

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Evaluación del desempeño de los procesos de perforación,
voladura, y extracción en la Mina San Rafael – Compañía Minera**

MINSUR S.A.

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Franz LUCAS FABIAN

Asesor:

Ing. Toribio GARCÍA CONTRERAS

Cerro de Pasco – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Evaluación del desempeño de los procesos de perforación,
voladura, y extracción en la Mina San Rafael – Compañía Minera**

MINSUR S.A.

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA
PRESIDENTE

Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA
MIEMBRO

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ingeniería de Minas
Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas



Centro de Asesoría en Gestión
de la Propiedad Intelectual
ONAPI
Oficina: 110, Av. Agustín de Salcedo
Ponape 11, Lima 2001, Perú



INFORME DE ORIGINALIDAD N° 050 -2024

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Originality, que a continuación se detalla:

Presentado por:

Bach. Franz LUCAS FABIAN

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:
Tesis

Título del trabajo
**“Evaluación del Desempeño de los Procesos de Perforación,
Voladura, y Extracción en la Mina San Rafael – Compañía
Minera Minsur S.A.”**

Asesor:
Ing. Toribio GARCÍA CONTRERAS

Índice de Similitud: **8 %**

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 11 de octubre de 2024.

Sello y Firma del responsable
de la Unidad de Investigación

DEDICATORIA

A Dios por guiar y vigilar mi andar en la vida.

A mi madre con mucho aprecio ya que sin su apoyo no lo habría logrado.

A toda mi familia por su apoyo incondicional por haberme impulsado a ser mejor.

AGRADECIMIENTO

Demuestro mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión y en especial a la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería de Minas.

A los docentes y autoridades de esta Casa de Estudios de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería de Minas que con sus enseñanzas me dieron la oportunidad de conseguir el anhelo de la profesionalización.

A mi asesor Ing. Toribio GARCÍA CONTRERAS, quien apporto de manera valiosa.

A la empresa Compañía MINERA MINSUR S.A. por darme la oportunidad de desarrollar el presente trabajo, para contribuir en los propósitos de la empresa dentro de sus instalaciones.

RESUMEN

A continuación presentamos este trabajo que lleva por título: “Evaluación del Desempeño de los Procesos de Perforación, Voladura, y Extracción en la Mina San Rafael – COMPAÑÍA MINERA MINSUR S.A.”, y con ello se plantea: Determinar el comportamiento de los indicadores de gestión en los procesos de perforación, voladura y transporte en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A; como hipótesis plantea: El comportamiento de los indicadores de gestión en el proceso de perforación se hallan dentro de los estándares que establece la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A. En cuanto a la metodología se utilizó un esquema aplicado, presentando un perfil analítico con niveles descriptivos, también se usa una metodología científica, apoyándonos en esquemas deductivos y analíticos; con un diseño no experimental propuesto transversalmente. Así mismo el grupo muestral está constituido por las operaciones de mina, específicamente perforación, voladura, y extracción de la mina San Rafael, Compañía Minera Minsur S.A.

Finalmente terminamos con conclusiones y recomendaciones.

Palabras claves: comportamiento, indicador, perforación, voladura, extracción.

ABSTRACT

The research carried out, which is titled: "Evaluation of the Performance of the Drilling, Blasting, and Extraction Processes in the San Rafael Mine – COMPAÑÍA MINERA MINSUR S.A." , aims to: Determine the behavior of management indicators in the drilling, blasting and transportation processes at the San Rafael Compamia Minera Minsur S.A mine; As a hypothesis, it proposes: The behavior of the management indicators in the drilling process are within the standards established by the San Rafael Compamia Minera Minsur S.A mine. Regarding the methodological process, we see that the research is applied, with a descriptive level, analytical, making use of the scientific method, with the support of specific deductive, analytical methods; With a non-experimental cross-sectional design, the sample consists of mine operations, specifically drilling, blasting, and extraction of the San Rafael mine, Compamia Minera Minsur S.A.

Finally, we finish with conclusions and recommendations.

Keywords: behavior, indicator, drilling, blasting, extraction.

INTRODUCCIÓN

Los altos costos del minado, los bajos niveles de productividad y la presencia de mayores riesgos en las operaciones en los métodos de explotación aplicados en yacimientos tabulares y cuerpos irregulares en esta unidad minera, nos obliga a evaluar la integración de la gestión con las operaciones mineras caso específico de la perforación y voladura, acarreo, extracción; en la explotación por taladros largos, como una alternativa optima de mejorar la eficiencia de productividad por hombre guardia y brindarle mejores condiciones de seguridad a todos los colaboradores comprometidos en este proceso de extracción de recursos minerales.

Esta tesis se desarrolló usando una estructura que consigna cuatro capítulos los que a continuación se presentan brevemente:

El primer capítulo se enfoca en la problemática de los requerimientos y el comportamiento de gestión en los procesos por medio de indicadores en las labores de perforación, voladura y transporte en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A, A partir de esa base se presentará la problemática, los objetivos, así como se propondrá una hipótesis y las variables específicas. También se mencionan la delimitación de la investigación, así como sus límites ejecutivos.

El segundo capítulo se desarrolló el Marco Teórico que apoya las variables del problema para lo cual se revisa los trabajos precedentes, la base teórica que propongan estas propuestas, de la misma manera se revisara los términos principales usados en la investigación.

El tercer capítulo aborda la Metodología que se empleó, así como el nivel y el tipo y el diseño de la investigación, también se presenta los grupos poblacionales y muestrales, por último, se repasa las Técnicas e instrumentos que se usaron para recolectar los datos necesarios y su procesamiento.

El cuarto capítulo se presentan los resultados de la investigación relacionados a los indicadores de gestión en los procesos de perforación, voladura y transporte en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.

Finalmente, se consignan las conclusiones y recomendaciones necesarias.
También se presenta la bibliografía completa que se revisó para elaborar esta tesis.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Planteamiento del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación	2
1.2.1.	Delimitación espacial	2
1.2.2.	Delimitación temporal	2
1.3.	Formulación del problema.....	2
1.3.1.	Problema General.....	2
1.3.2.	Problema Específicos	2
1.4.	Formulación de Objetivos.....	3
1.4.1.	Objetivo General.....	3
1.4.2.	Objetivos Específicos.....	3
1.5.	Justificación del Problema	3
1.6.	Limitaciones de la investigación	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	5
------	------------------------------	---

2.2.	Bases teóricas científicas.....	8
2.2.1.	Indicadores de desempeño.....	8
2.2.2.	Dimensiones de los indicadores de desempeño	10
2.2.3.	Ciclo básico para construir los indicadores de desempeño	14
2.2.4.	Pasos básicos para la construcción de indicadores	15
2.2.5.	Validación de los indicadores de desempeño Criterios de validación para la construcción de indicadores Pertinencia	18
2.2.6.	Gestión para el desarrollo sostenible de la industria minera	21
2.2.7.	Indicadores de la gestión minera sostenible	23
2.2.8.	Indicadores clave de Desempeño (KPI)	26
2.3.	Definición de términos conceptuales	28
2.4.	Enfoque filosófico – epistémico	31

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	33
3.2.	Nivel de investigación.....	33
3.3.	Características de la investigación	33
3.4.	Métodos de investigación	34
3.5.	Diseño de investigación.....	34
3.6.	Procedimiento del muestreo.....	34
3.6.1.	Población.....	34
3.6.2.	Muestra.....	34
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
3.7.1.	Técnicas	34
3.7.2.	Instrumentos	35
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	35
3.9.	Orientación ética	35

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	36
4.2.	Discusión de resultados	65

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>La medición del desempeño es parte de un largo proceso de planificación ...</i>	9
Figura 2 <i>Ejemplo de Integralidad de las Metas</i>	14
Figura 3 <i>Ciclo básico del proceso de construcción de indicadores de gestión</i>	15
Figura 4 <i>Bases de comparación.....</i>	16
Figura 5 <i>Ubicación de la mina San Rafael</i>	36
Figura 6 <i>Esquema de minado cuerpo de contacto nivel 4100 – nivel 4200.....</i>	39
Figura 7 <i>Distribución de reservas minables.....</i>	41
Figura 8 <i>Simba H– 1354.....</i>	43
Figura 9 <i>Mustang A – 32.....</i>	44
Figura 10 <i>Scooptrm ST – 1020.....</i>	44
Figura 11 <i>Indicador Perforadora Simba % de eficacia</i>	46
Figura 12 <i>Indicador Mustang % de eficacia.....</i>	47
Figura 13 <i>Indicador de desviación Perforadora SIMBA EN %.....</i>	48
Figura 14 <i>Indicador de desviación Perforadora MUSTANG en %</i>	49
Figura 15 <i>Indicador TVC Simba %.....</i>	50
Figura 16 <i>Indicador TVC Mustang %</i>	51
Figura 17 <i>Indicadores de gestión % de cumplimiento voladura primaria en veta tn rotas.....</i>	52
Figura 18 <i>Indicadores de gestión factor de potencia voladura primaria en veta.</i>	53
Figura 19 <i>Indicadores de gestión % de cumplimiento voladura primaria en cuerpos..</i>	54
Figura 20 <i>Indicadores de gestión factor de potencia voladura primaria en cuerpo</i>	55
Figura 21 <i>Indicadores de gestión metros perforados VCR.....</i>	56
Figura 22 <i>Indicadores de gestión cumplimiento voladura chimeneas VCR (tn).....</i>	57
Figura 23 <i>Indicadores de gestión cumplimiento toneladas rotas (V+C+VCR)</i>	58
Figura 24 <i>Indicador explosivos voladura secundaria / tm extraídas tajeos</i>	59
Figura 25 <i>Indicador grupo scoop st 1000 - % eficacia de acarreo.....</i>	60
Figura 26 <i>Indicador volvos 15 m3 % eficacia de extracción</i>	61

Figura 27 <i>Indicador grupo de volquetes de 20 m3, % eficacia de extracción</i>	62
Figura 28 <i>Indicador toro 40d %, eficacia de extracción</i>	63
Figura 29 <i>Indicador toneladas extraídas</i>	64
Figura 30 <i>Indicador rendimiento por flota tn/hr</i>	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Indicadores de calidad</i>	13
Tabla 2 <i>Ejemplos de indicadores de desempeño</i>	17
Tabla 3 <i>Parámetros del método de minado</i>	38
Tabla 4 <i>Equipos de mina</i>	40
Tabla 5 <i>Tablero de control, indicadores de perforación, acarreo, extracción</i>	46
Tabla 6 <i>Indicadores de voladura</i>	52
Tabla 7 <i>Resumen del Desempeño de los Procesos de Perforación, Voladura, y Extracción</i>	71

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Los altos costos del minado, los bajos niveles de productividad y la presencia de mayores riesgos en las operaciones en los métodos de explotación aplicados en yacimientos tabulares y cuerpos irregulares en esta unidad minera, nos obliga a evaluar la integración de la gestión con las operaciones mineras caso específico de la perforación y voladura, acarreo, extracción; en la explotación por taladros largos, como una alternativa optima de mejorar la eficiencia de productividad por hombre guardia y brindarle mejores condiciones de seguridad a todo los colaboradores comprometidos en este proceso de extracción de recursos minerales.

En este escenario en el cual la empresa Minsur S.A. se encuentra trabajando y en una industria que se tecnifica a medida que avanza el tiempo, a la vez ejerce cierta invitación a que se obtengan resultados eficientes e minado para poder resaltar en los mercados nacionales e internacionales. Cabe preguntarse ¿Cómo se comporta los indicadores de gestión en la perforación, voladura, acarreo y transporte?

Estas interrogantes hacen que se plantea la presente la siguiente tesis.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

La siguiente tesis se llevó a cabo en las instalaciones operativas de la Compañía Minera Minsur S.A., específicamente en Mina San Rafael que se ubica en el departamento de Puno, provincia de Melgar, distrito de Antauta. Esta localización alcanza una altitud máxima de 4500 msnm.

1.2.2. Delimitación temporal

La ejecución de esta propuesta abarcara un semestre del año 2023 entre julio y julio.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema General

¿Cuál es el comportamiento de los indicadores de gestión en los procesos de perforación, voladura y transporte en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.?

1.3.2. Problema Específicos

Problema específico a.

¿Cuál es el comportamiento de los indicadores de gestión en el proceso de perforación en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.?

Problema específico b.

¿Cuál es el comportamiento de los indicadores de gestión en el proceso de voladura en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.?

Problema específico c.

¿Cuál es el comportamiento de los indicadores de gestión en el proceso de transporte en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo General

¿Determinar el comportamiento de los indicadores de gestión en los procesos de perforación, voladura y transporte en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.?

1.4.2. Objetivos Específicos

Objetivo específico a.

Determinar el comportamiento de los indicadores de gestión en el proceso de perforación en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.

Objetivo específico b.

Determinar el comportamiento de los indicadores de gestión en el proceso de voladura en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.

Objetivos específicos c.

Determinar el comportamiento de los indicadores de gestión en el proceso de transporte en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.

1.5. Justificación del Problema

Justificación practica

Los resultados que se pueden hallar en la investigación servirán para poder hacer las correcciones necesarias en las operaciones de perforación, voladura y transporte en dicha mina.

Justificación teórica

Al realizar la investigación se va generar información y nuevos conocimientos sobre indicadores de gestión en los procesos de perforación, voladura, transporte que servirán de referencia para otros estudios.

Justificación económica

Teniendo en cuenta los resultados y al hacer las correcciones o mejoras en los procesos de perforación, voladura, transporte por parte de la empresa se podrá reducir los costos y mejorar la producción.

1.6. Limitaciones de la investigación

Se pueden identificar limitaciones relacionadas con:

- Límites relacionados con la financiación de este estudio.
- Contar con una asistencia especializada en el tema.
- Contar con información actualizada sobre las operaciones

Por otro lado, por parte de la empresa no se encontró ninguna limitación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Durante la revisión de antecedentes relacionados a mi investigación se ha seleccionado a las siguientes investigaciones.

Primer antecedente

La tesis de (IDONE, TINTA, 2022) que se titula “Optimización del proceso de perforación y voladura para mejorar la eficiencia de operaciones en la unidad minera Las Bravas, Ica II” cuyo objetivo fue elevar los niveles de eficiencia operativa en empresa Las Bravas Ica II mediante las operaciones de perforación y voladura.

Como conclusión arribo a lo siguiente: La tesis indica que se logró los tiempos de perforación llegando a tener un tiempo de perforación de 2.73 hrs, los costos por disparos se redujeron a 1161.93 S/ por disparo, también con la nueva propuesta se logró perforar 33 taladros por frente, utilizándose para la voladura

12.62 kg de explosivo por disparo, el factor de carga se redujo a 1.83 kg/m³, el factor de carga lineal decreció a 9.21 kg/m, llegando el costo por tonelada a 47.22 S/tn.

Segundo antecedente

La tesis de (OTRILLA, ROMERO, 2018) titulado “MEJORA EN LOS PARÁMETROS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PARA OPTIMIZAR COSTOS OPERACIONALES EN LA COMPAÑÍA MINERA SANTA LUISA S.A. - UNIDAD

PALLCA” la que plantea conseguir un mejor costo mediante la perforación y voladura en la mina Pallca.

En cuanto a las conclusiones que presenta fueron: se planteó un nuevo mallado para perforaciones de 4 m. x 3.8 m. de sección logrando un factor de carga de 2.38 kg/m; para lograr este valor se tuvo un control estricto de la perforación como de la voladura, también se logró mejorar los costos de avance, así en la labor M684 se tiene un costo de 14.95 \$/m con un avance de 3.49 m. en cuanto al tonelaje obtenido se incrementó semestre a semestre con un incremento del 8 %.

Tercer antecedente

La tesis de (CASTRO, ROSADO, 2023) titulado Evaluación del proceso de perforación y voladura para la optimización de costo en labores de avance, Unidad Minera Santa María, su objetivo fue mejorar los costos en las labores de avance mediante la perforación y voladura en la mina Santa María.

Como conclusión se tiene: el tesista realiza un diagnóstico de la perforación y voladura en tres labores indicando que se debe mejorar el tiempo de perforación, la cantidad de explosivos en la voladura. Se constato que se perfora 7.35 pies/taladro, con un tiempo de 1.22, con un tiempo de 1.22 pies/min lo cual debe mejorarse; en cuanto a la voladura se verifico los niveles de eficiencia como el factor de carga y de potencia, volumen disparado, tonelaje disparado en las tres labores de estudio estos datos servirán para mejorar los costos de perforación y voladura.

Cuarto antecedente

La tesis de (ARANA, 2019) titulado “MEJORA CONTINUA EN EL PROCESO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PROYECTO SHOUGANG, PARA LA MEJORA DE LA FRAGMENTACIÓN– DESARROLLO SECTOR ESTE MINA

11, 14 Y 19” el objetivo planteado fue: mejorar la fragmentación para reducir los costos mediante la evaluación de la perforación y voladura.

Como conclusión se tiene: se alcanzó un incremento los parámetros de perforación y voladura, objetivo que se refleja directamente en los costos. También indica que se empleó otras técnicas de carguío de los taladros de acuerdo a las características de las labores, con estas mejoras se logró una mejor productividad como también una mejora en la proyección del disparo.

Quinto antecedente

La tesis de (BERROSPI, 2019) titulado Optimización de la perforación y voladura para mejorar la zona de profundización en la mina Andaychagua de la Cía. minera Volcán S.A.A. se plantea alcanzar los metros programados para las labores de profundización al usar emulsiones bombeables gasificada (EBG) Quantex Sub.

Como conclusiones plantea: al usar como explosivo las emulsiones bombeables Quantex Sub, los resultados que se obtiene el la perforación y voladura son, en avances en perforación de taladros 14 pies es de 3.64 m/disparo y en taladros de 12 pies es de 3.21 m/disparo. Otros parámetros obtenidos fueron eficiencia/disparo 95 %, factor de avance 46.8 kg/m, factor de carga 1.8 kg/m. el carguío de los explosivos en un frente fue de 32 min/labor, el número de taladros se redujo a 44 taladros en labore de 5 m. x 4.5 m. también se obtuvo un beneficio económico ascendente a 94571.0

\$/mes

Sexto antecedente

La tesis (CALDERON, 2015) que se titula “OPTIMIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN EL AVANCE Y PRODUCCIÓN DE LA MINERÍA DE MEDIANA ESCALA (UNIDAD MINERA MACDESA)” su finalidad fue mejorar las eficiencias de las labores de avance y de producción mediante buenas prácticas de los parámetros de perforación y voladura.

Como conclusión manifiesta que: que hay una gran responsabilidad de todo el personal de la empresa que se halla involucrado en los procedimientos de perforación y voladura; manifiesta también que se tiene que considerar los estudios de geomecánica de las labores para diseñar los parámetros de perforación y voladura, también se debe tener buenas prácticas sobre el control de los tiempos de perforación, en el carguío de los taladros, el diseño y marcado del mallado por medio de guidores los cuales ayudaran a obtener voladuras eficientes y reducir los costos.

2.2. Bases teóricas científicas

2.2.1. Indicadores de desempeño

Concepto de desempeño

Es un criterio utilizado para medir el avance o desarrollo de una operación, actividad o proceso. Por medio de determinados parámetros se puede establecer el nivel o niveles a los cuales se está ejecutando cierta acción al comprarlos con las expectativas u objetivos planteados.

Concepto de indicadores de desempeño

En este caso se trata específicamente de un factor o variable específicamente determinados que debe ser establecida en términos cuantitativo y cualitativos con el fin de evaluar las progresiones o modificación en cierto proceso llevado a cabo por los actores específicos,

siempre en comparación con los objetivos planteados inicialmente. (CEPAL, NACIONES UNIDAS, 2006)

También podemos conceptualizarlos como: las herramientas que nos permiten medir los principales indicadores que se encuentran vinculados a alcanzar los objetivos establecidos, las cuales deben presentar un soporte del tipo cuantitativo y cualitativo concretos en términos del objetivo planteado.

Este concepto responde a preguntas centrales vinculadas a interrogantes fundamentales acerca de la ejecución de la intervención, la consecución de los objetivos, la ejecución de los objetivos, el nivel de satisfacción de la población objetiva, entre otras.

En términos generales, persigue evaluar el desempeño de un organismo público con el fin de tomar las medidas necesarias para mejorar la gestión. (CEPAL, NACIONES UNIDAS, 2006)

Figura 1

La medición del desempeño es parte de un largo proceso de planificación



Beneficios de la evaluación a través de indicadores de gestión

1. Se brinda apoyo al proceso de planificación (definición de metas y objetivos) y la elaboración de políticas de mediano largo

plazo.

2. La identificación de procesos o áreas de la institución que presentan dificultades de gestión como estas:
Debido al uso poco eficiente de los recursos,
Exceso de tiempo en el proceso de entrega de los productos.
Diversas tareas cuentan con personal mal asignado
3. Partiendo de una comparación entre el desempeño programado y el obtenido facilita la readecuación de los procedimientos internos adecuado el curso de acción priorizando la corrección de las inconsistencias que interfieren en la consecución de los objetivos planificados por la organización, entre las acciones importantes tenemos:
 - eliminación de tareas repetitivas y que o son necesarias,
 - limitar exceso en tramites excesivos, o sobre documentación
 - definir antecedentes que permitan reformular procesos
4. Disponer de indicadores específicos de desempeño se puede traducir asignaciones más eficientes de los recursos, aunque el vínculo entre más presupuesto y obtención de resultados no se directo.
5. Permite elevar los estándares de transparencia en la asignación de recursos, además de favorecer un vínculo entre la dirección organizativa y los resultados programados. (CEPAL, NACIONES UNIDAS, 2006)

2.2.2. Dimensiones de los indicadores de desempeño

Las Dimensiones en las que se puede medir el Desempeño son las siguientes:

Eficiencia

En este criterio entran en operación dos magnitudes, por un lado, el

volumen de producción y por otro la cantidad de insumos utilizados en el proceso de producción. En términos cuantitativos el Costo unitario de producir una unidad sería un indicador de eficiencia.

Eficacia

Este criterio indica la medida en que se alcanzan los objetivos previstos.

Economía

Este criterio es de naturaleza financiera y se refiere a la capacidad de una organización para disponer de recursos económicos que permitan alcanzar los objetivos fijados. Entre estas capacidades podemos ubicar el autofinanciamiento, la ejecución presupuestaria, o la liquidación de deuda.

Calidad del Servicio

Es la capacidad de la organización para atender adecuadamente las demandas y necesidades de sus grupos de interés. La calidad se puede establecer a través de criterios como accesible, fácil, oportuno, continuo, cómodo entre otros.

Indicadores de Eficacia

Tienen por finalidad medir que los objetivos su cumplan

1. En términos de resultados, es el porcentaje de éxito en el objetivo fijado, por medio de una comparación entre lo demandado y lo alcanzado.
2. En términos de focalización, es el segmento alcanzado o cubierto en comparación con la totalidad identificada.
3. En términos de cobertura, es la parte cubierta en comparación con la totalidad de la demanda.
4. En términos de impacto, son los objetivos logrados en comparación con la generalidad del problema abordado. (CEPAL, NACIONES UNIDAS, 2006)

Indicadores de Eficiencia

Es la relación entre dos magnitudes cuantificables

1. En términos de productos:

Volumen de producción frente a Cantidad de recursos utilizados

2. En términos de servicios:

Volumen de orden de servicios atendidos frente a la misma cantidad de recursos. (CEPAL, NACIONES UNIDAS, 2006)

Indicadores de Economía

Es la capacidad de la organización para disponer de recursos económicos para cumplir con los objetivos.

1. Eficiente Gestión de los recursos
2. Disposición de recursos frente a lo planificado
3. Asegurar el equilibrio en el presupuesto. (CEPAL, NACIONES UNIDAS, 2006)

Indicadores de Calidad

Capacidad de la organización para atender las demandas y necesidades de sus grupos de interés.

1. Medidas Indirectas
Producto con mejores atributos y características
2. Medidas Directas
Nivel de satisfacción de los grupos de interés (CEPAL, NACIONES UNIDAS, 2006)

Tabla 1

Indicadores de calidad

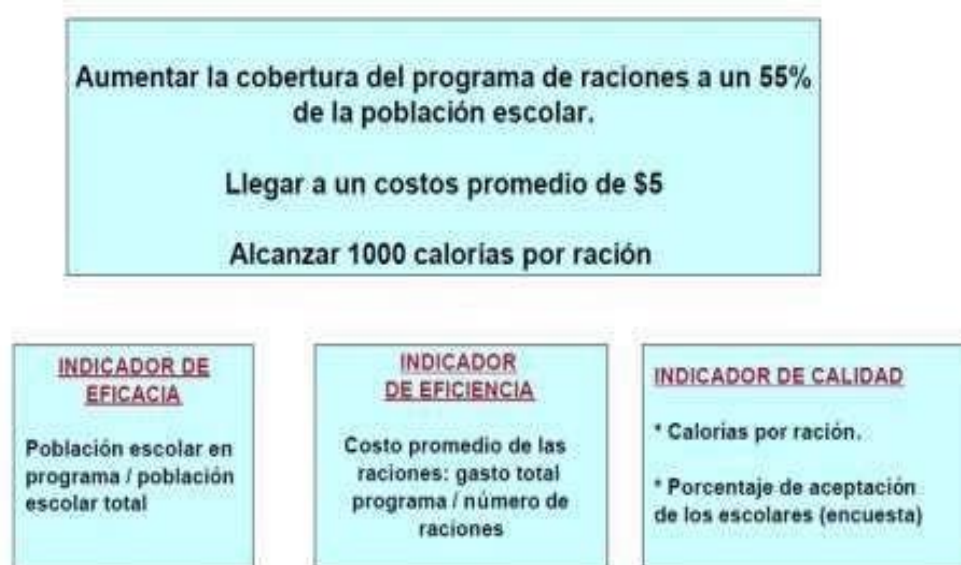
Oportunidad	Accesibilidad	Percepción de usuarios	Precisión
Porcentaje de respuestas a los Parlamentarios dentro de los límites acordados.	Número de localidades cubiertas por atenciones móviles	Porcentaje de aprobación excelente de los talleres de trabajo, por los participantes	Porcentaje de contratos terminados por errores
Porcentaje de reportes económicos entregados en tiempo acordado	Nº de horas que la Biblioteca está abierta fuera de las horas de trabajo	Porcentaje de usuarios satisfechos Nº de usuarios satisfechos/ Total usuarios encuestados	Número de fallas reales/ Fallas programadas
Número de intervenciones con retraso/ Número de intervenciones totales	Porcentaje de Población con necesidades especiales que son miembros activos de la Biblioteca	Nº de usuarios Satisfechos con el trato en la atención/ Total usuarios	Porcentaje de contratos con uno o más errores encontrados por revisiones externas

¿Cómo integramos las distintas dimensiones del desempeño?

1. No es posible establecer un único indicador de desempeño de una organización.
2. El desempeño de toda la organización es consecuencia de la integración de diferentes criterios como eficiencia, eficacia, calidad y economía.
3. Es posible identificar criterios que pueden ser contrapuestos, por ejemplo: mayor calidad, mayor costo.

Figura 2

Ejemplo de Integralidad de las Metas



2.2.3. Ciclo básico para construir los indicadores de desempeño

¿En qué fase se debe implementar los indicadores?

1. En términos organizativos la autoevaluación debe ser ejecutada permanente.

Implementarla. Ejecutar estos indicadores permite establecer el nivel para alcanzar los objetivos. Para ello se debe seguir el parámetro que se establecieron antes dentro de la organización.

2. Organizativamente es necesario una definición clara de los objetivos CP y MP para poder orientar las acciones en el sentido que se concrete el desempeño en forma de los objetivos planteados.
3. Las metas y los objetivos tienen que concordar respecto a la orientación de la gestión de la organización, así como con el marco normativo en el cual opera.
4. La planificación estratégica es una manera efectiva de relacionar los propósitos organizativos con el desempeño a través de sus indicadores.

(CEPAL, NACIONES UNIDAS, 2006)

Figura 3

Ciclo básico del proceso de construcción de indicadores de gestión



2.2.4. Pasos básicos para la construcción de indicadores

- Identificación y revisión de los objetivos y de la producción. Para ello hay que identificar específicamente qué aspecto, elementos o criterio deben medirse.
- Identificación y revisión de la dimensión y el ámbito del desempeño. Para ello hay que identificar cuál de los aspectos resultan más conveniente medirlos.
- Determinar claramente a nivel organizacional las responsabilidades. En ese sentido se debe tener claro en cuanto a la responsabilidad los centros y los sectores que deben ser evaluados y que asumirán la responsabilidad por el desempeño de la organización.
- Establecer algoritmos o formulaciones que permitan relacionar las variables que serán medidas,
- Definir los objetivos a cumplir y los puntos de referencia que puedan ayudar a comparar el desempeño. Establecer indicadores adecuados para

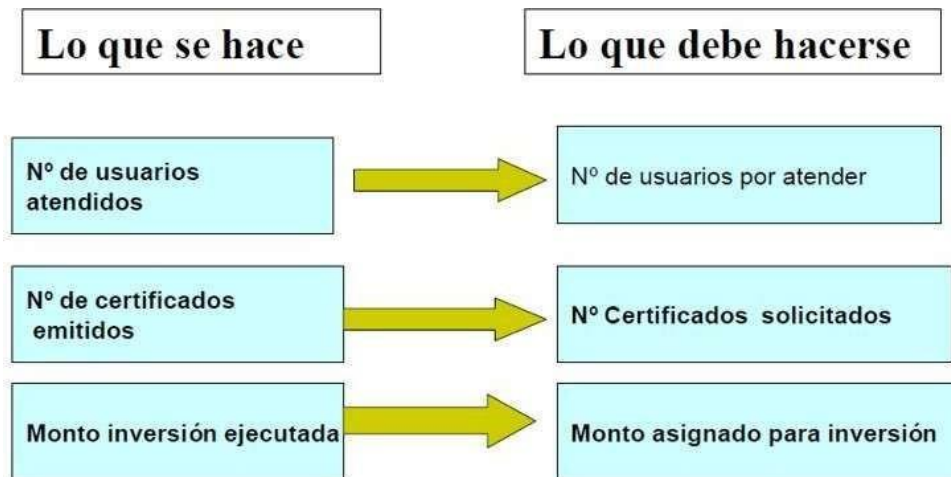
comparar el desempeño es determinante

A) Contar con los datos adecuados para elaborar los indicadores adecuados.

Bases de comparación

Figura 4

Bases de comparación



Formular algoritmos

B) Establecer ratios necesarias

El costo medio: $\text{Costo de consultas totales} / \text{consultas efectivas}$

Producto medio: $\text{Nº inspecciones ejecutadas} / \text{Nº inspectores}$

C) Establecer medidas estándar

Nivel de recomendaciones que se aceptaron

Nivel de satisfacción de clientes Nº de errores

Tiempo medio de tramites

Tabla 2

Ejemplos de indicadores de desempeño

Dimensión	Nombre del Indicador	Fórmula de Cálculo	Ámbito de Control
Eficacia	Porcentaje de familias atendidas por el Programa que superan línea de pobreza	$(N^{\circ} \text{ de familias que superan la pobreza en año} / N^{\circ} \text{ total de familias en el Programa en año}) * 100$	Resultado Final
Eficiencia	Promedio de fiscalizaciones por fiscalizador	$N^{\circ} \text{ de acciones de fiscalización} / N^{\circ} \text{ de fiscalizadores}$	Resultado Intermedio
Economía	Porcentaje de ingresos propios de la institución	$(\text{Ingresos generados por el servicio} / \text{Total de ingresos del servicio}) * 100$	Proceso
Calidad	Tiempo promedio de tramitación de solicitudes	$\text{Sumatoria (Tiempo de procesamiento de solicitudes individuales)} / N^{\circ} \text{ de solicitudes tramitadas}$	Producto

- D) Validación y aplicación de criterios a nivel técnico además de los requerimientos necesarios Para asegurar la efectividad de las mediciones de los indicadores,
- E) Análisis de los resultados que se obtengan. De esta manera podemos conocer específicamente la explicación de lo obtenido.
- F) Comunicación y difusión de los resultados. Definir el grupo de interés que deberá tener conocimiento de los resultados.

Medios de Verificación

Para asegurar la manera en que se puede verificar los resultados se debe definir:

- las fuentes de información que se utilizaran para realizar la verificación de los logros y las metas establecidas.
- Se puede incluir:
 - Medios estadísticos
 - Publicaciones

- Inspecciones visuales
- Encuestas
- Auditorias
- Informes contables

Recomendaciones sobre Medios de Verificación

- 1- De faltar información necesaria deberán ser incluidas distintas actividades para recabarla.
- 2- En caso la información no se puede obtener es necesario cambiar de indicador específico.
- 3- En el caso que la información provenga de fuentes múltiples se debe realizarla verificación necesaria.
- 4- Es necesario coordinar con las partes involucradas acerca de los Medios de verificación.

Problemas Frecuentes en la Construcción de Indicadores

1. Trampa de la medición: Los resultados mostrados están restringidos a lo que los medio pueden medir, lo que perjudica la ejecución de acciones.
2. La medición está sujeta a la información que se dispone y se descuida las mediciones de los aspectos más importantes.
3. Las metas se subvaloran debido a una evaluación con una orientación marcadamentepunitiva.
4. Medir cada una de las acciones con la finalidad de no sub presentar esfuerzos.
5. Los indicadores desarrollados no son tomados en cuenta al momento de tomar decisiones.

2.2.5. Validación de los indicadores de desempeño Criterios de validación para la construcción de indicadores Pertinencia

A nivel de una organización estos criterios deben estar orientados hacia los procesos productivos determinantes para medir el nivel del

cumplimiento de las metas establecidas.

Sin embargo, si la organización opta por realizar mediciones a todos los procesos productivos este escenario puede derivar en una saturación de información en el área interna como externa de la organización.

Relevancia

Se deben seleccionar los criterios a medir por su relevancia estratégica, En el caso que los procesos productivos tengan múltiples finalidades será necesario implementar indicadores de alcance global que puedan representar su relevancia estratégica de acuerdo a su objetivo.

Homogeneidad

Este aspecto supone definir el criterio unitario de la producción. El sentido prioritario de este criterio es unificar las unidades productivas en términos de disposición de recursos organizativos, sobre todo el consumo de insumos importante como el tiempo, la mano de obra y otros materiales valiosos. Ese es el sentido de homogenizar costos operativos.

Esta medida se asume con el fin de estandarizar el proceso productivo en cuestión de costos, lo que podrá asegurar que se alcancen las metas fijadas, de no implementar una homogenización se deberá ejecutar acciones que demanden una disminución de recursos.

Independencia

El sentido principal de un indicador principalmente es dar respuesta a las acciones que controle o desarrolle dentro de la organización o a las variables que puedan ser afectadas por dichas acciones.

En otras palabras, un indicador no puede estar expuesto a las condiciones externas, como contexto social, situación política u otras circunstancias de entes privados.

Costo

Este criterio se establece a partir de una evaluación de costos que presenten una relación directa con los recursos que influyen en la ejecución de una actividad específica.

Confiabilidad

Este criterio ayuda a evaluar los niveles de confianza para los factores que intervienen dentro del proceso productivo. Para que este criterio pueda ofrecer una evaluación de confiabilidad debe mantener una independencia de quien la mida. En ese sentido las fuentes de información deben estar a disposición de una auditoría externa,

Simplicidad y Comprensividad

Entre estos dos criterios puede producirse una contrariedad operativa debido a que en la necesidad de abarcar la mayor parte de los aspectos más importantes del desempeño el análisis no se puede saturar la capacidad de los usuarios dentro y fuera de la organización.

En términos simples un indicador idóneo debe tener la característica de ser de fácil comprensión y sin una complejidad innecesaria.

Oportunidad

Este se trata de un aspecto fundamental debido a que consiste en la privilegia el momento de generación de un indicador, así como su medición y difusión, factores que deben presentar una ejecución oportuna.

No redundancia

Básicamente este criterio significa que un indicador debe presentar una función e identidad única y no debe repetirse.

Focalizado en áreas controlables

La generación y aplicación de los indicadores debe ser focalizada especialmente en sectores que puedan ser corregidos en su desempeño, y con ello se puede fomentar que los encargados y personal en general de

dichos sectores pueda asumir más claramente su responsabilidad en relación al desempeño de su área dentro de la organización,

Participación

Para poder elaborar este indicador es necesario que la totalidad de los participantes se involucren para poder otorgar un funcionamiento legítimo, así como la responsabilidad de cumplir los objetivos. Además, se debe procurar una correspondencia entre este indicador y los objetivos en términos de consenso al interior de la organización.

(CEPAL, NACIONES UNIDAS, 2006)

2.2.6. Gestión para el desarrollo sostenible de la industria minera

Como consecuencia del aumento en el precio de las materias primas a nivel global las inversiones en el sector minero han presentado un incremento considerable, cuya tendencia no muestra un detenimiento en el mediano plazo.

Así mismo, en la actualidad todavía existe una opción controversial de parte de la población sobre el impacto ambiental y social de parte de la actividad minera. Específicamente, las poblaciones denominadas comunidades al observar posibles proyectos de explotación optan por posturas de impedimento aun antes que dichos proyectos no hayan iniciado operaciones, y en algunos casos no permiten ni siquiera las presentaciones preliminares. Debido a este contexto las empresas mineras ahora deben convencer a la sociedad de su viabilidad no solo económica si no también social y ambiental.

Con ese objetivo deben suministrar información adecuada que aclare la finalidad de la inversión en el sector minero y su relevancia en el progreso social, comunitario, institucional y nacional, de tal manera que el esfuerzo sea conjunto con los objetivos bien determinados.

Gestión Minera Sostenible

Este tipo de gestión está orientada a que la industria minera ejecute sistemas de producción y relacionamiento comunitario basados en la aplicación de mejoras continuas del desempeño operativo por medio de la implementación de criterios definidos de sostenibilidad operativa. (AENOR (Asociación Española de normalización y certificación), 2008)

La normativa aplicable entre las que destacan UNE 22470 y UNE 22480 son indispensables para la elaboración de sistemas de control y seguimiento de los indicadores que se enfocan en la sostenibilidad. Además, resulta de gran utilidad al momento de definir las metas en cuanto a las mejoras continuas que permitan obtener mejores resultados. Estas normas también se pueden integrar a las de las regulaciones: Iso9001, Iso14001, OHSAS 18001.

En el caso de la industria minera la integración de estas normativas favorece la adopción dentro de la gestión global de la organización conceptos centrales como la mejora continua que garantiza un nivel de sostenibilidad operativa, y con ello permite mostrar su compromiso con el desarrollo sostenible de la sociedad en su conjunto, de esta manera puede generar mayores niveles de confianza de parte de sus grupos de interés.

En términos específicos, según esta normatividad se deben cumplir con tres requisitos para poder asegurar la sostenibilidad operativa de los proyectos:

- Un desempeño económico y financiero eficiente
- Una adecuada gestión de los aspectos vinculados al medio ambiente
- Una adecuada gestión de los aspectos éticos vinculados sociedad

Áreas de aplicación

Esta normativa se debe aplicar específicamente en todas las etapas de

la actividad minera como lo son la investigación preparatoria, exploración, extractiva, beneficio y aprovechamiento residual, etc. Además, también debe ser implementada en las actividades de conexas a las actividades mineras.

En la industria minera este tipo de certificación en cuanto a sostenibilidad beneficia a los usuarios al permitirles el acceso información relevante sobre parámetros específicos que pueden servir de factor de comparación en relación a otras operaciones similares incluso de otras organizaciones. La finalidad de implementar esta normativa y la información que se derive de ella es para una eficiente delimitación de los objetivos siempre basados en información certera, lo cual permitirá tomar mejores decisiones. (AENOR (Asociación Española de normalización y certificación), 2008)

2.2.7. Indicadores de la gestión minera sostenible

Este grupo de indicadores está compuesto por 5 vinculados al desempeño económico, 16 al desempeño social y 17 al desempeño ambiental. La regulación UNE 22470 los agrupa de la siguiente forma: (AENOR (Asociación Española de normalización y certificación), 2008)

Económicos

- Desempeño económico
- Desempeño en I+D
- Desempeño de consumibles

Ambientales

- Desempeño de la protección del medioambiente

- Desempeño energético en la producción
- Desempeño en el consumo de agua
- Desempeño en el uso de suelo
- Desempeño del empleo de sustancias peligrosas
- Desempeño en la gestión de residuos
- Desempeño en la gestión de incidentes vinculados al medio ambiente

Sociales

- Desempeño en el relacionamiento con la comunidad local
- Desempeño en empleo
- Desempeño en capacitación
- Desempeño en salud y seguridad de los trabajadores

Beneficios

En términos generales se puede conseguir mejores niveles en cuanto a la seguridad y un menor nivel de los índices de contaminación en las actividades extractivas.

- Se ofrece mayores niveles de confianza a todos los grupos de interés que participan o se ven afectados por las actividades extractivas de las empresas mineras.
- Se eleva los niveles de competitividad de la industria minera
- Se pueden prevenir incidentes o accidentes en las explotaciones mineras.
- Mayores niveles de rendimiento de este sector industrial en general.
- Mejora de la gestión del material residual que pueda generar esta industria.
- Compatibilidad en cuanto a auditorías externas en base a sistemas distintos y externos.
- Mejor imagen operativa de la industria minera a nivel social.

Indicadores de gestión minera sostenible

Objetivos y campos de aplicación

Esta normativa se concentra especialmente en definir indicadores específicos vinculados a aspectos sociales, económicos y ambientales que puedan intervenir en las diferentes actividades de la industria minera, por medio de dichos indicadores se pueden realizar evaluaciones certeras de los sistemas de gestión implantados en determinadas actividades mineras que se orientan a tener un perfil sostenible.

Este marco regulatorio comprende la totalidad de las actividades de la industria minera, en cada uno de sus aspectos y facetas de ejecución específicas.

Específicamente el documento normativo UNE 22480 recoge cada uno de los requisitos que es necesario cumplir para poder implementar un sistema de gestión en actividades mineras. (AENOR (Asociación Española de normalización y certificación), 2008)

En este trabajo se utilizarán los conceptos definidos a continuación.

a) Indicadores

Conjunto de criterios orientados a medir el impacto de las actividades de determinada organización.

– **Indicadores sociales.**

Criterios específicamente vinculados a medir el impacto del desempeño social de la organización.

– **indicadores económicos**

Criterios específicamente vinculados a medir el impacto del desempeño económico de la organización.

– **Indicadores ambientales**

Criterios específicamente vinculados a medir el impacto del

despeño medio ambiental de la organización.

b) Sostenibilidad

Nivel de interacción entre las actividades de una organización y su entorno externo en la que ningún grupo de interés se vea afectado por dichas actividades y que estas contribuyan al desarrollo conjunto de todos los involucrados sin disminuir sus capacidades productivas.

c) Criterios

Categoría de condición o proceso susceptible de ser medido con el cual la gestión minera sostenible puede ser evaluada.

d) sistema de gestión minera sostenible

En una organización que se concentra en ejecutar actividades en el sector industrial minero un sistema de gestión sostenible implica una adecuada definición de indicadores que puedan realizar las evaluaciones pertinentes para orientar las actividades operativas en el sentido de una política organizativa sostenible previamente establecida.

2.2.8. Indicadores clave de Desempeño (KPI)

Los **KPI**, por sus siglas en inglés: *Key Performance Indicators*, o **Indicadores Clave de Desempeño**, se concentran en medir los niveles de desempeño de distintos procesos operativos. En su aplicación es fundamental identificar el principal criterio de ejecución de dicho proceso y su vínculo con el rendimiento evaluado de manera que se pueda asegurar el cumplimiento de los objetivos.

Es tipo de criterios pueden ser indicadores financieramente medibles y no financieros. Su finalidad es implementar un esquema cuantificable de los objetivos fijados, a través de los cuales se pueda mostrar los niveles de rendimiento de la organización. También es común emplear este tipo de indicadores para definir las líneas de acción de la

organización o corregir planteamientos a futuro. Cuando estos indicadores son empleados entiendo real para evaluar el desempeño de la organización se está ejecutando una monitorización **de actividad de negocio**. Es frecuente utilizar estos indicadores para evaluar desempeños que usualmente presentan una dificultad en su medición como pueden serlo: el nivel de compromiso de los trabajadores, servicio y satisfacción del cliente o beneficios de desarrollos líderes.

Es común que los KPI se vinculen a la estrategia organizativa. Además, estos criterios permiten conducir adecuadamente la información y comunicación dentro de la organización, especialmente desde los niveles superiores de gestión hacia los niveles ejecutivos y operativos transmitiendo el sentido de la misión y visión organizacional. Lo cual permite un involucramiento de forma transversal de todos los miembros de la organización en el cumplimiento de los objetivos.

En términos específico los KPI están enfocados principalmente en: Establecer los niveles de los servicios, diagnosticar la situación operativa de la organización, servir de vehículo de comunicación e información sobre dicha situación y los objetivos, motivar los miembros responsables de cumplir de los objetivos recogidos en los KPI, procurando un progreso sostenido y constante.

Específicamente se aplican en el cálculo de:

- Tiempo que se dispone para elevar el nivel de un servicio determinado proyecto.
- Niveles de satisfacción de los clientes.
- Tiempos para mejorar actividades relacionadas con el nivel de los servicios.
- Impacto objetivo de la asignación de recursos económicos adicionales que

se demandan para cumplir con los niveles de un servicio definido.

- Rentabilidad de los proyectos mediante el cálculo del retorno de las Inversiones
- Calidad de la gestión de la empresa

Para que una organización pueda definir sus KPI es necesario:

- Definir con anterioridad el proceso del negocio
- Definir claramente los objetivos y el rendimiento necesario que demandara el proceso del negocio
- Establecer medidas de tipo cuantitativas y cualitativas para los que los resultados puedan ser comparados con los objetivos.
- Evaluar posibles variaciones y si es necesario redefinir procesos vinculados a objetivos a corto plazo.
- Es usual aplicar el acrónimo SMART para la definición de los KPI, debido a que estos deberían presentarse de la siguiente manera:
 - Specific – Específicos
 - Measurable – Mesurables o Medibles
 - Achievable – Alcanzables
 - Relevant – Relevantes
 - Timely – Oportunos o *A tiempo*

Además, es determinante para la aplicación de estos criterios lo siguiente:

1. La consistencia y corrección deben ser características determinantes de los KPI.
2. Deben ser elaborados y aplicados oportunamente

2.3. Definición de términos conceptuales

Costos operativos o de producción mina:

Este tipo de costos pueden ser definidos como los que se generan

continuamente como parte normal de las actividades de operativas en minería. Su cálculo está vinculado estrechamente a la producción. Además, estos costos pueden entrar en la categoría de costos directo o indirectos. (INSTITUTO GEOLOGICO Y MENERO DE ESPAÑA, 1990)

Desempeño

Se trata del nivel o grado de asimilación de los criterios operativos en los que una organización de desempeña orienta a alcanzar sus objetivos definidos, según su planeamiento previo.

Estándar:

Es la referencia de acción que se debe implementar. En actividades mineras este término es aplicable a la gestión de los procesos de producción. (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS (MEM), 2017)

Factor de Potencia y/o Factor de carga:

Es la relación que se establece para la carga detonante, en ella entran en relación el peso en kilos del material explosivo y las toneladas de material que deberá ser fracturados o su equivalente en metros cúbicos. (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS (MEM), 2017)

Geomecánica:

Es el estudio del comportamiento mecánico de los cuerpos rocosos a nivel teórico y con aplicaciones prácticas. (OSINERGMIN, 2017)

Indicadores de desempeño

Son las principales herramientas que se emplean para medir los niveles de cumplimiento de las metas trazadas. Se implementan a partir de variables que deben asociarse a cada una de las acciones específicas identificadas. Su formalización se puede ofrecen en términos cuantitativos o cualitativos, los cuales ayudan a dimensionar los objetivos establecidos.

Malla de perforación:

Distribución adecuada de los taladros en un frente (EXSA, s.f.)

Planeamiento de minado

Se trata de la etapa en la que se dispone una sistemática investigación acerca de todos los factores que entra en juego en la totalidad de labores mineras, de esta mera se debe incluir cualquier aspecto que sea parte del proceso productivo. A partir de estos cálculos previos se podrán tomar decisiones adecuadas conforme se desarrolle el proceso productivo o en todo caso se corregirán ciertos factores que interfieran con la meta de alcanzar los objetivos fijados. (LOPEZ JIMENO, 1987)

Perforación:

Se trata la labor por la cual se logra abrir una sección en la pared de rocas, esta sección deberá tener forma de orificio circular que se denomina taladro además de ofrecer una distribución específica para recibir el material explosivo. (ENAEX, s.f.)

Rendimiento:

Cuando se trate de organización de tipo empresarial y minera este concepto se referirá a los resultados obtenidos efectivamente por parte de una unidad operativa concentrada en alcanzar una meta de producción, fijada en la planificación de la organización.

Formulación de la hipótesis

Hipótesis General

El comportamiento de los indicadores de gestión en los procesos de perforación, voladura y transporte se hallan dentro de los estándares establecidos en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.

Hipótesis específicas

El comportamiento de los indicadores de gestión en el proceso de perforación se halla dentro de los estándares que establece la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.

El comportamiento de los indicadores de gestión en el proceso de

voladura se halla dentro de los estándares que establece la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.

El comportamiento de los indicadores de gestión en el proceso de transporte se halla dentro de los estándares que establece la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.

Identificación de variables

Indicadores de gestión de perforación, voladura, transporte
Estándares de perforación, perforación, transporte

Indicadores de gestión de perforación Estándares de perforación

Indicadores de gestión de voladura Estándares de voladura

Indicadores de gestión de transporte Estándares de transporte

2.4. Enfoque filosófico – epistémico

Al proponer la siguiente investigación podríamos realizar una aproximación científica desde distintos enfoques. Además, debemos tener en cuenta que nuestro objetivo es dar solución a un problema específico relacionado con los indicadores de gestión en los procesos en labores mineras. Aun así, los resultados que obtengamos de esta problemática nos podrán parecer distintos si realizamos su aplicación en otras circunstancias o desde otras especialidades.

Este contraste demuestra que nuestra actitud científica puede ser enfocada desde una perspectiva distinta de la cual inicialmente la planteamos. En esas circunstancias deberemos considerar un juicio o una evaluación distinta a nuestra manera de abordar el problema inicialmente.

Esta situación argumentativa nos muestra que la labor científica puede resultar compleja si se la emprende desde un punto de vista restringido. Es por ello que en la siguiente investigación debemos ocupar el lugar del investigador científico más cercano al área del desarrollo de nuestro tema, es decir al área minera y sus necesidades específicas.

En ese sentido para abordar la problemática específica que nos presenta la actividad minera tenemos de nuestro lado, como la herramienta más eficiente a nuestros fines académicos y empresariales, al quehacer científico, aunque siempre debemos ser conscientes de que existen distintos modos para aproximarnos a una problemática y cada uno de ellos pueden ser legítimos y mostrar resultados efectivos y satisfactorios para determinados requerimientos.

A partir de esta compleja estructuración de los saberes y los puntos de vista debemos ser conscientes de que el camino científico no es el único que nos ayudará a entender los fenómenos del mundo, sin embargo, este camino nos puede ofrecer métodos para corroborar y validar nuestras evidencias y sobre todo pensar nuestro lugar dentro de la problemática específica.

Es por ello que el método científico cobra importancia vital para este tipo de investigaciones debido a que nos permite ubicarnos por encima de nuestros juicios personales e incluso sociales y culturales para poder establecer conocimientos o principios argumentativos que puedan apoyar juicios ser aceptados por su carácter neutral y abstracto que además respondan directamente a las cuestiones que una problemática específica plantea.

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

En esta ocasión optaremos por un esquema del tipo, debido a que investigaremos los procesos de perforación, voladura y transporte por medio del comportamiento de los indicadores de gestión, evaluando si se hallan dentro de los estándares establecidos en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A

3.2. Nivel de investigación

El nivel al que se desarrollará este trabajo será descriptivo analítico porque explicaremos el comportamiento de los indicadores de gestión en cuanto a la perforación, voladura y extracción, analizando los niveles alcanzados en relación a los estándares en la mina San Rafael.

3.3. Características de la investigación

Es de tipo Procedimental ya que tiene un proceso determinado, comenzando con una idea, para después lograr el objetivo o producto final. La investigación implicó analizar y recopilar datos no numéricos para comprender opiniones, experiencias y conceptos.

3.4. Métodos de investigación

Como parte de esta propuesta se empleará una metodología científica en la que se hará uso de los métodos deductivo, analítico porque a través de datos que obtenemos en la investigación y de las observaciones que realizamos obtendremos los resultados de nuestra propuesta.

3.5. Diseño de investigación

Para nuestra propuesta aplicaremos transversalmente un diseño no experimental, porque no los datos lo obtendremos de las observaciones e información que recogemos en los archivos de la mina y no haremos cambios o modificaciones de las variables.

3.6. Procedimiento del muestreo

3.6.1. Población

El segmento poblacional está constituido por todas las aéreas donde se realizan gestión de la mina San Rafael.

3.6.2. Muestra

Lo constituyen las operaciones de mina, específicamente perforación, voladura, y extracción de la mina San Rafael, Compañía Minera Minsur S.A.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Entre las que fueron consideradas para este trabajo se encuentran:

3.7.1. Técnicas

Las técnicas a emplear estarán constituidas por

- Observación de los procesos de perforación, voladura, extracción
- Documental, revisión de la información sobre perforación, voladura y extracción
- Trabajo de campo realizaremos visitas a las labores donde se realizan trabajos de perforación, voladura y extracción.
-

3.7.2. Instrumentos

Dentro de los instrumentos tendremos:

- Libretas de campo
- Informes.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Habiendo recopilado todos los datos necesarios en cuanto a la perforación, voladura y extracción procederemos al análisis de datos:

- Toda la información disponible fue revisada y analizada.
- Toda la información que se pudo registrar en el campo fue procesada y analizada.
- Obtención de resultados

3.9. Orientación ética

Durante la ejecución de este informe nos guiaremos por los principios de la ética en cuanto a la veracidad de los datos, responsabilidad, respetando el derecho de las personas de la institución y trabajando con claridad.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados

A continuación, se presentan el perfil general de la operación minera.

Ubicación

La Mina San Rafael se ubica en el departamento de Puno, provincia de Melgar, distrito de Antauta. Geográficamente, forma parte de la formación nevada de Quenamari en la cordillera Carabaya. Esta localización alcanza una altitud máxima de 4500 msnm. (Ccahuana, 2022)

Figura 5

Ubicación de la mina San Rafael



Accesibilidad

La vía de acceso principal a estas operaciones es aérea desde la ciudad del Cusco, tomando un vuelo hasta Juliaca. A partir de ahí se debe acceder por carretera en dirección a Calapuja, hasta alcanzar el desvío a Antauta, para tomar el último tramo que nos conducirá hasta el campamento de Cumani (Ccahuana, 2022)

Características del método de explotación sublevel stoping

Específicamente se trata de un método específico para operaciones a nivel subterráneo, por medio de una labor de tipo mecanizada y convencional.

El nivel productivo de este alcanza las 80,000 TMS mensuales con un promedio de ley 4.89 % Sn.

El avance mensual se compone de las siguientes labores: Exploración y Desarrollos alcanzan los 800 mts Preparaciones alcanzan los 500 mts.

Principalmente se realizan extracciones usando volquetes por medio de una rampa interior en superficie con extensiones de 6,700 m a 3,500 m.

Se obtienen concentrados de Sn en la Planta Concentradora que puede tratar hasta 3,000 TMS/día.

Parámetros del método de explotación

Consideramos los siguientes aspectos:

- Datos generales
- Alternativa de extracción
- Operación minado actual
- Extracción de minado condiciones actuales

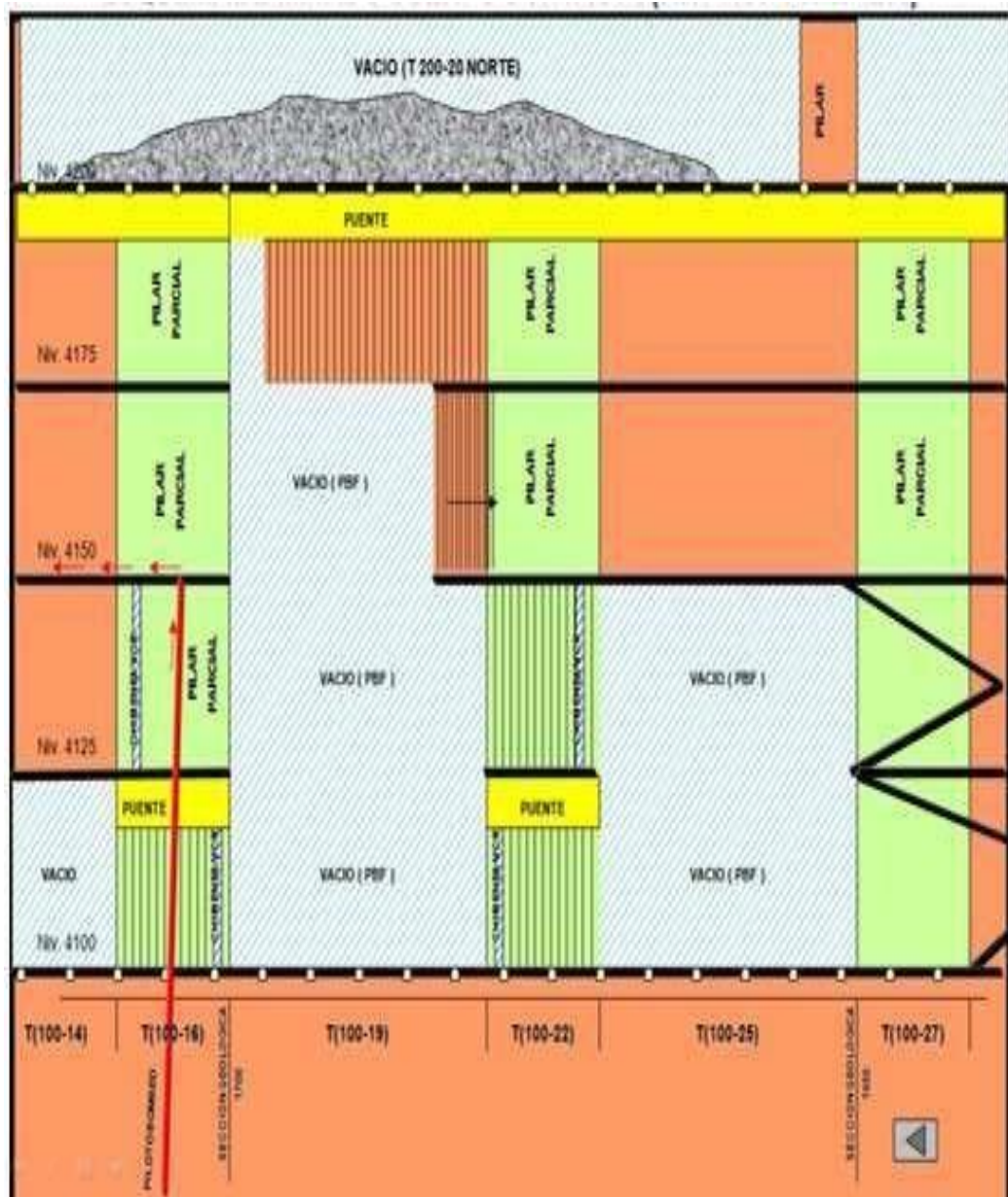
Tabla 3**Parámetros del método de minado**

DATOS GENERALES	
Método de minado	Sublevel Stoping (L.B.H.)
Producción Diaria	2740 TMD
Ley de Cabeza	4.32 % Sn
Productividad	40 TM/H G
Producción Anual Sn	978,180 TM / año
Producción Anual Cu	100,645 TM/año - 2.2%
ALTERNATIVAS DE EXTRACCIÓN	
1. Transporte por pique con volquete en rampa actual	
2. Faja transportadora con pique	
3. Faja Transportadora	
OPERACIÓN DE MINADO ACTUAL	
Método de explotación	Sub Level Stoping, (L.H.B.)
Preparación de bancos	25 m. de altura
	50 a 500 m de longitud
	3 m. a 35 m.
Perforación de taladros largos	con equipo electrohidráulicos
Longitud de perforación	de 15.0 m. a 30.0 m.
Diámetro de perforación	de 3.0 hasta 4.5 pulgadas
Mallas de perforación	cuadradas y en "V"
Voladura	Dinamitas, ANFO y emulsiones
Voladura primaria	se genera 20% de mineral semi roto
Acarreo	con equipos L.H.D. Scoop de 6.5 yd
Acarreo desde los tajos a parrilla de echaderos	
Reducción	Equipo Rompe bancos, Kent
Reducción de bancos mayores a 20" x 18"	
Transporte de tolva a plataforma de acumulación de mineral	
EXTRACCION DE MINADO - CONDICIONES ACTUALES	
Zona Intermedia	NIV, 4533 hasta NIV, 4200
Rampa	Negativa
Gradiente	-10%
Sección	5.0 x 4.0 m2
Longitud Nivel inferior	Niv, 4200 3,500 m.
Zona Baja	NIV, 4200 hasta NIV, 3850
Rampa	Negativa
Gradiente	-10%
Sección	5.0 x 4.0 m2
Longitud nivel inferior	NIV, 38507,000 m.

Esquema de minado cuerpo de contacto

Figura 6

Esquema de minado cuerpo de contacto nivel 4100 – nivel 4200



Equipos de mina

Tabla 4**Equipos de mina**

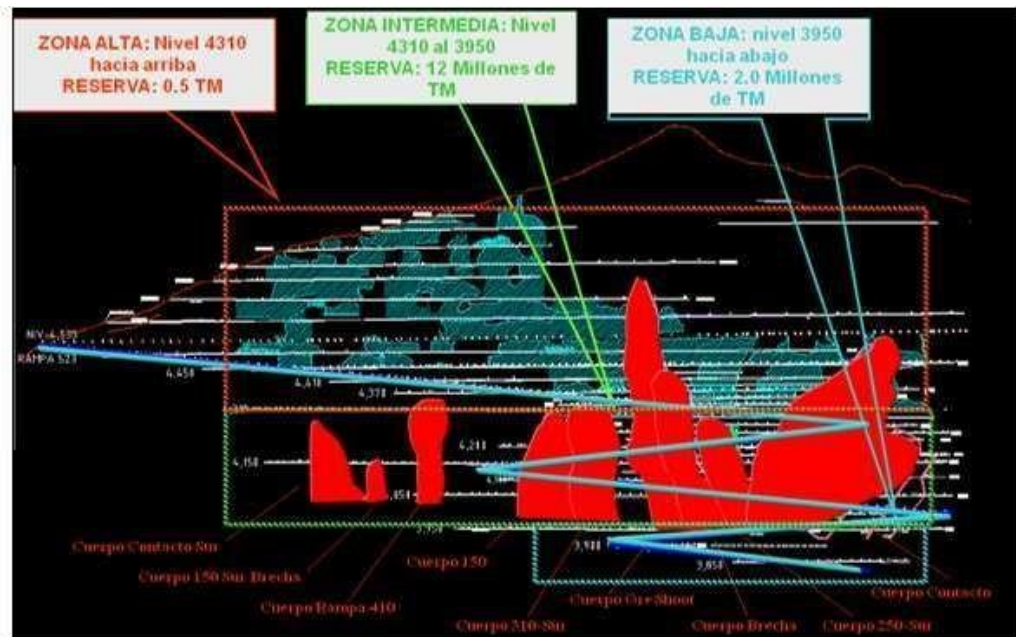
EQUIPOS DE ACARREO Y PERCUSIÓN				
EQUIPO	N°	MARCA	CAPACIDAD	OBSERVACIONES
Scoop ST1000	24	Wagner	6.0 yd3	Equipo de carguío
Scoop ST1000	26	Wagner	6.0 yd3	Equipo de carguío con telemando
Scoop ST1020	27	Wagner	6.0 yd3	Equipo de carguío con telemando
Scoop	23	Wagner	2.0 yd3	Equipo de apoyo de servicios
Pala	1	CAT-966F	5.0 yd ³	Equipo para el Blending del mineral acumulado
Rompebanco	1	Kent	60 Tm / Hr	Equipo de Percusión
Rompebanco	3	Kent	60 Tm / Hr	Equipo de Percusión
Rompebanco	4	Kent	60 Tm / Hr	Equipo de Percusión
Rompebanco	5	Kent	60 Tm / Hr	Equipo de Percusión
EQUIPO DE TRANSPORTE				
EQUIPO	N°	MARCA	CAP TM	OBSERVACIÓN
Volquete	11	Volvo	24	En stand by
Volquete	12	Volvo	24	Equipo de Transporte
Volquete	13	Volvo	24	Equipo de Transporte
Volquete	14	Volvo	24	Equipo de Transporte
Volquete	15	Volvo	24	Equipo de Transporte
Volquete	16	Volvo	24	Equipo de Transporte
Pala	1	CAT-950F	4.0 yd ³	Equipo para el Blending del mineral acumulado.

Mina San Rafael

- **Reservas de mineral** 13'851,688 Tm. 4.89 % Sn.
- **Producción Mina** 80,000 TM / Mes. 4.89 % Sn (960,000 TM/Año)
- **Productividad minada** 46.56 THG
- **Producción Planta** 43,188 TMF / Año de Sn

Figura 7

Distribución de reservas minables



Método de minado

Sublevel Stopping”, En este método se aplica a las labores subterráneas los principios de la voladura de banco a cielo abierto. Esta disposición supone arrancar del puente teniendo dos niveles de perforación que se orientan descendentemente. Como consideración específica del método se debe ubicar como nivel de extracción en un solo nivel base que sirva a varios subniveles. Estos subniveles deben tener una distancia de 80 – 100 metros en promedio.

Se reconocen tres alternativas dentro de este método:

- El método de taladros mixtos
- El método taladros en abanico
- El método taladros paralelo (LBH).

a. Preparación

Abarca los trabajos siguientes:

- Cada piso debe contar con una rampa y cortada para el acceso.

- Desarrollar en el nivel base del taje una galería para extracción, que debe encontrarse estéril y en paralelo con la zona de mineralización.
- Desarrollar draw points o estocadas para unir galerías sobre vetas con galerías de extracción con el fin de recuperar el material producto del derribo.
- Dispone en zonas de mineralización subniveles o galerías para perforación.
- Para aprovecharla como caída libre cuando se inicie la voladura se debe disponer de una chimenea.

b. Método de Explotación

(Sub-level Stopping, Niveles de Perf. cada 25 Mts)

Mineralización en vetas y cuerpos

- **Buzamiento** : 48° a 75°
- **Potencia Mineralizada**
 Vetas 2 - 6 mts.
 Cuerpos 6 - 35 mts.
- **Roca encajonante competente: Intrusivo-monzo-granito.**
- **Acceso a partir de la Rampa:**
 Sección 6.0 x 4.0m Gradiente - 10%

c. Equipo Mecanizado

- **Exploraciones y desarrollos / Preparaciones**
 2 jumbos 282 Rocket Boomer
 3 scoop 6.0 yd³ Atlas Copco ST-1010
- **Perforación Taladros Largos**
 1 Simba H-1354, Atlas Copco, Cop - 1838
 1 Mustang A-32, Atlas Copco, Cop – 34

– **Acarreo Tajeos**

2 Scoop 6.0 yd³ ST-1020

1 Scoop 6.0 yd³ ST-1020 con Telemando

• **Reducción Secundaria**

4 Rompe Bancos Fijos (Kent)

2 Rompe Bancos Móviles (Krupps). Futuro Junio 05

– **Extracción**

3 Volvos Intercooler FM -12 de 20 m³ Cap.

2 Volvos Intercooler NL-10 de 15 m³ Cap.

Figura 8

Simba H – 1354



PARÁMETROS OPERACIONALES SIMBA H-1354		
RUBRO	UNIDADES	RANGO
LONGITUD DE PERFORACIÓN	MTS	0 a 55 (75)
DIÁMETRO DE TALADROS	PULG.	2.5 a 5.0 (3 y 3.5)
RENDIMIENTO	MTS/HR	de 15 a 18 (P=10.5)
INDICE DE PERFORACIÓN	TM/MT	9.5 a 11.75

Figura 9

Mustang A – 32



Figura 10

Scooptrm ST – 1020



Resultados y avances de los indicadores Trabajo de campo

Se planifico las siguientes actividades

- Con el fin de que todo el personal forme parte de plan establecido se formó el Comité de Plan de Acción Correctiva (COPAC).
- Un día por semana se debe reunir el Comité de mina en casos de mantenimiento, esta reunión debe realizarse los lunes y para operaciones, los martes.
- El avance y los resultados serán evaluados en estas reuniones de acuerdo a cada área.
- Con el fin de mejorar los aspectos operacionales este comité debe recibir y evaluar todas ideas que el personal proponga
- Al termino de estas reuniones se elabora un acta en la que figuren los responsables de las actividades encargadas, así como la fecha para cumplirlas.

Resultados a obtener

- Con el fin de facilitar un constante seguimiento de las metas definidas en base a los indicadores principales se debe disponer de un diseño e implementación de un sistema de gestión destinado a las secciones de producción y mantenimiento de la mina San Rafael, a partir de los cuales se pueda tomar decisiones que puedan corregir oportunamente las desviaciones que se identifiquen.
- Dentro de los procesos fomentar permanentemente el análisis del resultado obtenido, con base en una revisión de los recursos empleados para obtener el máximo rendimiento de los activos utilizados.

Desempeño de los Procesos de Perforación, Voladura, y Extracción en la Mina San Rafael

Tabla 5

Tablero de control, indicadores de perforación, acarreo, extracción

TABLERO DE CONTROL INDICADORES DE PERFORACIÓN, ACARREO Y EXTRACCIÓN					
INDICADORES	U.M.	PB	Plan	Real	Status
Simba % Eficacia de Perforación	%	63%	68%	88%	
Mustang % Eficacia de Perforación	%	58%	63%	98%	
Desviación de Taladros SIMBA	%	2.50%	0.50%	0.00%	
Desviación de Taladros MUSTANG	%	3.47%	1.84%	2.10%	
TVC SIMBA	%	60.8%	85.0%		
TVC MUSTANG	%	85.53%	95%	100.71%	
Grupo Scoop ST 1000 - % Eficacia de Acarreo	%	75%	80%	104%	
Grupo Volvos 15m3 - % Eficacia de Extracción	%	80%	84.62%	86.98%	
Grupo Volvos 20m3 - % Eficacia de Extracción	%	87%	92.00%	98.42%	
Toro 40D % Eficacia de Extracción	%	82%	87%	91.6%	
Grupo Volvos 15m3 - RENDIMIENTO	TM/HT	25.9	25.9	30.36	
Grupo Volvos 20m3 - RENDIMIENTO	TM/HT	29.8	29.8	32.110	
Toro 40D - RENDIMIENTO	TM/HT	30.2	30.2	33.140	
Toneladas Extraídas	%	11,661	13,792	15,424	
% LEY DE CABEZA PROMEDIO	%	4.89	4.89	4.86	

Indicador Perforadora Simba % de eficacia

Figura 11

Indicador Perforadora Simba % de eficacia



En el grafico referente a la eficacia de perforación de la perforadora SIMBA; podemos observar que el punto de partida a periodo base está establecido en 63 % y el objetivo en un 68 % Y las eficacias de perforación con el equipo Simba se halla en un rango de 73 % a 99 % lo que nos indica que la eficacia del equipo de perforación es superior al punto o periodo base como también al objetivo establecido, en resumen, es mucho mejor

Indicador Mustang % de eficacia

Figura 12

Indicador Mustang % de eficacia



En el grafico referente a la eficacia de la perforadora MUSTANG; podemos observar que el punto de partida a periodo base está establecido en 58 % y el objetivo en un 63 % Y las eficacias de perforación con el equipo Simba se halla en un rango de 62 % a 98 % lo que nos indica que la eficacia del equipo de perforación es superior al punto o periodo base como también al objetivo establecido, en resumen, es mucho mejor

Indicador de desviación Perforadora SIMBA EN %

Figura 13

Indicador de desviación Perforadora SIMBA EN %

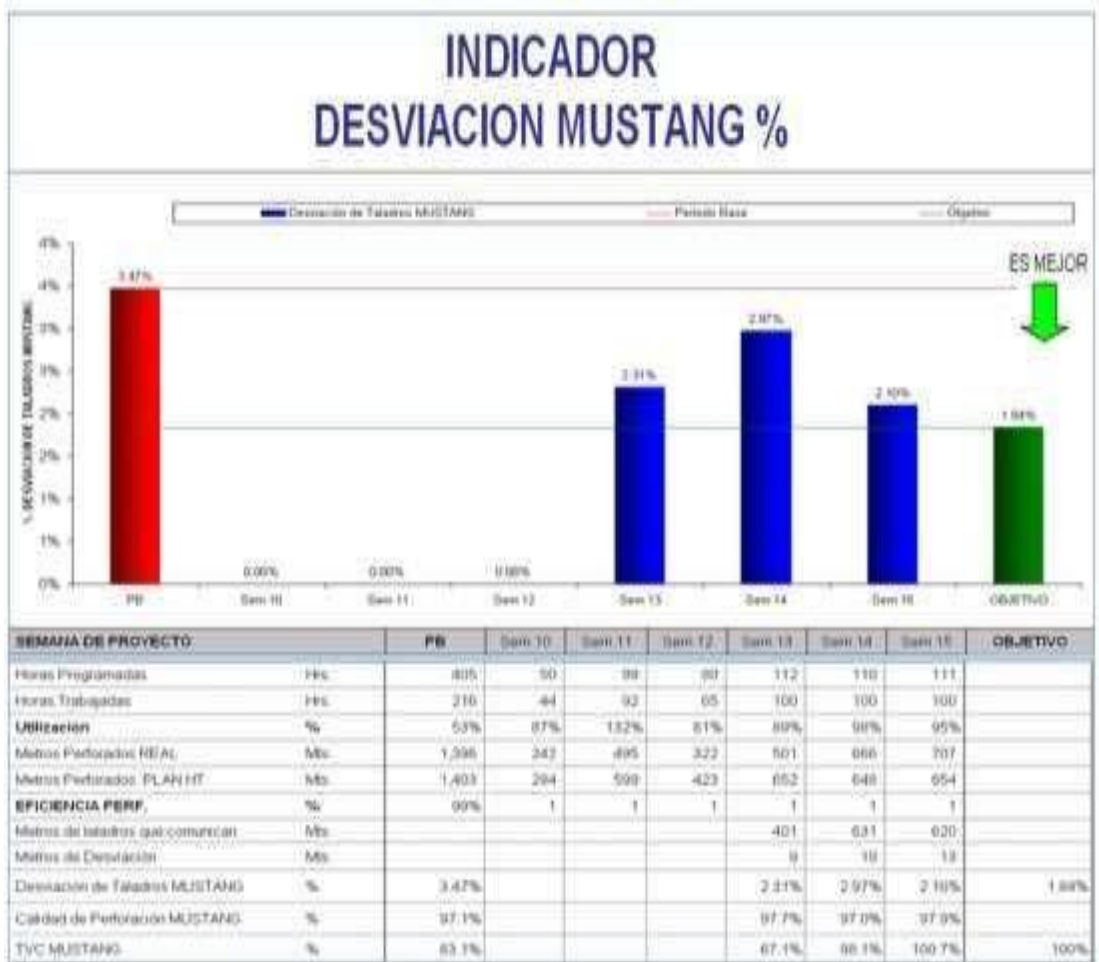


En el grafico referente a la desviación de los taladros con la perforadora SIMBA; podemos observar que el punto de partida a periodo base está establecido es de 2.5 % y el objetivo en un 0.50 %, las desviaciones que se observa en las diferentes semanas durante la perforación con el equipo Simba se hallan en un rango de 1.9 % a 3.8 % lo que nos indica que la desviación de perforación es superior al punto o periodo base como también al objetivo establecido, en resumen, es negativo

Indicador de desviación Perforadora MUSTANG en %

Figura 14

Indicador de desviación Perforadora MUSTANG en %



En el grafico referente a la desviación de los taladros con la perforadora MUSTANG; podemos observar que el punto de partida a periodo base está establecido es de 3.47 % y el objetivo en un 1.84 %, las desviaciones que se observa en las diferentes semanas durante la perforación con el equipo Mustang se hallan en un rango de 2.10 % a 2.97 % lo que nos indica que la desviación de perforación es superior al objetivo establecido, en resumen, es negativo

INDICADOR TVC SIMBA %

Figura 15

Indicador TVC Simba %



En el grafico referente a porcentaje de TVC, taladros en voladura controlada con perforadora SIMBA; podemos observar que el punto de partida a periodo base está establecido es 60.8 % y el objetivo es 85 %; con el equipo Simba se halla en un rango de 70.8 % a 104.4 % lo que nos indica que la TVC del equipo de perforación es superior al punto o periodo base como también al objetivo establecido, en resumen, es mucho mejor

INDICADOR TVC MUSTANG %

Figura 16

Indicador TVC Mustang %



En el grafico referente a porcentaje de TVC, taladros en voladura controlada con perforadora MUSTANG; podemos observar que el punto de partida a periodo base está establecido es 85.5 % y el objetivo es 95 % ; con el equipo MUSTANG se halla en un rango de 67.1 % a 100.7 % lo que nos indica que la TVC del equipo de perforación fue superior al punto o periodo base como también al objetivo establecido, en resumen, es mucho mejor, las semanas 14 y 15 fue superior, e inferior la semana 13, no se controló las semanas 10, 11, 12

Tabla 6

Indicadores de voladura

TABLERO DE CONTROL INDICADORES DE VOLADURA					
INDICADORES	U.M.	PB	Plan	Real	Status
Cumplimiento TM Rotas Voladura Primaria VETA	%	62%	80%		
Factor de Potencia Voladura Primaria VETA	Kg. Explo/ TM	0.55	0.37		
Cumplimiento TM Rotas CUERPO	%	80%	90%	105%	
Factor de Potencia CUERPO	Kg. Explo/ TM	0.33	0.22	0.3268	
Cumplimiento TM Rotas VCR	%	75%	90%		
AVANCE Metros perforados VCR	%		90%		
KG EXPLOSIVO VOLADURA SEC POR TONELADA EXTRAIDA	Kg. Explo VS / TM EXT.	0.054	0.040	0.027	
TM Rotas VPV, VPC, VCR y VS REAL	TM	12,456	20,162	24,286	

Figura 17

Indicadores de gestión % de cumplimiento voladura primaria en veta tn rotas.



En la figura referente al % de cumplimiento de tn rotas en voladura primaria en veta se observa que el % de tn es bastante mejor que del periodo base (62%) y al del objetivo (80%); el control semanal indica que están en un rango de 95% a 163% en conclusión el % de cumplimiento de tn rotas en voladura primaria en vetas es bastante mejor

Indicadores de gestión factor de potencia voladura primaria en veta.

Figura 18

Indicadores de gestión factor de potencia voladura primaria en veta.



En la figura referente al factor de potencia en voladura primaria en veta se observa que en tres semanas en menor estando en un rango de 0.27 kg/tn a 0.32 kg/tn, también se observa que en dos semanas fue superior al periodo base (0.55 kg/tn) y al objetivo (0.37 kg/tn) en conclusión diremos que el factor de potencia para voladura primaria en veta fue mejor.

Indicadores de gestión % de cumplimiento voladura primaria en cuerpos

Figura 19

Indicadores de gestión % de cumplimiento voladura primaria en cuerpos



En la figura referente al % de cumplimiento de tn rotas en voladura primaria en cuerpo se observa que el % de tn es bastante mejor que del periodo base (80%) y al del objetivo (90%); el control semanal indica que están en un rango de 105% a 135% en conclusión el % de cumplimiento de tn rotas en voladura primaria en cuerpos es bastante mejor.

Indicadores de gestión factor de potencia voladura primaria en cuerpo

Figura 20

Indicadores de gestión factor de potencia voladura primaria en cuerpo

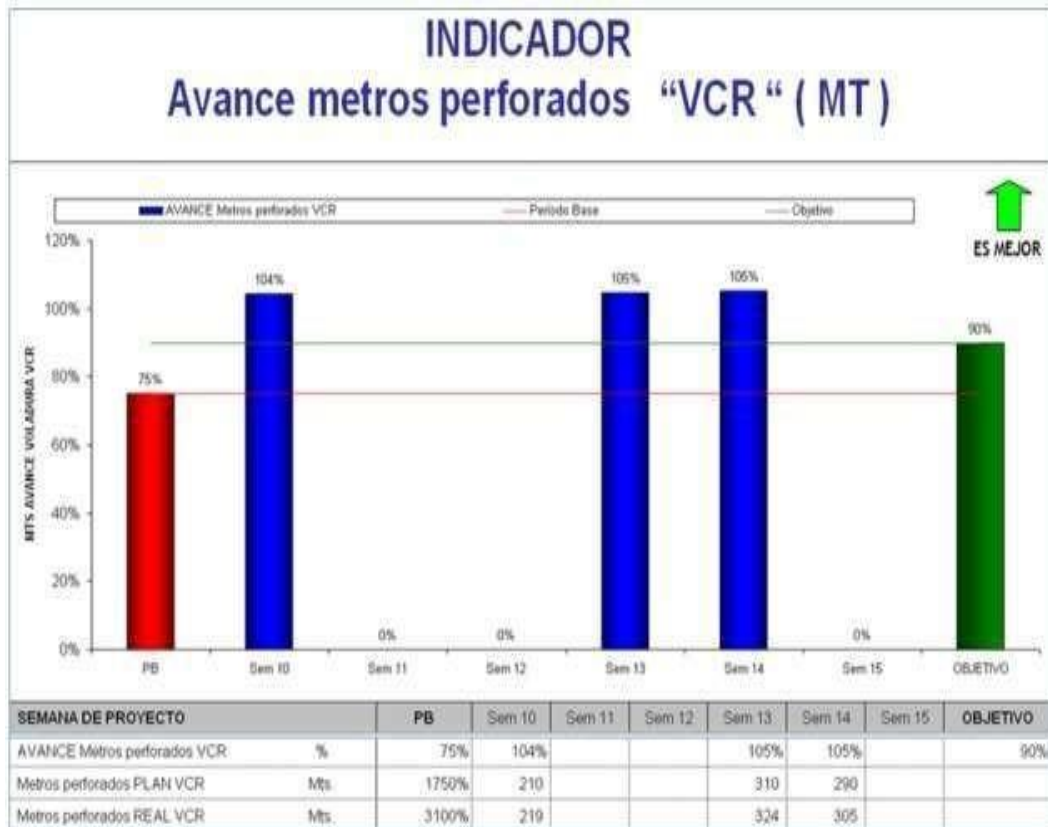


En la figura referente al factor de potencia en voladura primaria en cuerpo se observa que en las semanas fue menor al periodo base (0.33 kg/tn) estando en un rango de 0.23 kg/tn a 0.33 kg/tn, pero un poco mayor que el objetivo (0.22 kg/tn) en conclusión diremos que el factor de potencia para voladura primaria en cuerpo fue mejor.

Indicadores de gestión metros perforados VCR.

Figura 21

Indicadores de gestión metros perforados VCR.

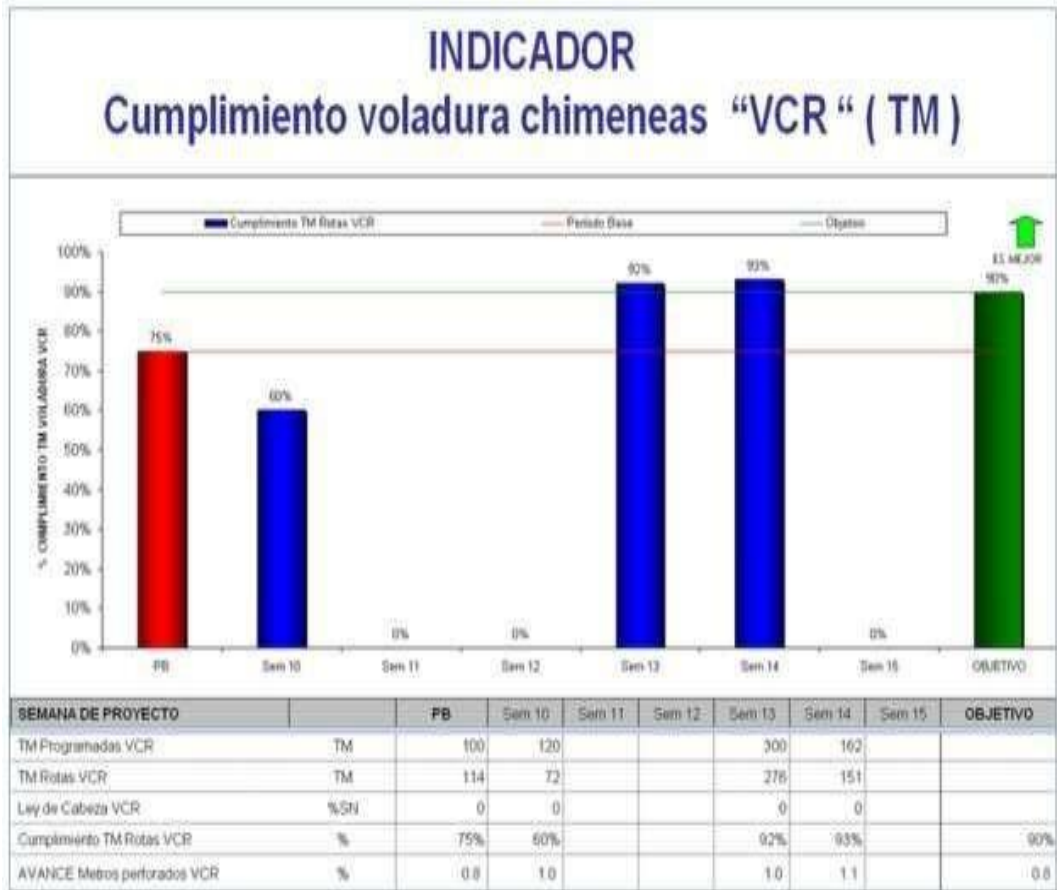


En la figura referente a los metros perforados en "VCR" vemos que el % de metros perforados es superior al periodo base (75%) y al objetivo fijado (90%), estos avances fluctúan entre 104 % a 105 % lo que indica que es superior a lo fijado.

Indicadores de gestión cumplimiento voladura chimeneas VCR (tn)

Figura 22

Indicadores de gestión cumplimiento voladura chimeneas VCR (tn)



En la figura referente a cumplimiento de la voladura en chimeneas "VCR" en % de tn rotas, vemos que dichos porcentajes es superior en dos semanas controladas e inferior en una semana no se controló en dos semanas, podemos decir que el cumplimiento es mucho mejor

Indicadores de gestión cumplimiento toneladas rotas (V+C+VCR)

Figura 23

Indicadores de gestión cumplimiento toneladas rotas (V+C+VCR)

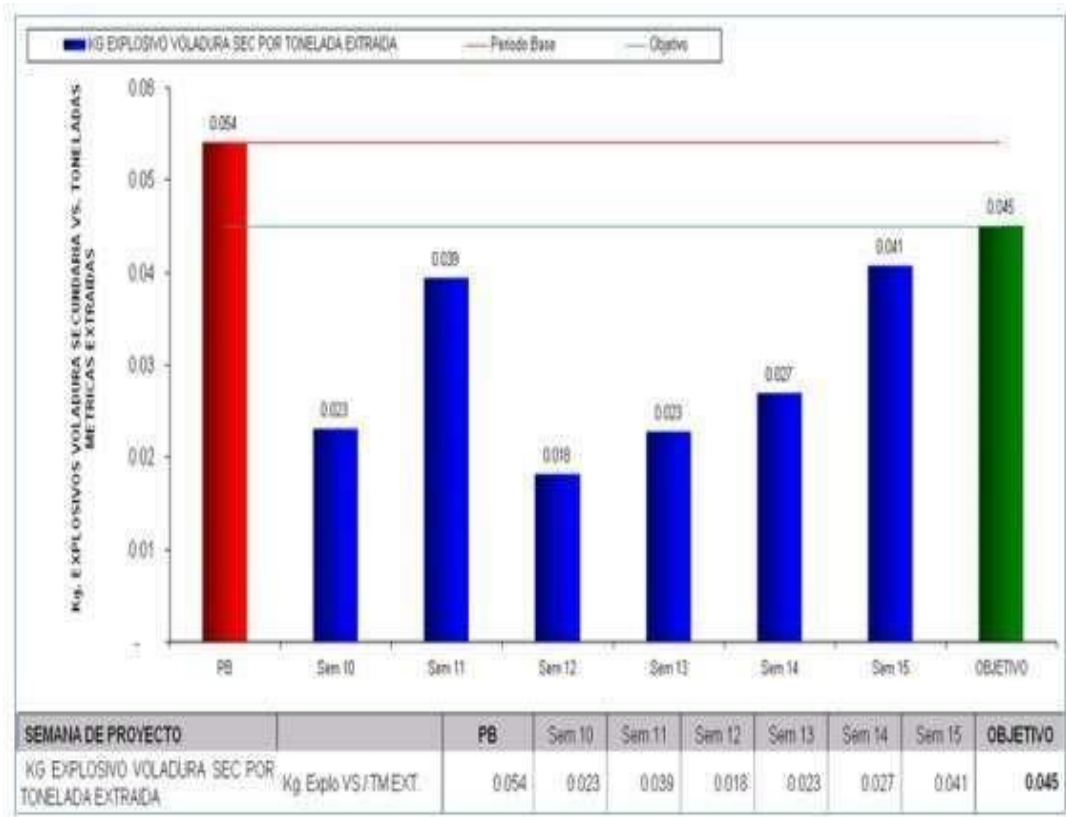


En la figura sobre cumplimiento de toneladas rotas en (V, C, VCR) se observa que en cada semana fue superior a excepción de la semana 13 que fue inferior, en forma general el cumplimiento de las toneladas rotas en % fue inferior, en forma general el cumplimiento de las toneladas rotas en % vemos que todas las semanas fue superior al periodo base (85%) como al objetivo (85 %) estando en un rango de cumplimiento de 105 % a 137 % lo que indica que los resultados son mucho mejor.

Indicador explosivos voladura secundaria / tm extraídas tajeos

Figura 24

Indicador explosivos voladura secundaria / tm extraídas tajeos



En la figura sobre consumo de explosivos por toneladas en los tajeos en voladuras secundarias vemos que la cantidad de explosivos por toneladas extraídas es bastante menor en cada semana controlada en comparación con el periodo base (0.054 kg/tn) y el objetivo que se tiene, y varían en un rango de 0.018 kg/tn a 0.041 kg/tn, lo que indica que los resultados de este indicador son bastante buenos.

Indicador grupo scoop st 1000 - % eficacia de acarreo

Figura 25

Indicador grupo scoop st 1000 - % eficacia de acarreo



En la figura referente a eficacia de acarreo con equipos SCOOP ST 1000 expresado en % se observa que la eficacia de extracción es superior al periodo base (75 %), como al objetivo (80 %), estos valores varían entre 94 % a 134 % lo que indica que los resultados son bastante mejores.

Indicador volvos 15 m³ % eficacia de extracción

Figura 26

Indicador volvos 15 m3 % eficacia de extracción



En la figura referente a los porcentajes de eficacia de extracción con camiones VOLVO DE 15 m³, en las semanas medidas se ve que es superior al periodo base (80 %) como al objetivo (85 %), estos valores de eficacia varían entre 84 % a 108 % lo que nos indica que los resultados son bastante mejores.

Indicador grupo de volquetes de 20 m³, % eficacia de extracción

Figura 27

Indicador grupo de volquetes de 20 m³, % eficacia de extracción



En la figura referente a los porcentajes de eficacia de extracción con volquetes de 20 m³, en las semanas medidas se ve que es superior al periodo base (87 %) como al objetivo (92 %), estos valores de eficacia varían entre 78.49 % a 105.25 % lo que nos indica que los resultados son bastante mejores, también se observa que en la semana 14 la eficacia es un tanto menor

Indicador toro 40d %, eficacia de extracción

Figura 28

Indicador toro 40d %, eficacia de extracción

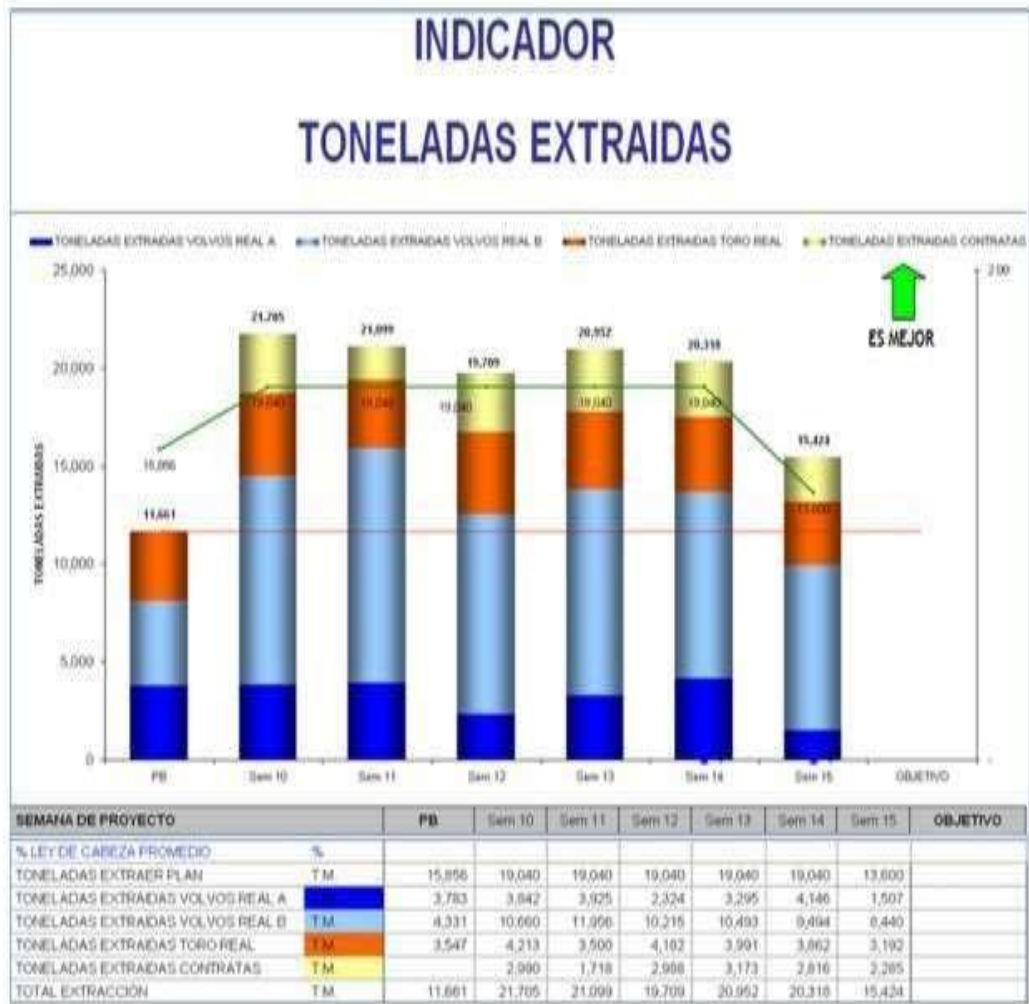


En la figura referente a los porcentajes de eficacia de extracción con camiones TORO 40D, en las semanas medidas se ve que es superior al periodo base (82 %) como al objetivo (87 %), estos valores de eficacia varían entre 92 % a 111.91 % lo que nos indica que los resultados son bastante mejores.

Indicador toneladas extraídas

Figura 29

Indicador toneladas extraídas



En la figura referente al indicador de toneladas en total extraídas comparadas con las toneladas planificadas se ve que son superiores en cada semana medida y estas toneladas varían entre 15,424 tn a 21,705 tn lo que indica que son bastante superiores a lo planificado

Indicador rendimiento por flota tn/hr

Figura 30

Indicador rendimiento por flota tn/hr



En la figura referente al rendimiento por flota dado en tn/hr se puede observar en los tres tipos de flota; flota con volquetes Volvo A, volquetes Volvo B, volquetes Toro; observando en volquetes Volvo A el rendimiento por tn/hr es superior en casi todas las semanas al periodo base (25.85 tn/hr) y al objetivo (25.85 tn/hr) y estos valores varían entre 26.1 tn/hr a 30.5 tn/hr, en cuanto a la flota de volquetes volvo B, el rendimiento por tn/hr es superior en todas las semanas al periodo base (29.77 tn/hr) y al objetivo (29.77 tn/hr) y estos valores varían entre 29.9 tn/hr a 32.1 tn/hr, en cuanto a la flota de volquetes TORO, el rendimiento por tn/hr es superior en todas las semanas al periodo base (30.15 tn/hr) y al objetivo (30.15 tn/hr) y estos valores varían entre 33.1 tn/hr a 33.7 tn/hr.

4.2. Discusión de resultados

Haciendo una evaluación del desempeño de los parámetros de perforación, voladura y extracción vemos que el rendimiento o comportamiento

son superiores a los objetivos y periodo base, lo que nos indica de un rendimiento o comportamiento adecuado o positivo.

Así tenemos:

1. Porcentaje de eficacia de las perforadoras SIMBA

Periodo base: 63 % de eficacia

Objetivo: 68 % de eficacia

Eficacia de perforación medida: de 73 % a 99 %

Resultado: eficacia mucho mejor o positivo

2. Porcentaje de eficacia de las perforadoras MUSTANG Periodo base: 58

% de eficacia

Objetivo: 63 % de eficacia

Eficacia de perforación medida: de 62 % a 98 %

Resultado: eficacia mucho mejor o positivo

3. Indicador de desviación Perforadora SIMBA EN %

Periodo base: 2.5 % de desviación

Objetivo: 0.50 % de desviación

desviación de perforación medida: de 1.9 % a 3.8 %

Resultado: no adecuado o negativo

4. Indicador de desviación Perforadora MUSTANG en %

Periodo base: 3.47 % de desviación

Objetivo: 1.84 % de desviación

desviación de perforación medida: de 2.10 % a 2.97 %

Resultado: no adecuado o negativo

5. Indicador de porcentaje de TVC taladros en voladura SIMBA

Periodo base: 60.8 % de perforación

Objetivo: 85 % de perforación

Perforación medida: de 70.8% a 104.4 %

Resultado: eficacia mucho mejor o positivo

6. Indicador de porcentaje TVC taladros en voladura MUSTANG

Periodo base: 85.5 % de perforación

Objetivo: 95 % de perforación

Perforación medida: de 67.1 % a 100.7 %

Resultado: eficacia mucho mejor o positivo

7. Indicadores de gestión % de cumplimiento voladura primaria en veta.

Periodo base: 62 % de perforación

Objetivo: 80 % de perforación

Cumplimiento de voladura primaria en veta: de 95 % a 163 %

Resultado: mucho mejor o positivo

8. Indicadores de gestión factor de potencia voladura primaria en veta.

Periodo base: 0.55 kg/tn

Objetivo: 0.37 kg/tn

Factor de potencia en voladura primaria en veta: de 0.27 kg/tn a

0.32 kg/tn

Resultado: mucho mejor que lo programado o positivo

9. Indicadores de gestión % de cumplimiento voladura primaria en cuerpos

Periodo base: 80.0 % de perforación

Objetivo: 90 % de perforación

Cumplimiento de voladura primaria en cuerpo: de 105 % a 135 %

Resultado: bastante mejor o positivo

10. Indicadores de gestión factor de potencia voladura primaria en cuerpo

Periodo base: 0.33 kg/tn

Objetivo: 0.22 kg/tn

Factor de potencia en voladura primaria en cuerpo: de 0.23 kg/tn a 0.33

kg/tn

Resultado: mucho mejor que lo programado o positivo

11. Indicadores de gestión metros perforados VCR.

Periodo base: 75. % de metros de perforación

Objetivo: 90 % de metros de perforación

Avance de metros perforados VCR: de 104 % a 105 %

Resultado: superior a lo fijado o positivo

12. Indicadores de gestión cumplimiento voladura chimeneas VCR (tn)

Periodo base: 75 % de toneladas rotas

Objetivo: 90 % de perforación

Cumplimiento de tn rotas VCR: de 60 % a 93 %

Resultado: es superior o positivo

13. indicadores de gestión cumplimiento toneladas rotas (V+C+VCR)

Periodo base: 85 % de toneladas rotas

Objetivo: 95 % de toneladas rotas

Cumplimiento de tn rotas (V, C, VCR) EN %: de 105 % a 137 %

Resultado: mucho mejor o positivo

14. Indicador explosivos voladura secundaria / tn extraídas tajeos

Periodo base: 0.054 kg/tn extraídas

Objetivo: 0.045 kg/tn extraídas

Kgs de explosivo en voladura secundaria por tn extraída en tajeos: de 0.018 kg/tn a 0.041 kg/tn

Resultado: mejor o positivo

15. Indicador grupo scoop st 1000 - % eficacia de acarreo

Periodo base: 75 % de eficiencia

Objetivo: 80 % de eficiencia

Eficiencia de extracción: de 94 % a 134 %

Resultado: mucho mejor o positivo

16. Indicador volvos 15 m3 % eficacia de extracción

Periodo base: 80 % de eficiencia

Objetivo: 84.62 % de eficiencia

Eficiencia de extracción: de 84 % a 108 % de eficiencia

Resultado: mucho mejor o positivo

17. Indicador grupo de volquetes de 20 m3, % eficacia de extracción

Periodo base: 87 % de eficiencia

Objetivo: 92 % de eficiencia

Eficiencia de extracción: de 78.49 % a 105.25 %

Resultado: mucho mejor o positivo

18. Indicador toro 40d %, eficacia de extracción

Periodo base: 82 % de eficiencia

Objetivo: 87 % de eficiencia

Eficiencia de extracción: de 92 % a 111.91 %

Resultado: bastante mejor o positivo

19. Indicador toneladas extraídas

Periodo base: 11,661 tn extraídas

Total, de extracción: de 15,424 tn a 21705 tn

Resultado: bastante superior o positivo

20. Indicador rendimiento por flota tn/hr

Tenemos tres tipos de flota, flota de volvos A, volvos B, flota Toro, donde para cada flota se tiene los siguientes resultados.

Flota volvos A

Periodo base: 25.85 tn/hr

Objetivo: 25.85 tn/hr

Rendimiento volvo A: de 26.1 tn/hr a 30.5 tn/hr

Resultado: superior a lo programado o positivo

Flota volvos B

Periodo base: 29.77 tn/hr Objetivo: 29.77 tn/hr

Rendimiento volvo B: de 29.9 tn/hr a 32.1 tn/hr Resultado: superior a lo programado o positivo Flota Toro

Periodo base: 30.15 tn/hr Objetivo: 30.15 tn/hr

Rendimiento flota toro: de 33.1 tn/hr a 33.7 tn/hr Resultado: superior a lo programado o positivo

Vemos en todos los casos el rendimiento de las flotas tn/hr son superior a lo programado.

Resumen del Desempeño de los Procesos de Perforación, Voladura, y Extracción

Tabla 7

Resumen del Desempeño de los Procesos de Perforación, Voladura, y Extracción

Indicador	U.M.	P.B.	O	Real	Condición
Eficacia perforadora SIMBA	%	63	68	73 a 99	Mejor (+)
Eficacia perforadora MUSTANG	%	58	63	62 a 98	Mejor (+)
Desvió taladros SIMBA	%	1.9	0.5	2.1 a 2.97	Menor (-)
Desvió taladros MUSTANG	%	3.43	1.84	1.9 a 3.8	Menor (-)
TVC Voladura SIMBA	%	60.8	85	70.8 a 104	Mejor (+)
TVC Voladura MUSTANG	%	85.5	95	67.1a 100.7	Mejor (+)
Voladura primaria en vetas	%	62	80	95 a 163	Mejor (+)
Factor de potencia voladura Primaria vetas	Kg/tn	0.55	0.37	0.27a 0.32	Mejor (+)
Voladura primaria en cuerpos	%	80	90	105 a 135	Mejor (+)
Factor de potencia voladura primaria en cuerpos	Kg/tn	0.33	0.22	0.23 a 0.33	Mejor (+)
Metros perforados VCR	%	75	90	104 a 105	Mejor (+)
Voladura chimeneas VCR	%	75	90	60 a 93	Mejor (+)
Toneladas rotas (V+C+VCR)	%	85	95	105 a 137	Mejor (+)
Factor de potencia voladura secundaria	Kg/tn	0.054	0.045	0.018 a 0.041	Mejor (+)
Eficacia acarreo Scoop	%	75	80	94 a 134	Mejor (+)
Eficacia extracción volvos 15m3	%	80	84.62	84 a 108	Mejor (+)
Eficacia extracción volvos 20m3	%	87	92	78.49 a 105.25	Mejor (+)
Eficacia extracción toro 40D	%	82	87	92 a 111.91	Mejor (+)
Toneladas extraídas	tn	11,661		15,424 a 21,705	Mejor (+)
Rendimiento flota A	tn/hr	25.85	25.85	26.1 a 30.5	Mejor (+)
Rendimiento flota B	tn/hr	29.77	29.77	29.9 a 32.1	Mejor (+)
Rendimiento flota Toro	tn/hr	30.15	30.15	33.1 a 33.7	Mejor (+)

CONCLUSIONES

1. Al evaluar el comportamiento de los índices de gestión de los procesos de la perforación, voladura, y extracción vemos que los objetivos fijados en cuanto a eficacia, eficiencia, productividad, fueron alcanzados y superados en la mayoría de los estándares; lo que demuestra el cumplimiento de nuestros objetivos.
2. Vemos que la empresa lleva a cabo una Gestión Minera Sostenible lo que le facilita desarrollar sistema que le permite mejorar continuamente su desempeño basado en criterios que aseguran operaciones mineras sostenibles.
3. Al aplicar los KPI, o Indicadores Clave de Desempeño, se pudo medir los del desempeño de los procesos de perforación, voladura y extracción, al concentrarse en el "cómo" se lleva a cabo adema de indicar el rendimiento de los procesos, con la finalidad que se pueda lograr los objetivos definidos.
4. En el desempeño o comportamiento del proceso de perforación se logra observar en los diferentes indicadores referente a objetivo, periodo base son superados, en cuanto a eficiencia de perforación, metros perforados, no lográndose superar en cuanto a la desviación de los taladros.
5. En el desempeño o comportamiento del proceso de voladura se logra observar en los diferentes indicadores referente a objetivo, periodo base son superados en cuanto a voladura primaria en vetas, cuerpos, VCR y chimeneas, el factor de potencia, toneladas rotas.
6. En el desempeño o comportamiento del proceso de extracción se logra observar en los diferentes indicadores referente a objetivo, periodo base son superados en cuanto a eficiencia del Scoop, de los volquetes volvo 15 m³, volvo 20 m³, volquetes Toro 40D

RECOMENDACIONES

1. En lo posible se recomienda cumplir con lo planificado en las operaciones unitarias del minado para poder cumplir con nuestros objetivos.
2. Se recomienda establecer sistemáticamente un control y seguimiento para los indicadores de sostenibilidad lo que nos permitirá integrar dentro de la gestión general el concepto de mejora continua.
3. Se recomienda que los datos que se recogen en las minas deben ser consistentes, correctos, y disponibles en el tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AENOR (Asociación Española de normalización y certificación). (2008). *Indicadores de gestión minera sostenible*. Madrid España.
- ARANA, V. (2019). “*MEJORA CONTINUA EN EL PROCESO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PROYECTO SHOUGANG, PARA LA MEJORA DE LA FRAGMENTACIÓN- DESARROLLO SECTOR ESTE MINA 11, 14 Y 19*”. [tesis de licenciamiento Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa] repositorio institucional Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- ATLAS COPCO. (2012). *Líneas de perforación Magnum SR35*.
- Baena, G. (2014). *Metodología de la investigación*. Grupo Editorial Patria. BERNAL, C. (2010). *Metodología de la investigación, tercera edición*. Pearson Educación de Colombia Ltda.
- Bernaola, J., Castilla, J., & Herrera, J. (2013). *Perforación y voladura de rocas en minería*. DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS, Universidad Politécnica de Madrid.
- BERROSPI, V. (2019). *Optimización de la perforación y voladura para mejorar la zona de profundización en la mina Andaychagua de la Cía. minera Volcán S.A.A.* [tesis de licenciamiento Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión] repositorio institucional Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco, Perú.
- CALDERON, M. (2015). “*OPTIMIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN EL AVANCE Y PRODUCCIÓN DE LA MINERÍA DE MEDIANA ESCALA (UNIDAD MINERA MACDESA)*”. [tesis de licenciamiento Universidad Nacional del Centro del Perú] repositorio institucional Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- CASTRO, ROSADO, O. (2023). *Evaluación del proceso de perforación y voladura para la optimización de costo en labores de avance, Unidad Minera Santa María*. [tesis de licenciamiento Universidad Continental] repositorio institucional

Universidad Continental, Huancayo, Perú.

Ccahuana, J. (2022). *“CONTROL GRANULOMETRICO UTILIZANDO EL MODELO DE PREDICCIÓN DE KUZ RAM PARA REDUCIR LA FRAGMENTACION Y LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA COMPAÑÍA MINERA MINSUR U.M SAN RAFAEL-PUNO”*. [tesis de licenciamiento Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco Perú.

CEPAL, NACIONES UNIDAS. (2006). *Indicadores de desempeño en el sector público*. República Dominicana.

ENAEX. (s.f.). *Manual de tronadura ENAEX S.A.* ENAEX, Gerencia técnica. EXSA. (s.f.). *Manual práctico de voladura, 4ta edición.* exsa.

Hernández; Fernández; Baptista, R. (2014). *Metodología de la investigación, sexta edición*. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

IDONE, TINTA. (2022). *“Optimización del proceso de perforación y voladura para mejorar la eficiencia de operaciones en la unidad minera Las Bravas, Ica II”*. [Tesis de licenciamiento Universidad Tecnológica del Perú] repositorio institucional Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa, Perú.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA. (1990). *Mecánica de rocas aplicada a la minería metálica subterránea*.

Instituto Geológico y Minero de España. (1987). *Manual de perforación y voladura de rocas*. Instituto Geológico y Minero de España.

LOPEZ JIMENO, C. (1987). *MANUAL DE PERFORACION Y VOLADURA*. (I. G. España, Ed.)

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS (MEM). (2017). *Reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería*, D.S. N° 024-2016-EM, MODIFICADO POR D.S. N° 023-2017-EM.

Ministerio de Energía Y Minas MEM - D.S. 024 - 2016. (2016). *Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería*.

OSINERGMIN, (2017). *Guía de criterios geomecánicos para diseño, construcción,*

supervisión y cierre de labores subterráneas. (O. S. OSINERGMIN, Ed.)

OTRILLA, ROMERO, G. (2018). *“MEJORA EN LOS PARÁMETROS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA PARA OPTIMIZAR COSTOS OPERACIONALES EN LA COMPAÑÍA MINERA SANTA LUISA S.A. - UNIDAD PALLCA”*. [tesis de licenciamiento Universidad Privada del Norte] repositorio institucional Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA PETROLEO Y ENERGIA. (2004). *Manual de geomecánica aplicada a la prevención de accidentes por caída de rocas.*

ANEXOS

Anexo A

Instrumentos de recolección de datos

Equipos de acarreo, perforación, transporte

EQUIPOS DE ACARREO Y PERCUSIÓN				
EQUIPO	N°	MARCA	CAPACIDAD	OBSERVACIONES
Scoop ST1000				
Scoop ST1000				
Scoop ST1020				
Scoop				
Pala				
Rompebanco				
Rompebanco				
Rompebanco				
Rompebanco				
EQUIPO DE TRANSPORTE				
EQUIPO	N°	MARCA	CAP TM	OBSERVACIÓN
Volquete				
Volquete				
Volquete				
Volquete				
Volquete				
Volquete				
Pala				

indicadores de Desempeño de los Procesos de Perforación,

Voladura, y Extracción

Indicador	U.M.	P.B.	O	Real	Condición
Eficacia perforadora SIMBA					
Eficacia perforadora MUSTANG					
Desvió taladros SIMBA					
Desvió taladros MUSTANG					
TVC Voladura SIMBA					
TVC Voladura MUSTANG					

Anexo B
Matriz de Consistencia

Título: “Evaluación del Desempeño de los Procesos de Perforación, Voladura, y Extracción en la Mina San Rafael – Compañía Minera Minsur S.A.”				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Problema general ¿Cuál es el comportamiento de los indicadores de gestión en los procesos de perforación, voladura y transporte en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.?</p> <p>Problemas específicos Problema específico a. ¿Cuál es el comportamiento de los indicadores de gestión en el proceso de perforación en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.?</p> <p>Problema específico b. ¿Cuál es el comportamiento de los indicadores de gestión en el proceso de voladura en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.?</p> <p>Problema específico c. ¿Cuál es el comportamiento de los indicadores de gestión en el proceso de transporte en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.?</p>	<p>Objetivo general Determinar el comportamiento de los indicadores de gestión en los procesos de perforación, voladura y transporte en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.?</p> <p>Objetivos específicos Objetivo específico a. Determinar el comportamiento de los indicadores de gestión en el proceso de perforación en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.</p> <p>Objetivo específico b. Determinar el comportamiento de los indicadores de gestión en el proceso de voladura en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.</p> <p>Objetivos específicos c. Determinar el comportamiento de los indicadores de gestión en el proceso de transporte en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.</p>	<p>Hipótesis General El comportamiento de los indicadores de gestión en los procesos de perforación, voladura y transporte se hallan dentro de los estándares establecidos en la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.</p> <p>Hipótesis específicas Hipótesis específica A El comportamiento de los indicadores de gestión en el proceso de perforación se hallan dentro de los estándares que establece la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.</p> <p>Hipótesis específica B El comportamiento de los indicadores de gestión en el proceso de voladura se halla dentro de los estándares que establece la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.</p> <p>Hipótesis específica C El comportamiento de los indicadores de gestión en el proceso de transporte se halla dentro de los estándares que establece la mina San Rafael Compañía Minera Minsur S.A.</p>	<p>Variables para la hipótesis general Indicadores de gestión de perforación, voladura, transporte Estándares de perforación, perforación, transporte Variables para la hipótesis específicas Variable para la hipótesis específica A Indicadores de gestión de perforación Estándares de perforación Variable para la hipótesis específica B Indicadores de gestión de voladura Estándares de voladura Variable para la hipótesis específica C Indicadores de gestión de transporte Estándares de transporte</p>	<p>-Tipo de I. APLICADA -Nivel de I descriptivo, analítico -Método de I. método científico, apoyado con los métodos deductivos, analítico -Diseño de I. no experimental transversal aspe- La muestra está constituida por las operaciones de mina, específicamente perforación, voladura, y extracción</p>