

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



***TRABAJO POR SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL***

**“Proceso óptimo de dimensionamiento de flota para la construcción del dique de
protección de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales y construcción
de canales de coronación
UM Colquijirca – Cerro de Pasco”**

Área de Investigación:

Geología y Geotecnia

Autor(es):

Br. Vilchez Tello, Christian

Jurado Evaluador:

Presidente: Lujan Silva, Enrique

Secretario: Vertiz Malabrigo, Manuel

Vocal: Cancino Rodas, Cesar

Asesor:

Henriquez Ulloa, Juan Paul

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8810-9224>

TRUJILLO – PERÚ

2021

Fecha de sustentación: 2021/07/08

Dedicatoria

A Dios por su misericordia y su amor; a mi familia por su confianza, a mis hijos por su amor y a mi esposa por estar conmigo en las buenas y en las malas para la realización de mi tesis.

Agradecimiento

*Al Padre, al Hijo, al Espíritu Santo por el amor y la paz
que me da para seguir adelante; así mismo a mi asesor
por su apoyo y confianza para concluir mi tesis.*

ÍNDICE

Dedicatoria.....	I
Agradecimiento.....	II
Índice de tablas	VI
Índice de figuras.....	VII
1. Capítulo I	10
1.1. Contexto y Descripción de la Experiencia	10
1.1.1. Descripción de las organizaciones	10
2. Capítulo II.....	12
2.1. Información General del Proyecto	12
2.2. Objetivo y objeto de estudio.....	12
2.2.1. Objetivo.....	12
2.2.2. Objeto de Estudio.....	13
2.3. Descripción del Proyecto	14
2.4. Marco conceptual que da sustento al objeto del proyecto.....	16
2.4.1. Dimensionamiento	16
2.4.2. Optimización.....	16
2.4.3. Optimización en Administración	16
2.4.4. Productividad	17
2.4.5. Productividad en ahorro de costos y tiempo	17
2.4.6. Productividad laboral por factores	17
2.4.7. Productividad marginal.....	17
2.4.8. Carguío.....	18
2.4.9. Acarreo.....	18
2.4.10. Aguas residuales industriales	18
2.4.11. Gestión por Procesos	18
2.4.12. Flujo de trabajo.....	18
2.4.13. Rendimiento	19

2.4.14.	Rentabilidad	19
2.5.	Metodología	19
2.5.1.	Diseño de investigación	19
2.5.2.	Método de observación	19
2.5.3.	Población y Muestra	21
2.5.4.	Técnica o instrumentos	21
2.5.5.	Método de análisis de datos	23
2.5.6.	Aspecto ético.....	24
3.	Capítulo III.....	25
3.1.	Desarrollo del Proyecto.....	25
3.1.1.	Reconstrucción de la experiencia laboral	25
3.1.2.	Análisis de la información	31
3.2.	Se productividad y rendimientos económicos en 3 fases	38
3.2.1.	Fase I: Análisis de datos del ciclo de acarreo y carguío del Dique R5	38
3.2.2.	Fase II: Diseño de herramienta de gestión de dimensionamiento de flotas para el monitoreo del ciclo de acarreo y carguío	42
3.2.3.	Fase III: Comprobación de la adopción de la herramienta de gestión del diseño de dimensionamiento óptimo de flotas	49
3.3.	Resultados esperados.....	49
3.4.	Lecciones aprendidas y proyección profesional.....	50
3.4.1.	Lecciones aprendidas en cuanto a experiencia laboral	50
3.4.2.	Lecciones aprendidas en cuanto a experiencia profesional	51
3.5.	Proyección profesional.....	51
4.	Referencias.....	52
5.	Anexo.....	53
	Anexo 1 (Formato de toma de datos para equipos de carguío).....	53
	Anexo 2 (Formato de toma de datos para equipos de acarreo).....	54
	Anexo 3 (Formato de toma de datos para equipos de acarreo).....	55

Toma de tiempo de carga 45°	56
Toma de tiempo de carga a 90°	57
Toma de tiempo de carga a 180°	58
6. Planos.....	59
Recrecimiento Dique R5.....	59
Recrecimiento Dique R5 detalles.....	60
Recrecimiento Dique R4.....	61
Recrecimiento Dique R4 Detalles.....	62
Compra de terrenos	63
Ampliación Presa de Relaves.....	64
7. Panel Fotográfico	65

Índice de tablas

Tabla 1.....	20
Tabla 2.....	27
Tabla 3.....	34
Tabla 4.....	35
Tabla 5.....	40
Tabla 6.....	41
Tabla 7.....	42
Tabla 8.....	43
Tabla 9.....	44
Tabla 10.....	44
Tabla 11.....	45
Tabla 12.....	46
Tabla 13.....	46
Tabla 14.....	47
Tabla 15.....	48
Tabla 16.....	48

Índice de figuras

Figura 1	26
Figura 2	27
Figura 3	28
Figura 4	28
Figura 5	29
Figura 6	29
Figura 7	31
Figura 8	33
Figura 9	35
Figura 10	43
Figura 11	47
Figura 12	49

Resumen Ejecutivo

El presente proyecto está orientado a la implementación de una herramienta de gestión para mejorar el proceso productivo de construcción del dique de protección de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales (PTARI) y construcción de canales de coronación UM Colquijirca – Cerro de Pasco, la importancia de su implementación nos permitirá evidenciar el nivel de incremento de producción durante el procesos de construcción, que serán definidas en las actividades de acarreo y carguío, así como también se verán reflejados en resultados de rendimiento y rentabilidad, durante sus ciclos operacionales vigentes y de sus proyectos de construcción a futuro de la Minera el Brocal S.A.A. Para ello se tendrán como objetivos primordiales; primero evaluar los procesos vigentes en relación a los tiempos de productividad que determinan la flota que se utiliza en acarreo y carguío del proceso constructivo del dique de PTARI; segundo, diseñar un proceso óptimo para el dimensionamiento de flotas e implementarlo así como su control durante las actividades de acarreo y carguío como parte de la gestión de procesos y como último objetivo su comprobación, para demostrar que una adecuada implementación de un plan de producción controlado y supervisado, reducirá costos y empleo de maquinaria excesiva e innecesarias de esta manera el incremento de productividad y rentabilidad reflejara la mejora continua esperada. La metodología utilizada en este proyecto tiene el nivel de diseño de Investigación descriptivo, puesto que, en este estudio se determinó que ninguna variable se encuentra influenciada, para analizar y realizar la recopilación de datos más efectiva se utilizó el método de “observación”, este método permite obtener un conocimiento más real de la ubicación geográfica, la situación de las vías de la cantera y dique R5, el equipo empleado en el ciclo de acarreo y carguío, tiempos de tránsito y velocidad de los equipos, como resultado de este método de análisis de datos se diseñaron propuestas con acciones inmediatas determinadas en una herramienta de gestión para mejorar su nivel de productividad. Durante

esta investigación se encontró en dos proyectos de movimiento de Tierras, (construcción de dique de contención para protección de la PTARI y la protección de la poza R4), una alta incidencia del rubro de equipos respecto al costo, representando alrededor del 70% del total, con esta metodología en la que se evalúan dichas maquinarias de acarreo y carguío de las diferentes contratas (centro poblados Colquijirca y Huaruacaca y la compañía Minera el Brocal S.A.A.) se puede determinar los costos unitarios de cada maquinaria de carguío; así como también los tiempos trabajados, tiempos efectivos y demoras de los equipos de acarreo, por ello la maquinaria disponible representa montos considerables de ahorro y mejores resultados en rendimiento y productividad para este tipo de proyectos. Con respecto a las limitaciones encontradas durante el desarrollo del proyecto fueron los acuerdos ya establecidos en los TDR de los Servicios de alquileres de Maquinaria, por tal motivo se optó por modificar solo aquellas cláusulas de los servicios que se encontraban en trámite de contratación y ejecución, por lo demás si se pudo lograr implementar la propuesta de un Plan de producción más efectivo a lo habitual.

El presente informe de suficiencia profesional comprende tres capítulos:

Capítulo I, describo el tiempo de mi experiencia profesional, trabajos realizados en las diferentes organizaciones nacionales y extranjeras y el cargo en el que laboro en la actualidad.

Capitulo II, Información descriptiva del Proyecto en estudio “Proceso óptimo de dimensionamiento de flotas para la construcción del dique de protección de la PTARI y construcción de canales de coronación de UM Colquijirca – Cerro de Pasco”, el objetivo que persigue para cumplimiento de su objeto de estudio, que es diseñar y adoptar una herramienta de Gestión de producción, se describe también su marco conceptual términos extraídos del título, objetivos y otros necesarios para su comprensión y la metodología empleada para su desarrollo. (Question Pro, 2018)

Capítulo III, Contiene el desarrollo del diseño de la herramienta de Gestión para el incremento del nivel de productividad, dividida en tres fases:

Fase 1, análisis de datos del ciclo de acarreo y carguío del Dique R5.

Fase 2, diseño y adopción de la herramienta de gestión de dimensionamiento de flotas para el monitoreo del ciclo de acarreo y carguío.

Fase 3, comprobación de la adopción de la herramienta de gestión del diseño de dimensionamiento óptimo de flotas.

Capítulo I

6.1. Contexto y Descripción de la Experiencia

6.1.1. Descripción de las organizaciones

6.1.1.1. Organización Anterior

He laborado anteriormente en la empresa STRACON en el área de Planeamiento y Costos con el cargo de Jefe de Topografía con 4 años en el área, estaba encargado de diseñar, controlar y monitorear toda la construcción para almacenamiento de metales preciosos, así como realizar cálculos de volúmenes para presupuesto, cierre de mina y obras de arte.

STRACON es una empresa de construcción con amplia experiencia ofreciendo servicios integrales de construcción y operaciones mineras a tajo abierto y subterráneas. Su actividad es movimiento de tierra en unidades a gran escala, así como proveedor de servicios integrados. Teniendo sus operaciones en La Arena – Huamachuco, Constanza Cusco, Las Bambas, Shahuindo Cajamarca. La empresa está encargada de toda la construcción de obras civiles, Pad de Lixiviación, construcción de botadero, Raincort y pozas de sub drenaje, así como el alquiler de maquinaria pesada. Anteriormente he laborado en Colombia realizando trabajos de línea de transmisión para la empresa Pérez y Ramírez asociado encargado de diseñar toda la línea de transmisión en la ciudad de Barranquilla; así como el trazo y monitoreo de una planta de petróleo en la ciudad de Antioquia

6.1.1.2. Organización Actual

Actualmente me encuentro laborando en la Compañía Minera El Brocal S.A.A. El Brocal es una empresa minera cuya actividad económica es la extracción, concentración y comercialización de minerales polimetálicos: plata, plomo, zinc y cobre. Sus operaciones se encuentran en el centro poblado Colquijirca y Huaraucaca, localizadas en el Distrito de Tinyahuarco, Provincia de Pasco, Departamento y Región de Pasco - Perú. Sus oficinas administrativas están localizadas en la ciudad de Lima, distrito de San Isidro del

Departamento de Lima. El Brocal explota dos tajos; Marcapunta Norte (Mina a tajo abierto que produce minerales de plata, plomo y zinc) y Marcapunta Sur (Mina subterránea que produce minerales de cobre).

Mi experiencia laboral en esta compañía minera El Brocal es de 5 años, inicié mis labores desde el año 2016, en el área de Proyectos con el cargo de coordinador de topografía verificando todos los trabajos realizados en la planta concentradora, diseñando y presupuestando trabajos para ampliación de pavimento en el centro poblado Colquijirca y apertura de nuevas chimeneas para la ampliación del nuevo tajo norte. En el año 2018 paso al área de Aguas y Relaves donde vengo laborando hasta la actualidad; mi función en el área es coordinar todos los trabajos de construcción, diseño y ampliación de línea de relaves, así como los proyectos programados previos a ejecutar, como los que se encuentran en ejecución; dentro de mis actividades se encuentran:

- Monitoreo de dique de contención en relavera Huachuacaja (se encuentra en cierre) y relavera Huaruacaca (operativa); levantamiento con dron para fotogrametría y control satelital.
- El estudio del depósito de relaves realizando batimetría cada 6 meses.
- Diseño y traslado de tubería de HDPE
- Monitoreo de celdas de asentamiento y piezómetros de cuerda vibrante.
- Operador del espesador de relaves y planta de tratamiento de aguas residuales (PTARI).
- Supervisar y controlar los equipos de línea amarilla que son utilizados para la construcción de plataforma donde son colocados las tuberías de HDPE.
- La ampliación de nuevos accesos para el ingreso al depósito de relaves.
- Planificación de descarga de relaves y el plan de temporada seca.
- Y otros que se me encomiende.

Capítulo II

7.1. Información General del Proyecto

Proyecto para un Proceso Óptimo de Dimensionamiento de Flotas para la construcción del dique de protección de la Planta de Tratamiento de aguas residuales industriales (PTARI) y construcción de canales de coronación UM Colquijirca.

7.2. Objetivo y objeto de estudio

7.2.1. *Objetivo*

7.2.1.1. **Objetivo General**

Determinar la implementación de una herramienta de gestión para mejorar el proceso de dimensionamiento de flota en la construcción del dique de protección de la PTARI, mediante la reducción de costos por reducción de maquinarias, tiempos inactivos e ineficientes de los ciclos de carguío y acarreo.

7.2.1.2. **Objetivo Especifico**

- Evaluar el proceso actual de la flota de carguío y acarreo, tiempos activos e inactivos de producción, cantidad y costos de maquinarias para el proceso constructivo del dique de protección de la PTARI.
- Diseñar mediante herramientas de cálculo la proyección de costos y productividad de la flota utilizada en los procesos de acarreo y carguío de la construcción del dique de protección de la PTARI.
- Implementar dentro del plan de producción, un diseño óptimo de la flota de carguío y acarreo en la construcción del dique de protección de la PTARI, así como su control y supervisión de los mismos.
- Demostrar que la implementación de un diseño óptimo de dimensionamiento de flotas como una herramienta utilizada dentro de un plan de producción y control de gestión de proceso, minimizara costos y empleo de maquinaria

excesiva en el proceso constructivo, mejorando así la productividad de sus procesos de carguío y acarreo de la construcción del dique de protección de la PTARI.

7.2.2. Objeto de Estudio

Uno de los principales objetivos de esta investigación es el análisis detallado del diseño e implementación de herramienta de gestión como parte de la gestión de procesos y en qué nivel se podrá evidenciar el incremento de productividad, así como el de rentabilidad de la empresa, durante sus ciclos operacionales vigentes y de los procesos posteriores. Para cumplir con los objetivos indicados previamente, se ha tomado una metodología que consiste en evaluar los equipos de carguío y acarreo de las diferentes contratadas, para el cálculo de la productividad y los costos unitarios de cada maquinaria de carguío; así también los tiempos efectivos, demoras y trabajados de los equipos de acarreo, ya que ellos representan un alto costo en el proceso de minado.

El diseño de dimensionamiento óptimo de flotas y su control se desarrollará en tres fases, Fase 1 se identificará dentro de las partes del proceso de ingeniería, la maquinaria a utilizar en acarreo y carguío de la construcción del dique de protección de la PTARI; en la Fase 2 se diseñará una herramienta de gestión donde definirá los tiempos activos empleados “horas” y costos; en la Fase 3 la comprobación del incremento de productividad y mejora continua. De esta manera aplicando una herramienta de gestión adecuada se conseguirá un equilibrio de las tres variables fundamentales Calidad, Costo y Tiempo. Los conocimientos adquiridos en mi centro de estudios, así como mi experiencia laboral Profesional, se aplicarán a lo largo del presente proyecto. (Oficina Internacional del Trabajo, 2016)

En este estudio de suficiencia profesional que se presentara a continuación se pretende demostrar que el análisis e implementación de una herramienta de gestión de procesos en la

optimización de flotas nos ayudara a comparar el nivel de productividad del proceso vigente con el proceso de ingeniería posterior de dimensionamiento óptimo de flotas.

Como respuesta a esta comparación se obtendrá resultados como cantidad utilizada de equipo de carguío y acarreo, tiempos activos e inactivos, productividad, nivel de costos y como parte final la rentabilidad de la empresa.

Finalmente dejare como constancia los resultados obtenidos, las lecciones aprendidas y la proyección profesional.

7.3. Descripción del Proyecto

Actualmente, la producción de la operación del mineral extraído es de 19 800 tpd para la obtención de minerales de Cu-Pb-Zn. Como parte del proceso en planta, se generan dos tipos de relaves: relaves finos del circuito de flotación de plomo-zinc; y relaves gruesos del circuito de plomo-zinc y cobre. Los relaves finos son enviados al depósito de relaves a un contenido de sólidos promedio de 15%, y los relaves gruesos son enviados a la planta de espesamiento de relaves donde se espesan a un contenido de sólidos promedio de 55% para su depósito en superficie en el depósito de relaves Huachuacaja. La pendiente promedio de la playa del depósito de relaves es de 0,5%. (Luisa P. Baldeon Hinostroza, 2015)

La minera cuenta también como parte de sus procesos de ingeniería, la construcción del dique R5 la cual responden al requerimiento operacional de coleccionar las aguas de lluvia y evitar que ingresen al depósito de relaves y no se incremente significativamente el volumen del mismo.

Además, en los últimos 2 a 3 años, estas estructuras se han convertido en contención del relave depositado, debido a que el depósito de relaves se encuentra limitado, por el Norte, por el límite propiedad con la comunidad de Santa Rosa y por el Sur con la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales. La ubicación de este depósito de relaves en la quebrada Huaraucaca está a 2 km al noreste de la Planta Concentradora Huaraucaca en un área de cabecera de cuenca.

Estos procesos constructivos en las explotaciones mineras demandan altos costos de inversiones con respecto a los servicios de alquiler maquinaria para las tareas de acarreo y carguío, escoria y otros elementos de desmonte en una minera tajo abierto, costos que reflejan incidencias relevantes con respecto a un nivel bajo de producción y rendimiento económico de la Organización.

Es así como en base a estos procesos de ingeniería y mis actividades relacionadas a los mismos como operador de espesador de relaves, operador de la PTARI y supervisor de línea amarilla entre otras. presento mi proyecto de estudio llamado “Dimensionamiento óptimo de flotas para la construcción del dique de protección de la PTARI y construcción de canales de coronación UM Colquijirca – Cerro de Pasco”

Proyecto en estudio que busca, incrementar los niveles de producción y rendimientos económicos para lograr una mejora continua en la organización, para que esta continúe con sus proyectos de inversión en pos al progreso económico en nuestro país y sus ciudadanos. Este proyecto de “Dimensionamiento de Flotas...” que presento a continuación se basa en calcular y determinar el número óptimo de maquinaria necesaria para el carguío y acarreo. El diseño de este proyecto se basa en la correcta planificación y programación de flotas para carguío y acarreo, los cuales nos reducirán costos en mano de obra, maquinaria y tiempos “muertos” no empleados en la operación constructiva.

La optimización de flotas que se emplearan en los procesos de ingeniería contara con un control y supervisión permanente que nos dará resultados de incrementos de productividad y altos rendimientos económicos. Gracias al planeamiento enfocado al acarreo se pueden hacer cálculos y estimar la cantidad de material y otros elementos a transportar que se espera mover en las etapas del proyecto en sí mismo o de otros posteriores, calculándose a emplear durante el carguío, 25 volquetes, se cuenta también con información recopilada en base a cronometro, dándonos una lectura de ida del volquete, descarga de la tolva y el retorno al punto de carguío

todo esto es el ciclo o el tiempo del ciclo carguío y acarreo. Estas actividades permitirán el cálculo óptimo de la flota y que se podrá apreciar con más detenimiento a lo largo del desarrollo del proyecto de investigación. Este proyecto cuenta con temas orientados a proporcionar información relevante y de mejora continua para incrementos de productividad y rendimientos económicos como parte de la gestión por procesos, dividido en 3 fases.

Fase I: Análisis de datos del ciclo de acarreo y carguío del Dique R5.

Fase II: Diseño y adopción de la herramienta de gestión de dimensionamiento de flotas para el monitoreo del ciclo de acarreo y carguío, por último,

Fase III: Comprobación de la adopción de la herramienta de gestión del diseño de dimensionamiento óptimo de flotas.

7.4. Marco conceptual que da sustento al objeto del proyecto

7.4.1. Dimensionamiento

Es el acto en el cual se realizan cálculos necesarios para determinar las dimensiones principales necesarias de los equipos de un proceso y sistema que se requiere para lo cual es necesario considerar y evaluar variables tales como: capacidad real de los equipos, distancia de transporte, topografía del terreno, superficie de la planta, infraestructura disponible en la región, interferencias con el medio ambiente, economía, entre otros. (Aula Virtual, 2020)

7.4.2. Optimización

Es la acción y el efecto resultante de la capacidad para solucionar un hecho o alguna cosa, lo más eficientemente posible, utilizando menores recursos y a bajos costos. En términos generales, se refiere a la capacidad de hacer o resolver alguna cosa de la manera más eficiente posible y, en el mejor de los casos, utilizando la menor cantidad de recursos.

7.4.3. Optimización en Administración

Es el acto en el que se pone en práctica nuevos métodos de trabajo en una organización; como inversión en servicios, productos, sistemas y todo medio que ayude a

automatizar tareas, actividades, programaciones, planificación de proyectos, y otros, contemplándose también el recurso humano, la parte operativa o financiera de esta manera se ve a la empresa como un todo para lograr una mayor eficiencia y mejora de procesos.

7.4.4. Productividad

Indicador de medida económica necesaria para la acción de determinar mediante cálculos cuantos bienes y/o servicios se están produciendo, empleando diversos factores como el tiempo en horas máquina/ trabajador, capital, etc. La productividad determina la eficiencia de la producción; cuanto más bajos o mínimos son los recursos utilizados para producir una misma cantidad de bienes y/o servicios su productividad será mayor su eficiencia. (Natalia, 2006)

7.4.5. Productividad en ahorro de costos y tiempo

La productividad en ahorro de costos se hace posible al permitir deshacernos de lo innecesario logrando así la reducción de costos y cumplimiento de objetivos; y la productividad en ahorro en tiempo se logra cuando esta nos permite realizar mayores tareas en menor tiempo dedicando así ese tiempo ahorrado en otras tareas

7.4.6. Productividad laboral por factores

Es el acto relacionado a la cantidad de trabajo con la producción obtenida, y esta producción obtenida se relaciona con la suma de factores que intervienen en la producción como son tierra, capital y trabajo

7.4.7. Productividad marginal

Es el acto en el que se determina el nivel de productividad, cuando se requiere obtener una producción adicional de un factor productivo, manteniendo el resto constantes, lo que dará menores incrementos en la producción por unidad

7.4.8. Carguío

Forma parte de las etapas del proceso de explotación minera “tajo abierto”, es el acto de carga de material mineralizado del yacimiento, realizándose en bermas de carguío (banco), diseñadas especialmente para la actividad minera, se construye para emplearse como barrera en las vías de acceso para detener material suelto desprendido, rocas y demás. (Ministerio de Minería, 2016)

7.4.9. Acarreo

Es la acción de transportar por vehículo, maquinarias, grúas o por factores naturales elementos trasladándolos de un lugar a otro los materiales para edificar como también es usado para trasladar los restos de demoliciones, perforaciones, excavaciones, etc., luego de su carga deben ser transportados “acarreados” hasta el lugar donde serán desechados o reciclados. (Juan & Merino, 2017)

7.4.10. Aguas residuales industriales

Se determinan así, a las sustancias, elementos o compuesto en estado líquido, provenientes de cualquier actividad que afecta al recurso agua, al suelo y al sub suelo en condiciones naturales, también son llamadas a las aguas derivadas de fuentes o de procesos industriales.

7.4.11. Gestión por Procesos

“Business Process Management (BPM)” Se puede definir como la forma de gestionar a una organización, diferente a la organización convencional y clásica; este enfoque de gestión se basa en los procesos y las actividades que la comprenden, cuyas tareas estarán sistemáticamente orientadas a generar un valor agregado en sus productos o servicios.

7.4.12. Flujo de trabajo

Un flujo de trabajo "workflow", no es más que aplicar un método secuencial para terminación de tareas programadas, el método que se elija se aplicara desde el inicio hasta el

final de ellas con el fin de culminarlas, tareas que forman parte de las actividades de un proceso, ahorrando tiempos y empleándolos estos en diversas actividades, no siempre relacionadas, pero que se encuentran en el mismo camino por accionar.

7.4.13. Rendimiento

Es el resultado en beneficios o ganancias que nos genera una operación económica, una inversión realizada. Este rendimiento nos permitirá conocer la rentabilidad que produce una inversión, según la cantidad del capital invertido.

7.4.14. Rentabilidad

Es el rendimiento, ganancia de una inversión, referente a un periodo de tiempo programado o determinado, se asocia a los activos ya sea como un flujo de efectivo, bienes, maquinarias y otros, independientemente de la financiación de los mismos.

7.5. Metodología

7.5.1. Diseño de investigación

El nivel del diseño de investigación de este proyecto es la investigación descriptiva, puesto que ninguna variable que forma parte de este estudio se encuentra influenciada, para llevar a cabo este estudio de investigación se utilizara el método de observación

7.5.2. Método de observación

Para obtener un resultado más eficaz en esta investigación descriptiva se utilizará la observación cuantitativa y la observación cualitativa. (Pabel M. Huarocc Ccanto, 2014)

7.5.2.1. Observación Cuantitativa

Para este método y con el análisis previo de los procesos de carguío y acarreo se podrá obtener una recopilación objetiva de datos como la ubicación geográfica de la cantera y dique R5, el estado de las vías, tipo de equipos, combustible, tiempos de tránsito y velocidad de los equipos durante sus procesos.

7.5.2.2. Observación Cualitativa

En este método utilizaremos el monitoreo a distancia de los procesos de carguío y acarreo como un participante observador.

Tabla 1

Variable operacional

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones o categorías	Indicadores	Instrumentos
Dimensionamiento de flota para la construcción del Dique.	El óptimo dimensionamiento de flotas se obtiene diseñando una herramienta de gestión para un monitoreo continuo de los ciclos de carguío y acarreo, teniendo en cuenta el tipo de equipos o maquinarias a emplear tiempos y velocidad de las mismas.	Para diseñar el tipo de equipamiento y sistema que será requerido, se basó en el método de análisis de recopilación de datos de las siguientes variables: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ubicación Geográfica de la cantera y Dique R5 ▪ Estado de la vía. ▪ Equipo utilizado: volquetes, excavadora hidráulica, retroexcavadoras, cargador frontal. ▪ Combustible ▪ Tiempos de transido salidas, llegadas, maniobras etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estudio del ciclo operacional de carguío y acarreo. ▪ Determinación de Flota óptima para ciclo de acarreo y carguío. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tiempo Horas Maquinaria de carguío y acarreo. ▪ Volumen Flota del Ciclo de carguío y acarreo. <p>Los Indicadores permitirán monitorear y supervisar el ciclo de carguío y acarreo, así como analizar los tiempos de tránsito de los equipos para evaluar el nivel de productividad. Cuantificar el potencial de los beneficios mediante los resultados de la herramienta de gestión empleada como parte del diseño de</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formato de toma de datos de equipos de carguío y acarreo (anexo 1 al 3). ▪ Fórmula para determinación de tiempo de equipos del ciclo de carguío y acarreo ▪ Hoja de cálculo de dimensionamiento de flota de equipos (diseño)

Nota: Tabla de estudio de mi variable operacional

7.5.3. Población y Muestra

7.5.3.1. Población

La población de estudio para esta investigación que participan durante el proceso constructivo operacional del dique R5 está comprendido por los siguientes:

- Superintendente de aguas y relaves
- Técnico de aguas y relaves
- Controlador de línea amarilla
- Empresa comunal Smelter.

7.5.3.2. Muestra

Como parte del estudio, se tomará en cuenta toda la población ya que es una pequeña muestra que está integrada por personal que participa en la gestión de control del proceso constructivo del dique de protección de la PTARI

7.5.4. Técnica o instrumentos

Para la elaboración de las técnicas e instrumentos de recolección de información y datos utilizamos los siguientes criterios:

- La naturaleza y parámetros del objeto de estudio
- Las posibilidades y oportunidad de acceso a datos e información como elemento participante del proceso operacional en estudio.
- Recursos disponibles con los que se cuenta en la gestión de control del proceso operacional de carguío y acarreo.
- Tamaño y muestra de la población en estudio.

Tomando en cuenta los criterios mencionados, se utilizaron los siguientes instrumentos:

7.5.4.1. Entrevista

En esta muestra de la población se tuvo un acceso al dialogo como consultas al superintendente de aguas y relaves con respecto a la existencia de información referida a cantidades de maquinaria utilizada en los TDR de los servicios de alquiler de maquinaria. La modalidad de entrevista utilizada es libre y focalizada para participantes del proceso operacional en estudio.

7.5.4.2. Observación

En esta técnica se observan los tiempos durante los ciclos de operaciones del carguío y acarreo durante el proceso constructivo del dique de protección de la PTARI para determinar las causas que afectan el logro de la optimización de sus procesos, las mismas que nos proporcionaran datos e información fehaciente para resolver esta problemática en estudio y verificar luego de la aplicación de un plan de producción y gestión de control, si los cambios fueron favorables en pos a resultados de mejora continua

7.5.4.3. Ficha de Recolección de Datos

En este instrumento de recolección de datos utilizaremos el formato de toma de datos de equipos de carguío y acarreo como herramienta base para tener acceso a un registro de las flotas que se vienen utilizando durante todo el ciclo de la construcción del dique R5, el cual nos servirá para realizar el diseño óptimo de dimensionamiento de flotas en este y posteriores procesos constructivos de ingeniería.

7.5.4.4. Herramienta de gestión - Excel de flota del ciclo de carguío y acarreo:

Este instrumento de hoja de Cálculo se utilizará como herramienta de gestión para determinar valores en cuanto a equipo empleado como volquetes, excavadoras hidráulicas, retroexcavadoras, cargador frontal entre otros, así como también los tiempos de tránsito entre

salidas, llegadas, maniobras etc. que son requeridos durante el ciclo de carguío y acarreo de la construcción del Dique R5.

7.5.5. Método de análisis de datos

Para el análisis de datos se tomó en cuenta la experiencia personal como participante durante la supervisión de los procesos de ingeniería y de los involucrados en los procesos operacionales, conociendo así las diversas opiniones, perspectivas, así como críticas ante los hechos evidentes, se les consulto posibles soluciones y en base a mis conocimientos obtenidos, se buscaron dar soluciones a la problemática a fin de dar cumplimiento al objetivo general planteado

7.5.5.1. Investigación acción

Luego de comprobar mediante la observación las causas, el problema y de recopilar datos e información, se procedió hacer las coordinaciones respectivas con respecto a los participantes en estudio, para determinar un plan de producción más efectivo, así como una mejor gestión de control, para lo cual se procedió previamente a elaborar una herramienta de gestión para determinar la flota referente a los tiempos operacionales, también se planteó lineamientos que deberán ser considerados en los términos de referencia de los servicios de alquiler de maquinarias para los diversos procesos constructivos de ingeniería. Las mismas que deberán ser consideradas en los futuros proyectos de ingeniería cuyos resultados reflejaran en un procesos óptimo y rentable para la empresa, ya que esta parte del proceso constructivo es la que demanda mayores costos y por ende su aplicación proveerá de mayor rentabilidad y trabajo no solo al sector minero, si no a las comunidades que participan durante los proyectos de construcción como parte proveedora y quienes perciben ingresos para una mejor calidad de vida

7.5.6. Aspecto ético

En cuanto a los aspectos éticos durante la ejecución de esta investigación se ha tomado en cuenta el **valor social** en el que se tiene claro el valor agregado del plan de producción, los puntos que se tomaran en cuenta y como se va a desarrollar durante los tiempos de los procesos operacionales de carguío y acarreo; otro aspecto ético que se toma en esta investigación es el **consentimiento informado**, en el que se pone en evidencia tanto a los participantes como a la comunidad (quien lo representa) indicándoles si se va a trabajar con ellos, lo que se va a hacer en cuanto a los procesos operacionales en estudio y con qué fin. Por último, el aspecto técnico de **condición de dialogo autentico** en el que sostienen conversaciones con definición de interés, incluidos en las mismas bases (TDR) y para el campo de investigación tratar con ellos en el mismo idioma sin afectarlos ya sea social o laboral.

Capítulo III

8.1. Desarrollo del Proyecto

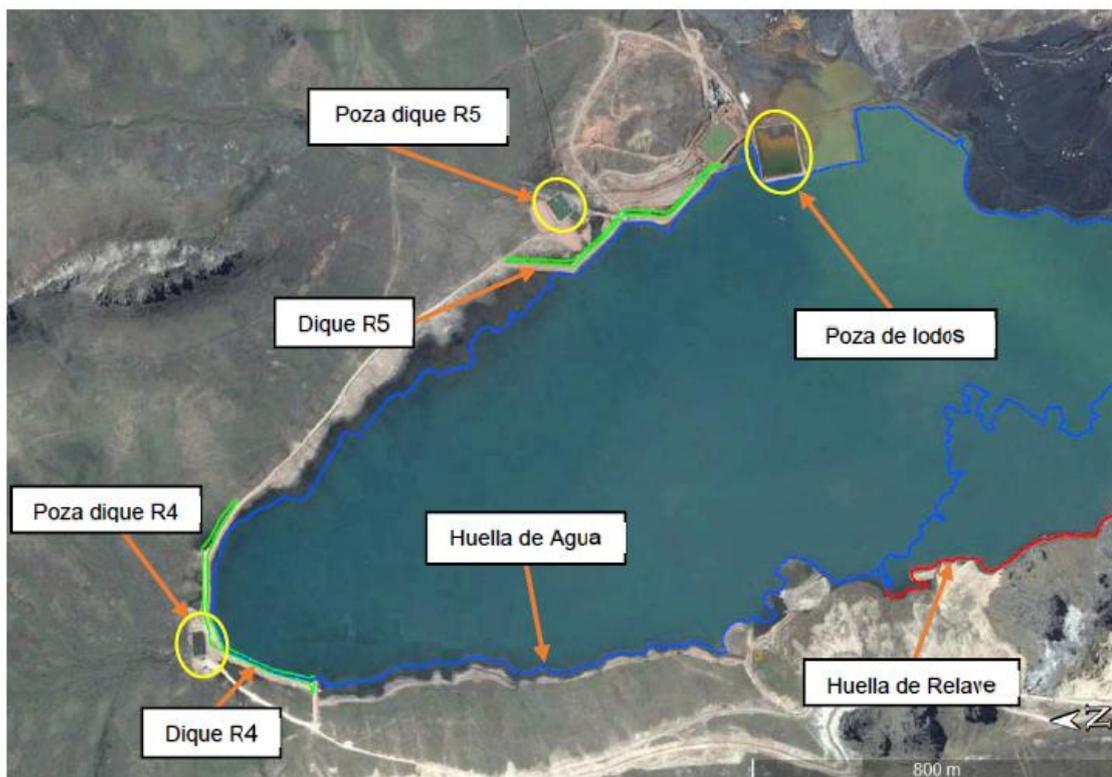
8.1.1. *Reconstrucción de la experiencia laboral*

8.1.1.1. Como se realizó el proceso

El proceso de este proyecto en estudio se ejecutó siguiendo los parámetros operacionales y procedimientos para optimizar el ciclo de carguío y acarreo como principal herramienta dentro del plan de producción, en el cual se cuenta con un diseño de expansión del depósito de relaves huachuacaja, para el cual se aplicará una herramienta de gestión para mejorar el proceso de carguío y acarreo. Para lograr un proceso óptimo de dimensionamiento de flota para la construcción del dique de protección de la PTARI se desarrolló el proyecto de la siguiente manera:

8.1.1.2. Análisis de las áreas comprometidas y en peligro de inundación

En esta fase se determinó que las áreas comprometidas y en peligro de ser inundadas es la PTARI, la poza R4 que limita con los terrenos de la comunidad campesina Santa Rosa, en esta última, no se cuenta con dichos terrenos por ello la empresa se vio con la obligación de recrecer los diques ya existentes a la cota 4214 (actualmente se encuentra en la 4210). La construcción de los diques R4 y R5 responden al requerimiento operacional de coleccionar las aguas de lluvia y evitar que ingresen al depósito de relaves. Además, en los últimos 2 a 3 años estas estructuras se han convertido en contención de los relaves depositado, debido a que el depósito de relaves se encuentra limitado por el norte, por el límite de propiedad con la comunidad campesina Santa Rosa. De acuerdo a la evaluación de los diques se observó que su construcción está conformada por un material granular arcilloso, de una compacidad media, con filtración de agua a profundidad en los diques.

Figura 1*Vista en planta de los diques R4 y R5*

Nota: Grafico del expediente de recrecimiento de los diques R4 y R5 por la empresa Lara Consulting 2019

8.1.1.3. Periodo del proceso de ingeniería del dique R4 – poza R4 y el dique R5 - PTARI

El diseño elaborado en ambos diques considera que es una estructura temporal de una vida útil estimada menor a 3 años, dado que quedara sumergido dentro del depósito cuando este recrezca. Este proceso de Ingeniería, cuenta con un tiempo aproximado de construcción es de 6 meses. El recrecimiento de los diques R4 y R5 considera utilizar mayormente para su crecimiento el material de desmonte de mina. La construcción de los diques son aguas arriba del actual depósito. En la cantera se tendrá plazoletas de 600 m² de las cuales 100 m² para acopiar los materiales que pasaron el control de calidad para su traslado a obra. A continuación, se indica los materiales que se requiere además contamos con los volúmenes requeridos para la ejecución del recrecimiento de los diques R4 Y R5

Tabla 2*Requerimiento de volumen para dique*

Material	VOLUMEN REQUERIDO		
	R4 (m ³)	R5 (m ³)	Total
TIPO A	45,000.00	47,000.00	92,000.00
TIPO B	6,000.00	5,200.00	11,200.00
TIPO C	4,500.00	6,600.00	11,100.00
TIPO D	1,224.00	1,267.00	2,491.00
TIPO E	3,500.00	3,000.00	6,500.00
	TOTAL (m ³)		123,291.00

Nota: Elaboración propia

El ingeniero de calidad verificara el cumplimiento de las especificaciones técnicas requerido en el expediente técnico realizado por la empresa Lara Consulting.

Figura 2*Material tipo A*

Diámetro de la Partícula (N° de Tamiz)	% Acumulado que Pasa (% en Peso)
6" (152,4 mm)	100
3" (76,2 mm)	90 – 100
2" (50,8 mm)	83 – 100
1,5" (38,1 mm)	78 – 100
1" (25,4 mm)	69 – 95
0,75" (19,05 mm)	62 – 91
0,375" (9,525 mm)	48 – 78
N°4 (4,76 mm)	38 – 62
N°10 (2 mm)	26 -50
N°20 (0,84 mm)	21 – 43
N°40 (0,426 mm)	18 – 40
N°60 (0,25 mm)	17 – 38
N°100 (0,149 mm)	16 – 36
N° 140 (0,106 mm)	15 – 34
N°200 (0,074 mm)	14 - 32

Nota: Estudio de Recrecimiento de los diques R4 y R5 por la consultora Lara Consulting

Figura 3*Material tipo B*

Diámetro de la Partícula (N° de Tamiz)	% Acumulado que Pasa (% en Peso)
1" (25,4 mm)	100
0,75" (19,05 mm)	90-100
0,375" (9,525 mm)	70-100
N°4 (4,76 mm)	56-88
N°10 (2 mm)	40-73
N°20 (0,84 mm)	30-65
N°40 (0,426 mm)	26-61
N°60 (0,25 mm)	23-58
N°100 (0,149 mm)	20-56
N°140 (0,106 mm)	19-54
N°200 (0,074 mm)	17-52

Nota: Estudio de Recrecimiento de los diques R4 y R5 por la consultora Lara Consulting

Figura 4*Material tipo C*

Diámetro de la Partícula (N° de Tamiz)	% Acumulado que Pasa (% en Peso)
3" (76,2 mm)	100
2" (50,8 mm)	92
1,5" (38,1 mm)	85
1" (25,4 mm)	75 – 100
0,75" (19,05 mm)	68 – 92
0,5" (12,7 mm)	60 – 82
<hr/>	
0,375" (9,525 mm)	54 – 75
N°4 (4,76 mm)	40 – 59
N°10 (2 mm)	25 – 43
N°20 (0,84 mm)	12 – 29
N°30 (0,6 mm)	7 – 23
N°40 (0,426 mm)	1 – 18
N°60 (0,25 mm)	0 – 11
N°100 (0,149 mm)	0 – 5
N°140 (0,106 mm)	0 - 1

Nota: Estudio de Recrecimiento de los diques R4 y R5 por la consultora Lara Consulting

Figura 5*Material Tipo D*

Diámetro de la Partícula (N° de Tamiz)	% Acumulado que Pasa (% en Peso)
1,5" (38,1 mm)	100
1" (25,4 mm)	85 – 100
0,75" (19,05 mm)	65 – 100
0,5" (12,7 mm)	52 – 90
0,375" (9,525 mm)	45 – 80
N°4 (4,76 mm)	30 – 65
N°10 (2 mm)	22 – 52
N°20 (0,84 mm)	17 – 42
N°30 (0,6 mm)	16 – 38
N°40 (0,426 mm)	15 – 35

Nota: Estudio de Recrecimiento de los diques R4 y R5 por la consultora Lara Consulting

Figura 6*Material Tipo E*

Diámetro de la Partícula (N° de Tamiz)	% Acumulado que Pasa (% en Peso)
20" (508 mm)	100
12" (304,8 mm)	60 – 100
10" (254 mm)	50 – 93
6" (152,4 mm)	25 – 62
3" (76,2 mm)	0 - 25
2" (50,8 mm)	0 – 8

Nota: Estudio de Recrecimiento de los diques R4 y R5 por la consultora Lara Consulting

Los trabajos se empezaron el día 17-10-2019 y culminó el 10-02-2020 teniendo en consideración que son dos Diques R5 (PTARI) y R4 (Poza R4), por cada dique son 3 meses de construcción.

8.1.1.4. Descripción del Proceso Constructivo y Problema encontrados

Los trabajos de construcción iniciaron con el dique R5, los primeros días de trabajo se visualizó problemas y desorden en el tema de acarreo y se asumió que también tendrían problemas en el carguío y por esto se inició una evaluación para verificar el ciclo de los equipos requeridos para dicho frente, tomando en consideración la buena práctica durante todo el proceso constructivo:

- Cumplir el volumen total de todo el material requerido.
- Controlar un adecuado costo sin quitar la calidad al trabajo.
- Cumplir con los plazos pactado.
- Buscar el rendimiento adecuado.

El principal problema que se puede presentar es el mal estado de las vías de acceso al ingresar a los últimos meses en temporada de lluvia

8.1.1.5. Costos de Procesos de Acarreo y carguío

El costo de los procesos de Carguío y Acarreo representan un 65% del costo total y 80% del Costo de Equipo. Debido a ello, es sumamente importante invertir horas de trabajo en la correcta selección de los equipos de carguío y acarreo. Se experimentó iniciando este proyecto, en los cuales se recabó información de campo, analizó los factores que influyen en los ciclos y desarrolló una metodología para que los ingenieros de producción puedan llevar a cabo un dimensionamiento óptimo de sus flotas de equipos en cada uno de los respectivos frentes de trabajo. La elección de una adecuada flota de acarreo permite minimizar costos por unidad y maximizar la producción diaria.

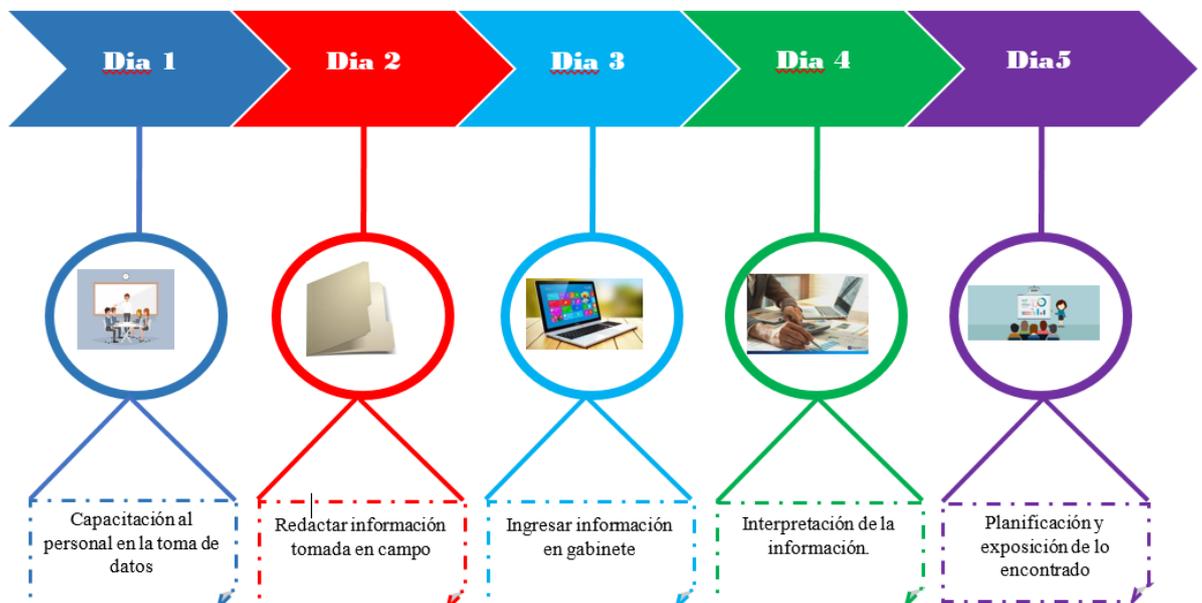
Este trabajo servirá para los futuros trabajos de recrecimiento de diques enfocados en la optimización de procesos y/o actividades constructivas. La etapa más relevante en este proyecto es la adecuada selección de los equipos involucrados en el proceso productivo, ya que los costos estimados para el proyecto pueden diferir en gran medida con respecto a los

reales en función de la selección de los equipos a utilizar. Es así que en la explotación de un yacimiento el dimensionamiento de los equipos resultará del análisis de gran cantidad de información, tanto tecnológica como práctica, las cuales permitirán determinar las mejores alternativas para la extracción y el manejo de los recursos involucrados. Al realizar el trabajo en campo y gabinete solicite al rector y a la escuela poder exponer el presente informe que se pudo realizar en mi centro laboral. Con el nombre de “Dimensionamiento de flota de equipo”

8.1.1.6. Línea de tiempo

Figura 7

Línea de tiempo



Nota: Se realizó la toma de datos de acuerdo al tiempo planificado

8.1.2. Análisis de la información

El procesamiento de la información se realizó durante la supervisión de ingeniería como parte de algunas labores encomendadas a mi persona, en dicha supervisión se observó a maquinarias operativas en un estado de espera (en cola), este hecho fue informado al superintendente, ya que esas paradas de maquinarias determinaba incrementos significantes de costos y menos producción por tiempos muertos. Con la información observada en campo se

realizó un diagnóstico para determinar las causas, este diagnóstico fue analizado de manera exhaustiva, organizándolos de acuerdo a parámetros que nos facilita el trabajo en campo.

Para este análisis se tomó en consideración el reporte de fallas del equipo, cuantos equipos de carguío, consumo de combustible, que equipos se van a utilizar (volquetes, excavadora hidráulica, retroexcavadoras, cargador frontal). Con un cronometro se tomó las horas a cada volquete que llegaban a la cantera a cargar, se tomó la maniobra, cuantos pases y el ángulo que carguío, así como el estacionamiento en retroceso, el tiempo de transito que se toma en llegar a su destino donde descarga el material (Dique R5). Se evaluó su velocidad y el estado de la vía.

8.1.2.1. Acciones a realizar durante estudio

Se procedió a seleccionar al personal y capacitarlo en la toma de información requerida, que se divide en tres partes carguío, acarreo, ciclo de trabajo.

Los Temas de capacitación fueron en:

- Carguío. Se refiere específicamente a la carga de material.
- Acarreo. Se refiere específicamente al traslado del material
- Ciclo del trabajo. Se refiere al tiempo de ida y vuelta que se toma el volquete sin y con material.
- Se capacito al personal sobre el llenado del formato “control tiempo de carguío”, para no equivocarse a la hora de procesar la información

- Tiempo de acopio es el tiempo del equipo de carguío tomado para acumular el material para su respectivo traslado
- Tiempo de espera es el tiempo que se encuentra en stand by por la falta de equipo de acarreo.
- Tiempo total del ciclo es la suma de todos los tiempos antes mencionados.
- Para el equipo de acarreo se necesita la siguiente información: (ver anexo 2)
- Tiempo de ciclo es el tiempo que le toma al volquete ir con el material y retornar a la cantera.
- Tiempo de espera es el tiempo que le toma al volquete esperar para ser alimentado con material.
- Tiempo de carga es el tiempo que necesita para ser llenar su capacidad de tolva
- Tiempo de demora es el tiempo que requiere el equipo para salir y llegar al punto de entrega (dique R5)

Toda esta información recopilada con cronometro nos da la lectura de ida del volquete, descarga de la tolva y el retorno al punto de carguío todo esto es el ciclo o el tiempo del ciclo carguío y acarreo (ver anexo 3).

Tabla 3

Tiempo de carguío por equipo

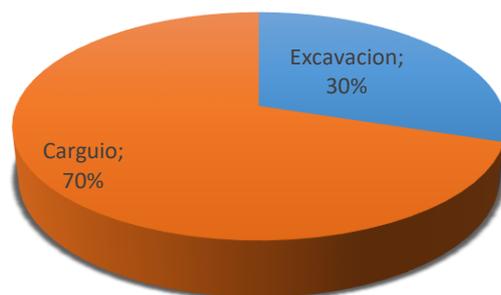
Ítem	Equipo	Tiempo de carga (min)
1	Excavadora Caterpillar 330D	2.45
2	Excavadora Caterpillar 336D	2.43
3	Excavadora Caterpillar 330DL	2.38
4	Cargador Frontal Caterpillar 950H BR	2.87

Nota: Elaboración propia

De la misma forma se obtuvo de la actividad de excavación y carguío (excavadora) lo siguiente:

Figura 9

Distribución de actividades de excavación y carguío



Nota: Elaboración propia

De acuerdo a los ciclos de acarreo se obtuvo un valor promedio de la calidad de los accesos para los diferentes tramos:

Tabla 4

Factor de calidad de vía por ruta

Ítem	Ruta	Factor de Calidad de Vía
1	Cantera Huachuacaja	70%
2	Cantera Smelter	80%
3	Dique	70%

Nota: Elaboración propia

La empresa comunal puso en obra 25 volquetes, 3 excavadora, 1 cargador frontal y se controló con el horómetro del equipo. Los días de muestreo fueron 3 días y se recopiló toda la información para poder procesar dicha información y brindar mejor producción y seguridad. Todo el trabajo se realizó en el turno día por 8 horas diarias. Todo el volumen del recrecimiento del dique R5 es de 123,291 m³, R4 es de 130,000m³. Todo el material

explotado en la cantera será llevado a un centro de acopio donde se encuentra una chancadora donde dividirá el material de acuerdo a las especificaciones requeridas.

8.1.2.3. Como se elaboró el análisis

Para optimizar aún más se elaboró un nuevo formato (ver Anexo 4) el cual se va analizar las paradas causadas por interferencias con unidades de transporte de pasajeros, determinar los porcentajes que influyen en el ciclo y agregar a los tiempos de acarreo para optimizar mejor. De la información que se recolecto se obtuvo la influencia donde circulan los volquetes (sin considerar paradas) y se compara con los tiempos ideales obtenido de la velocidad promedio y las distancias.

8.1.2.4. Análisis de la incidencia de densidad del equipo de carguío que influencia en los tiempos del ciclo de y trabajo

En este análisis se consideró la densidad de los equipos en cada frente de trabajo durante el acarreo. El estudio consistió en registrar y reunir los tiempos que los volquetes se detuvieron originado por las interferencias de otras unidades de transportes de pasajeros (tiempo del ciclo de ida y vuelta) lo cual representa el tiempo total para el estudio. La influencia de los tiempos de paralizaciones es un porcentaje que nos ayudara a tener mejor el control de avance del proyecto en el tiempo total de cada ciclo.

Los datos seleccionados que tienen gran importancia en el estudio son dos: la interferencia de cada parada donde cruzan con medios de transporte y se comparan con los tiempos ideales obtenidos por las velocidades y puntos de carguíos.

Donde:

T_r : Tiempo ideal del ciclo

d: Distancia desde el punto de carguío hacia el botadero

v: Velocidad de tránsito en el recorrido

Luego

Donde:

T_{SP} : Tiempo de ciclo ida y vuelta sin parada

Q : Factor de Calidad de vía

Para el calcular el factor de densidad se realizó así:

Donde:

T_P : Tiempo total de parada de ida y vuelta (interferencia de otros vehículos)

D : Factor de densidad de equipos en el de trabajo

De acuerdo al resultado se continuo con el diseño de la flota optima, para esto se calcula el tiempo ciclo de la siguiente manera:

Donde:

T_T : Tiempo total del ciclo

T_I : Tiempo ideal

Q : Factor de calidad de vía

T_C : Tiempo de carga del equipo de transporte

T_D : Tiempo de descarga del equipo de transporte

La densidad del equipo y la determinación del factor de acoplamiento

Es la cantidad de equipos en el frente de trabajo se refleja en el cálculo del factor de acoplamiento.

Al visualizar nos percatamos que la densidad afecta directamente al factor de acoplamiento, que se refleja el resultado más real.

Para llegar a determinar la densidad cobre lo que se produce en campo

Donde:

N_O : Número óptimo de vehículos

N_V : Número de vehículos sin considerar densidad

Para la flota de acarreo y carguío se define de esta manera:

Para los equipos de acarreo:

Donde:

PA: Producción horaria de la flota de acarreo

V: Volumen de carga promedio de la flota de acarreo

Donde:

PA/U: Producción de acarreo por unidad de transporte

Para los equipos de carguío:

Donde:

$P_{A/U}$: Producción de acarreo por unidad de transporte

Donde:

P: Producción diaria del equipo de acarreo

H: Horas efectivas de trabajo

Reemplazamos I en II:

Reemplazamos I en IV:

La producción de los equipos de acarreo se ve ligeramente disminuida a causa el factor de densidad establecido.

El siguiente paso se va a diseñar una herramienta de gestión con toda la información recopilada en campo y los volúmenes de producción adecuada según el requerimiento, con la finalidad de disponer la flota de acarreo óptima y alcanzar un factor de acoplamiento permisible como *“Gestión de herramienta para un óptimo dimensionamiento de flota de equipo”*.

8.2. Se productividad y rendimientos económicos en 3 fases

8.2.1. Fase I: Análisis de datos del ciclo de acarreo y carguío del Dique R5

Se procedió a armar todos los formatos requerida al detalle para una evaluación aceptable y se analizó la información tomada en campo donde se involucró a personal y

maquinaria; el personal fue capacitado en el llenado de los formatos (estudio del tiempo del ciclo, ver anexos) y la utilización del cronometro para medir el tiempo de llegada, retroceso, estacionamiento, numero de pases, salida de ida. La maquinaria de estudio se encuentran los volquetes, excavadora y cargador frontal los cuales servirá para un análisis completo para lograr un dimensionamiento correcto de flota de equipo. Se analizó el estado de las vías de tránsito para poder mejorar la llegada de los volquetes, las señales de tránsito que influyen en mejorar el ciclo de cada volquete y así poder controlar la llegada del material a la zona de acopio para poder utilizar en la construcción del dique R5. El material explotado de la cantera se le denomina desmonte de mina, el cual deberá ser trasladado a la plataforma de acopio y separado para llegar al material solicitado. En dicha plataforma de acopio se encuentra una chancadora móvil la cual va a separar los materiales de acuerdo a las especificaciones técnicas dadas por el consultor. Desde ese punto se realizará el traslado del material hacia el dique R5 para proceder a rellenar y compactar, eso quiere decir que se tendrá que movilizar el material en dos tramos: el primer tramo es de la cantera hacia la plataforma de acopio y el segundo tramo es de plataforma de acopio hacia el dique R5.

Tabla 5*Control de carguío*

CONTROL TIEMPO CARGUÍO														
Excavadora	14-922		Origen		Cantera Smelter		Destino		Dique R5					
Material	Inadecuado		Corte		Doble Carril		Flota		14					
Código Volquete	Tiempo Retroceso Camión			Tiempo Maniobra para carga camión			Tiempo Primer Pase			Tiempo (N-1) pases			N° Pases	Tpo de Ciclo
	Total (min)	Min	Seg	Total (min)	Min	Seg	Total (min)	Min	Seg	Total (min)	Min	Seg		
11-1028	0.63		38	0.47		28	0.10		6	1.02	1	1	5	2.22
11-973	0.60		36	0.43		26	0.10		6	1.23	1	14	5	2.37
11-1019	0.67		40	0.47		28	0.10		6	1.00	1		5	2.23
11-998	0.65		39	0.42		25	0.07		4	1.00	1		5	2.13
11-807	0.78		47	0.33		20	0.07		4	1.05	1	3	5	2.23
11-985	0.50		30	0.48		29	0.07		4	1.03	1	2	5	2.08
11-1018	0.75		45	0.53		32	0.08		5	1.12	1	7	5	2.48
11-1028	0.72		43	0.33		20	0.10		6	1.17	1	10	5	2.32
11-1017	0.67		40	0.47		28	0.07		4	1.05	1	3	5	2.25
11-1043	0.75		45	0.43		26	0.07		4	1.00	1		5	2.25
11-1014	0.72		43	0.80		48	0.07		4	1.07	1	4	5	2.65
11-1023	0.70		42	0.47		28	0.08		5	1.25	1	15	5	2.50
11-945	0.73		44	0.43		26	0.07		4	1.08	1	5	5	2.32
11-1019	0.55		33	0.42		25	0.07		4	1.03	1	2	5	2.07
11-1010	0.30		18	0.43		26	0.07		4	1.10	1	6	5	1.90
11-988	0.72		43	0.47		28	0.05		3	1.00	1		5	2.23
11-1018	0.70		42	0.52		31	0.07		4	1.05	1	3	5	2.33
11-807	0.63		38	0.48		29	0.07		4	1.08	1	5	5	2.27
11-998	0.27		16	0.40		24	0.07		4	1.03	1	2	5	1.77
11-1028	0.63		38	0.38		23	0.08		5	1.00	1		5	2.10
11-1043	0.58		35	0.47		28	0.07		4	1.20	1	12	5	2.32

11-1014	0.50	30	0.37	22	0.08	5	1.00	1	5	1.95	
11-1023	0.57	34	0.45	27	0.08	5	1.62	1	37	5	2.72
11-1019	0.72	43	0.47	28	0.07	4	1.07	1	4	5	2.32
11-807	0.67	40	0.43	26	0.07	4	1.12	1	7	5	2.28
					0.07		1.09			Ciclo (min)	2.30

Nota: Elaboración propia

Tabla 6

Control de rendimiento real de excavadora

Bases De Calculo	Und	Cantera Smelter		Material	
		A Cantera > 1 Km	A Cantera > 1 Km	A Cantera < 1 Km	A Cantera > 1 Km
Distancia Media Ponderada	Km.	3.5	2.0	1.00	1.80
Velocidad del Vol. <i>Cargado</i>	Km/Hr.	25.00	25.00	20.00	20.00
Velocidad del Vol. <i>Descargado</i>	Km/Hr.	30.00	30.00	25.00	30.00
Tiempo De Carga (G) = [(F * C) + B]	Min.	3.32	3.32	3.77	3.77
(a) Eq. de Acarreo (Vol. de 15 m3)	m3	11.00	11.00	10.00	10.00
(b) Tiempo de maniobra	Min.	0.17	0.17	0.27	0.27
(c) Tiempo de pase	Min.	0.45	0.45	0.58	0.58
(d) Capacidad de cuchara	m3	1.65	1.65	1.65	1.65
Numero de Pases (E)	und	6.67	6.67	6.06	6.06
Numero de Pases Reales (F)	und	7.00	7.00	6.00	6.00
Tiempo Descarga del Volq. (H)	Min.	2.50	2.50	2.00	2.00
Tiempo Carga y Descarga (i) = [h + g]	Min.	5.82	5.82	5.77	5.77
Tiempo Recorrido del Volq. Cargado	Min.	8.40	4.80	3.00	5.40
Tiempo Recorrido del Volq. Descargado	Min.	7.00	4.00	2.40	3.60
Tiempo Recorrido	Min.	15.40	8.80	5.40	9.00
Ciclo	Min.	21.22	14.62	11.17	14.77
Tiempo Trabajado por Día	Min.	420.00	420.00	420.00	420.00
Eficiencia	%	85%	85%	85.00%	85.00%
Tiempo Útil Trabajado	Min.	357	357	357	357

Volumen Efectivo del Volquete	M3.	11.00	11.00	10.00	10.00
Número de Viajes al Día	Un.	16.83	24.42	31.96	24.17
Volumen Transportado	M3.	185.09	268.67	319.61	241.71
Esponjamiento		100%	100%	1.00	1.00
	m3/día	185	269	320	242
RENDIMIENTO	m3-Km	648	537	320	435
Equipos de Carguío		Inadecuado	Top Soil	Enrocado	Enrocado
Rendimiento Excavadora m ³ /Hr		169	169	135	135
Rendimiento Excavadora M3/Hr (Redondeo)		169	169	135	135
Rendimiento Excavadora M3/Día		1184	1184	947	947

Nota: Elaboración propia

Tabla 7

Calculo de rendimiento de tractor

Equipos de Empuje	D7		D8	
	Inadecuado	Estructural	Inadecuado	Estructural
Rendimiento de Tractor m ³ /Hr – Teórico	700	700	950	950
Factor de Corrección Final	0.57	0.60	0.35	0.35
Rendimiento de Tractor m ³ /Hr – Optimo	401.59	418.32	331.17	331.17
Rendimiento de Tractor m ³ /Día	2,811	2,928	2,318	2,318
Excavadoras Cat 336 – Necesarias	2.37	2.47	2.45	2.45

Nota: Elaboración propia

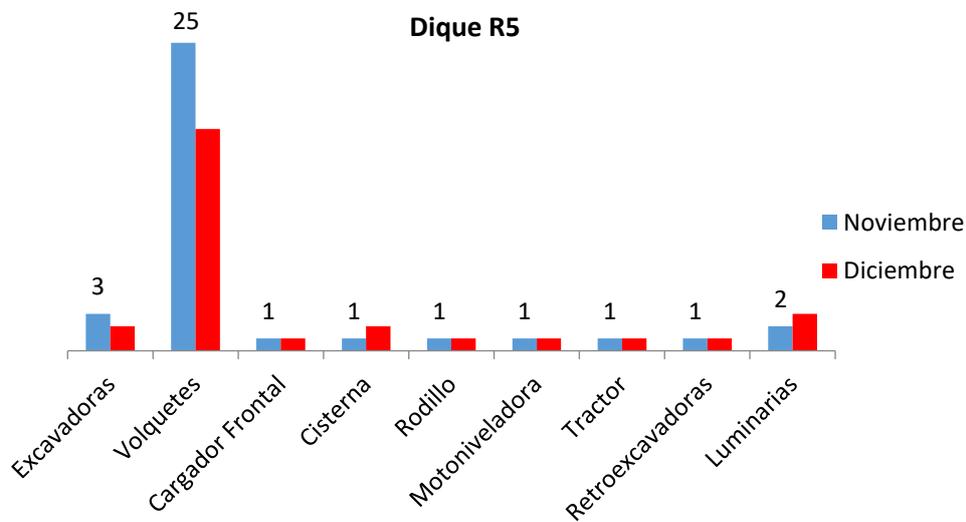
8.2.2. Fase II: Diseño de herramienta de gestión de dimensionamiento de flotas para el monitoreo del ciclo de acarreo y carguío

Luego de recolectar toda la información de campo se procedió a diseñar una herramienta de gestión que conceda a la supervisión de producción poder monitorear cada ciclo de los equipos de acuerdo a la necesidad de volumen requerido por día verificando el tipo de material a transportar y cuantos volquetes utilizaran para cumplir el plan de producción.

Tabla 8*Distribución de equipo por mes*

Distribución de Equipos -Dique R5		
Mes	Noviembre	Diciembre
Excavadoras	3	2
Volquetes	25	18
Cargador Frontal	1	1
Cisterna	1	2
Rodillo	1	1
Motoniveladora	1	1
Tractor	1	1
Retroexcavadoras	1	1
Luminarias	2	3
Total	34	27

Nota: Elaboración propia

Figura 10*Distribución de equipo por mes*

Nota: Elaboración propia

Tabla 9*Herramienta de Gestión*

Calculo de Dimensionamiento de Flota			
Tipo de Equipo de Carguío			Excavadora 330DL
Origen:	Cantera Smelter	Destino:	Plataforma de Acopio
Distancia (Km)			14
Velocidad Cargado (Km/Hr)			20
Velocidad Descargado (Km/Hr)			30
Tiempo de Carga + Descarga (min)			4.78
Tiempo de Carga (min)			2.3
Tiempo de maniobra (min)			
Tiempo de pase (min)			
#Pases			
Tiempo de Descarga (min)			2.48
Tiempo de Recorrido Camión (min)			35.26
Tiempo de Recorrido Camión Cargado (min)			19.1
Tiempo de Recorrido Camión Descargado (min)			16.16
Ciclo (min)			40.04
N° de Equipos de Acarreo Óptimo			18

Nota: Elaboración propia

Tabla 10*Calculo de Producción Diaria*

Cálculo de Productividad de Flota			
Tipo de Material	Estructural	Jornada (Hr)	7
Producción Requerida (m3/día)	4,531.47		
N° Viajes Camión/hora	1.50	Producción Camión Hora (m3)	17.98
Rendimiento de Ex (m3/Hr)	323.68	Producción Camión (m3/Viaje)	12.00
Producción Horaria Requerida (m3/Hr)	323.68		
N° Camiones Requeridos	18.00		

Nota: Elaboración propia

La herramienta de gestión guarda todos los registros de tiempo analizando los datos de carguío y acarreo, el promedio de alquiler de los equipos, la distancia por tramos, así como sus velocidades.

Tabla 11*Calculo de costo por día*

Cálculo Costos Flota (\$) - Dique R5			
Volquete (\$/Hr)	42.96	Horas Programadas	7.00
Equipo de Carguío (\$/Hr)	96.74	# Volquetes	18.00
	Costo Flota Acarreo (\$/Hr)		773.28
	Costo Flota Acarreo y Carguío (\$/Hr)		870.02
	Costo (\$/m3)		2.69
	Costo (\$/viaje)		28.67
	Costo Total (\$/día)		12,180.28

Nota: Elaboración propia

El archivo necesita ingresar el origen y destino y con la información guardada solo se necesita cargar el archivo y se obtendrá toda la distancia y velocidades de transito vigentes en la unidad, se ingresará el material de cantera transportado, así como el ángulo de carga, el material estimado y la jornada de trabajo (horas efectivas). Con la información necesaria la herramienta de gestión evaluara una adecuada flota para cada labor. En el alcance del proyecto se aprecia la maquinaria solicitada entre ellos los volquetes y excavadoras solicitadas para completar un ciclo de trabajo (carguío y acarreo). La herramienta de gestión obtendrá la cantidad de volquetes de acuerdo al volumen estimado y necesario para la producción y cumplimiento de metas.

Los trabajos iniciados en el mes de octubre nos dieron una cantidad de unidades las cuales generaron un alto costo en alquiler y combustible, gracias a la herramienta de gestión realizada en noviembre se vio la diferencia del mes anterior donde el ahorro es considerable y se mejoró la producción y cumplimiento de objetivos. Esta herramienta plantea una mejora continua en maquinaria y costo favorable para la empresa la cual se evidencio en los meses siguientes con un ahorro de alquiler de volquetes \$30,000 y en combustible \$42,300 y en alquiler de excavadora \$10,670 y en combustible \$13,151.

Tabla 12*Recursos de maquinaria*

RECURSOS		Oct-19	Nov-19	Dic-19	Ene-20	Feb-20
Dique R5	Excavadoras 336	3	3	2	2	2
	Tractor D7	1	1	1	1	1
	Motoniveladora	1	1	1	1	1
	Rodillo 10 Ton	1	1	1	1	1
	Retroexcavadora	1	1	1	1	1
	Volquetes 15m ³	24	24	18	18	18
	Cisterna agua 5000Gln	1	1	2	2	2
	Cargador Frontal	1	1	1	1	1

Nota: Maquinaria de alquiler por la empresa comunal Smelter elaboración propia

Los trabajos realizados en el mes de noviembre se visualiza el alquiler de la maquinaria donde se evidencia los costos de ahorro entre el mes de noviembre.

Tabla 13*Costo directo por 25 volquetes*

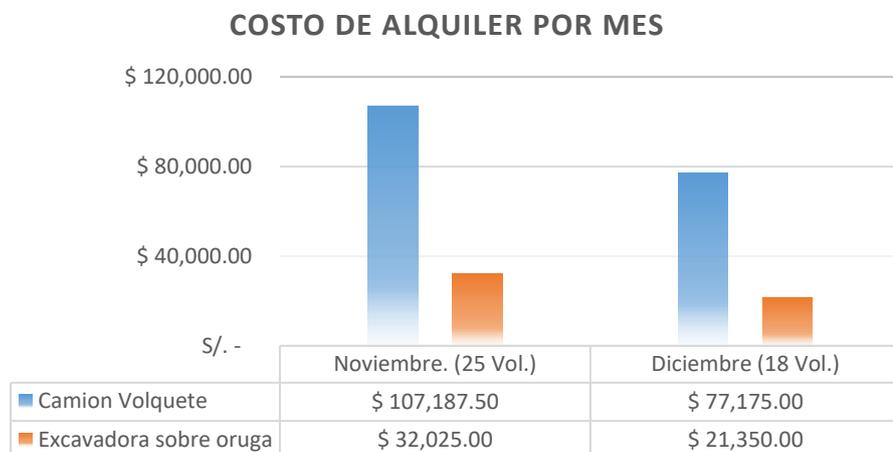
Costo Directo 25 Volquetes – Noviembre				
Tipo de Equipo	C / Alquiler	C / 7h	C / Mes	Noviembre. (25 Vol.)
Camión Volquete	24.50	171.50	\$ 4,287.50	\$ 107,187.50
Excavadora sobre oruga	61.00	427.00	\$ 10,675.00	\$ 32,025.00
Cargador frontal	57.00	399.00	\$ 9,975.00	\$ 19,950.00
Motoniveladora	50.00	350.00	\$ 8,750.00	\$ 26,250.00
Rodillo Compactador	29.50	206.50	\$ 5,162.50	\$ 15,487.50
Tractor sobre orugas	90.00	630.00	\$ 15,750.00	\$ 47,250.00
Retroexcavadora	26.70	186.90	\$ 4,672.50	\$ 9,345.00
Camión cisterna de agua	26.50	185.50	\$ 4,637.50	\$ 4,637.50

Nota: Elaboración propia

Tabla 14*Costo directo 18 volquetes*

Costo Directo 18 Volquetes - Diciembre				
Tipo de Equipo	C / Alquiler	C / 7h	C / Mes	Diciembre (18 Vol.)
Camión Volquete	24.50	171.50	\$ 4,287.50	\$ 77,175.00
Excavadora sobre oruga	61.00	427.00	\$ 10,675.00	\$ 21,350.00
Cargador frontal	57.00	399.00	\$ 9,975.00	\$ 9,975.00
Motoniveladora	50.00	350.00	\$ 8,750.00	\$ 17,500.00
Rodillo Compactador	29.50	206.50	\$ 5,162.50	\$ 10,325.00
Tractor sobre orugas	90.00	630.00	\$ 15,750.00	\$ 31,500.00
Retroexcavadora	26.70	186.90	\$ 4,672.50	\$ 4,672.50
Camión cisterna de agua	26.50	185.50	\$ 4,637.50	\$ 9,275.00

Nota: Elaboración propia

Figura 11*Costo de alquiler por mes*

Nota: Elaboración propia

Así mismo el costo en combustible se evidencia entre los meses de noviembre y diciembre.

Tabla 15*Costo directo de combustible por 25 volquetes*

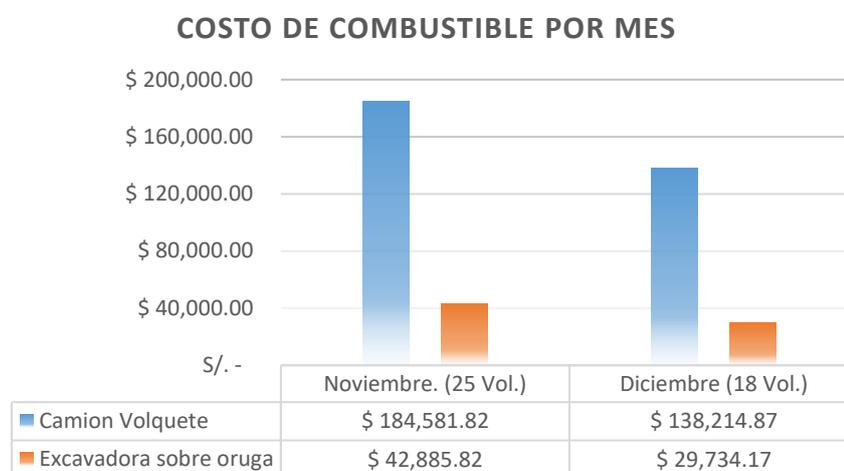
Costo Directo 25 Volquetes - Noviembre			
Tipo De Equipo	Combustible	Costo / Mes	Noviembre. (25 Vol.)
Camión Volquete	295.33	\$ 7,383.27	\$ 184,581.82
Excavadora sobre oruga	571.81	\$ 14,295.27	\$ 42,885.82
Cargador frontal	19.51	\$ 487.80	\$ 975.59
Motoniveladora	23.96	\$ 598.91	\$ 1,796.73
Rodillo Compactador	14.05	\$ 351.25	\$ 1,053.74
Tractor sobre orugas	45.56	\$ 1,138.91	\$ 3,416.73
Retroexcavadora	9.26	\$ 231.50	\$ 463.00
Camión cisterna de agua	5.60	\$ 139.98	\$ 139.98

Nota: Elaboración propia

Tabla 16*Costo directo de combustible por 18 volquetes*

Costo Directo 18 Volquetes - Diciembre			
Tipo De Equipo	Combustible	Costo / Mes	Diciembre (18 Vol.)
Camión Volquete	295.33	\$ 7,678.60	\$ 138,214.87
Excavadora sobre oruga	571.81	\$ 14,867.08	\$ 29,734.17
Cargador frontal	19.51	\$ 507.31	\$ 507.31
Motoniveladora	23.96	\$ 622.87	\$ 1,245.73
Rodillo Compactador	14.05	\$ 365.30	\$ 730.59
Tractor sobre orugas	45.56	\$ 1,184.47	\$ 2,368.93
Retroexcavadora	9.26	\$ 240.76	\$ 240.76
Camión cisterna de agua	5.60	\$ 145.58	\$ 291.16

Nota: Elaboración propia

Figura 12*Costo de combustible por mes*

Nota: Elaboración propia

8.2.3. Fase III: Comprobación de la adopción de la herramienta de gestión del diseño de dimensionamiento óptimo de flotas

La verificación del estudio realizado para la construcción del dique R5 fue favorable y se aceptó por la supervisión generando un valor agregado a la hora de supervisar, controlar y monitorear el avance y al mismo tiempo programar con anticipación el mantenimiento y retén de cada unidad.

8.3. Resultados esperados

Para la evaluación del proceso actual de acarreo y carguío flotas se utilizó una herramienta de gestión, el cual nos determinó el porcentaje de actividad en cuanto a procesos actuales, la producción diaria por jornada, número estimado de volquetes y el costo de producción en horas y viaje.

La herramienta de gestión para un buen dimensionamiento de flotas, así como su control y supervisión de sus procesos de acarreo y carguío ayudo a identificar el porcentaje adecuado de flotas de transporte de carga, la base de datos de distancia entre la cantera y el dique R5, el

tipo de maquinaria a utilizar, los costos de acarreo y carguío óptimos, los cálculos de dimensionamiento y productividad por flota.

La implementación de un control adecuado y dimensionamiento de flotas, mediante herramientas de gestión para un dimensionamiento óptimo, se logró en una proyección a mediano plazo de 2 meses; determinándose así la reducción de costos, también nos ayudó a conocer la cantidad exacta de maquinaria a emplearse reduciéndola. De esta manera se determina el incremento de productividad y por ende aumento de utilidades en las actividades constructivas de la Compañía minera El Brocal S.A.A.

8.4. Lecciones aprendidas y proyección profesional

Como resultado a la investigación realizada sobre “Dimensionamiento de Flotas de acarreo y carguío del proceso constructivo en estudio”, se determinó durante mi experiencia laboral y profesional que con la implementación de un óptimo dimensionamiento de flotas se obtiene:

8.4.1. Lecciones aprendidas en cuanto a experiencia laboral

- Los trabajos realizados para la construcción de los diques R5 ayudo a mantener un 20% de ahorro en alquiler de volquete y consumo de combustible y se mejoró la disponibilidad en un 5%.
- Los problemas de las fallas de los equipos incurrieron en costosos cargos por horas extras por parte de los equipos de mantenimiento.
- La información de los datos mostro que la eficacia del ciclo de acarreo mejoro no solo en la llegada al dique R5 sino mejoro en el tránsito vehicular.
- El agrupamiento permitió identificar con mayor precisión la causa de la falla de los equipos
- La mina pudo mejorar las carreteras rápidamente eliminando esta causa de falla.

- La parte de la flota de camiones está experimentando un menor estrés o esfuerzo por ejemplo en el tiempo de paradas y arranques se redujo.

8.4.2. *Lecciones aprendidas en cuanto a experiencia profesional*

- Supervisión y control de procesos vigentes y por ejecutar.
- Planificación, programación y proyección de resultados esperados.
- Evaluación de producción versus rendimiento económico.
- Aplicación de gestión por procesos y mejora continua

8.5. Proyección profesional

- Consultorías para evaluación de proyectos de inversión en el campo de la Ingeniería en procesos constructivos e infraestructura.
- Ejecución de Proyectos de inversión, valorizaciones de obras y otros de Infraestructura como postor y ejecutor para procedimientos de selección con Entidades del Estado a nivel local (competencia de municipalidades), y Gobiernos Regionales

Referencias

Aula Virtual. (5 de 3 de 2020). *Aula virtual Carrera de Ingeniería Química*. Obtenido de

Aula virtual Carrera de Ingeniería Química:

<http://www.ugr.es/~aulavirtualpfcic/dimensionamiento.html>

Juan, P. P., & Merino, M. (2017). *Acarreo*. Guayaquil: Guayaquil.

Luisa P. Baldeon Hinostroza. (2015). *Gestión de las Operaciones de Transporte y Acarreo para el Incremento de la CIA*. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion.

Ministerio de Minería. (8 de 10 de 2016). *Glosario de Mienro - Carguio*. Obtenido de

Glosario de Mienro - Carguio: <https://www.minmineria.cl/glosario-minero-c/carguio/>

Natalia, M. E. (2006). *Motivación en el trabajo para Mayor Productividad*. Chia: Chia.

Oficina Internacional del Trabajo. (2016). *Mejore su negocio El Recurso Humano y la Productividad*. Ginebra: Departamento de Empresa.

Pabel M. Huaroc Ccanto. (2014). *Optimización del Carguio y Acarreo de Mineral El uso de Indicadores Claves de Desempeño*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.

Question Pro. (3 de 5 de 2018). *Investigación Descriptiva*. Obtenido de Investigación

Descriptiva: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-descriptiva/>.

Anexo 3 (Formato de toma de datos para equipos de acarreo)

		FORMULARIO								U.M. COLQUIJRCA I U.M. COLQUIJRCA II SEDE LIMA		
		GESTION DE PROYECTOS								Código: FP- EBR- AR- 01.02-04		
		ESTUDIO DEL TIEMPO DE CICLO								Versión: 00		
PROYECTO:							EQUIPO: VOLQUETE	Pagina: 01 de 01				
MUESTREADOR:							FECHA:	HORA DE INICIO:				
FRENTE DE TRABAJO							TURNO					
			TOMA									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T I E M P O S R E G I S T R A D O S (M I N)	INICIA ESTACIONAMIENTO											
	INICIA CARGA											
	INICIA CICLO DE IDA											
	CICLO IDA	PARADA 1										
		RETORNO CICLO										
		PARADA 2										
		RETORNO CICLO										
		PARADA 3										
		RETORNO CICLO										
		PARADA 4										
		RETORNO CICLO										
		PARADA 5										
		RETORNO CICLO										
	INICIA ESPERA											
	INICIA DESCARGA											
	INICIA CICLO DE VUELTA											
	CICLO DE VUELTA	PARADA 1										
		RETORNO CICLO										
		PARADA 2										
		RETORNO CICLO										
		PARADA 3										
		RETORNO CICLO										
		PARADA 4										
		RETORNO CICLO										
PARADA 5												
RETORNO CICLO												
INICIA ESPERA												
INICIA ESTACIONAMIENTO												

Toma de tiempo de carga 45°

Tiempos de Carga				
Equipo		Excavadora 330D		
Toma	Minutos	Segundos	Centésimas de Segundos	Equivalente en Segundos
1	1	55	54	115.54
2	1	58	97	118.97
3	2	11	50	131.5
4	1	57	35	117.35
5	2	11	81	131.81
6	2	11	24	131.24
7	1	56	25	116.25
8	2	3	54	123.54
9	2	3	34	123.34
10	2	8	48	128.48
11	2	3	34	123.34
12	2	7	87	127.87
13	2	10	51	130.51
14	1	55	20	115.2
15	1	56	73	116.73
16	2	1	86	121.86
17	1	58	72	118.72
18	1	59	40	119.4
19	2	0	38	120.38
20	1	55	39	115.39
21	2	7	2	127.02
22	1	59	9	119.09
23	2	10	28	130.28
24	2	10	37	130.37
25	2	2	33	122.33
26	2	0	76	120.76
27	1	56	24	116.24
28	2	8	87	128.87
29	2	12	2	132.02
30	2	9	43	129.43
			Prom.Seg.	123.46
			Prom.Min.	2.06

Tiempos de Carga				
Equipo		Excavadora 336 D		
Toma	Minutos	Segundos	Centésimas de Segundos	Equivalente en Segundos
1	2	8	7	128.07
2	1	59	13	119.13
3	2	8	83	128.83
4	2	0	31	120.31
5	1	56	42	116.42
6	2	1	60	121.6
7	1	56	14	116.14
8	2	1	4	121.04
9	2	3	51	123.51
10	2	1	2	121.02
11	2	7	30	127.3
12	2	6	11	126.11
13	1	59	15	119.15
14	2	2	0	122
15	1	53	29	113.29
16	2	8	0	128
17	2	0	16	120.16
18	2	12	42	132.42
19	2	8	41	128.41
20	2	0	22	120.22
21	2	0	77	120.77
22	1	59	48	119.48
23	2	10	32	130.32
24	2	0	54	120.54
25	1	55	24	115.24
26	2	12	49	132.49
27	1	53	83	113.83
28	1	52	12	112.12
29	2	5	2	125.02
30	2	5	88	125.88
			Prom.Seg.	122.29
			Prom.Min.	2.04

Tiempos de Carga				
Equipo		Excavadora 330DL		
Toma	Minutos	Segundos	Centésimas de Segundos	Equivalente en Segundos
1	2	6	71	126.71
2	2	3	63	123.63
3	1	59	2	119.02
4	2	2	59	122.59
5	2	3	67	123.67
6	1	52	59	112.59
7	2	6	89	126.89
8	1	58	59	118.59
9	2	8	31	128.31
10	1	55	76	115.76
11	2	7	67	127.67
12	2	5	97	125.97
13	2	8	26	128.26
14	1	53	70	113.7
15	2	3	20	123.2
16	1	58	81	118.81
17	2	3	98	123.98
18	2	0	15	120.15
19	1	51	57	111.57
20	1	50	57	110.57
21	2	3	11	123.11
22	1	55	70	115.7
23	1	54	11	114.11
24	1	51	13	111.13
25	2	3	25	123.25
26	1	56	88	116.88
27	1	51	95	111.95
28	1	52	88	112.88
29	1	59	19	119.19
30	2	3	22	123.22
			Prom.Seg.	119.77
			Prom.Min.	2.00

Tiempos de Carga				
Equipo		Cargador Frontal 950H BR		
Toma	Minutos	Segundos	Centésimas de Segundos	Equivalente en Segundos
1	2	24	94	144.94
2	2	18	3	138.03
3	2	30	46	150.46
4	2	20	29	140.29
5	2	19	4	139.04
6	2	19	0	139
7	2	28	2	148.02
8	2	28	21	148.21
9	2	24	48	144.48
10	2	24	68	144.68
11	2	16	79	136.79
12	2	30	45	150.45
13	2	28	65	148.65
14	2	20	99	140.99
15	2	33	86	153.86
16	2	19	87	139.87
17	2	20	2	140.02
18	2	17	34	137.34
19	2	30	45	150.45
20	2	18	50	138.5
21	2	27	69	147.69
22	2	18	26	138.26
23	2	25	98	145.98
24	2	15	94	135.94
25	2	27	29	147.29
26	2	27	14	147.14
27	2	32	10	152.1
28	2	29	76	149.76
29	2	27	22	147.22
30	2	28	2	148.02
			Prom.Seg.	144.45
			Prom.Min.	2.41

Toma de tiempo de carga a 90°

Tiempos de Carga				
Equipo		Excavadora 330D		
Toma	Minutos	Segundos	Centésimas de Segundos	Equivalente en Segundos
1	2	43	38	163.38
2	2	13	16	133.16
3	2	31	11	151.11
4	2	15	52	135.52
5	2	28	57	148.57
6	2	36	16	156.16
7	2	15	10	135.1
8	2	14	89	134.89
9	2	40	82	160.82
10	2	29	53	149.53
11	2	30	85	150.85
12	2	12	68	132.68
13	2	28	55	148.55
14	2	33	61	153.61
15	2	26	35	146.35
16	2	13	52	133.52
17	2	25	70	145.7
18	2	36	99	156.99
19	2	24	34	144.34
20	2	32	4	152.04
21	2	18	44	138.44
22	2	36	28	156.28
23	2	31	15	151.15
24	2	36	77	156.77
25	2	27	63	147.63
26	2	23	5	143.05
27	2	36	70	156.7
28	2	12	22	132.22
29	2	32	61	152.61
30	2	27	93	147.93
			Prom.Seg.	147.19
			Prom.Min.	2.45

Tiempos de Carga				
Equipo		Excavadora 336 D		
Toma	Minutos	Segundos	Centésimas de Segundos	Equivalente en Segundos
1	2	37	52	157.52
2	2	27	33	147.33
3	2	18	30	138.3
4	2	36	39	156.39
5	2	13	69	133.69
6	2	15	68	135.68
7	2	37	62	157.62
8	2	34	19	154.19
9	2	24	50	144.5
10	2	28	15	148.15
11	2	16	55	136.55
12	2	35	94	155.94
13	2	21	2	141.02
14	2	37	11	157.11
15	2	36	12	156.12
16	2	17	30	137.3
17	2	18	0	138
18	2	35	52	155.52
19	2	18	25	138.25
20	2	22	6	142.06
21	2	28	2	148.02
22	2	14	33	134.33
23	2	24	55	144.55
24	2	25	54	145.54
25	2	30	77	150.77
26	2	23	77	143.77
27	2	15	81	135.81
28	2	25	5	145.05
29	2	14	93	134.93
30	2	31	94	151.94
			Prom.Seg.	145.53
			Prom.Min.	2.43

Tiempos de Carga				
Equipo		Excavadora 330DL		
Toma	Minutos	Segundos	Centésimas de Segundos	Equivalente en Segundos
1	2	32	15	152.15
2	2	14	50	134.5
3	2	16	91	136.91
4	2	27	8	147.08
5	2	19	59	139.59
6	2	10	68	130.68
7	2	24	97	144.97
8	2	10	74	130.74
9	2	15	89	135.89
10	2	24	94	144.94
11	2	15	92	135.92
12	2	32	21	152.21
13	2	29	37	149.37
14	2	33	50	153.5
15	2	34	37	154.37
16	2	17	16	137.16
17	2	16	25	136.25
18	2	21	3	141.03
19	2	24	4	144.04
20	2	25	30	145.3
21	2	10	42	130.42
22	2	28	17	148.17
23	2	28	79	148.79
24	2	11	49	131.49
25	2	15	39	135.39
26	2	31	15	151.15
27	2	18	47	138.47
28	2	25	21	145.21
29	2	26	71	146.71
30	2	33	90	153.9
			Prom.Seg.	142.54
			Prom.Min.	2.38

Tiempos de Carga				
Equipo		Cargador Frontal 950H BR		
Toma	Minutos	Segundos	Centésimas de Segundos	Equivalente en Segundos
1	2	51	48	171.48
2	2	50	7	170.07
3	2	47	49	167.49
4	2	56	22	176.22
5	2	46	96	166.96
6	2	51	85	171.85
7	3	2	66	182.66
8	2	52	68	172.68
9	2	50	67	170.67
10	2	41	37	161.37
11	2	46	61	166.61
12	2	59	2	179.02
13	2	49	39	169.39
14	3	0	35	180.35
15	3	3	17	183.17
16	2	45	86	165.86
17	2	55	92	175.92
18	2	41	88	161.88
19	2	52	54	172.54
20	2	43	11	163.11
21	2	48	85	168.85
22	2	54	91	174.91
23	2	49	42	169.42
24	2	51	73	171.73
25	2	48	80	168.8
26	2	41	34	161.34
27	2	59	97	179.97
28	2	55	4	175.04
29	3	1	23	181.23
30	2	56	60	176.6
			Prom.Seg.	171.91
			Prom.Min.	2.87

Toma de tiempo de carga a 180°

Tiempos de Carga				
Equipo		Excavadora 330D		
Toma	Minutos	Segundos	Centésimas de Segundos	Equivalente en Segundos
1	3	19	54	199.54
2	3	2	54	182.54
3	3	9	81	189.81
4	3	20	34	200.34
5	3	15	97	195.97
6	3	19	80	199.8
7	3	11	40	191.4
8	3	19	19	199.19
9	3	2	37	182.37
10	3	18	56	198.56
11	3	7	5	187.05
12	3	2	27	182.27
13	3	3	77	183.77
14	3	2	92	182.92
15	3	15	38	195.38
16	3	13	17	193.17
17	3	7	77	187.77
18	3	2	23	182.23
19	3	10	92	190.92
20	3	6	52	186.52
21	3	8	11	188.11
22	3	0	62	180.62
23	3	10	82	190.82
24	3	27	62	207.62
25	3	18	91	198.91
26	3	9	84	189.84
27	3	8	32	188.32
28	3	9	15	189.15
29	3	11	52	191.52
30	3	9	46	189.46
			Prom.Seg.	190.86
			Prom.Min.	3.18

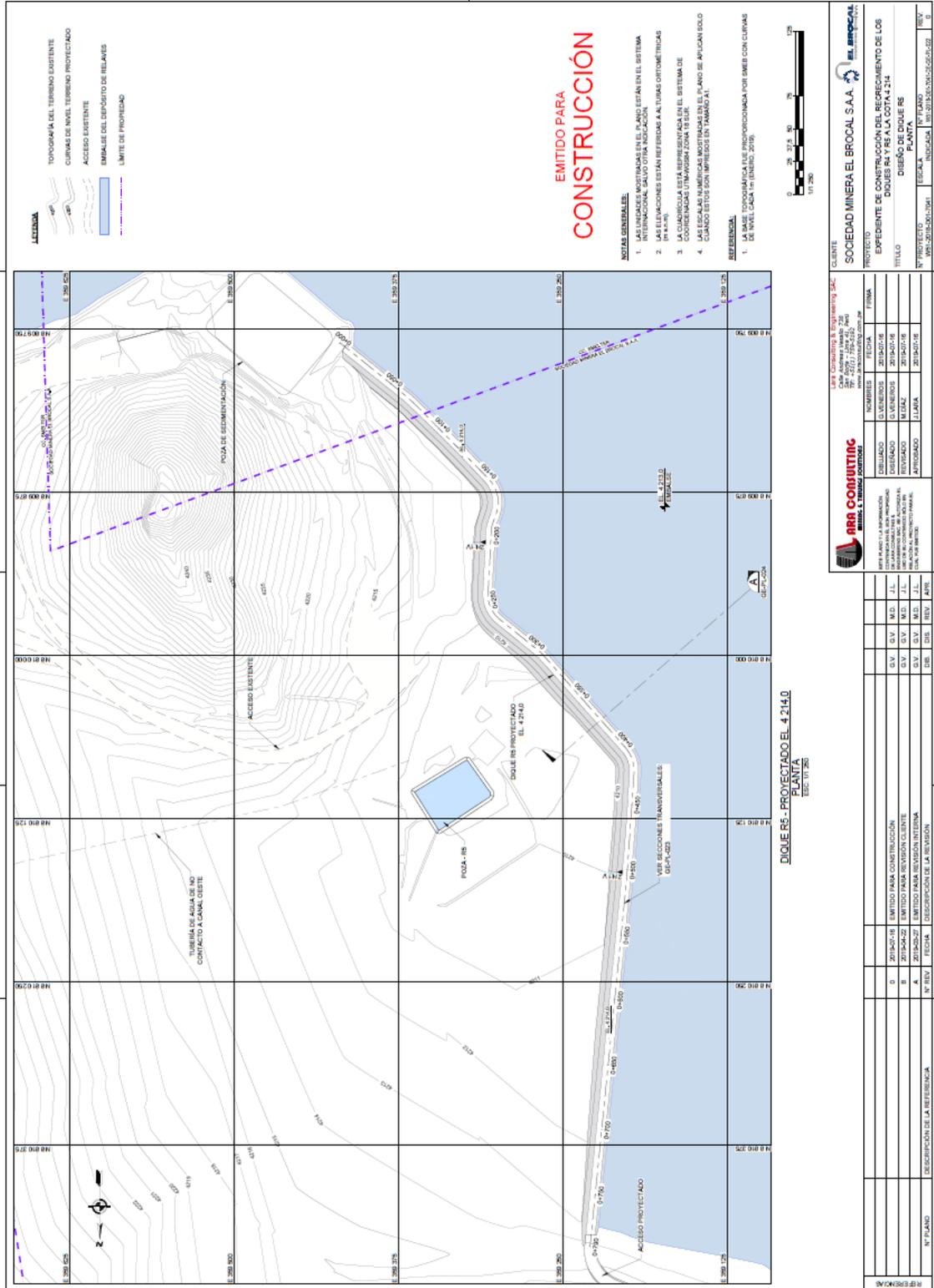
Tiempos de Carga				
Equipo		Excavadora 336 D		
Toma	Minutos	Segundos	Centésimas de Segundos	Equivalente en Segundos
1	3	15	87	195.87
2	3	12	53	192.53
3	3	8	84	188.84
4	3	10	14	190.14
5	3	16	77	196.77
6	3	13	57	193.57
7	3	6	61	186.61
8	3	2	30	182.3
9	3	14	33	194.33
10	3	3	73	183.73
11	3	15	16	195.16
12	3	16	79	196.79
13	3	14	2	194.02
14	3	2	5	182.05
15	3	13	52	193.52
16	3	10	61	190.61
17	3	2	62	182.62
18	3	0	19	180.19
19	3	10	23	190.23
20	3	6	96	186.96
21	3	2	30	182.3
22	3	5	22	185.22
23	3	3	40	183.4
24	3	10	76	190.76
25	3	1	2	181.02
26	3	10	14	190.14
27	3	16	35	196.35
28	3	9	62	189.62
29	3	4	16	184.16
30	3	14	92	194.92
			Prom.Seg.	189.16
			Prom.Min.	3.15

Tiempos de Carga				
Equipo		Excavadora 330DL		
Toma	Minutos	Segundos	Centésimas de Segundos	Equivalente en Segundos
1	2	55	22	175.22
2	2	59	73	179.73
3	3	4	57	184.57
4	3	7	35	187.35
5	3	8	39	188.39
6	3	4	63	184.63
7	3	4	5	184.05
8	3	8	97	188.97
9	2	59	83	179.83
10	3	2	63	182.63
11	2	57	13	177.13
12	2	56	72	176.72
13	3	3	96	183.96
14	3	13	62	193.62
15	3	1	77	181.77
16	2	56	85	176.85
17	3	12	67	192.67
18	3	10	64	190.64
19	3	3	96	183.96
20	3	0	21	180.21
21	2	58	88	178.88
22	3	11	13	191.13
23	3	9	9	189.09
24	3	15	24	195.24
25	3	9	16	189.16
26	3	3	26	183.26
27	3	3	69	183.69
28	3	6	41	186.41
29	3	11	38	191.38
30	3	11	97	191.97
			Prom.Seg.	185.10
			Prom.Min.	3.09

Tiempos de Carga				
Equipo		Cargador Frontal 950H BR		
Toma	Minutos	Segundos	Centésimas de Segundos	Equivalente en Segundos
1	3	35	46	215.46
2	3	47	87	227.87
3	3	45	99	225.99
4	3	35	72	215.72
5	3	49	39	229.39
6	3	49	95	229.95
7	3	33	50	213.5
8	3	53	5	233.05
9	3	45	46	225.46
10	3	52	15	232.15
11	3	52	42	232.42
12	3	49	21	229.21
13	3	37	83	217.83
14	3	38	5	218.05
15	3	44	75	224.75
16	3	39	16	219.16
17	3	33	87	213.87
18	3	41	41	221.41
19	3	39	28	219.28
20	3	46	63	226.63
21	3	39	75	219.75
22	3	32	66	212.66
23	3	46	43	226.43
24	3	40	97	220.97
25	3	39	20	219.2
26	3	45	44	225.44
27	3	47	23	227.23
28	3	50	80	230.8
29	3	36	13	216.13
30	3	46	89	226.89
			Prom.Seg.	223.22
			Prom.Min.	3.72

Planos

Recrecimiento Dique R5



EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN

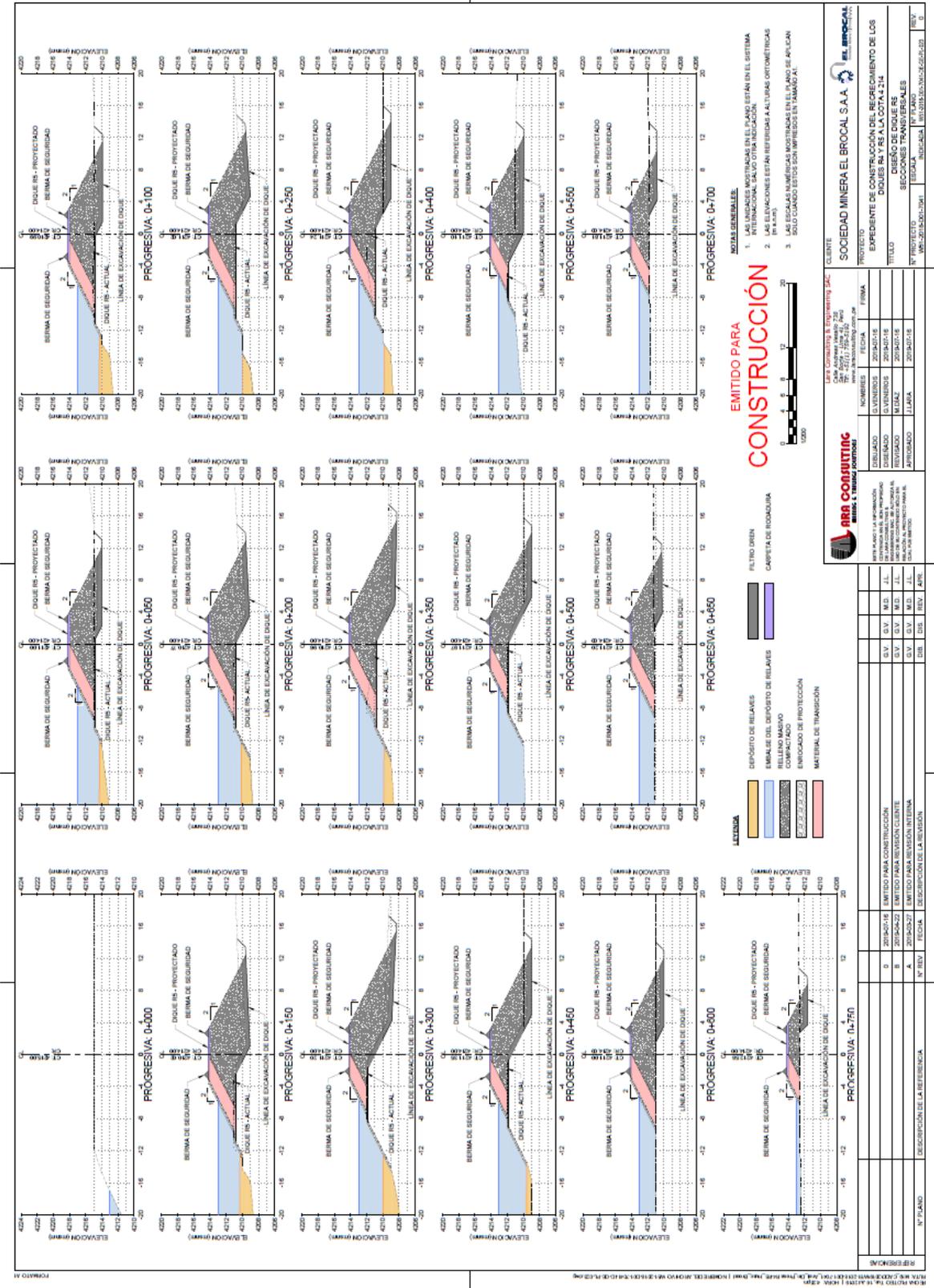
- NOTAS GENERALES:**
1. LAS LINEAS MOSTRADAS EN EL PLANO ESTAN EN EL SISTEMA (N.A.M.).
 2. LAS ELEVACIONES ESTAN REFERIDAS A LAS CUMAS ORTOMÉTRICAS (N.A.M.).
 3. LA CUADRICULA ESTÁ REPRESENTADA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS UTM (N.A.M.).
 4. LAS ESCALAS Y MEDIDAS MOSTRADAS EN EL PLANO SE APLICAN SOLO CUANDO ESTOS SON IMPRESOS EN TAMAÑO A1.

- REFERENCIA:**
1. LA BASE TOPOGRÁFICA DE PROYECIONADA POR SMIB CON CURVAS DE NIVEL CADA 10 (MÉTROS C.M.).

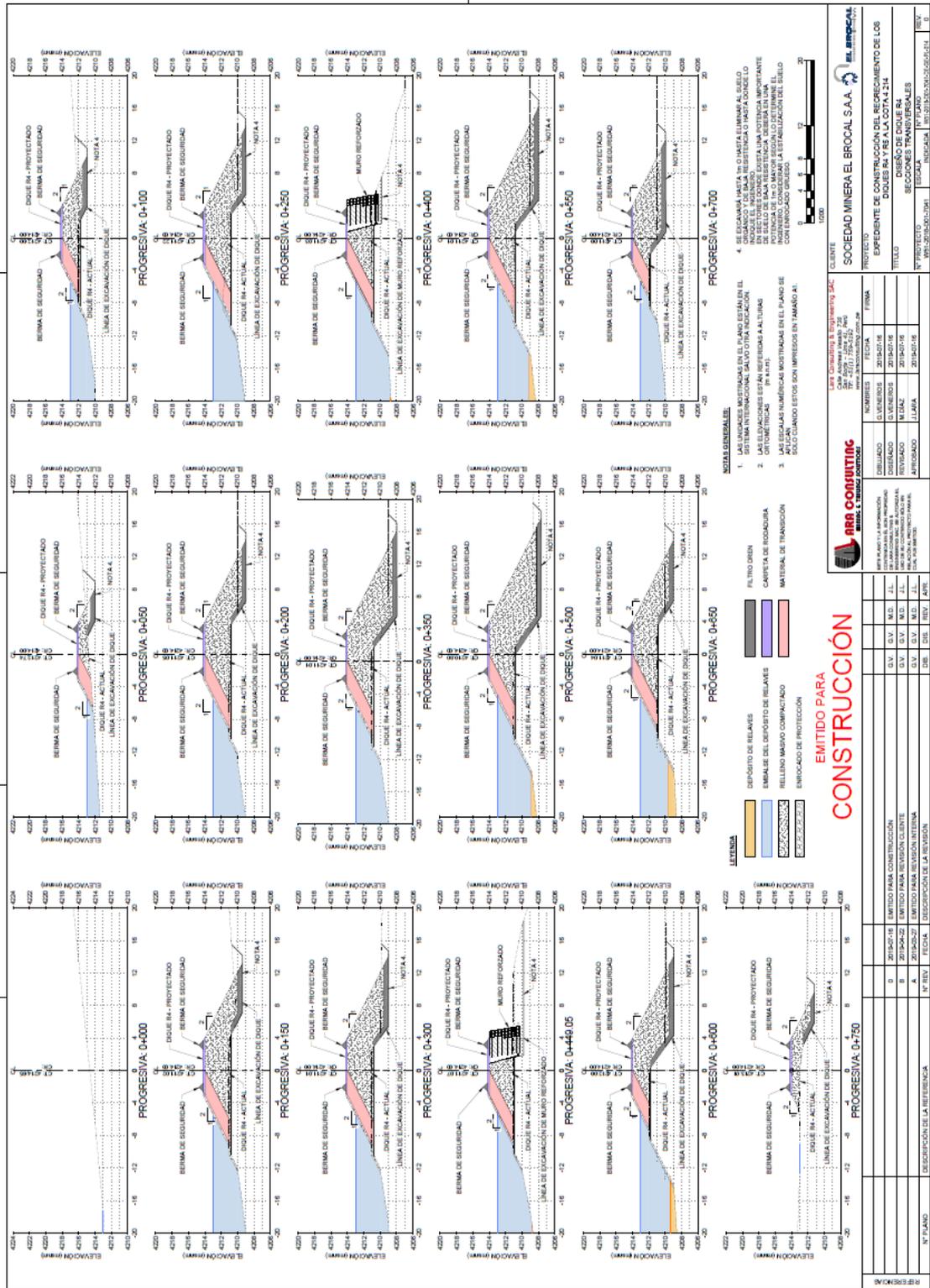
DIQUE R5 - PROYECTADO EL 4.214.0
PLANTA
ESCALA: 1:11.250

<p>ARA CONSULTING INGENIERIA Y SERVICIOS</p> <p>SEPTIEMBRE 14 2014 CALLE ANTONIO JOSÉ DE SUZARTE 250 P.O. BOX 10000, SANTIAGO, CHILE TEL: +56 2 25421000</p>		<p>CLIENTE: SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A. </p> <p>PROYECTO: EXPEDIENTE DE CONSTRUCCIÓN DEL RECRECIMIENTO DE LOS DIQUES R4 Y R5 A LA COTA 4.214</p> <p>TÍTULO: DISEÑO PARA CONSTRUCCIÓN DE R5</p> <p>Nº PROYECTO: 001-2014-01-01</p> <p>Nº PLANO: 001-2014-01-01-001</p> <p>INDICADA: 001-2014-01-01-001-001</p>	
<p>INGENIERO EN CARRO: J. A. SUZARTE</p>	<p>INGENIERO EN CARRO: J. A. SUZARTE</p>	<p>INGENIERO EN CARRO: J. A. SUZARTE</p>	<p>INGENIERO EN CARRO: J. A. SUZARTE</p>

Recrecimiento Dique R5 detalles



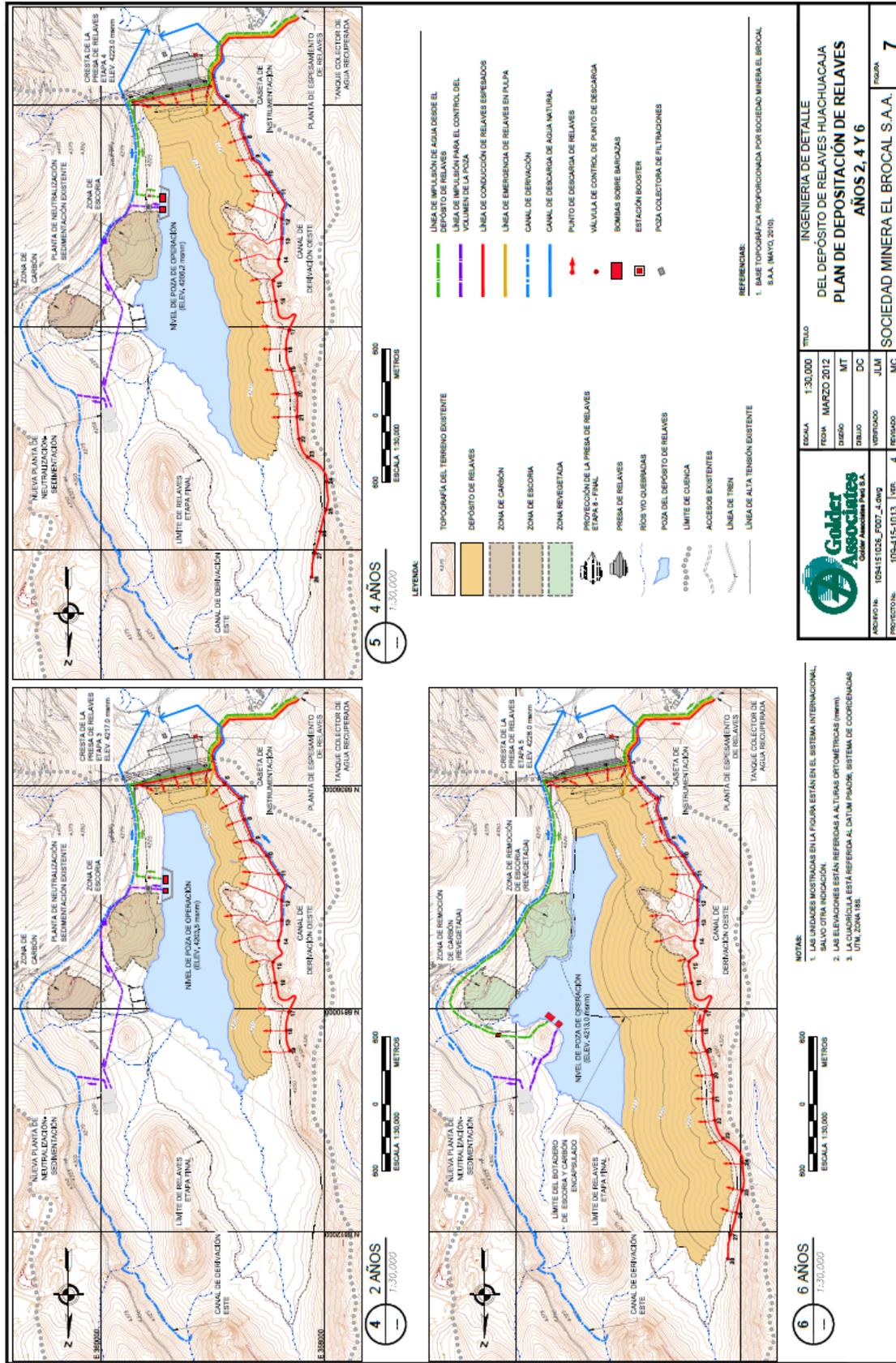
Recrecimiento Dique R4 Detalles



ARR COBITTING INGENIERIA Y CONSULTORIA		ARR CONSULTING & ENGINEERING SPC Calle Avenida Arica 205 P.O. BOX 200000 ARICA - CHILE		CLIENTE SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A. S.M.	
PROYECTO EXPEDIENTE DE CONSTRUCCIÓN DEL RECREIMIENTO DE LOS SECCIONES TRANSVERSALES		NOMBRES ELABORADO: ELVINDO B. 2014/01/16 DISEÑADO: ELVINDO B. 2014/01/16 REVISADO: ELVINDO B. 2014/01/16 AUTORIZADO: ELVINDO B. 2014/01/16		FECHA 2014/01/16	
TÍTULO DISEÑO DE DIQUE R4 SECCIONES TRANSVERSALES		ESCALA 1:1000		PLANOS 01-01	
Nº PLANO DESCRIPCIÓN DE LA REFERENCIA		UNIDAD PARA CONSTRUCCIÓN S.V. S.V. M.E. J.L.		UNIDAD PARA REGIÓN CLIENTE S.V. S.V. M.E. J.L.	
Nº PLANOS DESCRIPCIÓN DE LA REFERENCIA		UNIDAD PARA REGIÓN CLIENTE S.V. S.V. M.E. J.L.		UNIDAD PARA REGIÓN CLIENTE S.V. S.V. M.E. J.L.	

EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN

Ampliación Presa de Relaves



Panel Fotográfico





