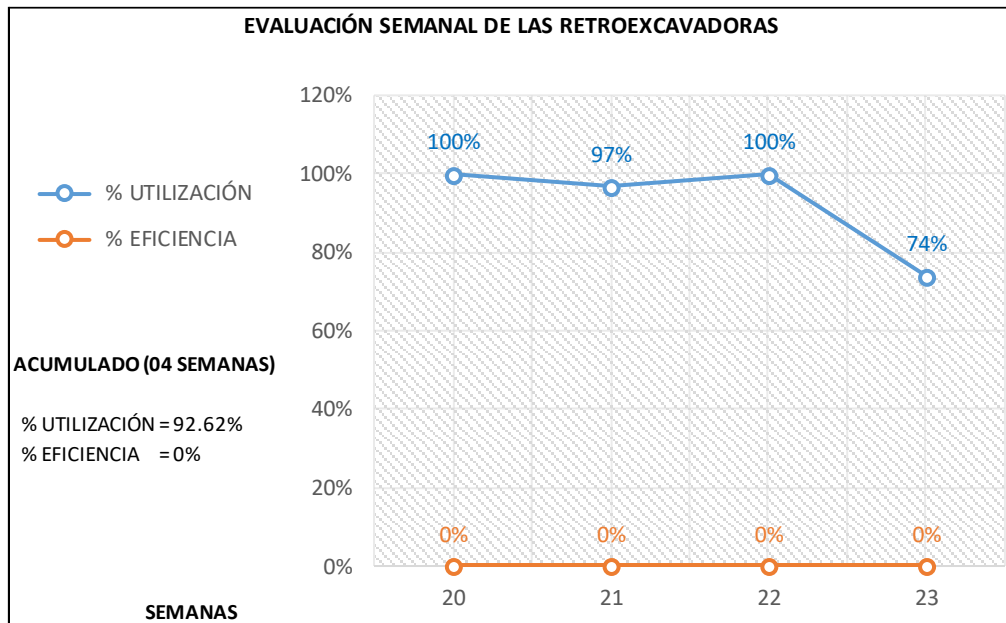
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 9 – Indicadores claves de desempeño de las retroexcavadoras.

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	RETROEXCAVADORAS				
	UNIDAD	S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Número de equipos	Und	1	1	1	1
Horas programadas de trabajo (HP)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Horas mínimas de trabajo (HM)	Hr	42.00	42.00	42.00	42.00
Horas trabajadas (HT)	Hr	42.70	40.60	56.80	31.00
Horas stand by (HSB)	Hr	0.00	1.40	0.00	11.00
Horas de Reparación (HR)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Eficiencia (E)	%	0%	0%	0%	0%
Utilización del equipo (UE)	%	100%	97%	100%	74%
Costo maquina por hora (CH)	\$	48	48	48	48

Fuente: Elaboración propia.

Figura 10- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal de las retroexcavadoras.



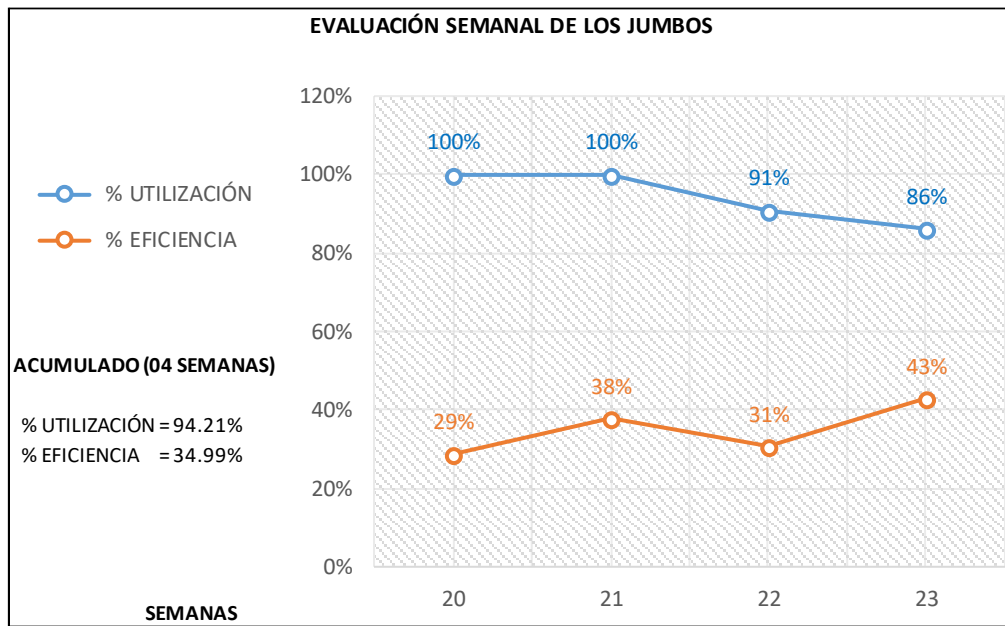
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 10 – Indicadores claves de desempeño de los jumbos.

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	UNIDAD	JUMBOS			
		S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Número de equipos	Und	1	1	1	1
Horas programadas de trabajo (HP)	Hr	13.96	15.96	9.71	12.90
Horas mínimas de trabajo (HM)	Hr	35.00	35.00	35.00	35.00
Horas trabajadas (HT)	Hr	48.30	42.40	31.80	30.10
Horas stand by (HSB)	Hr	0.00	0.00	3.20	4.90
Horas de Reparación (HR)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Eficiencia (E)	%	29%	38%	31%	43%
Utilización del equipo (UE)	%	100%	100%	91%	86%
Costo maquina por hora (CH)	\$	90	90	90	90

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal de los jumbos.



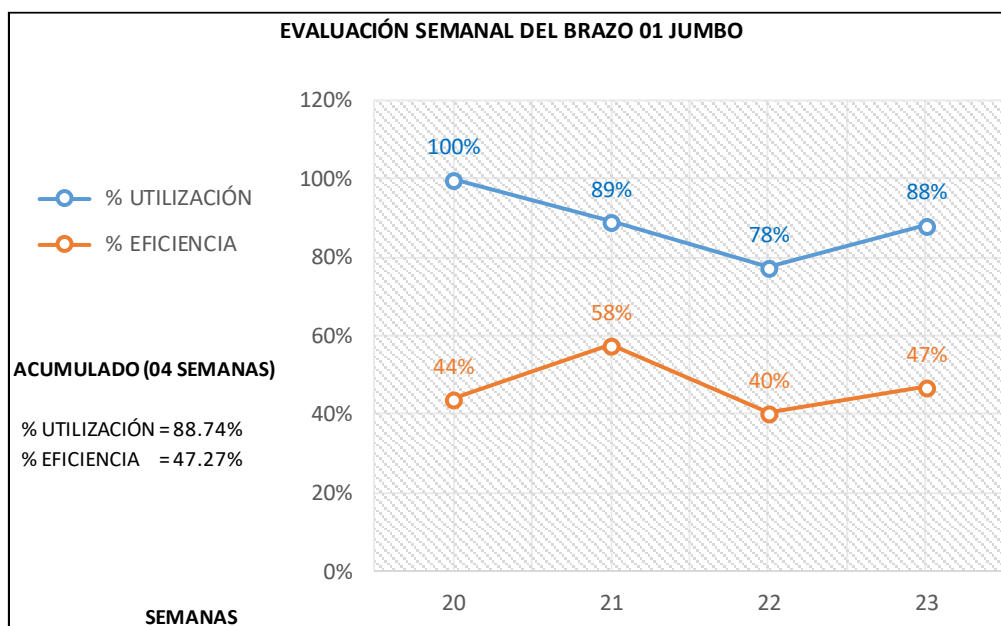
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 11 – Indicadores claves de desempeño del brazo 01 jumbo.

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	BRAZO 01 JUMBO				
	UNIDAD	S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Número de equipos	Und	1	1	1	1
Horas programadas de trabajo (HP)	Hr	15.76	18.01	10.96	14.55
Horas mínimas de trabajo (HM)	Hr	35.00	35.00	35.00	35.00
Horas trabajadas (HT)	Hr	35.92	31.17	27.13	30.94
Horas stand by (HSB)	Hr	0.00	3.83	7.87	4.06
Horas de Reparación (HR)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Eficiencia (E)	%	44%	58%	40%	47%
Utilización del equipo (UE)	%	100%	89%	78%	88%
Costo maquina por hora (CH)	\$	90	90	90	90

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal del brazo 01 jumbo.



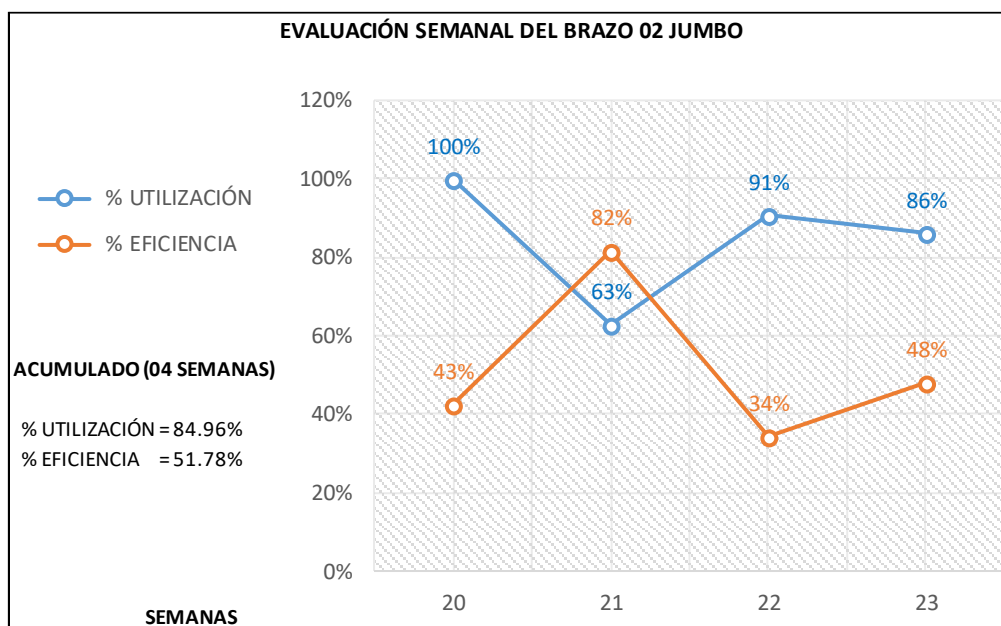
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12 – Indicadores claves de desempeño del brazo 02 jumbo.

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	BRAZO 02 JUMBO				
	UNIDAD	S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Número de equipos	Und	1	1	1	1
Horas programadas de trabajo (HP)	Hr	15.76	18.01	10.96	14.55
Horas mínimas de trabajo (HM)	Hr	35.00	35.00	35.00	35.00
Horas trabajadas (HT)	Hr	37.05	22.02	31.79	30.13
Horas stand by (HSB)	Hr	0.00	12.98	3.21	4.87
Horas de Reparación (HR)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Eficiencia (E)	%	43%	82%	34%	48%
Utilización del equipo (UE)	%	100%	63%	91%	86%
Costo maquina por hora (CH)	\$	90	90	90	90

Fuente: Elaboración propia.

Figura 13- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal del brazo 02 jumbo.



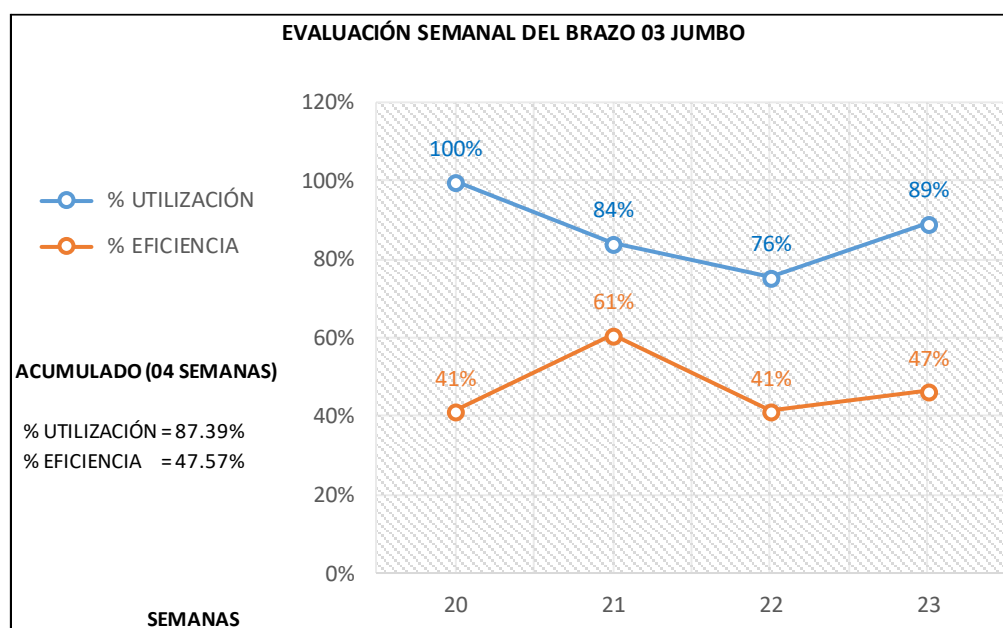
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 13 – Indicadores claves de desempeño del brazo 03 jumbo.

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	BRAZO 03 JUMBO				
	UNIDAD	S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Número de equipos	Und	1	1	1	1
Horas programadas de trabajo (HP)	Hr	15.76	18.01	10.96	14.55
Horas mínimas de trabajo (HM)	Hr	35.00	35.00	35.00	35.00
Horas trabajadas (HT)	Hr	38.00	29.53	26.52	31.29
Horas stand by (HSB)	Hr	0.00	5.47	8.48	3.71
Horas de Reparación (HR)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Eficiencia (E)	%	41%	61%	41%	47%
Utilización del equipo (UE)	%	100%	84%	76%	89%
Costo maquina por hora (CH)	\$	90	90	90	90

Fuente: Elaboración propia.

Figura 14- Evaluación de la utilización y eficiencia semanal del brazo 03 jumbo.



Fuente: Elaboración Propia.

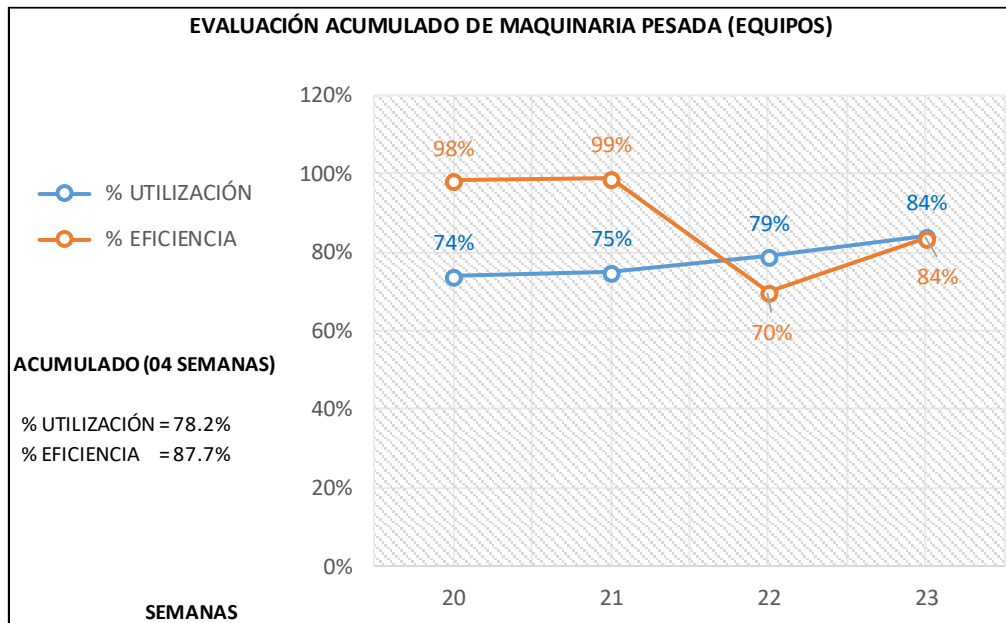
Análisis estadístico del indicador de desempeño de horas de stand by de los equipos: Este cálculo evalúa las horas de los equipos (maquinaria pesada) las cuales se encuentran improductivas dentro de las operaciones de excavación del túnel, es así que se confecciono el siguiente cuadro y consecuentemente su respectivo grafico para indicar las horas de stand by de manera global (acumulado) para todo el grupo de equipos que participación en los trabajos de excavación del túnel de conducción de la Central Hidroeléctrica Cerro del Águila:

Tabla 14 – Indicadores claves de desempeño de los equipos (acumulado).

MAQUINARIA PESADA (EQUIPOS)					
INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	UNIDAD	S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Número de equipos	Und	24	23	21	19
Horas programadas de trabajo	Hr	611.21	701.18	449.34	568.26
Horas mínimas de trabajo (HM)	Hr	938.00	896.00	816.67	732.67
Horas trabajadas (HT)	Hr	817.47	867.82	830.84	741.36
Horas stand by (HSB)	Hr	251.23	224.01	170.56	112.74
Horas de Reparación (HR)	Hr	2.00	0.00	0.00	0.00
Eficiencia (E)	%	98%	99%	70%	84%
Utilización del equipo (UE)	%	74%	75%	79%	84%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 15- Evaluación de la utilización y eficiencia acumulado de las maquinarias pesadas (equipos).



Fuente: Elaboración Propia.

4.1.3. Resultados de la incidencia que representa el costo de horas de stand by de maquinaria pesada mediante el control basado en indicadores claves de desempeño

Para determinar la incidencia de las horas stand by en el costo de operación de las maquinarias pesadas durante la excavación del túnel de conducción, se tuvo en cuenta los indicadores de desempeño horas stand by (HSB), horas trabajadas (HT), horas de reparación (HR) y Costo por hora (CH), con estos indicadores se calcula el costo de horas stand by, y costo de horas trabajadas (operación) y costo de reparación, mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Costo de Horas Stand By} = \text{HSB} * \text{CH}$$

Donde:

HSB: Horas stand by.

CH: Costo por hora de cada maquinaria.

$$\text{Costo de Horas Trabajadas} = \text{HT} * \text{CH}$$

Donde:

HT: Horas trabajadas.

CH: Costo por hora de cada maquinaria.

$$\text{Costo de Horas de Reparación} = \text{HR} * \text{CH}$$

Donde:

HR: Horas de reparación.

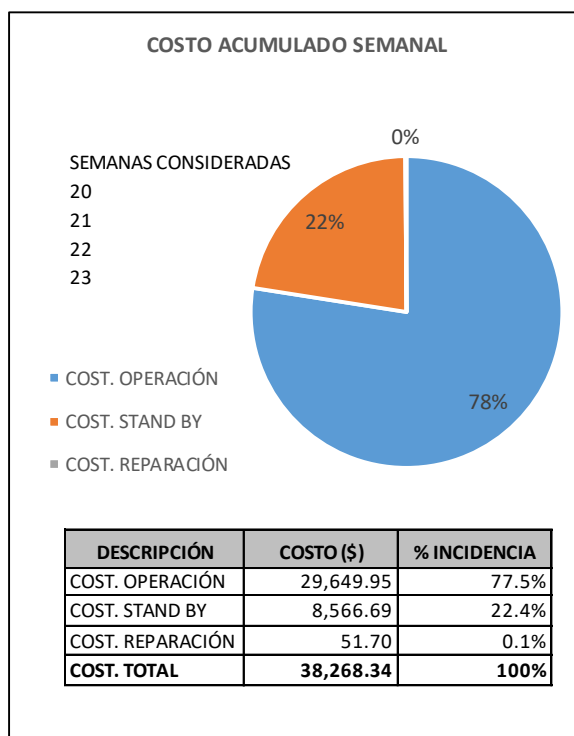
CH: Costo por hora de cada maquinaria.

Tabla 15 – Costo de horas de stand by de los volquetes.

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	VOLQUETES				
	UNIDAD	S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Horas trabajadas (HT)	Hr	278.80	305.80	287.80	274.60
Horas stand by (HSB)	Hr	92.50	95.40	102.30	41.20
Horas de Reparación (HR)	Hr	2.00	0.00	0.00	0.00
Costo maquina por hora (CH)	\$	25.85	25.85	25.85	25.85
Costo de operación (CO)	\$	7,206.98	7,904.93	7,439.63	7,098.41
Costo de reparación (CR)	\$	51.70	0.00	0.00	0.00
Costo stand by (CSB)	\$	2,391.13	2,466.09	2,644.46	1,065.02
Costo total	\$	9,649.81	10,371.02	10,084.09	8,163.43
Incidencia del costo stand by	%	25%	24%	26%	13%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 16- Evaluación económica acumulada de los volquetes.



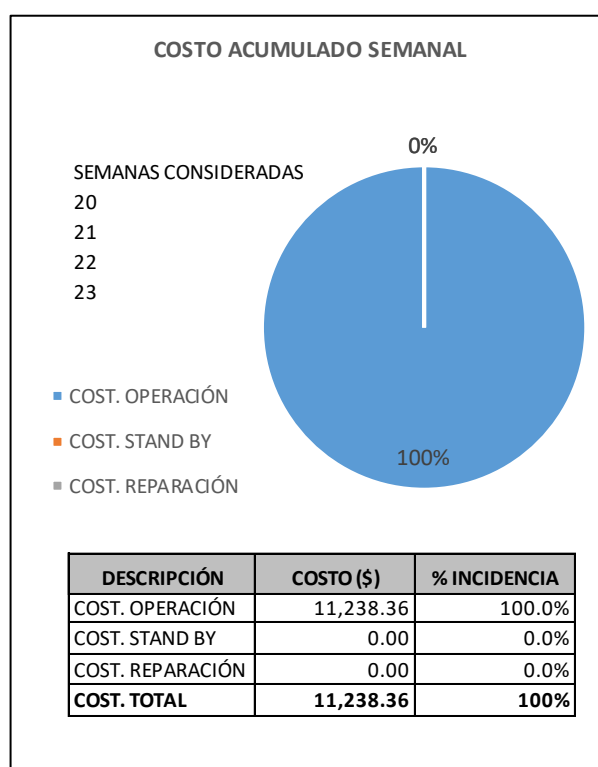
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 16 – Costo de horas de stand by de los cargadores frontales.

CARGADORES FRONTALES					
INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	UNIDAD	S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Horas trabajadas (HT)	Hr	59.60	71.40	59.30	45.80
Horas stand by (HSB)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Horas de Reparación (HR)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo maquina por hora (CH)	\$	47.60	47.60	47.60	47.60
Costo de operación (CO)	\$	2,836.96	3,398.64	2,822.68	2,180.08
Costo de reparación (CR)	\$	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo stand by (CSB)	\$	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo total	\$	2,836.96	3,398.64	2,822.68	2,180.08
Incidencia del costo stand by	%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 17- Evaluación económica acumulada de los cargadores frontales.



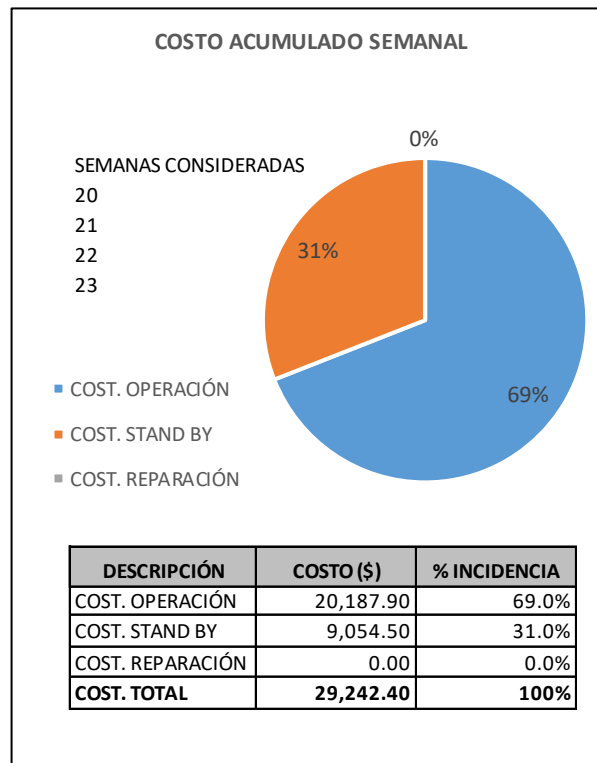
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 17 – Costo de horas de stand by de las excavadoras.

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	UNIDAD	EXCAVADORAS			
		S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Horas trabajadas (HT)	Hr	60.10	89.10	91.20	90.50
Horas stand by (HSB)	Hr	107.90	37.90	0.00	1.70
Horas de Reparación (HR)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo maquina por hora (CH)	\$	59.22	59.22	59.22	59.22
Costo de operación (CO)	\$	3,688.30	5,441.30	5,557.60	5,500.70
Costo de reparación (CR)	\$	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo stand by (CSB)	\$	6,559.70	2,387.70	0.00	107.10
Costo total	\$	10,248.00	7,829.00	5,557.60	5,607.80
Incidencia del costo stand by	%	64%	30%	0%	2%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 18- Evaluación económica acumulada de las excavadoras.



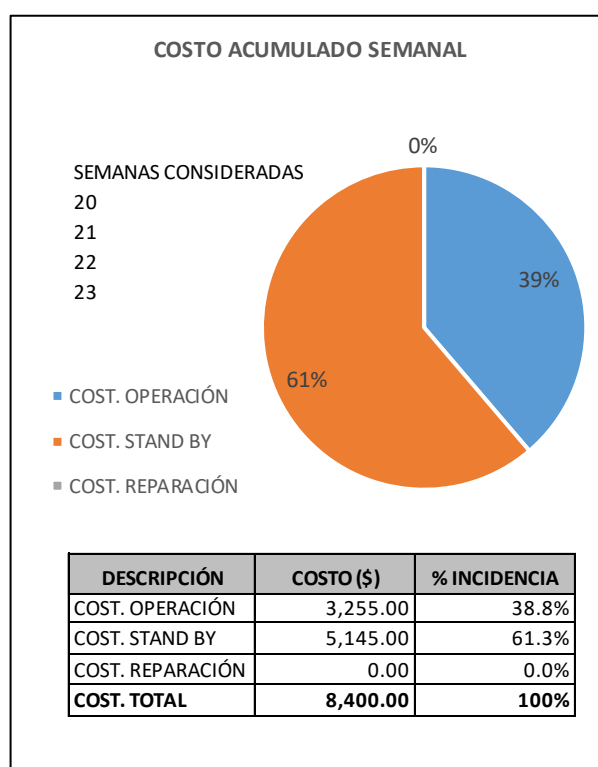
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 18 – Costo de horas de stand by de los robot shotcreteros.

ROBOT SHOTCRETEROS					
INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	UNIDAD	S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Horas trabajadas (HT)	Hr	29.00	26.30	24.50	28.70
Horas stand by (HSB)	Hr	41.00	43.70	45.50	41.30
Horas de Reparación (HR)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo maquina por hora (CH)	\$	30	30	30	30
Costo de operación (CO)	\$	870.00	789.00	735.00	861.00
Costo de reparación (CR)	\$	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo stand by (CSB)	\$	1,230.00	1,311.00	1,365.00	1,239.00
Costo total	\$	2,100.00	2,100.00	2,100.00	2,100.00
Incidencia del costo stand by	%	59%	62%	65%	59%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 19- Evaluación económica acumulada de los robot shotcreteros.



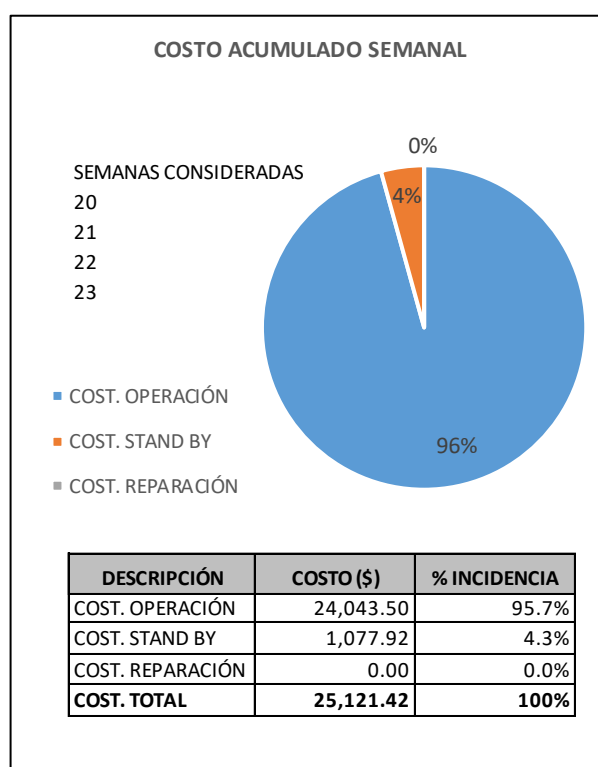
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 19 – Costo de horas de stand by de los telehandlers.

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	TELEHANDLERS				
	UNIDAD	S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Horas trabajadas (HT)	Hr	188.00	209.50	194.00	148.30
Horas stand by (HSB)	Hr	9.83	23.33	0.00	0.00
Horas de Reparación (HR)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo maquina por hora (CH)	\$	32.50	32.50	32.50	32.50
Costo de operación (CO)	\$	6,110.00	6,808.75	6,305.00	4,819.75
Costo de reparación (CR)	\$	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo stand by (CSB)	\$	319.58	758.33	0.00	0.00
Costo total	\$	6,429.58	7,567.08	6,305.00	4,819.75
Incidencia del costo stand by	%	5%	10%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 20- Evaluación económica acumulada de los telehandlers.



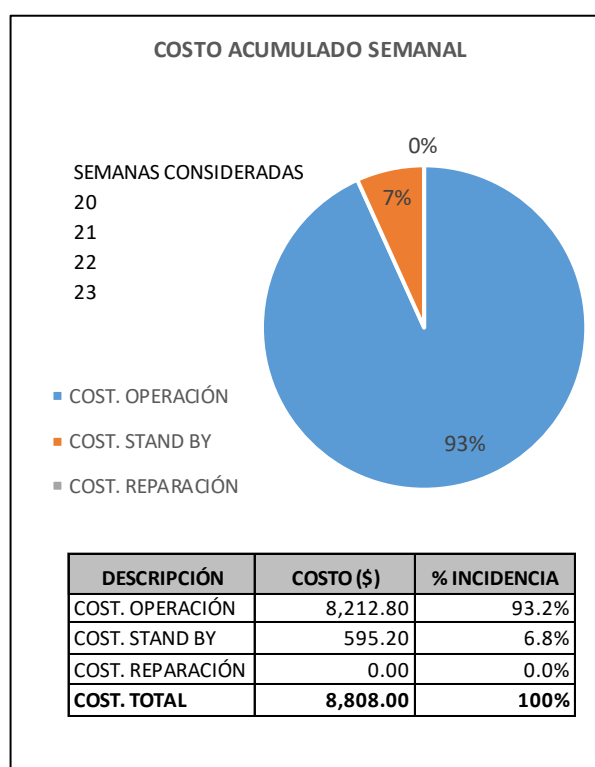
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 20 – Costo de horas de stand by de las retroexcavadoras.

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	RETROEXCAVADORAS				
	UNIDAD	S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Horas trabajadas (HT)	Hr	42.70	40.60	56.80	31.00
Horas stand by (HSB)	Hr	0.00	1.40	0.00	11.00
Horas de Reparación (HR)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo maquina por hora (CH)	\$	48	48	48	48
Costo de operación (CO)	\$	2,049.60	1,948.80	2,726.40	1,488.00
Costo de reparación (CR)	\$	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo stand by (CSB)	\$	0.00	67.20	0.00	528.00
Costo total	\$	2,049.60	2,016.00	2,726.40	2,016.00
Incidencia del costo stand by	%	0%	3%	0%	26%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 21- Evaluación económica acumulada de las retroexcavadoras.



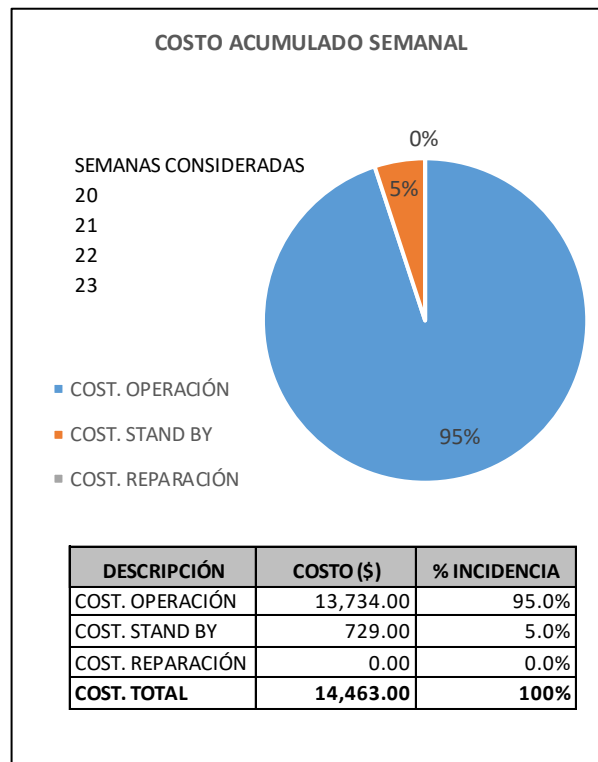
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 21 – Costo de horas de stand by de los jumbos.

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	UNIDAD	JUMBOS			
		S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Horas trabajadas (HT)	Hr	48.30	42.40	31.80	30.10
Horas stand by (HSB)	Hr	0.00	0.00	3.20	4.90
Horas de Reparación (HR)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo maquina por hora (CH)	\$	90	90	90	90
Costo de operación (CO)	\$	4,347.00	3,816.00	2,862.00	2,709.00
Costo de reparación (CR)	\$	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo stand by (CSB)	\$	0.00	0.00	288.00	441.00
Costo total	\$	4,347.00	3,816.00	3,150.00	3,150.00
Incidencia del costo stand by	%	0%	0%	9%	14%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 22- Evaluación económica acumulada de los jumbos.



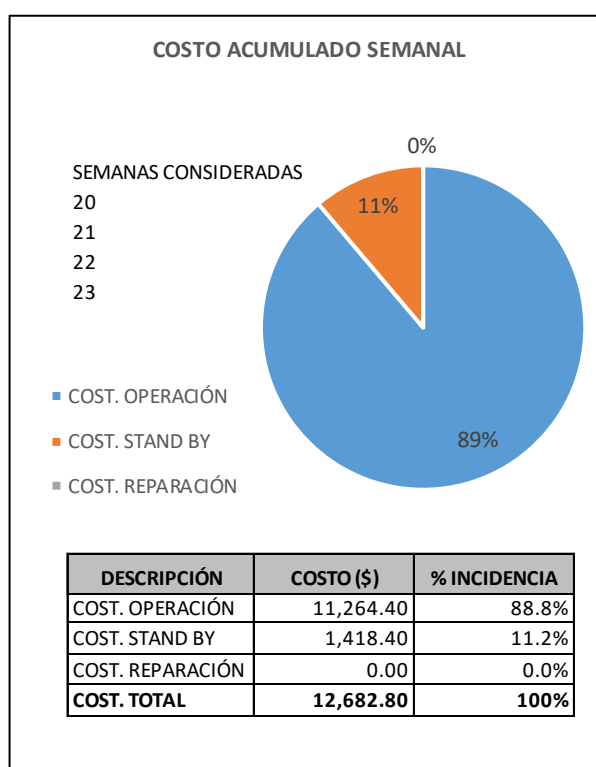
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 22 – Costo de horas de stand by del brazo 01 jumbo.

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	BRAZO 01 JUMBO				
	UNIDAD	S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Horas trabajadas (HT)	Hr	35.92	31.17	27.13	30.94
Horas stand by (HSB)	Hr	0.00	3.83	7.87	4.06
Horas de Reparación (HR)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo maquina por hora (CH)	\$	90	90	90	90
Costo de operación (CO)	\$	3,232.80	2,805.30	2,441.70	2,784.60
Costo de reparación (CR)	\$	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo stand by (CSB)	\$	0.00	344.70	708.30	365.40
Costo total	\$	3,232.80	3,150.00	3,150.00	3,150.00
Incidencia del costo stand by	%	0%	11%	22%	12%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 23- Evaluación económica acumulada del brazo 01 jumbo.



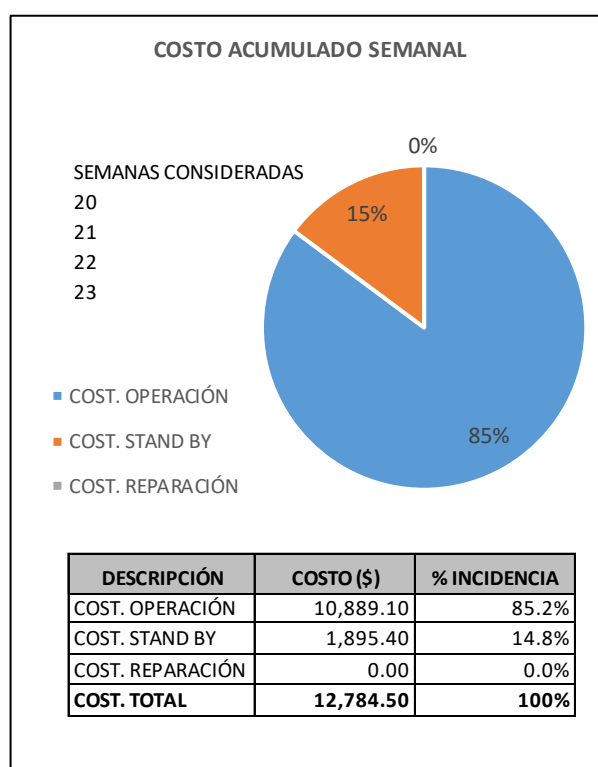
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 23 – Costo de horas de stand by del brazo 02 jumbo.

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	BRAZO 02 JUMBO				
	UNIDAD	S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Horas trabajadas (HT)	Hr	37.05	22.02	31.79	30.13
Horas stand by (HSB)	Hr	0.00	12.98	3.21	4.87
Horas de Reparación (HR)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo maquina por hora (CH)	\$	90	90	90	90
Costo de operación (CO)	\$	3,334.50	1,981.80	2,861.10	2,711.70
Costo de reparación (CR)	\$	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo stand by (CSB)	\$	0.00	1,168.20	288.90	438.30
Costo total	\$	3,334.50	3,150.00	3,150.00	3,150.00
Incidencia del costo stand by	%	0%	37%	9%	14%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 24- Evaluación económica acumulada del brazo 02 jumbo.



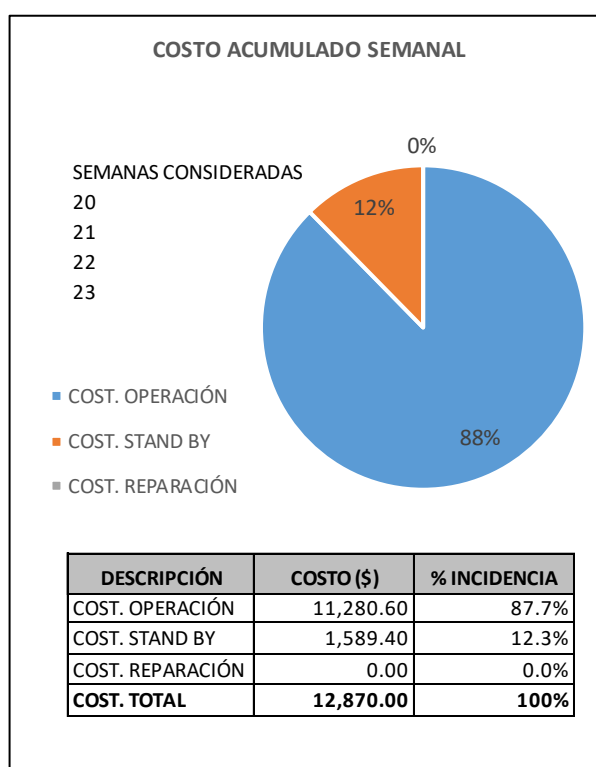
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 24 – Costo de horas de stand by del brazo 03 jumbo.

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	BRAZO 03 JUMBO				
	UNIDAD	S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Horas trabajadas (HT)	Hr	38.00	29.53	26.52	31.29
Horas stand by (HSB)	Hr	0.00	5.47	8.48	3.71
Horas de Reparación (HR)	Hr	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo maquina por hora (CH)	\$	90	90	90	90
Costo de operación (CO)	\$	3,420.00	2,657.70	2,386.80	2,816.10
Costo de reparación (CR)	\$	0.00	0.00	0.00	0.00
Costo stand by (CSB)	\$	0.00	492.30	763.20	333.90
Costo total	\$	3,420.00	3,150.00	3,150.00	3,150.00
Incidencia del costo stand by	%	0%	16%	24%	11%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 25- Evaluación económica acumulada del brazo 03 jumbo.



Fuente: Elaboración Propia.

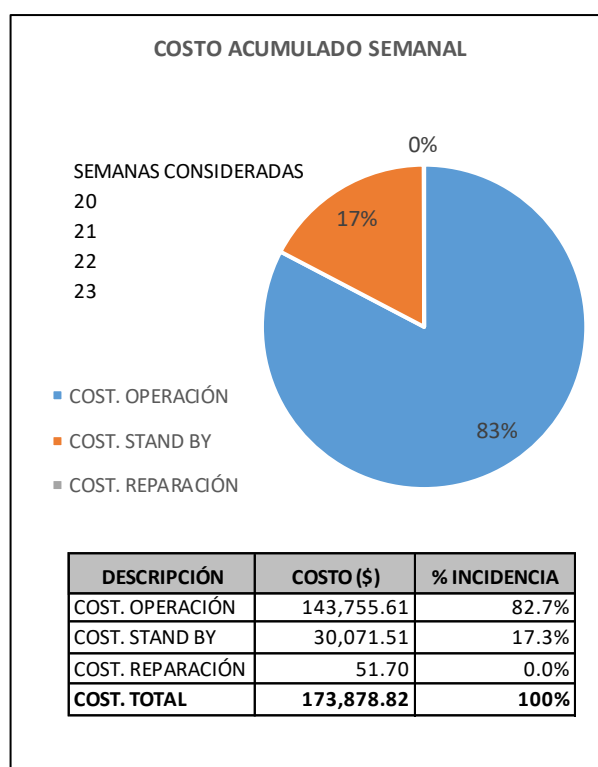
Análisis estadístico de la incidencia del costo de las horas stand by de los equipos utilizados: Este análisis evalúa el costo que implica las horas de stand by, de los equipos utilizados dentro de las operaciones de excavación del túnel, es así que se confecciono el siguiente cuadro y consecuentemente su respectivo gráfico:

Tabla 25 – Indicadores claves de desempeño de los equipos (acumulado).

MAQUINARIA PESADA (EQUIPOS)					
INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	UNIDAD	S - 20	S - 21	S - 22	S - 23
Horas trabajadas (HT)	Hr	817.47	867.82	830.84	741.36
Horas stand by (HSB)	Hr	251.23	224.01	170.56	112.74
Horas de Reparación (HR)	Hr	2.00	0.00	0.00	0.00
Costo de operación (CO)	\$	37,096.14	37,552.22	36,137.91	32,969.34
Costo de reparación (CR)	\$	51.70	0.00	0.00	0.00
Costo stand by (CSB)	\$	10,500.41	8,995.52	6,057.86	4,517.72
Costo total	\$	47,648.25	46,547.74	42,195.77	37,487.06
Incidencia del costo stand by	%	22%	19%	14%	12%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 26- Evaluación de la utilización y eficiencia acumulado de las maquinarias pesadas (equipos).



Fuente: Elaboración Propia.

4.1.4. Resultados del flujo de procesos para un adecuado control basado en indicadores claves de desempeño

El ciclo utilizado para la excavación del túnel de conducción de la central hidroeléctrica Cerro del Águila comprende el desarrollo del siguiente grupo de actividades concatenadas: Mercado del Frente,

Perforación, Carguío y disparo, Ventilación, Desatado de rocas sueltas, Eliminación de material de desmonte y Sostenimiento.

A partir de las actividades mencionadas líneas arriba se muestra en la figura N° 27 la secuencia de las actividades.

Figura 27- Flujo de procesos de la excavación del túnel de conducción – Hidroeléctrica Cerro del Águila.



Fuente: Elaboración Propia.

La figura N° 27 muestra la secuencia de las actividades que se desarrollan para completar el ciclo de trabajo (flujo de procesos) de la excavación del túnel de conducción. Es importante indicar que no se debe dejar alguna actividad incompleta para seguir avanzando, es necesario que cada una de ellas se desarrolle completamente para seguir con la excavación.

A partir de ello, se presenta la descripción de las actividades comprendidas por este ciclo de trabajo.

1.- Marcado de frente y perforación: Previo a iniciar la perforación, se marca topográficamente el diagrama correspondiente según el tipo de roca. Para ello se utilizan equipos de topografía como estaciones totales y otros accesorios que asegurarán el correcto alineamiento y altimetría de los túneles.

2.- Disparo: Comprende el momento desde el transporte de los explosivos del polvorín hasta el frente de trabajo, su colocación y su detonación en el frente.

3.- Ventilación: La ventilación es forzada con ventiladores que toman aire fresco del ambiente y envía el mismo hacia el frente de trabajo mediante mangas de ventilación. Se diseña el sistema de ventilación para cada frente y de acuerdo a longitudes y necesidades de aire establecidas en función de distintas variables: equipos en interior de túnel, cantidad de personal, tiempo necesario para evacuar gases, etc.

4.- Desatado y eliminación de desmonte: Previo al desatado se realiza las mediciones de gases si se encuentran en los límites mínimo permisibles, luego se mojará y regarán las paredes y techo del túnel para disipar el polvo.

Se procederá al desatado, para ello se utilizará barretillas metálicas y herramientas adecuadas. En caso de roca de menor calidad del tipo III, o con presencia de estallidos de roca, no se hará el desatado en esta etapa previa, sino luego de haber culminado la eliminación, empleando manipulador telescópico con canastillas o jaulas de protección. La secuencia de desatado será primero la bóveda o techo y luego las cajas y el frontón, siempre desde afuera hacia el frente.

Una vez desatado el frente se procederá con la limpieza del desmonte con un equipo cargador de bajo perfil (Scooptram) y

Volquetes o Dumper, la capacidad de estos equipos dependerá de la sección del frente de trabajo.

Las maniobras de carguío se realizarán en los nichos de carga, previamente excavados cada 250 metros aproximadamente.

El material de desmonte se llevará a los botaderos destinados por la empresa contratista.

5.- Sostenimiento: Básicamente consiste en colocar algunos elementos que ayudan a soportar la presión que ejercen las rocas, pudiendo incluir shotcrete, malla electrosoldada, pernos o cimbras. Es importante indicar que la sección será posteriormente ampliada.

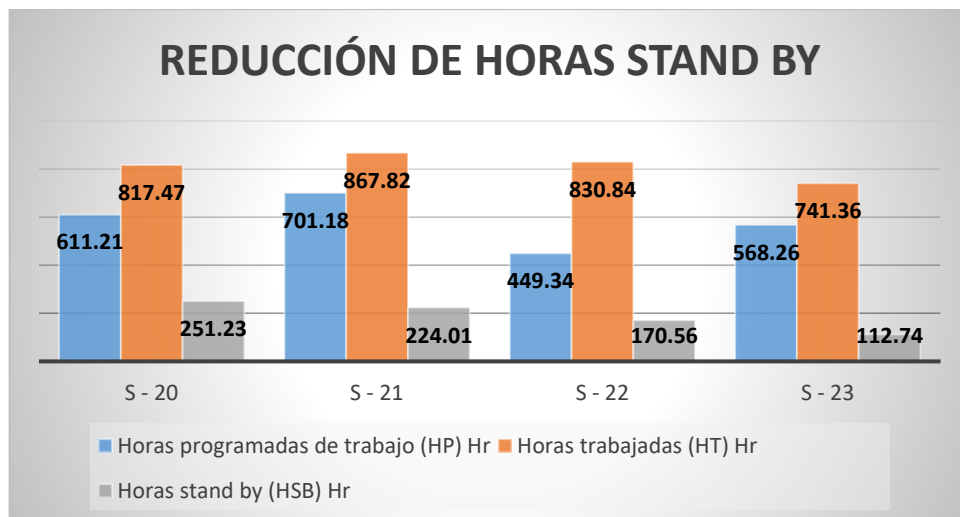
CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados específicos

1.- **De la reducción de las horas de las horas stand by:** Los resultados obtenidos en la investigación desarrollada sobre la reducción de las horas stand by fueron analizadas por cada tipo de maquinaria y por semana de trabajo (semana 20, 21, 22 y 23), para los cuales se confeccionaron tablas con sus respectivos gráficos. De la tabla N°12 Indicadores Claves de Desempeño de los Equipos (Acumulado), se aprecia la reducción de las horas de stand by para los equipos utilizados de 251.23 horas en la semana 20 a 112.74 horas en la semana 23, esta reducción se debió al control de los indicadores de horas programadas de trabajo, horas mínimas de trabajo, horas de reparación de los equipos.

Figura 28- Reducción de horas stand by de los equipos.



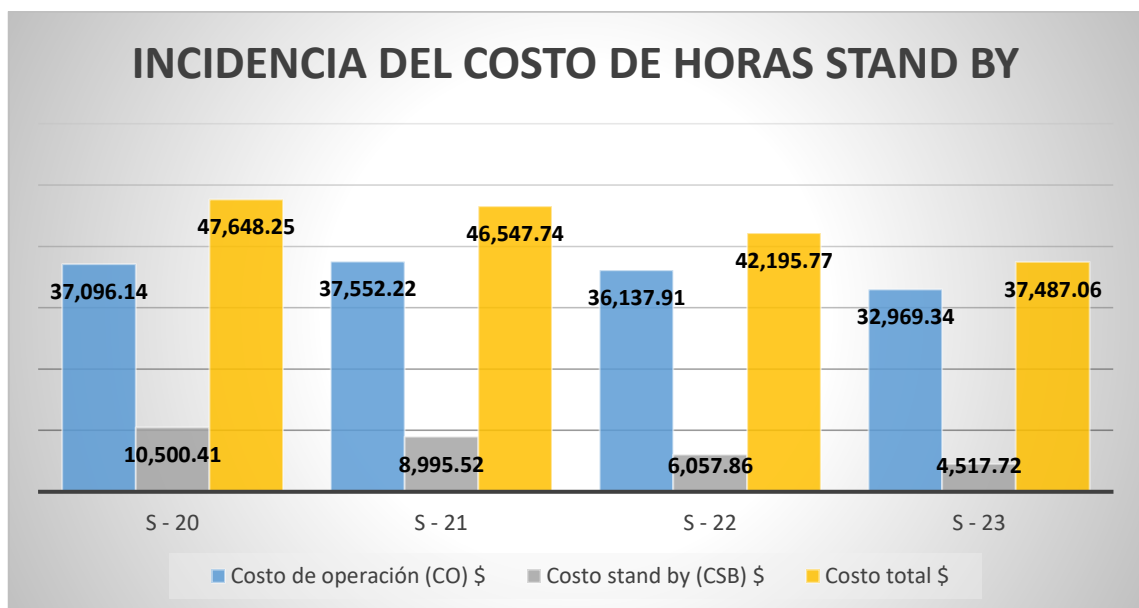
Fuente: Elaboración Propia.

La figura N°28 muestra claramente la reducción de las horas stand by de 251.23 horas (semana 20) a 112.74 horas (semana 23), esta

reducción es producto de que las horas de trabajo (operación) se fue incrementando con el transcurrir de los días en comparación con las horas programadas de trabajo y a las horas mínimas de trabajo a cumplir durante las labores de excavación del túnel de conducción.

2.- De la incidencia de las horas stand by: Dentro del análisis de incidencia de los costos de horas stand by se obtuvo una mejora durante el empleo de los indicadores de desempeño, es así como dentro del promedio acumulado de costo total de horas stand by que se tenía de 10,500.41 US\$, este costo se redujo a 4,517.72 US\$, tal como se puede apreciar en la siguiente figura:

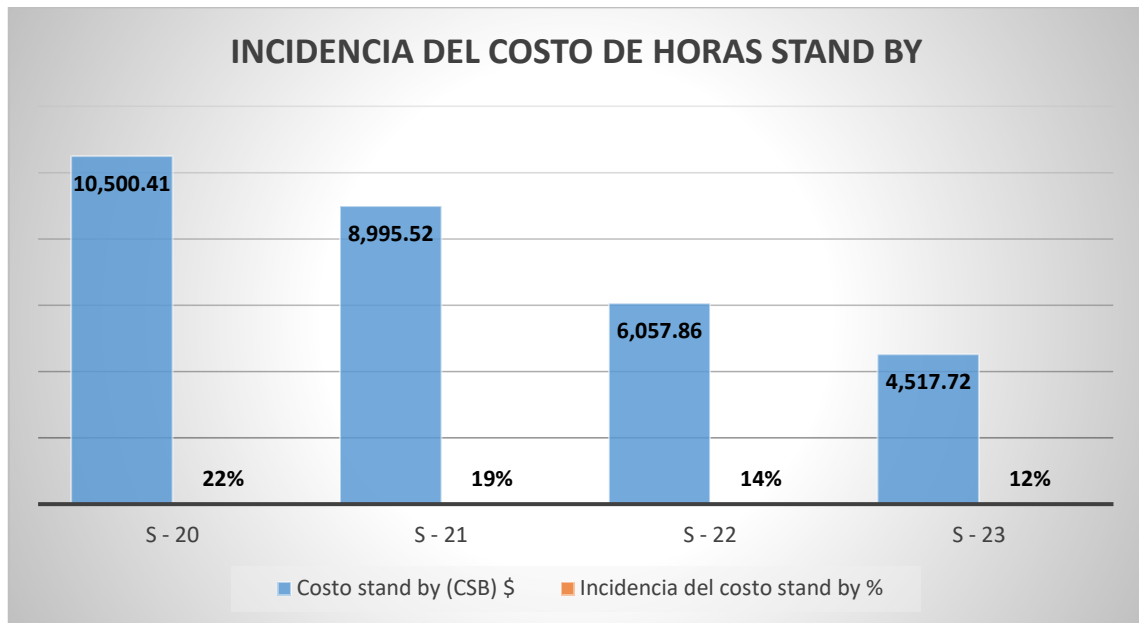
Figura 29- Incidencia económica de horas stand by de los equipos.



Fuente: Elaboración Propia.

Del análisis de la incidencia del costo de horas stand by podemos mencionar que la semana 20 se tenía una incidencia del 22% sobre el costo total, lo cual fue decreciendo a una incidencia de 12% sobre el costo total en la semana 23, como muestra en la siguiente figura:

Figura 30- Incidencia porcentual de horas stand by de los equipos.



Fuente: Elaboración Propia.

3.- Del flujo de procesos: De los resultados presentado mediante figura N° 27 donde se muestra la secuencia de las actividades que se desarrollan para completar el ciclo de trabajo (flujo de procesos) de la excavación del túnel de conducción. Es importante identificar las partidas que permiten la ejecución de la excavación del túnel de conducción tomando en cuenta la realización de las tareas críticas, el empleo de estas técnicas permite tener un adecuado desglose de la situación de la ejecución de las actividades, brindando la importancia o prioridad a las partidas críticas que son las más determinantes con respecto a la duración de las actividades.

CONCLUSIONES

- A. Los resultados obtenidos durante el desarrollo de este estudio confirman que los costos operativos del proceso de tunelización hidroeléctrica Cerro del Águila se han reducido al monitorear indicadores clave de desempeño, por lo tanto, esto se puede ver en la semana 20. Los gastos operativos totales fueron de \$47,648.25, una disminución a \$37,487.06 en la semana 23 por seguimiento de actividad de KPI, ahorro económico de \$10,161.19 la sin afectar el avance de ejecución de la excavación del túnel
- B. La reducción del tiempo de inactividad, analizada para cada tipo de máquina y semana de trabajo, muestra una reducción para el equipo usado de 251,23 horas por semana 20 a 112,74 horas por semana 23, esta reducción es producto de que las horas de trabajo (operación) se fue incrementando con el transcurrir de los días en comparación con las horas programadas de trabajo y a las horas mínimas de trabajo a cumplir durante las labores de excavación del túnel de conducción.
- C. De los costos de horas stand by se obtuvo una mejora durante el empleo de los indicadores de desempeño, es así como dentro del promedio acumulado de costo total de horas stand by que se tenía de 10,500.41 US\$ (semana 20), este costo se redujo a 4,517.72 US\$ (semana 23), lo cual significo un beneficio económico de 5,982.69 US\$. Con respecto a la incidencia del costo de horas stand by podemos mencionar que la semana 20 se tenía una incidencia del 22% sobre el costo total, lo cual fue decreciendo a una incidencia de 12% sobre el costo total en la semana 23.
- D. Es importante seguir la secuencia de operaciones para completar el ciclo de trabajo (diagrama de flujo), donde se deben determinar los factores que permitan perforar los túneles de acceso, teniendo en cuenta la misión crítica. Es importante destacar que el uso de estos métodos permite un completo análisis del desempeño de las actividades, dando la importancia o priorización de los factores determinantes del tiempo más importantes.

RECOMENDACIONES

1. En cada proceso de construcción, se recomienda que los procesos de construcción utilicen los indicadores clave de desempeño utilizados en este estudio.
2. Los KPI utilizados en este estudio deben compararse y aplicarse con los KPI de otros factores de desempeño en el proceso de tunelización de la central hidroeléctrica Cerro del Águila para ver si tienen el mismo efecto.
3. Se recomienda que los KPI sean monitoreados continuamente para todos los equipos en este estudio para mantener su uso y operación en puntos de operación óptimos.
4. Se recomienda recopilar toda la información local sobre el proceso de construcción y desarrollar un proceso de trabajo para evitar sesgos en el uso de la tierra durante la implementación del Proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arbeláez, J., & Góngora, D. (2019). Refuerzo de estructuras térreas utilizando tereftalato de polietileno (PET). Universidad de Ibagué.
- Alarcón Cárdenas, Luis y otros (2011) La gestión de la obra desde la perspectiva del último planificador, pp. 35-44. En: revista de Obras Públicas, No-3518
- Bonnefoy, Juan y Armijo, Marianela Indicadores de desempeño en el sector público. Santiago de Chile: Naciones Unidas, 2005. 106 pp.
- Ballard Glenn, Herman (1994) The Last Planner (consulta: 27 de setiembre de 2014) (<http://leanconstruction.org.uk/media/docs/LastPlanner.pdf>), (2000) The Last lanner System of Production Control (Tesis de Doctor en filosofía). Birmingham: Universidad de Birmingham.
- Carrasco Díaz, S. (2007). Metodología de la Investigación Científica. Perú: Editorial San Marcos.
- Morlote Samperio, N. (2004). Metodología de la Investigación Cuaderno de Trabajo. México: Editorial Mc Graw-Hill Interamericana Editores S.A.
- Caballero Gonzalo, C. (2012). KPI's Fundamentales Para la Gestión del Área Productiva de una Minera de Mediana Producción de Cátodos de Cobre en Chile. Tesis (Magíster en Control de Gestión). Universidad de Chile. Antofagasta-Chile.
- García Esteban, E. (2017). Gestión del Mantenimiento Para la Operatividad de la Maquinaria de Movimientos de Tierras Iccgsa en la Vía Huancayo-Ayacucho. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Mecánico. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo-Perú.
- Gil Agudelo, D. (2011). Indicadores Claves de Rendimiento (KPI) Cummins de los Andes S.A. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniera Industrial. Corporación Universitaria Lasallista. Caldas-Antioquia.
- Gómez Carcamo, M. (2014).Diseño de un Cuadro de Mando Integral Para la Planta Procesadora Sea Flavors S.A. Tesis Para Obtener el Título de

- Ingeniero Civil Industrial. Universidad Austral de Chile. Puerto Montt-Chile.
- Goyzueta Balarego, G. y Puma Lupo, H. (2016). Implementación de la Metodología BIM y el Sistema Last Planner 4D Para la Mejora de Gestión de la Obra “Residencial Montesol – Dolores”-Tomo I. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional San Agustín. Arequipa-Perú.
- Fiestas Acosta, R. (2017). Implementación de Indicadores Claves de Desempeño Para Mejorar la Productividad en el Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Agroindustrial – Ica, 2017. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Industrial. Universidad Cesar Vallejo. Lima-Perú.
- Luna Villareal, K. (2017). Indicadores de Desempeño en Empresas Promotoras Constructoras de Vivienda: El Caso de México. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia- España.
- Herrera Magno, O. y Sánchez Rojas, J. (2016). Análisis de Restricciones y Productividad Utilizando el Sistema Last Planner Para Mejorar el Flujo de Trabajo en el Túnel de Presión en la Central Hidroeléctrica Quitaracsa I - 2015. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima-Perú.
- Huaroc Ccanto, P. (2014). Optimización del Carguío y Acarreo de Mineral Mediante el Uso de Indicadores Claves de Desempeño U.M. Chuco II de la E.M. Upkar Mining S.A.C. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero de Minas. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Malaver Gil, P. (2013). Asegurando el Flujo Productivo: Un Estudio de Técnicas y Herramientas de Gestión en la Etapa de Construcción. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca-Perú.
- Morlote Samperio, N. (2004). Metodología de la Investigación Cuaderno de Trabajo. México: Editorial Mc Graw-Hill Interamericana Editores S.A.
- Ríos Jacobo, O. (2012). Desarrollo, Aplicación y Gestión de las Key Performance Indicators (kpi) en Área Crítica del Proceso Logístico. Tesis Para Obtener

el Título de Licenciado en Administración. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán Izcalli-México.

Salas Hurtado, L. (2013). Estudio de KPI's en los Equipos de Perforación, Carguío y Acarreo Para el Incremento de la Producción de 3000 a 3600 Tm/Día en la Mina Pallancata – Hochschild Mining. Tesis Para Obtener el Título de Ingeniero de Minas. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa-Perú.

ANEXOS

ANEXO 01 – Matriz de Consistencia.

Anexo 01: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Problema general ¿De qué manera el control basado en indicadores claves de desempeño mejorara la gestión para reducir los costos de operación de maquinaria pesada en la excavación de túnel?</p> <p>Problemas específicos a) ¿De qué manera se reducirá las horas de stand by en maquinaria pesada mediante el control basado en indicadores claves de desempeño en la gestión de maquinaria pesada en la excavación de túnel? b) ¿Qué incidencia representa los costos de horas de stand by de maquinaria pesada sin el adecuado control basado en indicadores claves de desempeño en la gestión de maquinaria pesada en la excavación de túnel? c) ¿De qué manera interviene el flujo de procesos para un mejor control basado en indicadores claves de desempeño en la gestión de maquinaria pesada en la excavación de túnel?</p>	<p>Objetivo general Reducir los costos de operación mediante el control basado en indicadores claves de desempeño en la gestión de maquinaria pesada en la excavación de túnel.</p> <p>Objetivos específicos a) Reducir las horas de stand by en maquinaria pesada mediante el control basado en indicadores claves de desempeño en la gestión de maquinaria pesada en la excavación de túnel. b) Determinar la incidencia que representa el costo de horas de stand by de maquinaria pesada mediante el control basado en indicadores claves de desempeño en la gestión de maquinaria pesada en la excavación de túnel. b) Determinar la importancia del flujo de procesos para un adecuado control basado en indicadores claves de desempeño en la gestión de maquinaria pesada en la excavación de túnel.</p>	<p>Justificación metodológica La recolección de datos e información será de mucha importancia para el logro de los objetivos planteados, de los resultados obtenidos con la presente investigación se podrá utilizar en futuras investigaciones que tengan relación con el tema.</p> <p>Justificación social El control mediante indicadores claves de desempeño para el control operativo nos permitirá estandarizar y conocer de una manera más exacta los puntos álgidos en donde se pueden llegar a optimizar la operación de excavación del túnel de conducción de la central hidroeléctrica Cerro del Águila en sus diferentes objetivos de reducir los costos.</p> <p>Justificación teórica Los costos que representa la utilización de maquinaria pesada dentro de un proyecto que involucre actividades de movimiento de tierras, representa un costo elevado dentro del presupuesto, por tal motivo las maquinarias son un recurso muy importante que se debe tener un control detallado de operación y rendimiento de cada maquinaria pesada.</p>	<p>Hipótesis General El control basado en indicadores claves de desempeño mejora la gestión en la reducción de los costos de operación de maquinaria pesada en la excavación de túnel.</p> <p>Hipótesis específicos a) El control basado en indicadores claves de desempeño reduce las horas de stand by en maquinaria pesada en la excavación de túnel. b) El control basado en indicadores claves de desempeño incidencia en los costos de horas de stand by de maquinaria pesada en la gestión de maquinaria pesada en la excavación de túnel. c) Un adecuado flujo de procesos interviene en un mejor control basado en indicadores claves de desempeño en la gestión de maquinaria pesada en la excavación de túnel.</p>	<p>Variable Independiente Indicadores claves de desempeño KPIs.</p> <p>Variable dependiente: Gestión de maquinaria pesada.</p>	<p>Método de investigación Método científico.</p> <p>Tipo de estudio El tipo de investigación por la naturaleza del estudio fue Cuantitativo – Cualitativo</p> <p>Nivel de investigación El estudio por el nivel descriptivo, longitudinal, retrospectivo.</p> <p>Diseño metodológico No experimental</p>

		<p>En la ejecución de las partidas de excavación de túneles del Proyecto Hidroeléctrico Cerro del Águila es un caso práctico para la búsqueda de reducción de costos de operación mediante el control y eficiencia de maquinaria pesada siendo un punto importante las horas de stand by y el costo que este representa.</p> <p>Por esta razón se propone realizar el control y eficiencia de maquinaria pesada basado en KPI's, con el fin de tener información más precisa sobre el estatus de las maquinarias empleadas en la excavación y sostenimiento del túnel de conducción, de esta manera poder evaluar los problemas que existen y poder mitigarlos. Esta propuesta también puede ser aplicada a futuros proyectos con el fin de realizar un control adecuado y optimizar recursos.</p>		
--	--	--	--	--