UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Diseño de una subestación eléctrica para una mina de carbón en el municipio de Samacá, Boyacá

Autor

Andrés Leonardo Páez Torres

Tutor

José Ignacio Rodríguez Molano

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Especialización en Gestión de Proyectos de Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Bogotá, Colombia

junio de 2021

CONTENIDO

Resumen 6

Palabras Clave 7

Introducción 7

1. CONTEXTO E IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO 10

1.1 PROCESO DE EXPLOTACION MINERA TRADICIONAL. 11

1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA 12

1.2.1 Determinación del problema 17

1.2.2 Efectos para determinar la importancia del problema 18

1.3 CAUSAS DEL PROBLEMA 19

1.3.1 Logros para el proyecto 20

1.4 JUSTIFICACIÓN 21

1.5 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS 21

1.6 ALCANCE DEL PROYECTO 22

1.7 ANALISIS DE LOS INTERESADOS 23

1.7.1 Aval del proyecto 24

1.8 NORMATIVA 24

1.8.1 Normatividad ambiental relacionada con el proyecto 24

1.8.2 Normatividad de calidad pertinente al proyecto 25

1.8.3 Normatividad de seguridad y salud en el trabajo que aplica al proyecto 26

1.8.4 Referentes jurídico-legales del proyecto 26

2. ANÁLISIS DEL MERCADO 28

2.1 CARACTERIZACIÓN DEL SERVICIO 28

2.1.1 Contextualización 29
2.2 ETAPAS DEL SERVICIO 29
2.2.1 Definición del objeto estudio 30
2.2.2 Delimitación geográfica del mercado 31
2.3 ANALISIS DE LA DEMANADA 31
2.4 ANÁLISIS DE OFERTA DE DISEÑOS ELECTRICOS 31
2.5 Satisfacción del cliente 33
3. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO 34
3.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO 34
3.1.1 Objetivo general 34
3.1.2 Objetivo especifico 34
3.2 PLANIFICACION DEL PROYECTO 34
3.3 FASES DEL PROYECTO 35
3.4 HERRAMIENTAS DE CONTROL 36
3.5 POLÍTICA DE CALIDAD 36
4. INGENIERIA DEL PROYECTO 38
4.1 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO 38
4.2 DISEÑO DEL PROYECTO 39
4.2.1 Capacidad actual instalada 40
4.2.2 Proyección de carga futura 41
4.2.3 Carga instalada diversificada futura 44
4.2.4 Proceso de la prestación del servicio 46
4.3 RECURSOS DEL PROYECTO 52
4.3.1 Recurso humano ingeniero eléctrico diseñador 52
4.3.2 Equipos especiales 53
4.3.3 Materiales 54

4.4 DIAGRAMA PERT CPM 54
4.5 IMPACTO AMBIENTAL 56
4.5.1 Identificación de impactos ambientales en la operación actual 57
4.5.2 Objetivos ambientales 59
4.5.3 Impactos ambientales con la implementación de la subestación 59
5. ESTUDIO ADMINISTRATIVO 61
5.1 MISIÓN 61
5.2 VISIÓN 61
5.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL 61
5.4 ROLES Y RESPONSABILIDADES 62
6. ESTUDIO ECONÓMICO - FINANCIERO 65
6.1 IMPLEMENTACION ALTERNATIVA 1, GRUPO ELECTRÓGENO 65
6.1.1 Costo actualización de maquinaria 67
6.2 IMPLEMENTACION ALTERNATIVA 2, SUBESTACIÓN ELECTRICA 71
6.2.1 Costo actualización de maquinaria 73
6.2.2 Proyección del costo de operación 73
6.3 ALTERNATIVA 3, DAR CONTINUIDAD AL ESTADO ACTUAL 74
6.4 COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS 77
6.5 EVALUACION DE FLUJOS DE CAJA 79
6.5.1 Flujo de caja del proyecto para el grupo electrógeno 79
6.5.2 Flujo de caja del proyecto para la subestación eléctrica. 80
6.5.3 Evaluación de flujos de caja 81
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 83
8. REFERENCIAS 87
ANEXOS 90
ANEXO A. COSTOS E INGRESOS DE PRODUCCIÓN EN LA MINA MAYAK-1 90

ANEXO B. DISPONIBILIDAD DE SERVICIO - EBSA 94
ANEXO C. COTIZACION DE ELEMENTOS DE LA SUBESTACION 95
ANEXO D. FICHA TECNICA DEL GRUPO ELECTROGENO 100
ANEXO E. FICHA TECNICA DEL TRANSFORMADOR 102
ANEXO F. FLUJOS DE CAJA 103

RESUMEN

Este proyecto se realizó con el fin de satisfacer una necesidad de aumento de carga que existe en una mina de carbón en el municipio de Samacá, Boyacá con el diseño de una subestación eléctrica de 150 [kVA] tipo poste, y permitir una actualización y desarrollo tecnológico a sus procesos de explotación minera.

Actualmente la operación de la mina MAYAK-1 no se realiza eficientemente, se utiliza maquinaria obsoleta y de fabricación artesanal, susceptible a fallos constantes, que producen paradas no programadas en los trabajos de explotación de carbón.

El uso de esta maquinaria artesanal, surge por no realizarse una apropiada gestión y planificación del aumento de producción en la mina. La baja carga actual contratada ante el operador de red EBSA para la demanda de energía que la mina requiere, limita la tecnificación de los procesos de explotación, esto motiva plantear el desarrollo de un diseño de una subestación eléctrica de 150 [kVA] tipo poste, para aumentar su capacidad instalada de maquinaria más eficiente para la producción que la mina demanda.

Se realizó una visita a las instalaciones de la mina para conocer el proceso actual utilizado de explotación minera, realizar un levantamiento de la carga eléctrica instalada y su maquinaria actualmente utilizada con el fin de realizar una proyección de carga demandada futura y plantear el tipo de subestación necesaria en la mina.

Atendiendo los requerimientos de las partes interesadas en la producción de carbón en la mina, se proyectó un cuadro de cargas futuro para determinar la potencia del centro de transformación en el diseño eléctrico de la subestación, las protecciones del transformador, los conductores y demás elementos que la conforman.

Se realiza un estudio económico para determinar el costo de implementación de la subestación eléctrica, en comparación con una alternativa de implementación de un grupo electrógeno y el proceso actual de producción.

PALABRAS CLAVE

Subestación eléctrica, minería, producción de carbón, Samacá, grupo electrógeno, flujos de caja.

INTRODUCCIÓN

El sector minero colombiano se establece por volúmenes de producción, los diferentes niveles de desarrollo tecnológico y empresarial que presentan. La minería a pequeña escala cuenta con baja producción de extracción de minerales, tecnificación escasa, trabajadores con pocos conocimientos técnicos, bajos niveles de seguridad y poco cuidado al medio ambiente

MAYAK-1 es una mina del municipio de Samacá, explota carbón a pequeña escala con la técnica de socavón. La mina utiliza 4 malacates fabricados artesanalmente que halan vagones de transporte de material minero, por medio de un cable de acero para el ascenso o el descenso en las bocaminas.

La tecnología obsoleta de los malacates, produce paradas no programadas de la producción en las tares de explotación de carbón en la mina MAYAK-1, por fallas en sus elementos mecánicos. La disminución de la producción, se convierte en mayores costos de mantenimiento y operación, y una disminución en las utilidades esperadas por los accionistas de la mina.

Combustibles fósiles como fuente principal de energía de los malacates presentan retos en su utilización. Inadecuadas técnicas de llenado del tanque de combustibles de los malacates dan lugar a derrames a la tierra y perdidas de ACPM, emisiones de CO^2 al medio ambiente al realizarse la combustión y riesgos de explosión en inadecuado almacenaje del combustible.

La carga eléctrica contratada de 15 [kVA] y la limitada energía actual disponible en el centro de transformación, suministrada por el operador de red EBSA, restringe la posibilidad de tecnificar los procesos de explotación de la mina, dado que no hay disponibilidad para la conexión de nuevas cargas eléctricas más eficientes.

La actualización de los malacates y compresores de combustión por maquinaria eléctrica y la actualización de las bombas y ventiladores, por motores más eficientes requiere una mayor disponibilidad de carga eléctrica. Por medio de una visita a las instalaciones de la mina y por solicitud de los accionistas, se determina un cuadro de cargas futuro con una necesidad de 150 [kVA].

Para aumentar la carga en las instalaciones de la mina, se establecen dos opciones, la instalación de un grupo electrógeno o el montaje de una subestación eléctrica. La elección del grupo electrógeno, se realiza eligiendo un equipo de potencia un poco superior a la potencia proyectada.

El montaje de una subestación eléctrica, se tramita ante el operador de red EBSA, con una solicitud de aumento de carga a la cuenta existente. El operador de red realiza una inspección a las instalaciones de la mina y después de validar la capacidad de su infraestructura para suministrar la energía solicitada, entrega una aprobación a la disponibilidad de servicio solicitada.

El aumento de carga de 150 [kVA], requiere un diseño de una subestación eléctrica aprobado por parte del operador de red EBSA. Según lo estipulado en la Resolución CREG 070 de 1998 EBSA evaluará y aceptará la conexión de nuevos usuarios, diseños o planos, considerando que el diseñador debe hacerse responsable por la calidad, integridad y seguridad de sus diseños y/o cálculos.

Los componentes de las memorias de cálculo se presentarán de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 10 del RETIE. Cuadros de cargas iniciales y futuras, análisis de factor de potencia y armónicos, análisis de coordinación de aislamiento eléctrico, análisis de cortocircuito, análisis de nivel de riesgo por rayos, análisis de riesgos de origen eléctrico, análisis del nivel tensión, cálculo de campos electromagnéticos, cálculo de transformadores, cálculo del sistema de puesta a tierra, cálculo económico de conductores, cálculo y coordinación de

protecciones, cálculos de regulación, elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.

Se realiza un estudio económico para determinar el costo de implementación y el costo de operación en determinado periodo de tiempo, de las dos alternativas planteadas, para identificar cuál es la más económica y genera mayores beneficios para las partes interesadas del proyecto de aumento de carga para la actualización de la maquinaria de la mina MAYAK-1.

Por medio de cotizaciones solicitadas a proveedores reconocidos del sector eléctrico, de grupos electrógenos y de diferentes elementos que componen la subestación eléctrica, se calculan los costos de implementación y por medio de proyección de precios del combustible y de la energía eléctrica se estiman los costos de operación de cada alternativa para compararlas entre ellas y entre el proceso actual de producción.

En la comparación se concluye que la alternativa de la instalación de una subestación eléctrica tipo poste, es la opción más económica y la que mayores beneficios trae a la operación de producción y los impactos positivos del medio ambiente.

1. CONTEXTO E IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La actividad minera en Colombia ha crecido en los últimos años según informes del ministerio de minas y energía, impulsada con el aumento de la demanda mundial de metales básicos, metales preciosos y energéticos; estas actividades se han convertido en uno de los sectores importantes de la economía del país. (UPME, 2018)

El sector minero colombiano se organiza por los volúmenes de producción que operan, los diferentes niveles de desarrollo tecnológico y empresarial que presentan. La MAPE (Minería a Pequeña Escala) es un subsector económico y una actividad minera con características específicas.

Las reservas totales medidas en la zona carbonífera de Boyacá por el Servicio Geológico Colombiano, ascienden a 1.868 millones de toneladas, según cifras del ministerio de energía (UPME, 2005). En el municipio de Samacá, Boyacá, se presentan grandes yacimientos de carbón, donde la industria minera MAPE se ha incrementado en los últimos años.

La MAPE cuenta con baja producción de extracción de materiales minerales, tecnificación escasa, trabajadores con pocos conocimientos técnicos, bajos niveles de seguridad, pocas consideraciones de peligro con el medio ambiente y uso deficiente de los recursos energéticos.

MAYAK-1 es una mina que explota carbón metalúrgico destinado a la producción de acero, ubicada en el municipio de Samacá, Boyacá. La técnica de producción utilizada para la producción de carbón de la mina es por medio de excavación subterránea de galerías.

1.1 PROCESO DE EXPLOTACION MINERA TRADICIONAL.

Figura 1

Proceso de explotación de carbón de la mina MAYAK-1



Nota, Elaboración propia.

La técnica de explotación minera en la mina MAYAK-1, se inicia con la excavación subterránea de socavones, por medio de herramientas manuales y/o martillos neumáticos. Se realiza avance a través de galerías subterráneas dando seguimiento a las betas de carbón. Para sostener el material dentro de las cámaras, se hace montaje de estibación aproximadamente a un metro de distancia con una altura de 1,80 [m].

Como actividades de control, se ingresa aire fresco al interior de la mina, por medio de circuitos de ventilación y se realiza monitoreo constante de atmosferas, con el fin de evitar accidentes por explosión debido a la acumulación de gases, dentro de las galerías.

El procedimiento usado para el transporte de minerales y estériles al exterior de la mina subterránea, es por medio de vagonetas de capacidades entre 1 y 2 toneladas del material minero, halados por a un cable de acero, el cual es enrollado en un tambor acoplado a un malacate de combustión interna ubicado en el exterior de las bocaminas el cual se encarga del ascenso o el descenso de la vagoneta.

Los malacates son motores, acoplados a un tabor el cual enrolla el cable de acero cuando extrae los vagones de las minas subterráneas o desenrolla el cable de acero para ingresar los vagones a la mina subterránea.

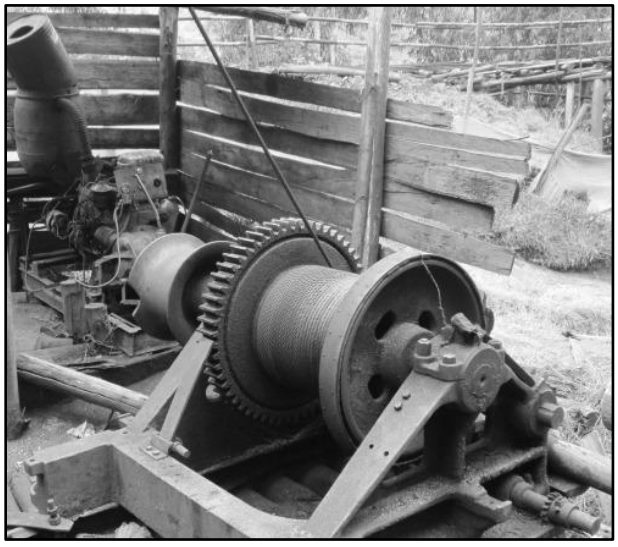
Los vagones extraídos de las bocaminas se re-direccionan a las tolvas donde se vacía el material minero para su acopio. Al llenar la tolva, camiones recogen el material y lo transportan al cliente donde es pesado y facturado.

1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Los malacates de combustión utilizados, son motores de segundo uso de utilización que han sido removidos de tractores o automóviles, acoplados a poleas para enganchar las vagonetas; en otras aplicaciones se utiliza el automotor completo acoplando uno de sus ejes al cable que va a enrollar.

Figura 2

Malacate usado para extracción de vagonetas en mina subterránea de carbón.



Nota, fotografía de malacate artesanal en la mina MAYAK-1, Tekhnê, 14(1), 13–26. (Páez & Gomez, 2017)

Figura 3

Tractor usado para extracción de vagonetas en mina subterránea de carbón.



Nota, fotografía de malacate artesanal en la mina MAYAK-1, Tekhnê, 14(1), 13–26. (Páez & Gomez, 2017).

El uso práctico de esta clase de maquinaria se da por su simplicidad en la instalación y por qué han llegado al fin de su vida útil en los automotores que correspondían. Estos motores como ya no funcionaban óptimamente, no cumplen con su propósito original satisfactoriamente, presentan fallas en la operación y/o mal funcionamiento.

La mina MAYAK-1 presenta las anteriores características nombradas de la MAPE, utiliza cuatro (4) malacates de fabricación artesanal con motores de combustión, un (1) ventilador, una (1) motobomba y dos (2) compresores de aire de motor DIESEL. La maquinaria trabaja un aproximado de 7 horas diarias, 7 días a la semana, para un aproximado de 172 horas mensuales.

Los malacates de la mina son de fabricación artesanal, presentan modificaciones en sus componentes y readecuación de su estructura, factores que ayudan a presentar frecuentes fallas de sus componentes, causando paradas no programadas para mantenimiento correctivo y parada de los procesos de explotación de carbón. Las fallas frecuentes de los

malacates son fugas de aceite, daños en la transmisión de potencia, daños en los ejes del motor, mal funcionamiento de las bujías, baja presión de compresión, baja presión en la inyección de combustible y otros. ver **Tabla 1** Tiempo en horas por paradas no programas en la maquinaria utilizada en la mina MAYAK-1.

Tabla 1

Tiempo en horas por paradas no programas en la maquinaria

Tiempo de parada no programada [horas]		Malacate 1	Malacate 2	Malacate 3	Malacate 4	Compresor 1	Compresor 2	Ventilador	Bomba
2021	Abril	2		51	26	8,4		9,6	2
	Marzo	36		25	5				13
	Febrero		4		4		1	16	2
	Enero		42	42		1,6	2,3		
2020	Diciembre	28		34	3	26	1,9		
	Noviembre	18	12		4			2,7	15
	Octubre		2,7	23				22	2,3
	Septiembre	54	42	2		27			23
	Agosto		8,1	52		1,6	1,5		
	Julio	25	26		78		1		1,4
	Junio		52						25
	Mayo	18	45		23		2,2	17	
	Abril	21		22	2		1	2,3	1,4
	Marzo		8,1		56		17		24
	Febrero		9	26	17	1,8	2,7		
	Enero	6,9	54		75	28			

Nota, la tabla muestra el tiempo en que las maquinas estuvieron paradas por presentar alguna falla en su operación. Recuperado de indicadores de mantenimiento de la compañía MINEROS ASOCIADOS CARBON DE PIEDRA S.A.S.

Los elementos mecánicos que conforman los motores de combustión, requieren reparaciones para mantener la operatividad del conjunto mecánico. Los malacates artesanales, causa fallas en la operación de extracción de vagones de carbón, paradas no programadas de mantenimiento correctivo, interrupción del proceso de producción, ver

Tabla 2 indicador de mantenimiento de la maquinaria de la mina MAYAK-1; **Tabla 36** Costo operativos de la producción de carbón en la mina MAYAK-1 del 2016 al 2020.

Tabla 2

Indicador de mantenimiento de la maquinaria de la mina MAYAK-1.

Disponibilidad de maquinaria [%]		Malacate 1	Malacate 2	Malacate 3	Malacate 4	Compresor 1	Compresor 2	Ventilador	Bomba	Disponibilidad total de la mina
2021	Abril	88%	100%	70%	85%	95%	100%	94%	88%	90%
	Marzo	80%	100%	86%	73%	100%	100%	100%	93%	91%
	Febrero	100%	76%	100%	76%	100%	94%	90%	99%	92%
	Enero	100%	75%	75%	100%	99%	99%	100%	100%	93%
2020	Diciembre	84%	100%	81%	83%	85%	99%	100%	100%	91%
	Noviembre	89%	93%	100%	75%	100%	100%	98%	91%	93%
	Octubre	100%	98%	87%	100%	100%	100%	87%	99%	96%
	Septiembre	70%	77%	89%	100%	85%	100%	100%	87%	89%
	Agosto	100%	95%	69%	100%	99%	99%	100%	100%	95%
	Julio	86%	86%	100%	57%	100%	95%	100%	99%	90%
	Junio	100%	68%	100%	100%	100%	100%	100%	84%	94%
	Mayo	89%	73%	100%	86%	100%	99%	90%	100%	92%
	Abril	88%	100%	87%	88%	100%	94%	99%	99%	94%
	Marzo	100%	95%	100%	68%	100%	90%	100%	86%	92%
	Febrero	100%	95%	85%	90%	99%	98%	100%	100%	96%
	Enero	96%	69%	100%	57%	84%	100%	100%	100%	88%

*Nota***,** la tabla muestra la disponibilidad de la maquinaria. Recuperado de indicadores de mantenimiento de la MINEROS ASOCIADOS CARBON DE PIEDRA S.A.S.

El suministro de combustible a los motores se hace de forma manual, se trasvasa el combustible de una garrafa de 5 galones al tanque del motor, en esta actividad ocurren derrames y perdidas de gasolina o ACPM por no realizarse con los elementos ni las técnicas adecuadas, lo que a su vez causa un mayor costo operativo y riesgos de explosión en el almacenamiento de las garrafas contenedoras de combustibles fósiles.

La combustión del DIESEL genera emisiones de CO^2 al medio ambiente, adicionalmente se generan filtraciones de estos gases a las minas subterráneas, aumentando los riegos de explosión interna por acumulación de gases (Ministerio de minas y energía, 2015).

Según un estudio hecho por el Instituto Nacional de los Recursos Naturales (INDERENA), el impacto ambiental que causa la explotación minera, es grande. Las transformaciones que causan al medio ambiente inciden en los recursos hídricos, geológicos, biológicos, atmosféricos y socio-económico (El Tiempo, 1995).

La empresa estatal chilena Codelco, en su política de innovación e investigación tecnológica está ideada para que la empresa pueda llegar a soluciones innovadoras para superar las dificultades en sus actividades mineras. Cada año invierten alrededor de 100 millones de dólares en desarrollar tecnologías de vanguardia. Esto ha permito incrementar la productividad, mejorar la seguridad de los trabajadores, proteger el medio ambiente y mantener la competitividad de la empresa.

Con el lento desarrollo empresarial de la mina, los niveles de carga eléctrica instalada han permanecido constante. No se ha realizado actualización en la infraestructura eléctrica. La carga contratada es de 15 [kVA] como se evidencia en las facturas del operador de red. La energía eléctrica contratada actualmente por la mina MAYAK-1, no es suficiente para suplir una actualización de maquinaria eléctrica, similar a la utilizada para la explotación del material minero en el momento de la realización de este estudio.

Con baja producción de carbón y altos costos de operación la mina MAYAK-1, presenta disminución de las utilidades para la empresa. Disminución en las utilidades pueden crear dificultades financieras y a formar desestabilizaciones laborales y administrativas que dificultan el ambiente laboral.

Una menor participación en el mercado puede hacer fortalecer la competencia, lo importancia de satisfacer las necesidades del cliente es el objetivo que busca la empresa, el no contar con la suficiente producción de carbón, hace que no se pueda satisfacer la necesidad del mercado.

Agencia Nacional Minera, ANM, y la Corporación Autónoma Regional de Boyacá, CORPOBOYACÁ, realiza cierres temporales y/o sellamientos a las minas por

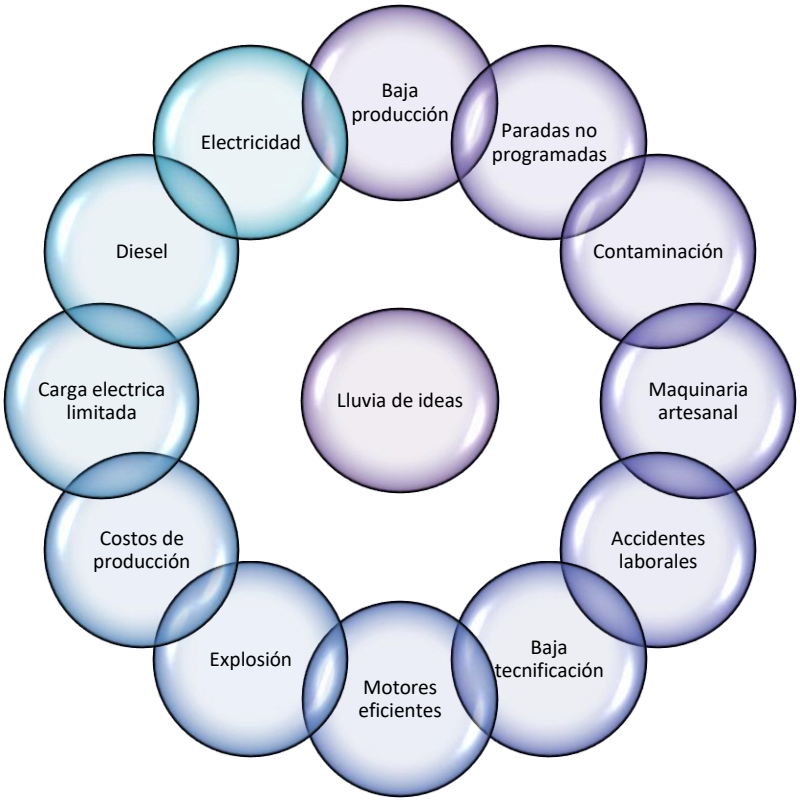
incumplimientos a las normas ambientales. El interés ambiental en la lucha contra la explotación ilícita de minerales, está orientado a la preservación del ecosistema del País, mediante la detención de la deforestación, la contaminación de los componentes ambientales (suelo, aire, agua, flora y fauna) por sustancias químicas como el mercurio.

Utilizar maquinaria con fuentes de combustibles fósiles como energía primaria, acarrear un importante reto con la manipulación y almacenamiento de combustibles. Estos pueden ocasionar accidentes graves que causen el fallecimiento de personas y/o el sellamiento de la mina.

1.2.1 Determinación del problema

Figura 4

Lluvia de ideas - Identificación del problema.



Nota, elaboración propia.

La carga eléctrica contratada al operador de red de 15 [kVA], por parte de la mina MAYAK-1, no es suficiente para realizar la tecnificación a los procesos de explotación de la mina, restringiendo la posibilidad de una actualización de tecnología, a la maquinaria, por motivo que no se cuenta con la capacidad eléctrica para la instalación y conexión de nuevas cargas más eficientes, permaneciendo la condición de disminución de producción en la explotación de carbón en la mina, por el uso de maquinaria obsoleta de fabricación artesanal, que generan altos costos de mantenimiento y operación.

1.2.2 Efectos para determinar la importancia del problema

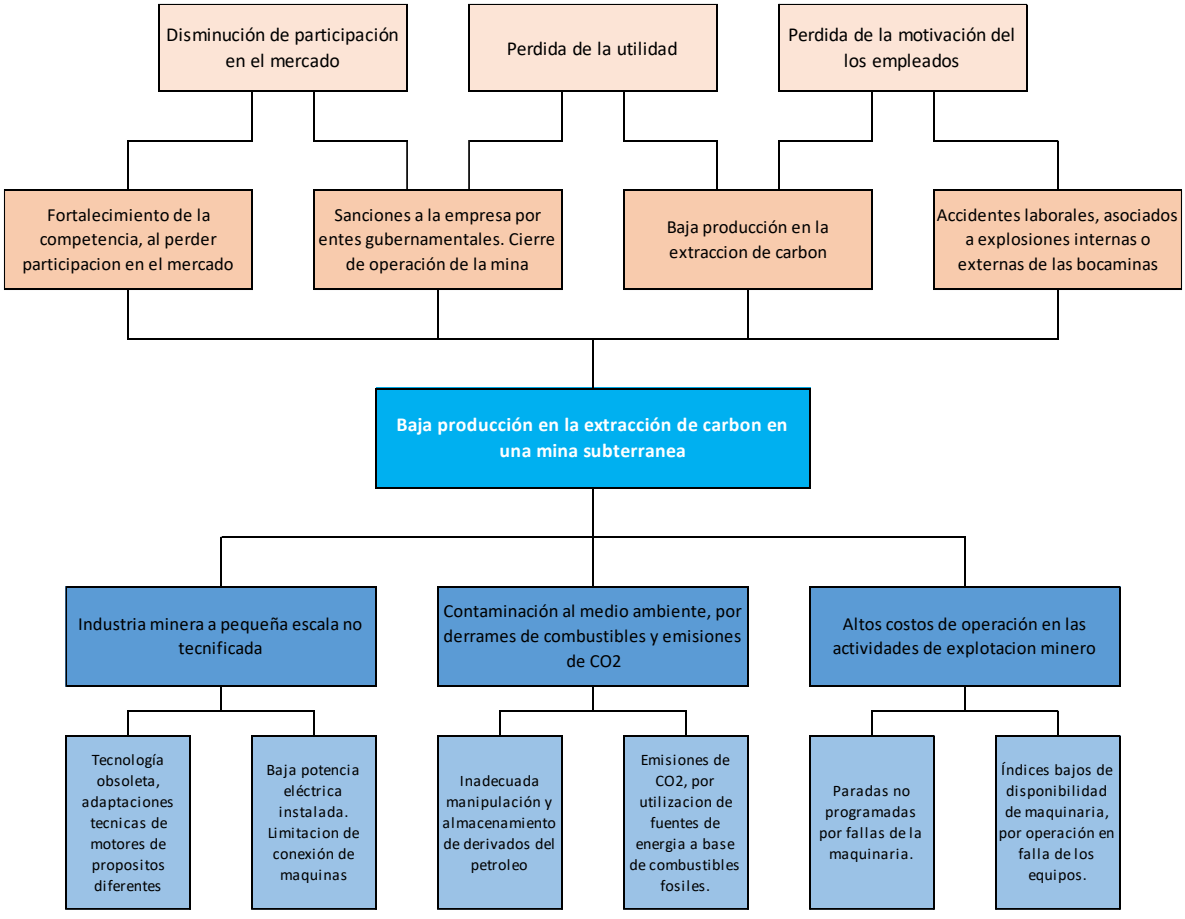
- Fortalecimiento de la competencia por poseer mayor participación en el mercado de carbón.
- Problemas legales que causen el cierre y prohibición de operación de la mina, por parte de los entes gubernamentales por contaminación ambiental y/o accidentes laborales.
- Accidentes atribuidos a la explosión interna por filtraciones de CO^2 al interior de la mina.
- Accidentes atribuidos a la explosión externas por almacenaje de combustibles.
- Baja producción en la extracción de carbón por paradas no programadas o por maquinaria poco eficiente.
- Altos costos de operación, atribuidos al mantenimiento de equipos y paradas en la producción no programadas.

1.3 CAUSAS DEL PROBLEMA

- Utilización de maquinaria obsoleta de fabricación artesanal, motores de combustión cerca al final de su vida útil.
- Plantas no tecnificadas, maquinaria y herramienta artesanales y poco funcionales.
- Contaminación del medio ambiente por derrames de combustibles y emisiones de carbono.
- Baja producción en la extracción de minerales, por paradas no programadas.

Figura 5

Árbol de problema.



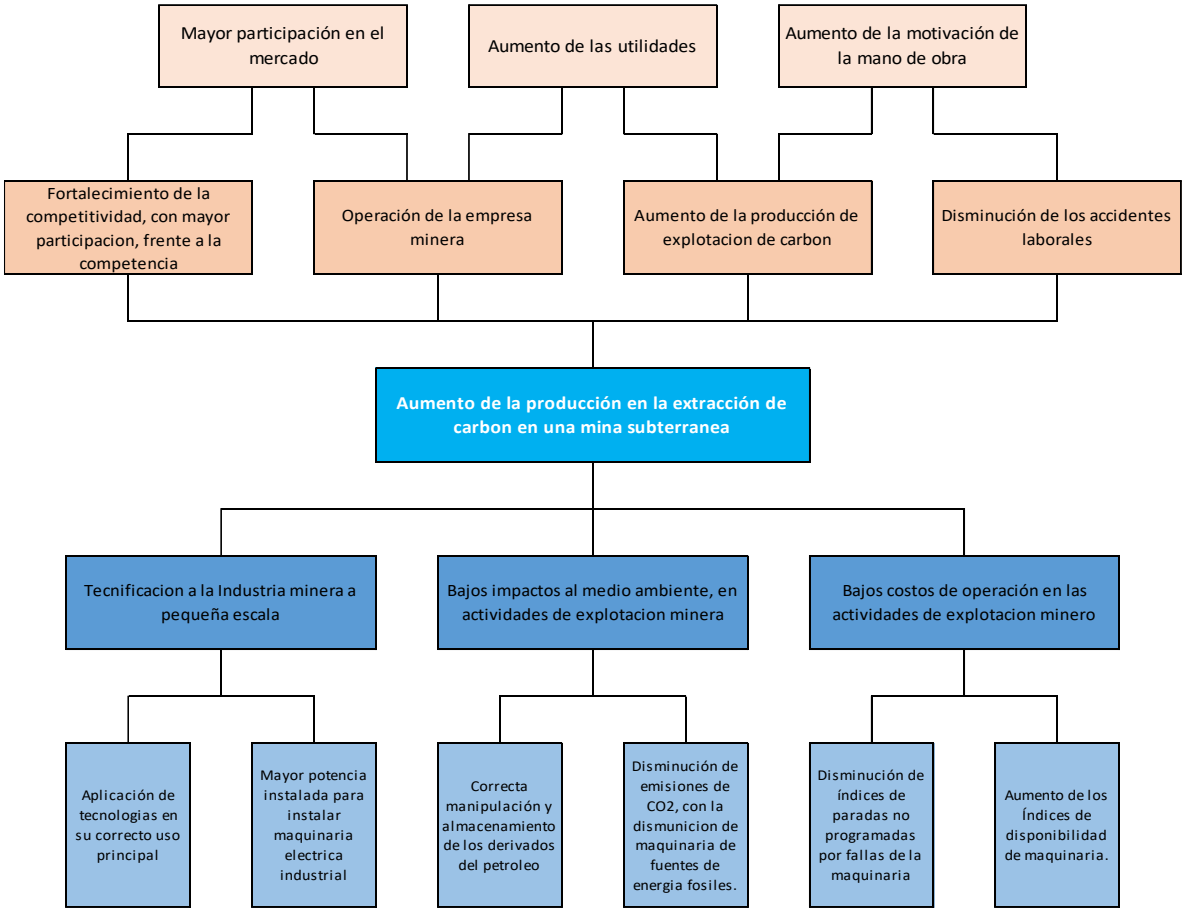
Nota, elaboración propia.

1.3.1 Logros para el proyecto

- Mayor participación en el mercado de minerales, por aumento de producción de explotación de carbón.
- Mantener operativa la mina sin tener sanciones de los entes gubernamentales, por contaminación ambiental y/o accidentes laborales.
- Reducción de impactos ambientales, por derrame de combustibles y emisiones de CO^2.
- Disminuir los riesgos de explosión por almacenamiento de combustibles.
- Aumentar los índices operativos de la maquinaria.
- Disminuir costos de mantenimiento de la maquinaria.

Figura 6

Árbol de objetivo.



Nota, elaboración propia.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Maquinaria poco eficiente, obsoleta y de fabricación artesanal, afecta en la producción de carbón en la mina. Los costos de operación y mantenimiento se ven influenciados por los efectos que causan las paradas no programadas de mantenimiento.

Se identifica la necesidad de realizar una modernización de la maquinaria, con motores eléctricos de mayor eficiencia y menores costos de mantenimiento, para incrementar la producción disminuyendo las paradas de producción atribuidas a las fallas de los equipos.

Para lograr corregir las desviaciones que presenta la operación de la mina MAYAK-1, con una renovación de la maquinaria, se requiere aumentar la disponibilidad de carga eléctrica en las instalaciones de la mina, donde se identifican diferentes alternativas tales como el uso de generadores eléctricos o ampliar la capacidad de carga eléctrica contratada al operador de red EBSA.

1.5 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Alternativa 1. Instalación de grupos electrógenos amplía la disponibilidad de potencia eléctrica en la mina con el fin de aumentar la capacidad de maquinaria eléctrica. El desafío de aplicar esta medida es continuar con la dependencia del uso de combustibles fósiles como fuente primaria de los generadores.

Alternativa 2. Aumentar la carga contratada al operador de red EBSA, amplía la disponibilidad de potencia eléctrica con el fin de implementar una actualización de la maquinaria para la mina, con la aplicación de motores eléctricos para los malacates de extracción de vagones, compresores eléctricos de aire, motobombas y ventiladores más eficientes; con menores costo de mantenimiento y disminución de uso de combustibles fósiles.

Alternativa 3. Continuar como las condiciones actuales. Depender de los combustibles fósiles para las maquinas que se usan actualmente, atendiendo sus paradas de mantenimiento.

Tabla 3

Valoración de alternativas.

Alternativas	Impacto ambiental	Impacto social	Costo	Beneficio	Infraestructura	Mayor produccion	Menor mantenimiento	Total
1	1	1	1	2	3	3	2	13
2	3	3	2	3	3	3	3	20
3	1	1	3	1	1	1	1	9

Nota, escala: 1=baja, 2=media, 3=alta

La alternativa 2, es la alternativa más viable, por su menor impacto al medio ambiente, obtener mayor beneficio a un menos costo de inversión, aumentar la producción de explotación de minerales y la disminución de costos de mantenimiento.

La alternativa 1, se descarta por el mayor costo de inversión en la adquisición de generadores eléctricos y continuar con la dependencia del uso de combustibles fósiles.

La alternativa 3, se descarga ya que no soluciona el problema de aumentar la producción de extracción de minerales.

1.6 ALCANCE DEL PROYECTO

Lo comprende los diseños técnicos de una subestación eléctrica el cual aumenta la disponibilidad de carga eléctrica disponible en la mina.

- Solicitud de disponibilidad de servicio al operador de red EBSA de 150 [kVA]
- Estudio económico de implementación de las alternativas del aumento de carga.

- Desarrollo del diseño de la subestación tipo poste, el cual comprende:
  - Justificación de la carga solicitada.
  - Selección del transformador y protecciones.

Con el desarrollo del proyecto, de aumento de carga en la mina, se espera iniciar el proceso de actualización de la maquinaria, por una más eficiente, con menores costos de mantenimiento, disminución de riesgos de explosión atribuido al uso y almacenaje de combustibles fósiles, y disminuir el impacto ambiental por derrame de combustibles a la tierra y emisiones de CO^2 al ambiente.

1.7 ANALISIS DE LOS INTERESADOS

- Propietario: Aumento de producción, disminución en costos de operación y aumento de utilidad.
- Trabajadores y administrador: Se mejora sus condiciones laborales, disminución de riesgos de accidentes, mayor estabilidad laboral y calidad de vida.
- La sociedad: Disminución del impacto ambiental por contaminación de la tierra y aire.
- Operador de red: Aumento en la infraestructura y mayor oferta de energía.
- La sociedad aledaña: con la disminución de contaminación al medio ambiente.

Tabla 4

Análisis de los grupos actores.

Grupos de actores	Expectativa	Beneficiarios	Visto bueno	Posición
Propietarios	3	3	3	A favor
Trabajadores	2	1		Ninguna
Administrador	3	1		Ninguna
Los Proveedores	2			Ninguna
Sociedad	1	3		Ninguna
Competidores				Ninguna
Los clientes	2			Ninguna
Operador de red	3	3	3	A favor

Nota, Escala: 1=baja, 2=media, 3=alta.

1.7.1 Aval del proyecto

Los actores que aprueban el proyecto son los siguientes:

El propietario: Con el cumplimiento de sus expectativas en el desarrollo de un aumento de carga que supla la carga proyectada para aumentar la producción de explotación minera.

Operador de red: Un diseño que cumpla las normas de construcción de la EBSA y cumpla con el reglamento técnico de instalaciones eléctricas.

1.8 NORMATIVA

1.8.1 Normatividad ambiental relacionada con el proyecto

NTC-ISO 14031 Evaluación de desempeño ambiental (EDA) norma técnica colombiana

NTC-ISO 14004 Sistema de administración ambiental. Directrices de generales de principios sistemas y técnicas de apoyo.

NTC-ISO 19011 Directrices de auditorías para sistemas de gestión ambiental.

NTC-ISO 14040 Administración ambiental. Evaluación de ciclo de vida. Principios y estructuras.

NTC-ISO 14050 Administración ambiental. Vocabulario

ISO 14064-1 Parte 1: Diseño y desarrollo de inventario GEI de la organización.

ISO 14064-2 Especificación con orientación, a nivel de proyecto, para la cuantificación, el seguimiento y el informe de la reducción de emisiones o el aumento en las remociones de gases de efecto invernadero

ISO 14064-3:2006 Gases de efecto invernadero - Parte 3: Especificación con orientación para la validación y verificación de declaración sobre gases de efecto invernadero

ISO 14020:2000 Etiquetas y declaraciones ambientales - Principios generales

ISO 14021 Etiquetas y declaraciones ambientales - Auto declaraciones ambientales

ISO 14024 Etiquetas y declaraciones ambientales - Etiquetado ambiental tipo 1 - Principios y procedimientos

ISO/TR 14025 Etiquetas y declaraciones ambientales - Etiquetado ambiental tipo 2 - Directrices y procedimientos

ISO 14031 Evaluación del comportamiento

ISO 14032 Guía de indicadores

ISO 14060 Guía de aspectos ambientales.

ISO/IEC Guía 2, normalización y actividades relacionadas - Vocabulario general

ISO/IEC Guía 59, código de buenas prácticas de normalización.

1.8.2 Normatividad de calidad pertinente al proyecto

NTC-ISO 9001-2015. Sistema de Gestión de la Calidad. Este es un conjunto de normas sobre calidad y gestión de calidad que fueron establecidas por la Organización Internacional de Normalización

NTC-ISO 9000-2015. Es una norma que define fundamentos para los sistemas de gestión de la calidad. Así, ayuda a comprender conceptos esenciales para que los usuarios puedan cumplir con sus objetivos.

NTC-ISO 19011-2018. Ayudará a las organizaciones a optimizar la integración de sus sistemas de gestión, permitiendo una auditoria única de sus sistemas, optimizando costes, reduciendo la duplicación de esfuerzos y minimizando los impactos en las actividades de las áreas y procesos que están siendo auditados.

NTC-ISO 9004-2010. Norma de Gestión Avanzada, esta norma internacional proporciona orientación para ayudar a conseguir el éxito sostenido para cualquier organización en un

entorno complejo, exigente y en constante cambio, mediante un enfoque de gestión de la calidad.

1.8.3 Normatividad de seguridad y salud en el trabajo que aplica al proyecto

GTC45 2012 Identificación de peligros y evaluación de riesgos en seguridad y salud en el trabajo.

GTC34 Guía estructura básica del programa de salud ocupacional.

GTC 21 Función de normalización de empresa directrices para su implementación.

NTC 31000 Gestión del riesgo. Principios y directrices.

NTC5655 Principios para el diseño ergonómico de sistemas de trabajo.

NTC 3701 Higiene y seguridad. Guía de la clasificación y registro y estadística de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales.

NTC 4114 Seguridad industrial. Realización de inspecciones planeadas.

NTC 4116 Seguridad industrial. Metodología para el análisis de tareas.

NTC19011 Auditorias.

1.8.4 Referentes jurídico-legales del proyecto

El Comité Nacional de Salud Ocupacional del Sector Minero, trabaja desde el 2004 en la actualización del Decreto 1335 de 1987, reglamento de seguridad en labores subterráneas. El uso del motor del malacate con combustión interna, solo se permitirá máximo por un periodo de 12 meses a partir de la promulgación de esta resolución. Por lo tanto, deben ser cambiados o sustituidos por motores que no generen o produzcan gases contaminantes.

Ley 143 de 1994. Establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética.

Decreto 1886 de 2015. Por el cual se establece el Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas.

TITULO VII, CAPÍTULO II sobre las SUBESTACIONES ELÉCTRICAS BAJO TIERRA.

NTC 4552 - 1 - 2 – 3. Protección de estructuras contra el RAYO

Resolución 070 de 1998: Establece el Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica, como parte del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional

Resolución 18 0466 del 2 de abril de 2007

Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE)

Modifica el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE.

Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050) Establece las medidas para garantizar la seguridad de las personas, de la vida tanto animal como vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico.

IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) Asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización, y definición de parámetros de diseño.

2. ANÁLISIS DEL MERCADO

2.1 CARACTERIZACIÓN DEL SERVICIO

El servicio de diseño de subestaciones y redes eléctricas, consiste en un documento donde se relacionan las memorias de cálculos, los estudios y planimetría, para el dimensionamiento y caracterización de los elementos que componen un centro de distribución para el uso de la energía eléctrica. El diseño debe atender las inquietudes del constructor e interventor en la futura implementación de la obra eléctrica.

Los componentes de las memorias de cálculo se presentarán de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 10 del RETIE (Anexo General Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, 2013)

Todo diseño de las instalaciones eléctricas a la que le aplique el RETIE, debe contar con un diseño realizado por un profesional o profesionales legalmente competentes para desarrollar esa actividad. El diseño podrá ser detallado o simplificado según el tipo de instalación. (Anexo General Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, 2013)

Dentro de lo descrito en el numeral 10.1.1 del RETIE, el diseño detallado debe ser ejecutado por profesionales de la ingeniería cuya especialidad esté relacionada con el tipo de obra a desarrollar y la competencia otorgada por su matrícula profesional, conforme a las Leyes 51 de 1986 y 842 de 2003.

Los diseños de las instalaciones eléctricas deben propiciar que en la construcción de la instalación se cumplan todos los requerimientos del RETIE que le apliquen. Tanto las memorias de cálculo como los planos o diagramas deben contemplar en forma legible el nombre, apellidos y número de matrícula profesional de la persona o personas que actuaron en el diseño, quienes firmarán tales documentos y con la firma aceptan dar cumplimiento a los requerimientos del RETIE, en consecuencia, serán responsables de los efectos derivados de la aplicación del diseño.

El diseñador, previamente a la elaboración del diseño, debe cerciorarse en el terreno que las distancias mínimas de seguridad y franjas de servidumbre, se pueden cumplir y debe dejar las evidencias de esta condición en las memorias de cálculo, planos de construcción y fotografías.

2.1.1 Contextualización

Actividad: Diseños eléctricos de subestaciones y redes eléctricas

Clasificación industrial internacional uniforme (CIIU):

4321 Instalaciones eléctricas.

7410 Actividades especializadas de diseño.

Clientes: Sector industrial y comercial

Cartera de productos:

Diseño de subestaciones eléctricas tipo poste

Diseño de subestaciones eléctricas tipo pedestal

Diseño de subestaciones eléctricas tipo encapsuladas

Diseño de redes de baja tensión

Diseño de redes de media tensión

Diseño de redes de iluminación

2.2 ETAPAS DEL SERVICIO

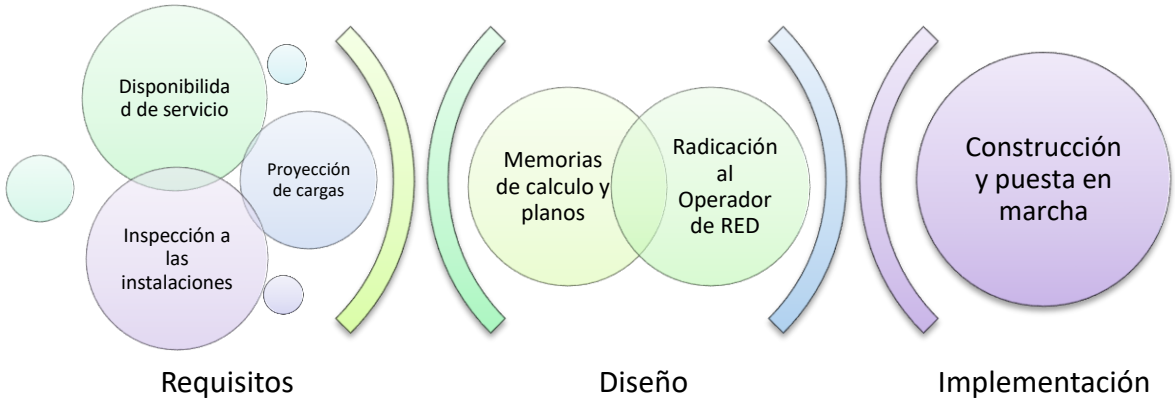
Conocer la fase del ciclo del servicio para la implementación del diseño de una subestación eléctrica es muy importante, ya que permite trazar estrategias con el fin de mejorar el desempeño del desarrollo del proyecto.

Las etapas del servicio se conforman de: atención de requisitos a los interesados, desarrollo de diseño e implementación de la obra. El desarrollo del presente proyecto se ubicará en

las dos primeras etapas, la última etapa dependerá de las decisiones de implementación de los interesados y está fuera del alcance de este documento.

Figura 7

Etapas del desarrollo del servicio de implementación de una subestación eléctrica.



Nota, elaboración propia.

Requisitos de los interesados: identificar las necesidades de los interesados, para desarrollar una proyección de cargas futuras con el fin de realizar la solicitud al operador de red para su aprobación de una disponibilidad de servicio.

Diseño eléctrico: desarrollo de memorias de cálculo y planos, con las interpretaciones graficas del diseño y obra eléctrica, para su posterior presentación y radicación al operador de red.

Implementación: construcción de la obra eléctrica referente a los diseños aprobados por el operador de red, legalización de la cuenta y puesta en servicio.

2.2.1 Definición del objeto estudio

El objetivo principal del estudio de mercado es conocer la demanda actual de servicios de diseño eléctrico al sector industrial. La principal preocupación es identificar si existe la demanda para la realización de diseños eléctricos.

Como objetivos secundarios, se plantea los siguientes:

- Analizar la oferta existente actualmente
- Analizar la demanda actual de servicios de diseño eléctrico
- Conocer los principales servicios ofertados, así como su precio.

2.2.2 Delimitación geográfica del mercado

Por la calidad del servicio, los diseños eléctricos se enmarcan a nivel nacional, para toda instalación eléctrica a la que le aplique el RETIE.

2.3 ANALISIS DE LA DEMANADA

El sector industrial y el sector comercial, por la naturaleza de sus actividades, son de los mayores consumidores de energía eléctrica, así mismo por la dinámica de sus actividades, estos sectores habitualmente van aumentando sus capacidades de infraestructura, demandando más energía eléctrica, por lo cual se crea la necesidad de también aumentar su infraestructura eléctrica.

Los usuarios de la energía eléctrica, cuenta con una determinada carga contratada. Al realizar solicitudes de aumento de carga ante los operadores de red, estos solicitan la construcción de subestaciones eléctricas que suplan la carga solicitada en los casos que aplique. Este requerimiento del operador de red, debe cumplir inicialmente con la radicación y aprobación de un diseño eléctrico para su posterior implementación.

El sector minero objeto de este documento, por el aumento de la demanda de carbón, se ha visto obligado a aumentar su capacidad de producción, requiriendo un aumento de carga instalada para aumentar sus índices de producción.

2.4 ANÁLISIS DE OFERTA DE DISEÑOS ELECTRICOS

La oferta de empresas o profesionales competentes para realizar diseños eléctricos, es variada, depende mucho de la experiencia de la entidad. Los servicios que se incluyen en

las cotizaciones, son trámites ante el operador de red de solicitud de servicio y radicación de diseños, elaboración de memorias de cálculo y planos, medición de resistividad de terreno. Los servicios que normalmente no están incluidos, son costos de aprobación de diseños, ningún tipo de suministro de materiales, ni obras eléctricas.

Tabla 5

Tabla comparativa de cotizaciones para la solicitud de diseño de una subestación.

ENTIDAD	ALCANCE DE LA COTIZACION	PRECIO
MAGNET INGENIERIA SAS NIT: 901.430.422-8	Diseño de instalación de transformador: Incluye: - solicitud de disponibilidad de servicio (si aún no se ha realizado) - visita para levantamiento de información y georreferenciación - medida de resistividad de terreno con telurómetro calibrado - planos en AutoCAD y pdf de acuerdo a requisitos EBSA-RETIE - memorias de cálculo de acuerdo a requerimiento EBSA-RETIE - declaración de cumplimiento del diseño RETIE firmada por ing. electricista - radicación de diseño para su respectiva aprobación por parte de EBSA	$ 4.200.000
Fabián Rodríguez	1.1.1 Solicitud de Factibilidad. 1.1.2 Solicitud de curvas para Coordinación de protecciones y corriente de falla para elaboración del Sistema de puesta a tierra. 1.1.3 Levantamiento de la infraestructura eléctrica existente. 1.1.4 Medición de resistividad de terreno para la elaboración de malla de puesta tierra. 1.1.5 Elaboración de ingeniería de detalle proyecto de subestación en poste con todos los componentes exigidos por EBSA (la frontera será el equipo de medida) 1.1.6 Elaboración de memorias de cálculo con todos los componentes exigidos por EBSA y el RETIE (la frontera será el equipo de medida). 1.1.7 Elaboración de ajustes necesarios solicitados por EBSA para la aprobación del proyecto.	$ 3.200.000
MR PROYECTOS Y GESTION S.A.S	Diseño de Subestación 150 kVA e Instalaciones Eléctricas hasta TGD Boca Mina MAYAK-1 Ubicación de Subestación, Cálculos de Regulación y Pérdidas, Proyección Líneas MT y BT Levantamiento Geo posición y selección de puntos de apoyo MT (Hasta 1 km de Arranque OR EBSA) Levantamiento Geo posición y selección de estructuras de apoyo y retención. Mediciones de Resistividad Dimensionamiento y selección de canalizaciones y conductores hasta TGD Preparación de Presupuestos y Documentación ante EBSA Gestión de Aprobación de Proyecto ante OR (EBSA).	$ 6.813.729
Roberto Pérez Hernández	los cálculos , memorias , planos, auto declaración de diseñador	$ 9.000.000
Jose María Balaguero Carvajal	diseño de las redes eléctricas en MT y BT pertinentes al transformador. El cuadro de carga debe de ser aportado por el contratante quien previamente consideró una carga de 150 KVA. Planos de aprobación ante el operador de red.	$ 11.000.000

Nota, la tabla muestra las diferentes ofertas económicas para el diseño de una subestación eléctrica tipo poste de 150 [kVA]. Son cotización realizadas en el mes de abril del año 2021.

2.5 Satisfacción del cliente

Lograr los objetivos de una implementación de una subestación eléctrica, con lleva a que los siguientes aspectos para que el cliente se encuentre a satisfacción.

El cliente respecto a sus necesidades de infraestructura eléctrica, tiene la necesidad de suplir esa carga eléctrica. El diseñador en atención a los requerimientos del cliente, propone un diseño eléctrico que supla la carga eléctrica de la manera más segura, económica y eficientemente posible.

El cliente al solicitar un aumento de carga ante el operador de red, dará o rechazará la aprobación dependiendo de su capacidad de suplir la carga solicitada. El operador plasmara esta aprobación en el documento disponibilidad de servicio, ver ANEXO B. DISPONIBILIDAD DE SERVICIO - EBSA.

El servicio de diseño de subestaciones y redes eléctricas, consiste en un documento donde se relacionan las memorias de cálculos, los estudios y planimetría, para el dimensionamiento y caracterización de los elementos que componen un centro de distribución para el uso de la energía eléctrica. Los componentes de las memorias de cálculo se presentarán de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 10 del RETIE (Anexo General Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, 2013)

El diseño eléctrico debe ser radicado ante el operador de red, para su revisión y aprobación. Con la aprobación del diseño el cliente, tiene el aval para realizar las obras de adecuación para el montaje de la infraestructura de la subestación eléctrica.

Las obras de construcción de la obra eléctrica, debe atender lo aprobado en el diseño por el operador de red. Finalizada la obra eléctrica, esta debe ser entregada al operador de red, para la legalización de la cuenta e iniciar a entregar y facturar energía eléctrica al cliente.

Los anteriores aspectos son los que miden la satisfacción del cliente, ya que cada aspecto es necesario para continuar con el proceso de la implementación de la subestación eléctrica.

3. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

3.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Para la planificación del proyecto de actualización de maquinaria en la mina de carbón MAYAK-1 se formulan los siguientes objetivos:

3.1.1 Objetivo general

Diseñar la subestación eléctrica para la mina de carbón subterránea MAYAK-1 ubicada en Samacá-Boyacá, para la actualización de tecnología en actividades de explotación de carbón.

3.1.2 Objetivo especifico

- Determinar los requerimientos técnicos y operativos para la actualización de la maquinaria actualmente utilizada en las actividades de explotación minera por maquinaria eléctrica.
- Crear cuadro de cargas futuras para determinar la potencia requerida por transformador que suplirá la carga actualmente instalada y la carga proyectada para las actividades de explotación minera por maquinaria eléctrica.
- Evaluar la viabilidad económica en la implementación y operación de una subestación eléctrica en las actividades de producción de la mina.

3.2 PLANIFICACION DEL PROYECTO

Se dividirá el proyecto en diferentes tareas (conocer proceso de producción, revisión bibliográfica, normas de construcción del operador de red EBSA, análisis y diseño eléctrico), donde en cada tarea se investigará sobre el tema para realizar los diferentes cálculos para el diseño de la subestación eléctrica.

Con la consulta de los procesos de explotación minera, se busca centrar la atención en los procesos de minería subterránea a pequeña escala. Con esta información se evaluará las ventajas y desventajas en el uso de recursos energéticos en la aplicación de las diferentes técnicas y tecnologías principalmente utilizadas en la extracción minera hacia fuera de las bocaminas y así identificar que tecnología es la más ideal y eficiente para aplicar en las tareas mineras.

Con la identificación del proceso de explotación minera de la mina MAYAK-1, se realizará un levantamiento de información de la maquinaria actualmente utilizada y la carga eléctrica actual instalada. Con esta información se busca caracterizar la maquinaria eléctrica equivalente y el nivel de tensión para las actividades de explotación minera.

Por medio de un cuadro de cargas eléctricas, se proyecta una carga futura la que ha de ser alimentada por la subestación eléctrica la cual se busca diseñar.

Al caracterizar el tipo de subestación eléctrica requerida para la actualización de maquinaria eléctrica, se utilizará como punto de partida para los diseños que componen la subestación y sus elementos de protección eléctrica.

En el diseño de la subestación eléctrica, se identificará un listado de materiales requeridos, los que se buscará cotización de los materiales y realizar el presupuesto de la implementación del proyecto.

3.3 FASES DEL PROYECTO

1 Visita a campo, para realizar atención a los requerimientos del cliente, aforo de la carga eléctrica, inventario de maquinaria y realizar proyección de carga futura.

2 Solicitar disponibilidad de servicio al operador de red EBSA, respecto a la proyección de carga futura.

3.Elaboracion de memorias de cálculos y planos del diseño de la subestación eléctrica.

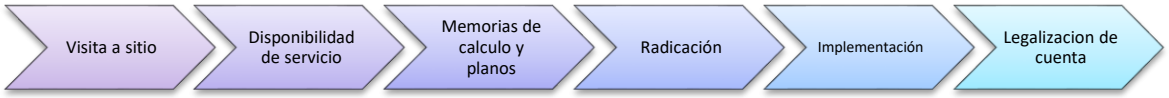
4. Radicación de diseños ante el operador de red EBSA.

5. Implementación de la subestación eléctrica

6. Legalización de cuenta y facturación de servicio

Figura 8

Fases del proyecto de diseño e implementación de una subestación eléctrica.



Nota, Elaboración propia.

3.4 HERRAMIENTAS DE CONTROL

El proyecto cuenta con una documentación o entregables específicos que garantizan las herramientas necesarias para una futura fase de construcción no prevista dentro del alcance del presente documento. Dichos entregables están conformados por las memorias de cálculo y planos. Los planos están en formato *.dwg, los cuales son generados a partir del software de dibujo AutoCAD.

3.5 POLÍTICA DE CALIDAD

Se establece una política de calidad con un alcance y aplicabilidad en el suministro de servicios profesionales especializados en áreas del diseño, consultoría, mantenimiento, construcción y gerencia de proyectos eléctricos, que en busca de la mejora continua.

Se establecen compromisos en el diseño y construcción de subestaciones eléctricas de distribución los cuales cumplirán con el reglamento de instalaciones eléctricas RETIE, norma técnica NTC 2050 y las normas de construcción del operador de red, gestiones ante

el operador de red en relación a tramites de aumento de cargas, radicación de proyectos, legalización de obras, etc., atendiendo requerimientos de los clientes industriales con el uso y suministro de energía eléctrica para el desarrollo de sus procesos de operación.

Por medio de la política de calidad, se busca asegurar la satisfacción de las necesidades y expectativas del clientes, trabajadores, proveedores, contratistas y comunidad en general con respecto al cumplimiento de sus necesidades.

Identificación de los peligros en el desarrollo de las actividades, evaluación de los riesgos y determinar controles a través de la implementación de programas de gestión.

Prevenir la aparición de enfermedades y accidentes laborales; a través de una cultura de responsabilidad social empresarial.

Uso racional de los recursos disminuyendo los impactos ambientales de las actividades realizadas y de esta manera preservar el medio ambiente a través de la implementación de producciones más limpias.

Se compromete con la mejora continua de los procesos, asignando recursos necesarios para garantizar un servicio con calidad, ofreciendo soluciones concretas para dar cumplimiento a los requisitos legales vigentes y contractuales estipulados con el cliente.

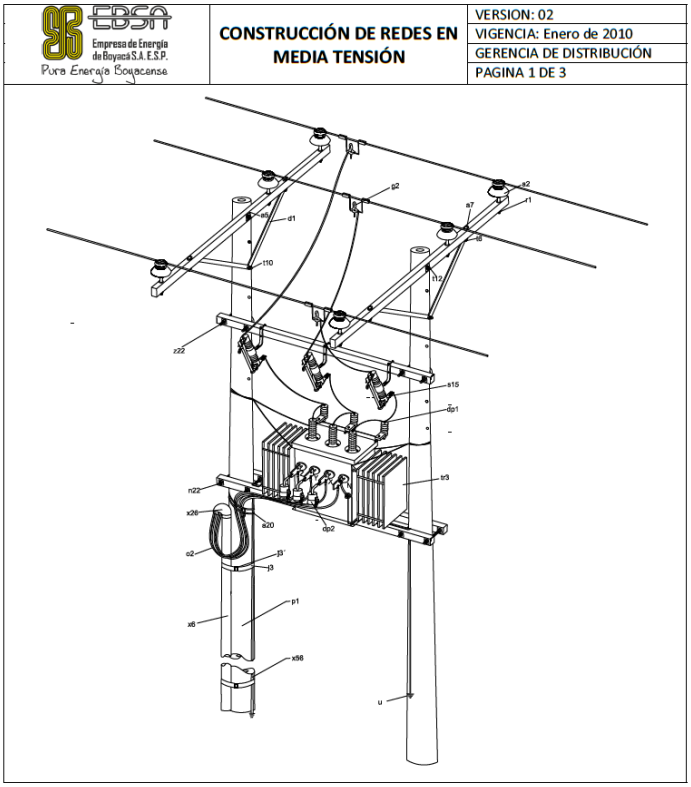
4. INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

El objeto del proyecto en Media tensión, definido por el operador de red mediante disponibilidad de servicio 53010-3028812 ANEXO B. DISPONIBILIDAD DE SERVICIO - EBSA, emitida el 18 de marzo de 2021, a conectarse desde red aérea, ubicado dentro del predio. Se solicita aumento de carga, alimentador 14535, con una carga actual de 2 [kVA], con la implementación de una subestación tipo poste estructura en H, con centro de transformación de 150 [kVA], conservando la cuenta existente.

Figura 9

Norma técnica de construcción TR-2007 EBSA



Nota, alimentación de circuitos secundarios subterráneos desde transformador trifásico en estructura tipo H. Adaptado de las normas de construcción de la EBSA.

4.2 DISEÑO DEL PROYECTO

Para el tipo de uso de la energía en la mina, la potencia requerida, la topología del terreno y la red eléctrica existente, el diseño se enfocará en una subestación para un transformador tipo postes sumergido en aceite en estructura en H.

Transformador tipo poste sumergido en aceite de150 [kVA], 440/257 [V]

Estructura tipo H para alimentación de circuitos secundarios subterráneos desde transformador trifásico.

Nombre del proyecto:	MINA MAYAK-1 SUBESTACIÓN EN POSTE
Dirección del proyecto:	Vereda la chorrera
Ciudad:	Samacá, Boyacá.
Propietario:	MINEROS ASOCIADOS CARBON DE PIEDRA S.A.S.
NIT.:	900816785
Tipo de Servicio:	Industrial
Objeto:	Proyecto definitivo
Nivel de Tensión:	440/254 V
Disponibilidad de Servicio:	53010-3028812
Potencia máxima aprobada	150 [kVA]

Tabla 6

Características básicas ambientales

Altura promedio sobre el nivel del mar	2604 m.s.n.m.
Temperatura promedio	16 ºC
Nivel de contaminación	Medio
Coordenadas	5°28'45.3"N 73°31'46.6"W

Nota, elaboración propia

Figura 10

Ubicación en mapa del proyecto.



Nota, adaptado de GOOGLE MAPS

La mina de explotación subterránea de carbón MAYAK-1, se encuentra ubicada en la zona rural del municipio de Samacá, a 5.2 [km] vía Samacá-Guacheta por carretera, aproximadamente a 14 minutos del centro de la cabecera municipal de Samacá hasta el centro de la mina, en las coordenadas 5°28'44"N 73°31'30"W.

Con la solicitud de ampliación de la carga eléctrica contratada con el operador de red EBSA busca suplir la energía demandada para dos (2) frentes de trabajo en su respectiva bocamina.

4.2.1 Capacidad actual instalada

Entre el 01 al 03 de mayo, se realiza visita a las instalaciones de la mina MAYAK-1, para hacer inspección y levantamiento de la carga actual instalada, levantamiento de la maquinaria utilizada para el proceso de explotación de carbón. Se atiende a la solicitud de las partes interesadas del proyecto donde se solicita una actualización de maquinaria para atender dos (2) frentes de trabajo.

Tabla 7

Capacidad actual instalada.

ÍTEM	CARGA	Cantidad	P. Activa [W]	Factor de potencia	P. Reactiva [VA]	Total [VA]
1	Toma monofásica	8	162	90%	180	1440
2	Luminaria 20W	10	20	90%	22	222
3	Nevera	1	660	90%	733	733
4	Ventilador 7,5 [hp]	1	5595	90%	6217	6217
5	Bomba 7,5 [hp]	1	5595	90%	6217	6217
				Total		14829

Malacate de combustión interna				
Aplicación	Izaje y/o arrastre de carga			
Motor	Diésel	Diésel	Diésel	Gasolina
Automotor	Tractor Nuffield 1954	Cummins B59	Chevrolet 454	Dodge 1500
Transmisión	Mecánica	Mecánica	Mecánica	Mecánica
Potencia	80 [hp]	400 libras-pie de torque	405 libras-pie de torque	90 [hp]

Compresor de aire de combustión interna		
Descripción	Unidad	Cantidad
Compresores transportables Atlas Copco XAS 185	Un.	2

Nota, la tabla muestra la capacidad de maquinaria instalada para el actual frente de trabajo en la mina MAYAK-1, conformado por 8 técnicos picadores de carbón y 2 técnicos de transporte de material minero.

4.2.2 Proyección de carga futura

Actualmente hay un frente de trabajo conformado por 8 técnicos picadores de carbón y 2 técnicos de transporte de material minero, los accionistas de la mina, el administrador de la

mina y los empleados, se encuentran interesados en abrir otro frente de trabajo para aumentar la producción de carbón.

Las expectativas es actualizar la maquinaria obsoleta por maquinaria eléctrica más eficiente. Se proponen cambiar los cuatro (4) malacates y los dos (2) compresor, cuya fuente principal de energía es el ACPM, por maquinaria eléctrica de similares características y más eficiente.

Tabla 8

Proyección de consumo de aire para dos frentes de trabajo.

Consumo de aire CFM		
Descripción	**Unidad**	**Cantidad**
Consumo de aire x Martillo	CFM	20
Cantidad de martilos	Un.	16
Necesidad de aire total	**CFM**	**320**

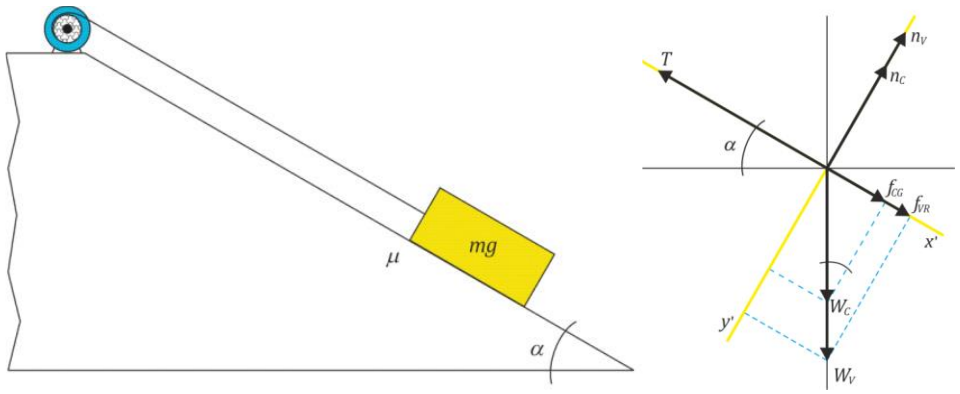
Nota, la tabla muestra el requerimiento de aire para 16 martillos neumáticos.

La selección de los compresores eléctricos está dada por la cantidad de aire demandado. Un martillo neumático consume 20 CFM. Para un compresor de aire eléctrico de 100 [hp], entrega 350 CFM.

Para la actualización de malacates mecánicos por malacates eléctricos, se calcula la potencia del motor requerido para la extracción de vagones entre 1 y 2 toneladas de peso (Páez & Gomez, 2017).

Figura 11

Diagrama de cuerpo libre para el vagón en el plano inclinado de la mina



Nota, elaboración propia.

Para un vagón de 1 tonelada

$$\sum F_{x'} = T - W_V \sin 32° - f_{VR} - f_{CG} - W_C \sin 32° = 0$$

$$T = 1066{,}61\ [kgf] = 10460\ [N]$$

Selección del motoreductor:

$$\tau = T \cdot r\ [N \cdot m]$$
$$\tau = 10460 \cdot 0{,}15 = 1568{,}98\ [N \cdot m]$$

r: radio del tambor que enrolla el cable

Potencia de entrada mínima del motor

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{\tau_{Req} \cdot \omega_{s2}}{\eta}\ [W]$$
$$P_{in} = 5{,}24\ [kW] = 7{,}03\ [HP]$$

Potencia de salida mínima en eje del motor

$$P_{out} = P_{in} \cdot \eta$$
$$P_{out} = 7{,}03 \cdot 0.91 = 6{,}40\ [hp]$$

El motor comercial es de 7,5 [hp]

Para un vagón de 2 tonelada

$$\sum F_{x'} = T - W_V \sin 32° - f_{VR} - f_{CG} - W_C \sin 32° = 0$$

$$T = 11625{,}02\ [kgf] = 15936\ [N]$$

$$\tau = T \cdot r\ [N \cdot m]$$
$$\tau = 15936 \cdot 0{,}15 = 2390{,}4\ [N \cdot m]$$

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{\tau_{Req} \cdot \omega_{s2}}{\eta}\ [W]$$
$$P_{in} = 7{,}99\ [kW] = 10{,}77\ [HP]$$

$$P_{out} = P_{in} \cdot \eta$$
$$P_{out} = 10{,}77 \cdot 0.91 = 9{,}74\ [hp]$$

El motor comercial es de 10 [hp]

Las bombas y ventiladores actuales son maquinaria eléctrica, para actualizar esta maquinaria, se selecciona motores de características más eficientes IE3.

La proyección de capacidad instalada requerida para dos frentes de trabajo, con 20 técnicos, es de un (1) compresor eléctrico de 100 [hp], cuatro (4) malacates eléctricos, tres (3) ventilador y dos (2) motobombas.

Tabla 9

Requerimientos de maquinaria para operación de los frentes de trabajo futuro.

BOCAMINA 1			
Item	Descripción	Unidad	Cantidad
1,1	Bomba 10 [hp]	Un.	1
1,2	Ventilador 7,5 [hp]	Un.	1
1,3	Ventilador 10 [hp]	Un.	1
1,4	Malacate 7,5 [hp]	Un.	1
1,5	Malacate 10 [hp]	Un.	1
1,6	Martillos neumáticos	Un.	8
1,7	Operadores de minería	Un.	10

BOCAMINA 2			
Item	Descripción	Unidad	Cantidad
2,1	Bomba 10 [hp]	Un.	1
2,2	Compresor 100 [hp]	Un.	1
2,3	Ventilador 10 [hp]	Un.	1
2,4	Malacate 7,5 [hp]	Un.	1
2,5	Malacate 10 [hp]	Un.	1
2,6	Martillos neumáticos	Un.	8
2,7	Operadores de minería	Un.	10

Nota, la tabla muestra la maquinaria eléctrica necesaria para atender dos frentes de trabajo en la mina MAYAK-1.

4.2.3 Carga instalada diversificada futura

Para suplir los requerimientos futuros de los frentes de trabajo proyectados para la mina, se elabora un cuadro de cargas eléctricas, diversificando el consumo en base a la NTC 2050 articulo 430 motores, circuitos de motores y controladores (ICONTEC, 2020).

Tabla 10

Cuadro de cargas proyectado diversificado

Diversificación NTC 2050 Sección 430								
ÍTEM	CARGA	Cantidad	P. Activa [W]	Factor de potencia	P. Reactiva [VA]	Total [VA]	Porcentaje diversificación	Carga diversificada [VA]
1	Toma monofásica	20	162	90%	180	3600	80%	2880
2	Toma Trifásica	2	1000	90%	1111	2222	70%	1556
3	Toma GFCI	2	162	90%	180	360	60%	216
4	Ducha eléctrica	2	3000	98%	3061	6122	30%	1837
5	Luminaria 20W	20	20	90%	22	444	40%	178
6	Nevera	1	660	90%	733	733	70%	513
7	Motor 7,5 [hp]	2	5595	90%	6217	12433	70%	8703
8	Motor 10 [hp]	2	7460	90%	8289	16578	70%	11604
9	Luminaria de emergencia	4	5	95%	5	21	40%	8
					Total de carga diversificada			27496

Diversificación NTC 2050 Sección 430								
ÍTEM	CARGA	Cantidad	P. Activa [W]	Factor de potencia	P. Reactiva [VA]	Total [VA]	Porcentaje diversificación	Carga diversificada [VA]
1	Ventilador 10 [hp]	2	7460	90%	8289	16578	100%	16578
2	Ventilador 7,5 [hp]	1	5595	90%	6217	6217	100%	6217
3	Bomba 10 [hp]	2	7460	90%	8289	16578	100%	16578
4	Compresor 100 [hp]	1	74600	90%	82889	82889	100%	82889
					Total de carga diversificada			122261

TOTAL CARGA INSTALADA PROYECTADA	149757

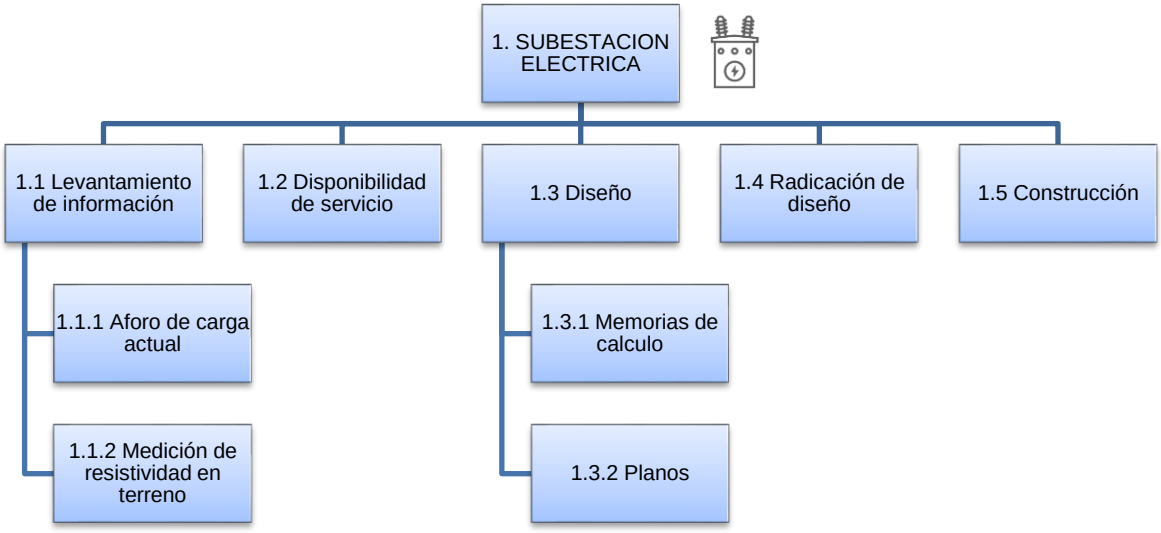
Nota, la tabla muestra la carga instalada futura, que se proyecta para dos frentes de trabajo en la mina MAYAK-1. Respecto a la NTC 2050, se aplican los factores de diversificación.

Respecto a la disponibilidad de servicio 53010-3028812, se solicita aumento de carga de 150 [kVA]. Para poder suplir esta carga, el operador de red EBSA, requiere el montaje de una nueva subestación eléctrica.

4.2.4 Proceso de la prestación del servicio

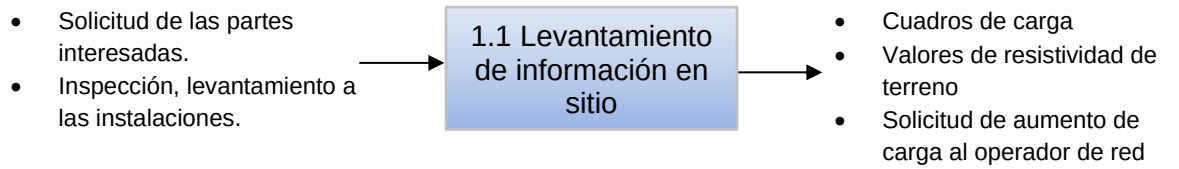
Figura 12

EDT del proyecto de subestacion electrica para la mina MAYAK-1.



Nota, Elaboración propia.

1.1 Levantamiento de información: Se realiza visita a sitio, en las instalaciones de la mina. Por medio de inspección visual y registro fotográfico, se identifica los procesos de operación y explotación para los fines de este proyecto, se realiza el levantamiento de la carga actual instalada, levantamiento de la maquinaria utilizada para el proceso de explotación de carbón. Se atiende a la solicitud de las partes interesadas del proyecto donde se solicita una actualización de maquinaria para atender dos (2) frentes de trabajo.



1.1.1 Aforo de carga actual: Levantamiento de capacidad actual instalada en las instalaciones de la mina. Ver

Tabla 7 Capacidad actual instalada.

1.1.2 Medición de resistividad en terreno: Para fines de este proyecto se realiza mediciones de resistividad de terreno el día 01 de mayo de 2021, para posterior diseño del sistema de puesta a tierra.

Tabla 11

Mediciones de resistividad de terreno

Distancia entre varillas	**Perfil 1 - Resistividad del terreno ρ[Ω.m]**									
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2 metros	143	143,1	143	142,9	142,8	142,8	142,9	142,7	142,8	142,8
3 metros	129,1	129,1	129,1	129,1	129,1	129,1	129,1	129,1	129,1	129,2
4 metros	141,2	141,2	141	141,2	141,1	141	141,1	141	141,2	141,2
5 metros	139,4	139,3	139,3	139,3	139,3	139,3	139,4	139,3	139,3	139,3
6 metros	120,8	120,8	120,8	120,8	120,8	120,6	120,7	120,7	120,8	120,8
								Promedio		134,6

Distancia entre varillas	**Perfil 2 - Resistividad del terreno ρ[Ω.m]**									
a	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
1 metro	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9	87,9
2 metro	63,7	63,7	63,7	63,7	63,6	63,7	63,7	63,7	63,7	63,7
								Promedio		75,8

Promedio Total	105,2

Nota, Elaboración propia.

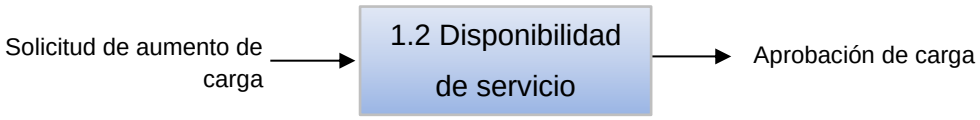
Figura 13

Registro fotografico de la medicion de resistividad de terreno.



Nota, Elaboración propia.

1.2 Disponibilidad de servicio: Se solicitó para este proyecto en las oficinas del operador de red EBSA, la disponibilidad de servicio 53010-3028812 ver ANEXO B. DISPONIBILIDAD DE SERVICIO - EBSA, es emitida el 18 de marzo de 2021, con aprobación de una carga de 150 [kVA].



1.3 Diseño: Los componentes de las memorias de cálculo se presentarán de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 10 del RETIE



1.3.1 Memorias de cálculo: Los diseños de las instalaciones eléctricas deben propiciar que en la construcción de la instalación se cumplan todos los requerimientos del

RETIE que le apliquen. Tanto las memorias de cálculo como los planos o diagramas deben contemplar en forma legible el nombre, apellidos y número de matrícula profesional de la persona o personas que actuaron en el diseño, quienes firmarán tales documentos y con la firma aceptan dar cumplimiento a los requerimientos del RETIE, en consecuencia, serán responsables de los efectos derivados de la aplicación del diseño.

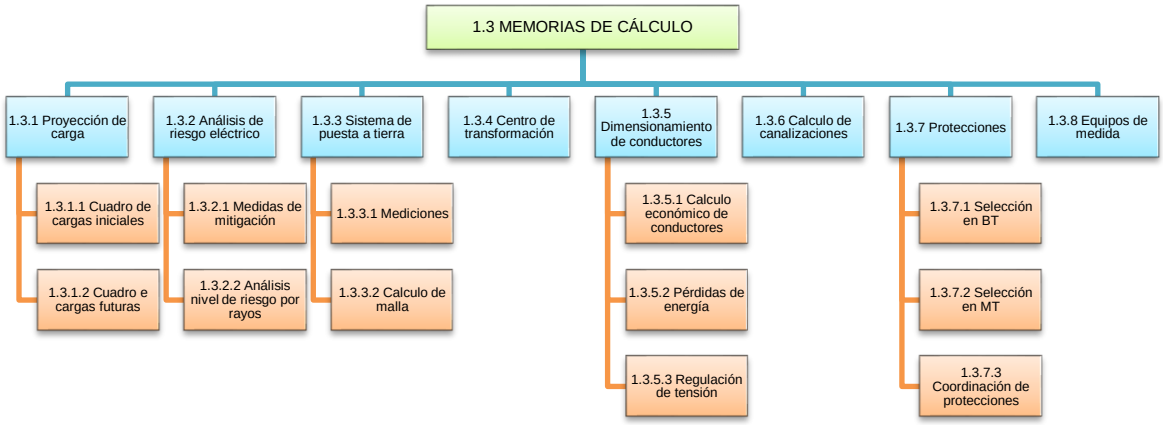
El diseño detallado según el tipo de instalación y complejidad deberá cumplir los aspectos que le apliquen de la siguiente lista:

a. Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.
b. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.
c. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.
d. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.
e. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
f. Análisis del nivel tensión requerido.
g. Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que, en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1
h. Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.
i. Cálculo del sistema de puesta a tierra.
j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de perdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.
k. Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capitulo 9 o equivalente.
l. Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.
m. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.
n. Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).

o. Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.
p. Cálculos de regulación.
q. Clasificación de áreas.
r. Elaboración de diagramas unifilares
s. Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.
t. Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.
u. Establecer las distancias de seguridad requeridas.
v. Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.
w. Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.

Figura 14

EDT del proceso de diseño de la subestacion electrica tipo poste de 150 [kVA]



Nota, Elaboración propia

1.3.2 Planos: Los planos deben comprender gráficamente, todos los elementos y características calculados en las memorias de cálculo, el cual será referencia guía para la posterior construcción en la implementación de la subestación.

Los planos deben contener:

Diagrama unifilar
Planta y perfil general de obra civil
Detalles de subestaciones y tableros

1.4 Radicación de diseño: La presentación de Proyectos de Conexión debe realizarse única y exclusivamente ante el requerimiento técnico de las condiciones para la prestación del servicio de energía emitidas por EBSA.



Según lo estipulado en la Resolución CREG 070 de 1998 EBSA evaluará y aceptará la conexión de nuevos usuarios, diseños o planos, considerando que el diseñador debe hacerse responsable por la calidad, integridad y seguridad de sus diseños y/o cálculos.

Ante el operador de red EBSA se presenta lo siguiente:

- Dos (2) juegos de planos impresos, firmados por el Ingeniero Diseñador, tamaño Pliego (100 x 70 cm.), en formato normalizado por EBSA.
- Dos (2) juegos en original de las memorias de cálculo del proyecto empastadas y firmadas por el Ingeniero diseñador.
- Una (1) copia del proyecto en medio magnético en CD de planos en AutoCAD y memorias de cálculo en PDF.

Anexar al final de cada uno de los 2 juegos de memorias los siguientes documentos:

- Recibo de pago por revisión del proyecto.
- Disponibilidad de servicio firmada por el Jefe de Zona.
- Declaración de cumplimiento del reglamento RETIE firmada por el Ingeniero Diseñador y el propietario del Proyecto.
- Fotocopia de la matricula profesional del ingeniero diseñador.
- Original de respuesta curva de reconectador del punto de conexión suministrado por el área de coordinación de protecciones en Tunja.
- Original de respuesta datos corriente de Cortocircuito suministrado por el Departamento de Calidad del Servicio, de acuerdo a disponibilidad de servicio.

1.5 Construcción: después de la aprobación del diseño, se procede a la construcción del proyecto (la construcción no está contemplada en el alcance de este documento), desarrollando las obras civiles y eléctricas que conforman la subestación.



4.3 RECURSOS DEL PROYECTO

Para el cumplimiento de los objetivos del proyecto, se determinan los siguientes recursos:

4.3.1 Recurso humano ingeniero eléctrico diseñador

Dentro de lo descrito en el numeral 10.1.1 del RETIE, el diseño detallado debe ser ejecutado por profesionales de la ingeniería cuya especialidad esté relacionada con el tipo de obra a desarrollar y la competencia otorgada por su matrícula profesional, conforme a las Leyes 51 de 1986 y 842 de 2003.

Tabla 12

Costo mensual de Ingeniero eléctrico diseñador (Mintrabajo, 2021)

Ingeniero Diseñador		
Descripción	Porcentaje	Total
Salario básico		$ 3.054.745
Salud	8,5%	$ 259.653
Pensión	12,0%	$ 366.569
Caja de compensación	4,0%	$ 122.190
Prima	8,33%	$ 254.460
Cesantías	8,33%	$ 254.460
Interés sobre cesantías	12,0%	$ 30.535
Vacaciones	4,17%	$ 127.383
Total mensual		$ 4.469.996

Nota, elaboración propia.

4.3.2 Equipos especiales

Se requiere el uso de un computador y un Telurómetro para hacer mediciones de resistividad de terreno.

Tabla 13

Costo de alquiler de equipo para medición de resistividad de terreno.

Equipos	
Descripción	**Costo x día**
Telurómetro	$ 350.000
Computador	$ 19.000
Camión canasta	$ 850.000
Grúa PH	$ 900.000
Cama baja	$ 750.000

Nota, Elaboración propia

4.3.3 Materiales

Para la implementación de la subestación se requiere equipos, materiales y accesorios ver ANEXO C. COTIZACION DE ELEMENTOS DE LA SUBESTACION.

4.4 DIAGRAMA PERT CPM

Para la gestión de los plazos del proyecto, se utiliza la EDT del proyecto, ver **Figura 14**, detallando cada una de las actividades para la ejecución. Se secuencian las actividades para determinar las dependencias entre las mismas.

Tabla 14

Actividades por precedencia

Clave	Descripción	Predecesora
A	Levantamiento de información	
B	Solicitud de disponibilidad de servicio	A
C	Aprobación de disponibilidad	B
D	Medición de resistividad del terreno	A
E	Memorias de calculo	C,D
F	Diseño de planos	C,D
G	Radicación del diseño	E,F
H	Aprobación	G
I	Construcción	H
J	Legalización de cuenta	I

Nota, elaboración propia.

Se estima la duración de las actividades utilizando las estimaciones pesimista, más probable y optimista. Esta técnica también es conocida como PERT: Program Evaluation and Review Technique.

Tabla 15

Tiempos del proceso.

Actividad	Distribución	Optimista día	Realista día	Pesimista día	Estimado día	Varianza
A	Levantamiento de informacion	1	2	4	2	0,25
B	Solicitud de disponobilidad de servicio	1	1	2	1	0,03
C	Aprobacion de disponibilidad	15	20	25	20	2,78
D	Medicion de resistividad del terreno	1	1	2	1	0,03
E	Memorias de calculo	5	8	10	8	0,69
F	Diseño de planos	5	8	14	9	2,25
G	Radicación del diseño	1	1	4	2	0,25
H	Aprobación	10	20	27	20	8,03
I	Construcción	1	2	4	2	0,25
J	Legalización de cuenta	15	20	30	21	6,25

Nota, elaboración propia.

Se identifica cuáles son las actividades críticas que forman el camino más largo del proyecto. El cual está determinado por una duración de 78 días de duración el proyecto de diseño de la subestación eléctrica.

Tabla 16

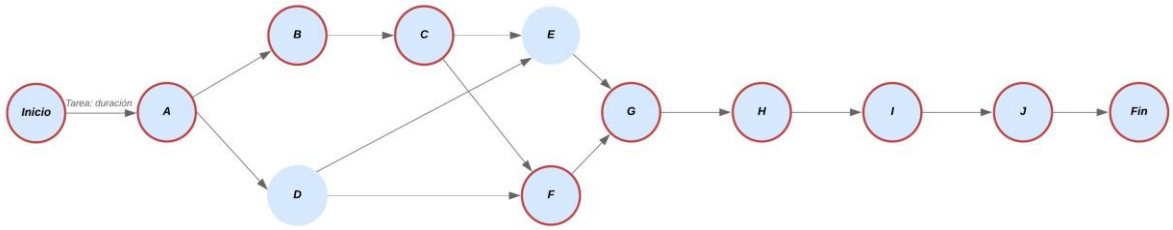
Determinación de la ruta critica

RUTA	DURACIÓN [días]	VARIANZA	DESV. TIP.
ABCEGHIJ	76,00	18,53	4,30
ABCFGHIJ	77	20	4,43
ADEGHIJ	56	10,25	3,20
ADFGHIJ	57	17,25	4,15

Nota, elaboración propia.

Figura 15

Diagrama Pert CPM



Nota, elaboración propia.

Tabla 17

Diagrama de hitos

Clave	Descripcion	Mes 1				Mes 2			Mes 3	
A	Levantamiento de informacion	01/01								
B	Solicitud de disponobilidad de servicio		03/01							
C	Aprobacion de disponibilidad			23/01						
D	Medicion de resistividad del terreno		03/01							
E	Memorias de calculo				24/01					
F	Diseño de planos					02/02				
G	Radicacio del diseño						11/02			
H	Aprobacion							02/03		
I	Construccion								03/03	
J	Legalizacion de cuenta									05/03

Nota, elaboración propia.

4.5 IMPACTO AMBIENTAL

El sector minero, tal como ocurre con otros sectores de la economía nacional, ha logrado expansión y crecimiento, a costa de significativos impactos ambientales, generados en las áreas de influencia donde se sitúan las unidades productivas propias de cada una de las etapas del proceso extractivo e industrial (Acosta Bueno, 2016).

Este proyecto pueda tener unos impactos ambientales asociados a las acciones que por sus características impliquen afectaciones. Con este propósito, se identifican los elementos del proyecto atendiendo a los siguientes aspectos:

- Acciones que modifican el uso del suelo – Excavaciones y movimiento de tierras.
- Acciones que implican emisión o vertimientos de contaminantes. – Emisiones de CO^2 por uso de combustibles fósiles y vertimiento de derivados del petróleo a la tierra por derrames.
- Acciones que implican explotación de recursos naturales – extracción de material minero.
- Acciones que implican deterioro del paisaje – movimiento de tierra y tala de árboles.
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural – contaminación del entorno.

4.5.1 Identificación de impactos ambientales en la operación actual

A continuación, se presenta la identificación de los diferentes impactos ambientales identificados, que se producen en el estado actual de la mina.

Generación de residuos sólidos, por la presencia de trabajadores. Impacto negativo.

Afectación a la fauna existente por el ruido generado y la presencia personas y maquinaria en el terreno. Impacto negativo.

Afectación de la calidad de vida de la población, que habita y trabaja en el área de influencia directa e indirecta, por las actividades de explotación minera. Impacto negativo.

Posibilidad de contaminación de aguas sub-superficiales por vertimiento accidental de combustibles, aceites, lubricantes u otro tipo de sustancias. Impacto negativo.

Emisiones de CO^2 por uso de combustibles fósiles en la maquinaria. Impacto negativo.

Consumo de derivados del petróleo en las actividades de explotación minera. Impacto negativo.

Tabla 18

Matriz de impactos ambientales de la operación actual de la mina MAYAK-1

1. IDENTIFICACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES - OPERACIÓN ACTUAL								5 GESTION AMBIENTAL
2. DESCRIPCCION DE LA ACTIVIDAD				3. ASPECTO AMBIENTAL		4. IMPACTO AMBIENTAL		5.1 CONTROL
ITEM	2.1 PROCESO	2.2 ACTIVIDAD	2.3 ENTRADA	3.1 ASPECTO AMBIENTAL/CAUSA	3.2 SALIDA	4.1 ASPECTO AMBIENTAL/EFECTO	VALORACION	
1	Todos	Uso de sanitarios y lavamanos, servicio de cafetería y limpieza de instalaciones	Agua, jabón	Consumo de agua	Agua residual	Agotamiento de recurso natural	Negativo	Equipos Ahorradores de agua. Programa para uso eficiente del agua Sensibilización ambiental: material visual, electrónico, etc.
2	Producción	Bombeo de agua	Agua	Inundación de mina	Agua industrial	Vertimiento a fuentes hídricas	Negativo	Tratamiento de agua industrial antes de realizar vertimiento a las fuentes hídricas
3	Producción	Extracción de vagones con malacate Mecanico	Combustible	Consumo de combustible	CO2	Emisiones de CO2	Negativo	Realizar mantenimiento a los motores de combustible, cambiar motores por tecnología eléctrica
4	Producción	Extracción de vagones con malacate Mecanico	Lubricantes	Consumo de Lubricantes	Aceites	Derrames de aceites a la tierra	Negativo	Realizar mantenimiento a los motores de combustible, cambiar motores por tecnología eléctrica
5	Producción	Picar carbón con martillos neumáticos	Combustible	Consumo de combustible	CO2	Emisiones de CO2	Negativo	Realizar mantenimiento a los compresores, cambiar motores por tecnología eléctrica
6	Producción	Picar carbón con martillos neumáticos	Lubricantes	Consumo de Lubricantes	Aceites	Derrames de aceites a la tierra	Negativo	Realizar mantenimiento a los compresores, cambiar motores por tecnología eléctrica
7	Producción	Aprovisionamiento de combustible a la maquinaria	Combustible	Acopio de combustible	Vapores de combustible	Explosión	Negativo	Mejorar técnicas de acopio y tanqueo de maquinaria, cambiar motores por tecnología eléctrica
8	Administración	Gestión de mantenimiento	Combustible, aceite, papel	Compra de combustibles y aceites	Dinero	Consumo de recursos	Negativo	Realizar mantenimiento a la maquinaria, gestionar por cambio de tecnologías mas eficientes.
9	Producción	Actividades mineras	Ruido	Utilización de maquinaria	Elementos mecánicos	Altos niveles de ruido	Negativo	Actualización de la maquinaria.

Nota, elaboración propia.

4.5.2 Objetivos ambientales

DIRECTRICES DE LA POLÍTICA	OBJETIVOS AMBIENTALES
Reducir uso de combustibles fósiles	Disminuir la utilización de maquinaria que usa fuentes primarias fósiles, por maquinaria eléctrica
Uso eficiente y racional de la energía en las actividades de explotación minera	Utilizar eficientemente y racionalmente la energía eléctrica en el uso de las tareas de explotación minera, apagando maquinaria que no se vaya a utilizar
Reducir la contaminación a los suelos	Eliminar el derrame de combustibles a la tierra, por causas de tanque de maquinaria de uso de fuentes fósiles.

4.5.3 Impactos ambientales con la implementación de la subestación

Generación de residuos sólidos, por la presencia de trabajadores. Impacto negativo.

Disminución de ruido por cambio de maquinaria de combustión por maquinaria eléctrica. Impacto positivo.

Disminución de contaminación de aguas sub-superficiales por vertimiento accidental de combustibles, aceites, lubricantes u otro tipo de sustancias. Impacto positivo.

Disminución de consumo de derivados del petróleo en las actividades de explotación minera. Impacto positivo.

Disminución de emisiones de CO^2 por uso de maquinaria eléctrica para actividades de explotación minera. Impacto negativo.

Tabla 19

Matriz de impactos ambientales con la implementación del proyecto

1. IDENTIFICACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES - IMPLEMENTACION DEL PROYECTO								5 GESTION AMBIENTAL
2. DESCRIPCCION DE LA ACTIVIDAD				3. ASPECTO AMBIENTAL		4. IMPACTO AMBIENTAL		5.1 CONTROL
ITEM	2.1 PROCESO	2.2 ACTIVIDAD	2.3 ENTRADA	3.1 ASPECTO AMBIENTAL/CAUSA	3.2 SALIDA	4.1 ASPECTO AMBIENTAL/EFECTO	VALORACION	
1	Todos	Uso de sanitarios y lavamanos, servicio de cafetería y limpieza de instalaciones	Agua, jabón	Consumo de agua	Agua residual	Agotamiento de recurso natural	Negativo	Equipos Ahorradores de agua. Programa para uso eficiente del agua Sensibilización ambiental: material visual, electrónico, etc.
2	Producción	Bombeo de agua	Agua	Inundación de mina	Agua industrial	Vertimiento a fuentes hídricas	Negativo	Tratamiento de agua industrial antes de realizar vertimiento a las fuentes hídricas
3	Producción	Extracción de vagones con malacate Electrico	Electricidad	Consumo de Electricidad	Electricidad	No generación de emisiones de CO2	Positivo	Realizar mantenimiento a los motores eléctricos.
4	Producción	Extracción de vagones con malacate Electrico	Lubricantes	Consumo de Lubricantes	Aceites	Disminución de derrames de aceites a la tierra	Positivo	Realizar mantenimiento a los motores eléctricos.
5	Producción	Picar carbón con martillos neumáticos	Electricidad	Consumo de Electricidad	Electricidad	No generación de emisiones de CO2	Positivo	Realizar mantenimiento a los compresores
6	Producción	Picar carbón con martillos neumáticos	Lubricantes	Consumo de Lubricantes	Aceites	Disminución de derrames de aceites a la tierra	Positivo	Realizar mantenimiento a los compresores
7	Producción	Energización de maquinaria con energía eléctrica	Electricidad	Consumo de Electricidad	Electricidad	Disminuir riesgo de explosión por acopio de combustibles	Positivo	Mejorar técnicas de acopio y tanqueo de maquinaria, cambiar motores por tecnología eléctrica
8	Administración	Gestión de mantenimiento	Papel, limpiadores	Compra de productos de aseo	Dinero	Disminución del uso de combustibles	Positivo	Realizar mantenimiento a la maquinaria.
9	Producción	Actividades mineras	Electricidad	Consumo de Electricidad	Electricidad	Disminución de niveles de ruido	Positivo	Mantenimiento a la maquinaria.

Nota, elaboración propia.

5. ESTUDIO ADMINISTRATIVO

5.1 MISIÓN

Desarrollar actividades de diseño, construcción, consultorías y suministro para obras eléctricas con estándares de calidad, eficiencia y eficacia, creando valor a los clientes y colaboradores.

Como fortalezas, se cuenta con el cumplimiento, la innovación, satisfacer al cliente, oportunidad y compromiso, fundamentados bajo principios de la ética, la legislación laboral, técnica, medioambiental y social, con el acompañamiento de un equipo humano especializado.

5.2 VISIÓN

Mediante la gestión de proyectos rentables, se busca el reconocimiento de la sociedad, el cumplimiento de las expectativas de los clientes, liderazgo frente al sector, protección al medio ambiente, generación del bienestar para la comunidad con que se interactúa.

Soportaremos el crecimiento de la organización con una cultura organizacional sólida y unificada, centrada en el desarrollo personal y profesional de nuestro equipo de trabajo y la optimización de los procesos.

5.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

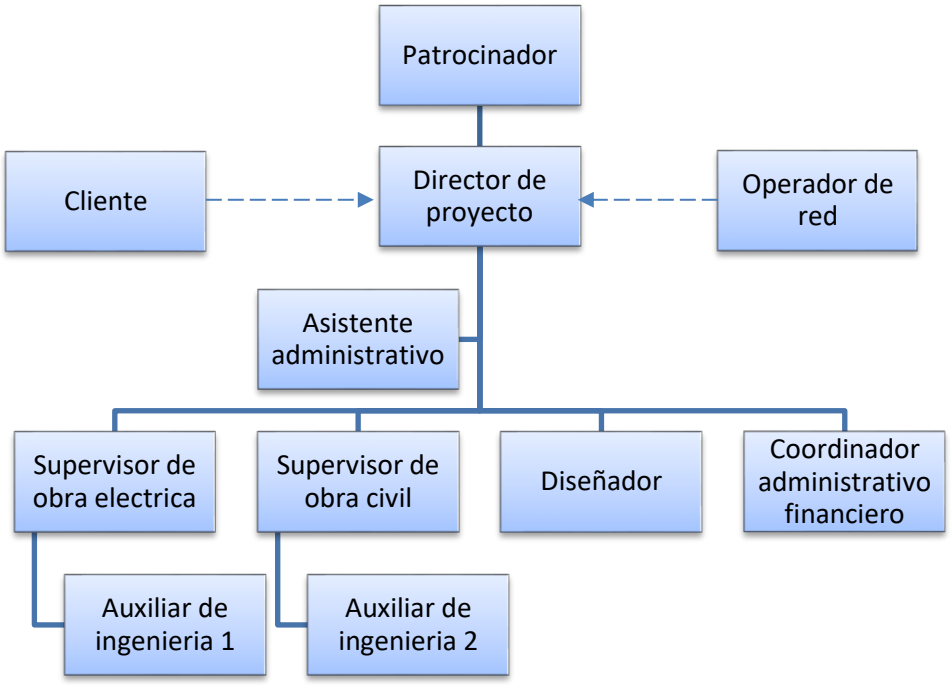
Para la gestión del proyecto es fundamental realizar los estudios administrativos que incluyen los requerimientos para que el proyecto pueda trabajar, esto define el recurso

mínimo necesario que se necesita para la construcción de la subestación eléctrica y por ende es posible realizar una estimación de la duración de las actividades.

De acuerdo a lo especificado en la ingeniería del proyecto, se cuenta con el siguiente organigrama relacionados los cargos que influyen en el proyecto.

Figura 16

Estructura organización del proyecto



Nota, elaboración propia.

5.4 ROLES Y RESPONSABILIDADES

A continuación, se muestran y describen los roles necesarios para el proyecto. Posteriormente se identifican las personas internas y externas a la organización que los asumirán.

Patrocinador: Proporciona la dirección general del proyecto. Las responsabilidades incluyen: aprobar la carta y el plan del proyecto; asegurar recursos para el proyecto; confirmar las metas y objetivos del proyecto; mantenerse al tanto de las principales actividades del proyecto; tomar decisiones sobre problemas escalados; y ayudar en la resolución de obstáculos.

Director de proyecto: Ingeniero Eléctrico o Civil con posgrado y cinco (5) años de experiencia en el sector. Responsable de todas las actividades necesarias para la formulación del proyecto. Encargado del estudio legal del proyecto.

Planifica el desarrollo del proyecto; gestiona el alcance. Sus responsabilidades esta desarrollar el plan del proyecto; identificar los entregables del proyecto; identificar riesgos y desarrollar un plan de gestión de riesgos; dirigir los recursos del proyecto, control de alcance y gestión de cambios; supervisar la garantía de calidad del proceso de gestión de proyectos; mantener toda la documentación, incluido el plan del proyecto; informe y pronóstico del estado del proyecto; resolver conflictos dentro del proyecto o entre equipos multifuncionales; asegurarse de que el producto del proyecto cumpla con los objetivos comerciales; y comunicar el estado del proyecto a las partes interesadas.

Asistente administrativo: Tecnólogo en carreras administrativas con cinco (2) años de experiencia. Será la persona encargada de apoyar las tareas administrativas del Director de Proyecto.

Coordinador administrativo financiero: Ingeniero Industrial o administrador de empresas con tres (3) años de experiencia en el sector. Responsable de la logística, estructurar la planeación del proyecto a nivel administrativo y financiero.

Supervisor de obras eléctricas: Ingeniero Electricista con tres (3) años de experiencia en el sector. Encargado de las obras eléctricas y las especificaciones técnicas.

comprender el trabajo a completar; investigación completa, recopilación de datos, análisis y documentación como se describe en el plan del proyecto; informar al director del proyecto sobre los problemas, los cambios de alcance y las preocupaciones sobre riesgos y calidad; comunicar el estado de forma proactiva; y gestionar las expectativas.

Supervisor obras Civiles: Ingeniero Civil con tres (3) años de experiencia en el sector. Responsable del levantamiento topográfico y determinar las obras civiles necesarias para estructurar el proyecto.

comprender el trabajo a completar; investigación completa, recopilación de datos, análisis y documentación como se describe en el plan del proyecto; informar al director del proyecto sobre los problemas, los cambios de alcance y las preocupaciones sobre riesgos y calidad; comunicar el estado de forma proactiva; y gestionar las expectativas.

Auxiliar de Ingeniería 1: Tecnólogo o técnico eléctrico con conocimientos en obras y mantenimiento eléctrico.

Auxiliar de Ingeniería 2: Tecnólogo o técnico civil con conocimientos en obras civiles de fin eléctrico.

Diseñador: Ingeniero Electricista con tres (2) años de experiencia en el sector. Encargado de los diseños eléctricos y las especificaciones técnicas.

Especialista en temas eléctricos. Las responsabilidades incluyen: solicitar trámites ante el operador de red, visitas a las instalaciones de los clientes para validar sus expectativas, desarrollo de diseños de obras eléctricas y seguimiento a las mismas.

Cliente: interesado en el producto. Las responsabilidades incluyen: Trabajar con el equipo del proyecto para identificar el enfoque técnico que se utilizará y los entregables que se proporcionarán al finalizar el proyecto; proporcionar una definición clara del objetivo comercial; aprobación de los entregables del proyecto.

Operador de red: externo quien inspecciona y aprueba las solicitudes relacionadas con obras eléctricas. Las responsabilidades incluyen: Atención a las solicitudes de sus clientes, relacionado con obras eléctricas, revisión de diseños, gestión de aclaraciones y legalización de obras.

6. ESTUDIO ECONÓMICO - FINANCIERO

Se realiza un estudio económico de las alternativas propuestas 1.5 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS, de la implementación y el costo de operación, para ver cuál es más conveniente, para el desarrollo del proyecto.

Alternativa 1: Implementación de un grupo electrógeno

Alternativa 2: implementación de una subestación eléctrica

Alternativa 3: Permanecer con las condiciones actuales.

6.1 IMPLEMENTACION ALTERNATIVA 1, GRUPO ELECTRÓGENO

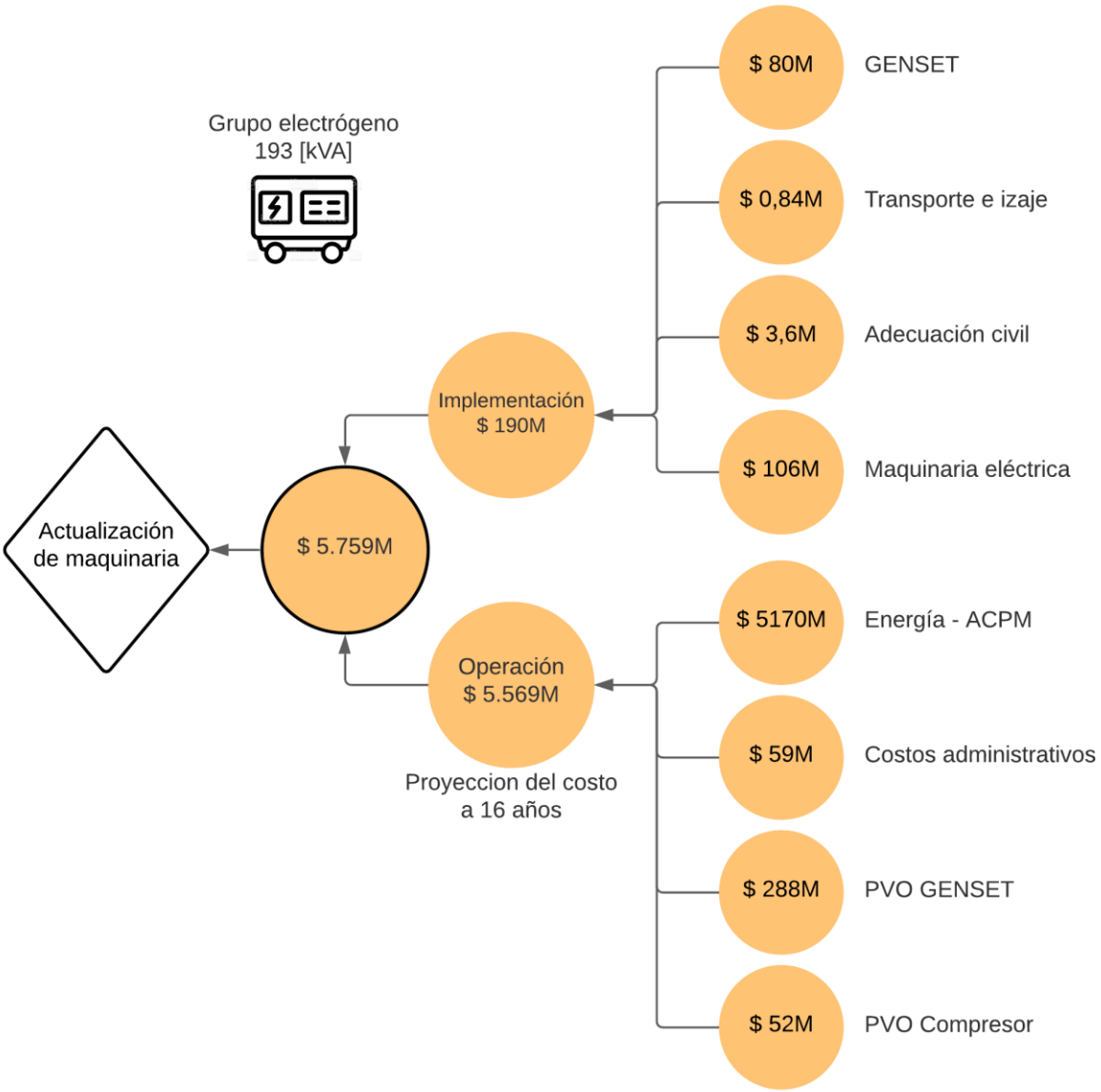
Grupo electrógeno con cabina atenuadora de sonido, modelo PDOOD-166, está compuesta por un motor DOOSAN, modelo DP086TA de cuatro tiempos, con 6 cilindros en línea, tipo industrial estacionario, turbo alimentado, acoplado a un generador DINGOL de CA, Módulo de Control Deep Sea o Smart Gen Serie 6100 y accesorios montados y probados en fábrica usando una carga resistiva variable, por un periodo de 1 hora desde 0 a 100% de la capacidad de carga.

Potencia de la planta eléctrica
166 KW / 207 KVA
Corrección de potencia, por altura de Samacá 2604 m.s.n.m. 155 KW / 193 KVA
Factor de potencia: 0,8
1800 RPM, 60 HZ.
Ver ANEXO D. FICHA TECNICA DEL GRUPO ELECTROGENO

La implementación del grupo electrógeno, contempla la planta eléctrica, trasporte del generador, accesorios para operación y la adecuación civil para el montaje de la planta eléctrica.

Figura 17

Costos de implementación y operación del grupo electrógeno.



Nota, elaboración propia.

Tabla 20

Costos de implementación de un grupo electrógeno.

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Un.	Valor Total
1	Planta eléctrica 193 [kVA]	Un.	1	$ 65.000.000	$ 65.000.000
2	Cargador de batería	Un.	1	$ 450.000	$ 450.000
3	Alimentador del cargador	m	200	$ 4.174	$ 834.800
4	Tablero de distribución	Un.	1	$ 250.000	$ 250.000
5	Izaje desmontaje	Global	1	$ 160.000	$ 160.000
6	Transporte	Global	1	$ 550.000	$ 550.000
7	M.O. Instalación puesta en marcha	Global	1	$ 380.000	$ 380.000
8	Adecuación civil	Global	1	$ 3.012.308	$ 3.012.308
				Total	$ 70.637.108
				+ IVA	$ 84.058.158

8. Adecuación civil					
Ítem	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**Valor Un.**	**Valor Total**
8,1	Administración	Global	1	$ 92.308	$ 92.308
8,2	Placa de concreto 3000 PSI	Global	1	$ 210.000	$ 210.000
8,3	Techado	Global	1	$ 610.000	$ 610.000
8,4	Transporte de materiales	Global	1	$ 800.000	$ 800.000
8,5	M.O. Instalación puesta en marcha	Global	1	$ 1.300.000	$ 1.300.000
				Total	$ 3.012.308

Nota, elaboración propia.

6.1.1 Costo actualización de maquinaria

La motobomba y el ventilador, actuales son maquinaria eléctrica, para actualizar esta maquinaria, se selecciona motores de características más eficientes IE3.

La proyección de capacidad instalada requerida para dos frentes de trabajo, con 20 técnicos, es de un (1) compresor eléctrico, cuatro (4) malacates eléctricos, tres (3) ventilador y dos (2) bombas. Ver **Tabla 9** Requerimientos de maquinaria para operación de los frentes de trabajo futuro.

Tabla 21

Costos de la actualización de la maquinaria.

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Un.	Valor T.
1	Compresor de aire 100HP, 440V	Un.	1	$ 57.704.310	$ 57.704.310
2	Motor weg 440V de 10 HP 1800 rpm IE3.	Un.	2	$ 4.431.000	$ 8.862.000
3	Motor weg 440V de 7,5 HP 1800 rpm IE3.	Un.	2	$ 3.542.000	$ 7.084.000
4	Ventilador weg 440V de 7,5 HP 1800 rpm IE3.	Un.	1	$ 3.542.000	$ 3.542.000
5	Ventilador weg 440V de 10 HP 3600 rpm IE3.	Un.	2	$ 4.082.000	$ 2.074.800
6	Motobomba alta presión 10HP, 440V	Un.	2	$ 3.303.000	$ 6.606.000
7	Alimentadores Cable en CU 8 AWG	m	800	$ 4.174	$ 3.339.200
				Sub total	$ 89.212.310
				+ IVA	$ 106.162.649

Nota, ver ANEXO C. COTIZACION DE ELEMENTOS DE LA SUBESTACION. Elaboración propia.

Mantenimiento preventivo al grupo electrógeno: se debe realizar les mantenimiento preventivo respecto a recomendaciones del fabricante, cada determinada hora de trabajo, ver ANEXO D. FICHA TECNICA DEL GRUPO ELECTROGENO. La proyección de precios se realiza respecto a lo proyección del IPC de 3,1% del banco de la república y del Grupo Bancolombia. (Banco de la República, 2021), (Gupo Bancolombia, 2021).

El grupo electrógeno tiene una vida útil de 16 años, rango del tiempo del estudio de operación de este equipo. Se contempla 7 horas de trabajo diarias, con un promedio anual de 2065 horas de trabajo para la máquina.

Tabla 22

Presupuesto de los kits de mantenimiento del grupo electrógeno.

Frecuencia	Descripcion	Unidad	Cantidad	Costo Un.	Costo Subtotal	Costo total	Costo Anual
1ra. 50 Horas	Cambio de aceite 19,3 L	Galon	6	$ 54.000	$ 324.000	$ 570.500	$ 570.500
	Cambio de filtro de aceite	Un.	1	$ 66.500	$ 66.500		
	MO	Un.	1	$ 180.000	$ 180.000		
250 Horas	Cambio de aceite 19,3 L	Galon	4,4	$ 54.000	$ 237.600	$ 484.100	$ 1.936.400
	Cambio de filtro de aceite	Un.	1	$ 66.500	$ 66.500		
	MO	Un.	1	$ 180.000	$ 180.000		
500 Horas	Cambio de aceite 19,3 L	Galon	4,4	$ 54.000	$ 237.600	$ 1.332.900	$ 5.331.600
	Cambio filtro de aire	Un.	1	$ 193.800	$ 193.800		
	Cambio filtro de combustible	Un.	1	$ 62.100	$ 62.100		
	Cambio prefiltro de combustible	Un.	1	$ 59.900	$ 59.900		
	Cambio filtro de aceite	Un.	1	$ 66.500	$ 66.500		
	Agus de bateria	Un.	2	$ 6.500	$ 13.000		
	MO	Un.	1	$ 700.000	$ 700.000		
Anual	Revision general	Un.	1	$ 149.000	$ 149.000	$ 149.000	$ 149.000
2 Años	Refrigerante	Galon	1,42	$ 22.700	$ 32.234	$ 82.234	$ 82.234
	MO	Un.	1	$ 50.000	$ 50.000		
3 Años	Engrase de rodamientos	Un.	1	$ 29.000	$ 29.000	$ 79.000	$ 79.000
	MO	Un.	1	$ 50.000	$ 50.000		
25000 Horas	Cambio de rodamientos	Un.	1	$ 700.000	$ 750.000	$ 800.000	$ 800.000
	MO	Un.	1	$ 50.000	$ 50.000		

Nota, elaboración propia.

Tabla 23

Proyección del costo de operación a 16 años del grupo electrógeno

Año	Proyección $ ACPM Galón	Consumo ACPM - Anual	PVO Anual Total	Costo administrativo	Costo total de operación - Anual
2021	$ 8.665	$ 161.039.025	$ 7.987.500	$ 2.769.231	$ 171.795.756
2022	$ 9.284	$ 172.541.813	$ 7.724.787	$ 2.871.692	$ 183.138.291
2023	$ 9.947	$ 184.866.228	$ 7.988.816	$ 2.977.945	$ 195.832.988
2024	$ 10.658	$ 198.070.958	$ 16.194.773	$ 3.088.129	$ 217.353.860
2025	$ 11.419	$ 212.218.884	$ 16.702.275	$ 3.202.390	$ 232.123.549
2026	$ 12.234	$ 227.377.376	$ 17.498.392	$ 3.320.878	$ 248.196.646
2027	$ 13.108	$ 243.618.617	$ 17.961.109	$ 3.443.751	$ 265.023.476
2028	$ 14.045	$ 261.019.946	$ 19.550.367	$ 3.571.169	$ 284.141.483
2029	$ 15.048	$ 340.258.144	$ 19.406.002	$ 3.703.303	$ 363.367.449
2030	$ 16.123	$ 364.562.298	$ 20.128.084	$ 3.840.325	$ 388.530.706
2031	$ 17.274	$ 390.602.462	$ 20.770.559	$ 3.982.417	$ 415.355.437
2032	$ 18.508	$ 418.502.638	$ 21.737.531	$ 4.129.766	$ 444.369.935
2033	$ 19.830	$ 448.395.683	$ 22.336.015	$ 4.282.568	$ 475.014.265
2034	$ 21.247	$ 480.423.946	$ 23.268.495	$ 4.441.023	$ 508.133.464
2035	$ 22.764	$ 514.739.942	$ 24.120.946	$ 4.605.340	$ 543.466.229
2036	$ 24.390	$ 551.507.081	$ 25.018.150	$ 4.775.738	$ 581.300.969
Total		$ 5.169.745.039	$ 288.393.801	$ 59.005.664	$ 5.517.144.504

Nota, precio del galón de DIESEL $8.665 tomado el 24 de mayo de 2021, no se estima costos de mantenimiento correctivo. Elaboración propia.

La estimación del precio del Diésel se realizó aplicando la normatividad establecida por el Ministerio de Minas y Energía definida en la Resolución 82439 del 23 de diciembre de 1998 y sus modificaciones (UPME, 2016).

Mantenimiento preventivo al compresor de aire: La carga más significativa de la actualización de maquinaria es el compresor de aire eléctrico de 100 [hp]. Requieren mantenimiento preventivo respecto a fabricante, cada determinada hora de trabajo. La proyección de precios se realiza respecto a lo proyección del IPC de 3,1% del banco de la república y del Grupo Bancolombia. (Banco de la República, 2021), (Gupo Bancolombia, 2021).

Tabla 24

Proyección del costo de mantenimiento del compresor eléctrico de 100 [hp]

Año	PVO Anual Total	Costo administrativo	Costo total de operación
2021	$ 1.333.000	$ 1.107.692	$ 2.440.692
2022	$ 1.460.748	$ 1.129.846	$ 2.590.594
2023	$ 1.525.118	$ 1.152.443	$ 2.677.561
2024	$ 1.577.593	$ 1.175.492	$ 2.753.085
2025	$ 1.559.421	$ 1.199.002	$ 2.758.423
2026	$ 1.791.784	$ 1.222.982	$ 3.014.766
2027	$ 1.686.670	$ 1.247.441	$ 2.934.112
2028	$ 2.880.297	$ 1.272.390	$ 4.152.687
2029	$ 1.917.068	$ 1.297.838	$ 3.214.906
2030	$ 1.987.743	$ 1.323.795	$ 3.311.537
2031	$ 1.973.166	$ 1.350.271	$ 3.323.436
2032	$ 2.244.951	$ 1.377.276	$ 3.622.227
2033	$ 2.134.176	$ 1.404.822	$ 3.538.998
2034	$ 2.319.284	$ 1.432.918	$ 3.752.202
2035	$ 2.411.575	$ 1.461.576	$ 3.873.151
2036	$ 2.505.386	$ 1.490.808	$ 3.996.194
		Total	$ 51.954.572

Nota, no se estima costos de mantenimiento correctivo. Elaboración propia.

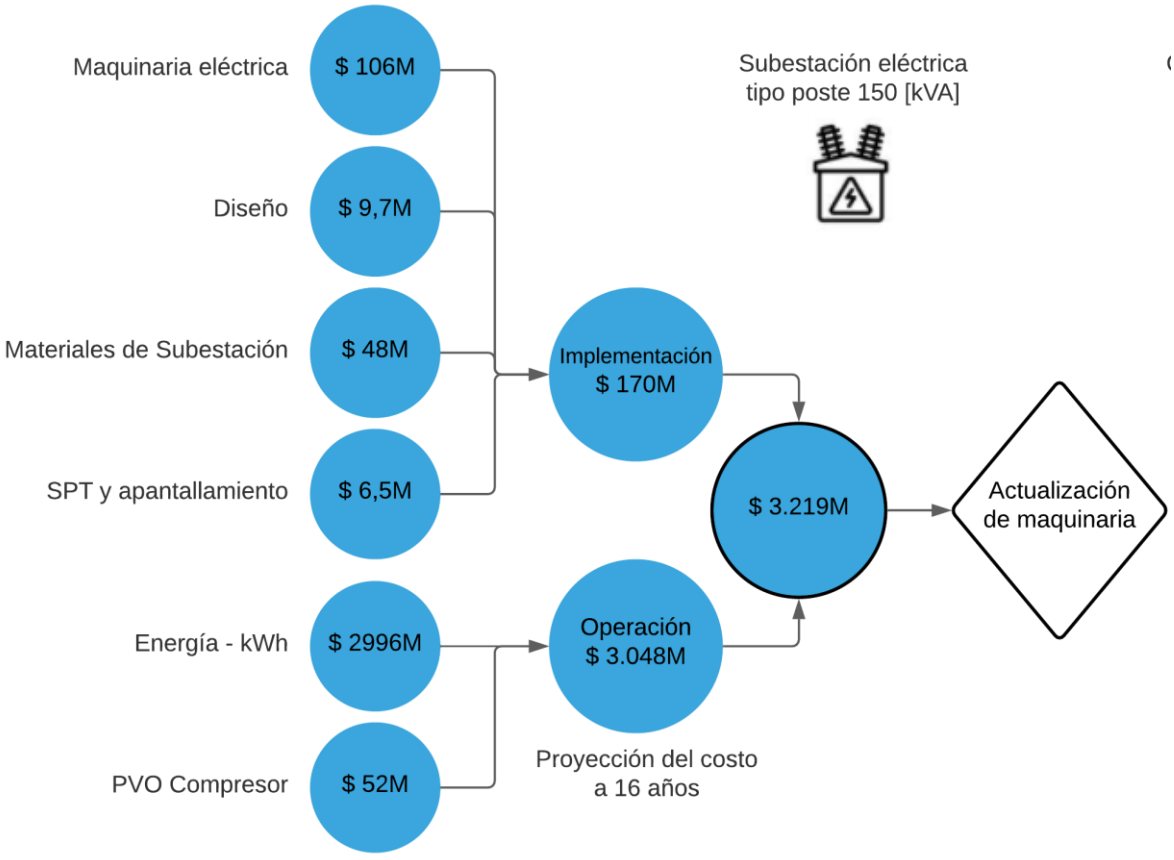
6.2 IMPLEMENTACION ALTERNATIVA 2, SUBESTACIÓN ELECTRICA

La subestación eléctrica se compone de un centro de transformación de 150 [kVA] tipo postes, sumergido en aceite dieléctrico; sobre una estructura tipo H; con un nivel de tensión de 13200 [V] / 440 [V]

La implementación de la subestación la componen los trámites ante el operador de red, estudio de diseño, construcción del sistema de puesta a tierra, apantallamiento e infraestructura de la subestación.

Figura 18

Costos de implementación y operación de la subestación eléctrica.



Nota, elaboración propia.

Tabla 25

Costos de la implementación de la subestación eléctrica tipo poste.

OBRA DE LA SUBESTACION ELECTRICA					
Ítem	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**Valor Un.**	**Valor Total**
1	Estudios de diseño y radicación de proyecto	Global	1	$ 8.166.864	$ 8.166.864
2	Subestación eléctrica 150 [kVA]	Global	1	$ 29.319.698	$ 29.319.698
3	Malla de sistema puesta a tierra	Global	1	$ 4.838.519	$ 4.838.519
4	Sistema de apantallamiento	Global	1	$ 670.468	$ 670.468
5	Tableros de uso final	Global	1	$ 11.031.200	$ 11.031.200
				Sub total	$ 54.026.749
				+ IVA	$ 64.291.831

1	**ESTUDIOS DE DISEÑO**				
Ítem	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**Valor Un.**	**Valor Total**
1,1	Tramite de solicitud factibilidad	Global	1	$ 159.000	$ 159.000
1,2	Visita a campo MO	Global	1	$ 159.000	$ 159.000
1,3	Medición de resistividad de terreno Equipo	día	3	$ 350.000	$ 1.050.000
1,4	Levantamiento en sitio MO	día	2	$ 149.000	$ 298.000
1,5	Memorias de calculo y diseño MO	Global	1	$ 5.990.864	$ 5.990.864
1,5	Tramites de Radicación	Global	1	$ 300.000	$ 300.000
1,5	Transporte	Global	6	$ 35.000	$ 210.000
				Total	$ 8.166.864

2	**SUBESTACION ELECTRICA Tipo Poste 150 kVA**				
Ítem	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**Valor Un.**	**Valor Total**
2,1	Estructura de la subestación	Global	1	$ 9.444.620	$ 9.444.620
2,2	Transformador 150 [kVA]	Global	1	$ 10.377.867	$ 10.377.867
2,3	Grupo de medida	Global	1	$ 2.318.211	$ 2.318.211
2,4	Mano de obra	Global	1	$ 3.129.000	$ 3.129.000
2,5	Camión canasta	Global	1	$ 850.000	$ 850.000
2,6	Furgón de materiales	Global	1	$ 500.000	$ 500.000
2,7	Movimiento de tierras	Global	1	$ 1.800.000	$ 1.800.000
2,8	Grúa PH	Global	1	$ 900.000	$ 900.000
				Total	$ 29.319.698

3	**MALLA DE PUESTA A TIERRA**				
Ítem	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**Valor Un.**	**Valor Total**
3,1	Sistema de puesta a tierra	Global	1	$ 3.340.519	$ 3.340.519
3,1	Movimiento de tierras	Global	1	$ 1.200.000	$ 1.200.000
3,1	Mano de obra	Global	1	$ 298.000	$ 298.000
				Total	$ 4.838.519

4	SISTEMA DE APANTALLAMIENTO				
Ítem	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**Valor Un.**	**Valor Total**
4,1	Apantallamiento	Global	1	$ 372.468	$ 372.468
4,2	Mano de obra	Global	1	$ 298.000	$ 298.000
				Total	$ 670.468

5	TABLEROS DE USO FINAL				
Ítem	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**Valor Un.**	**Valor Total**
5,1	Transformador 440/208 V	Global	1	$ 4.300.000	$ 4.300.000
5,2	Tableros uso final 440V	Global	1	$ 2.300.000	$ 2.300.000
5,3	Tableros uso final 208V	Global	1	$ 350.000	$ 350.000
5,4	Transporte de equipos	Global	1	$ 850.000	$ 850.000
5,5	Alimentadores de tableros Al 2 AWG	m	400	$ 3.159	$ 1.263.600
5,6	Cable de Cu 8 AWG	m	400	$ 4.174	$ 1.669.600
5,7	Mano de obra	Global	1	$ 298.000	$ 298.000
				Total	$ 11.031.200

Nota, elaboración propia.

6.2.1 Costo actualización de maquinaria

La proyección de capacidad instalada requerida para dos frentes de trabajo, con 20 técnicos, es de un (1) compresor eléctrico, cuatro (4) malacates eléctricos, tres (3) ventilador y dos (2) bombas. Ver **Tabla 21**

6.2.2 Proyección del costo de operación

La vida útil de un transformador es de aproximadamente 20 años, el periodo de estudio es de 16 años, el cual es la vida útil del grupo electrógeno. Se contempla 7 horas de trabajo diarias, con un promedio anual de 2065 horas de trabajo para la máquina.

La subestación es libre de mantenimiento, cada tanto el operador programara mantenimiento al transformador y a la red eléctrica.

Se proyecta un valor de [kWh] para el sector industrial por parte del operador de red EBSA. (UPME, 2016)

Tabla 26

Proyección del costo de operación a 16 años de la subestación eléctrica

Año	Proyeccion $ kwh	Costo total de operación - Anual
2021	$ 572	$ 141.774.288
2022	$ 589	$ 146.027.517
2023	$ 610	$ 151.138.480
2024	$ 632	$ 156.730.603
2025	$ 656	$ 162.529.636
2026	$ 680	$ 168.543.232
2027	$ 705	$ 174.779.332
2028	$ 731	$ 181.246.167
2029	$ 758	$ 187.952.275
2030	$ 787	$ 194.906.509
2031	$ 816	$ 202.118.050
2032	$ 846	$ 209.596.418
2033	$ 877	$ 217.351.486
2034	$ 910	$ 225.393.491
2035	$ 943	$ 233.733.050
2036	$ 978	$ 242.381.173
	Total	**$ 2.996.201.706**

Nota, elaboración propia.

La carga más significativa de la actualización de maquinaria es el compresor de aire eléctrico. El costo de mantenimiento de compresor se presenta en la **Tabla 24** proyección del costo de mantenimiento del compresor eléctrico de 100 [hp]

6.3 ALTERNATIVA 3, DAR CONTINUIDAD AL ESTADO ACTUAL

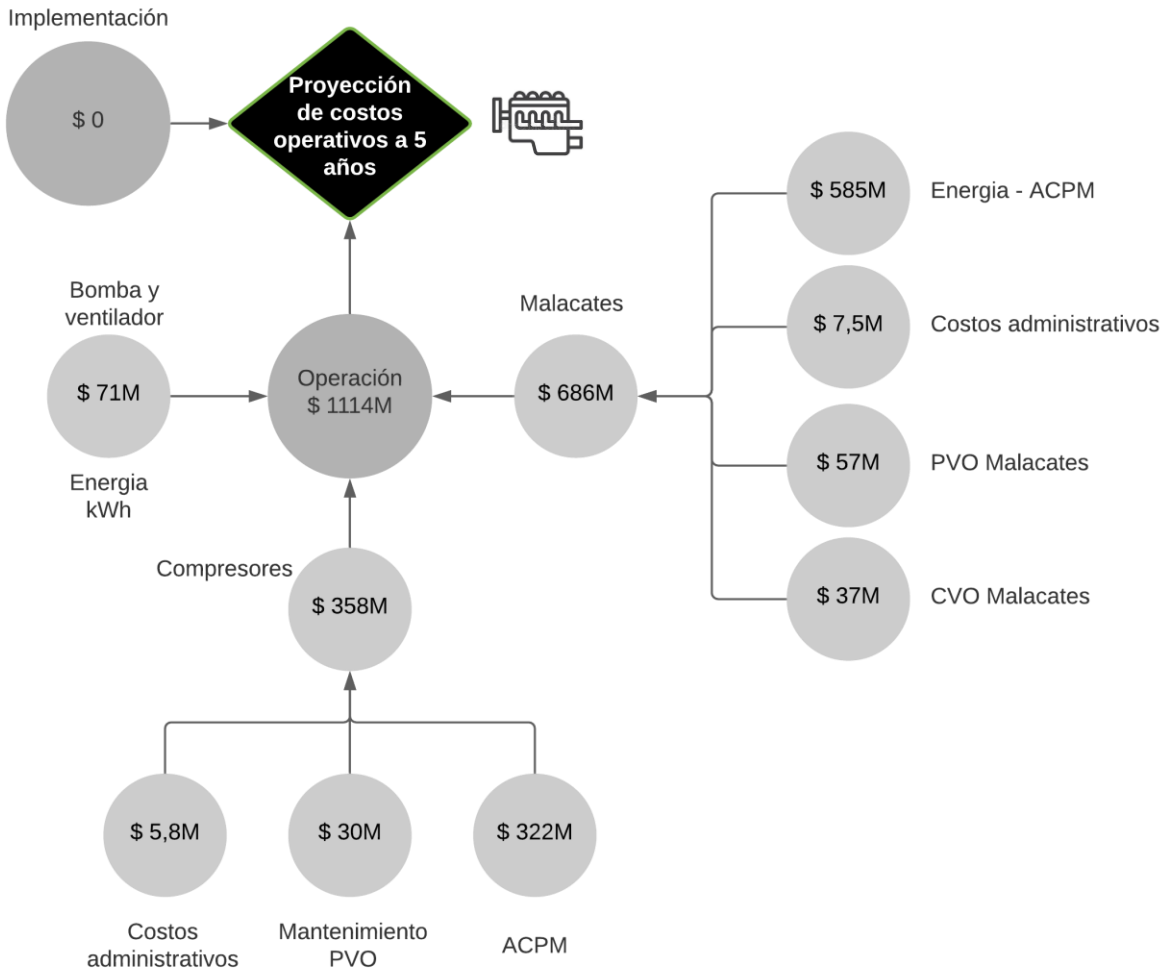
El estado actual está comprendido por cuatro (4) malacates de combustión, dos (2) compresores de aire, una (1) bomba y un (1) ventilador, ver **Tabla 7** Capacidad actual instalada.

Darle continuidad al estado actual de los procesos de producción de la mina, no tiene ningún costo de implementación, pero si continúan los costos de mantenimiento preventivo y correctivo, para continuar su operación.

El rango de estudio de 16 años es muy amplio, para los malacates ya que está cerca a su final de vida útil, por ser de fabricación artesanal. Se usará una proyección de cinco (5) años, el cual es el tiempo máximo que estos equipos pueden operar hasta que deben ser reemplazados.

Figura 19

Costos de implementación y operación estado actual.



Nota, al mantener las condiciones actuales, los costos de implementación son cero; se proyecta costos de operación por cinco años.

Tabla 27

Proyección del costo de operación a 5 años de los malacates.

Año	Consumo ACPM - Anual	PVO Anual Total	CVO Anual Total	Costo administrativo	Costo total de operación - Anual
2021	$ 101.394.942	$ 7.987.500	$ 5.191.875	$ 1.384.615	$ 115.958.932
2022	$ 108.637.438	$ 7.725.033	$ 5.021.272	$ 1.440.000	$ 122.823.743
2023	$ 116.397.254	$ 7.989.053	$ 5.192.884	$ 1.497.600	$ 131.076.792
2024	$ 124.711.344	$ 16.219.006	$ 10.542.354	$ 1.557.504	$ 153.030.207
2025	$ 133.619.297	$ 16.678.043	$ 10.840.728	$ 1.603.344	$ 162.741.411
Total	$ 584.760.275	$ 56.598.635	$ 36.789.112	$ 7.483.063	$ 685.631.085

Nota, elaboración propia.

El compresor de aire se les debe realizar mantenimiento preventivo respecto a fabricante, cada determinada hora de trabajo. La proyección de precios se realiza respecto a lo proyección del IPC de 3,1% del banco de la república y del Grupo Bancolombia. (Banco de la República, 2021), (Grupo Bancolombia, 2021).

Tabla 28

Presupuesto de los kits de mantenimiento del compresor de aire.

Frecuencia	Descripcion	Unidad	Costo total	Costo Anual
1ra. 50 Horas	Cambio de aceite 19,3 L	Galon	$ 310.300	$ 310.300
	Cambio de filtro de aceite	Un.		
	MO	Un.		
250 Horas	Cambio de aceite 19,3 L	Galon	$ 406.300	$ 1.625.200
	Cambio de filtro de aceite	Un.		
	Cambio filtro de combustible	Un.		
	Cambio prefiltro de combustible	Un.		
	MO	Un.		
500 Horas	Cambio de aceite 19,3 L	Galon	$ 913.200	$ 3.652.800
	Cambio filtro de aire	Un.		
	Cambio filtro de combustible	Un.		
	Cambio prefiltro de combustible	Un.		
	Cambio filtro de aceite	Un.		
	MO	Un.		
Anual	Revision general	Un.	$ 149.000	$ 149.000
2 Años	Refrigerante	Galon	$ 70.884	$ 70.884
	MO	Un.		
3 Años	Engrase de rodamientos	Un.	$ 79.000	$ 79.000
	MO	Un.		
25000 Horas	Cambio de rodamientos	Un.	$ 800.000	$ 800.000
	MO	Un.		

Nota, elaboración propia.

Tabla 29

Proyección del costo de operación del compresor de aire diésel

Año	Proyeccion $ ACPM Galon	Consumo ACPM - Anual	PVO Anual Total	Costo administrativo	Costo total de operación - Anual
2021	$ 8.665	$ 58.410.765	$ 5.737.300	$ 1.107.692	$ 65.255.757
2022	$ 9.284	$ 61.272.892	$ 5.701.306	$ 1.129.846	$ 68.104.044
2023	$ 9.947	$ 64.275.264	$ 5.918.188	$ 1.152.443	$ 71.345.895
2024	$ 10.658	$ 67.424.752	$ 6.128.187	$ 1.175.492	$ 74.728.431
2025	$ 11.419	$ 70.728.565	$ 6.275.883	$ 1.199.002	$ 78.203.450
Total		$ 322.112.239	$ 29.760.863	$ 5.764.475	$ 357.637.578

Nota, elaboración propia.

Tabla 30

Proyección del costo de operación de la bomba y el ventilador.

Año	Proyección $ kW	Ventilador 7,5[hp]	Bomba 7,5[hp]	Total
2021	$ 572	$ 6.610.226	$ 6.610.226	$ 13.220.452
2022	$ 589	$ 6.808.533	$ 6.808.533	$ 13.617.066
2023	$ 610	$ 7.046.832	$ 7.046.832	$ 14.093.663
2024	$ 632	$ 7.307.564	$ 7.307.564	$ 14.615.129
2025	$ 656	$ 7.577.944	$ 7.577.944	$ 15.155.889
			Total	$ 70.702.199

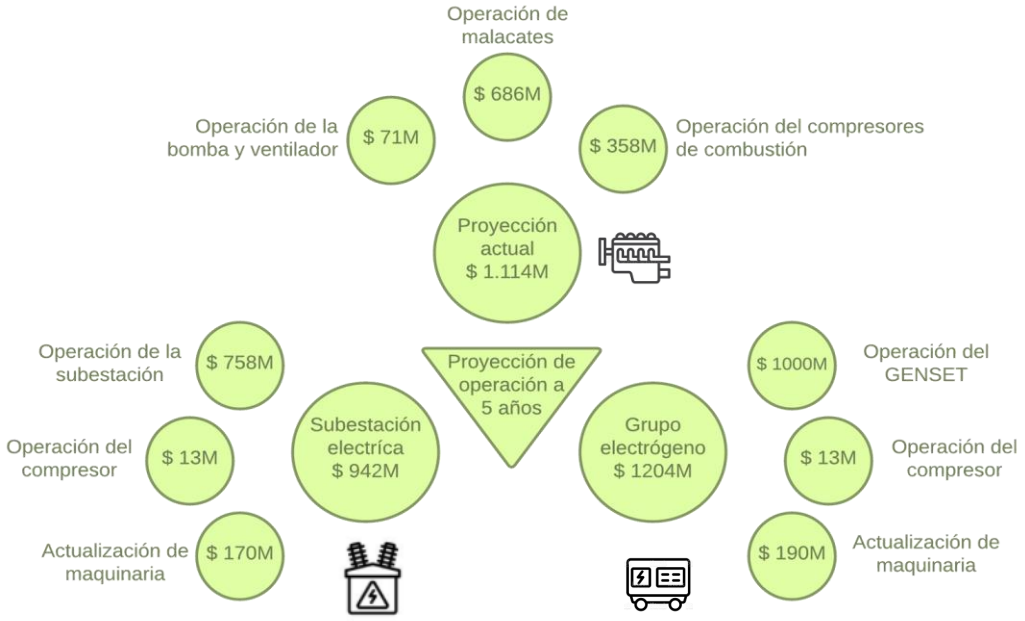
Nota, elaboración propia.

6.4 COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS

Para comparar los costos de operación de las tres alternativas, se toma un rango de 4 años, debido a que la maquinaria actualmente utilizada está al límite de su vida útil. En la comparación de costos, se observa que, entre las tres alternativas, la actual es la más costosa y menos eficiente. La alternativa de la subestación continúa siendo la más económica en ese rango de tiempo.

Figura 20

Comparativo de costos de implementación y operación de las alternativas



Nota, elaboración propia.

La proyección de costos a 5 años de implementación y operación para la alternativa 2, subestación eléctrica, comparada con las otras 2 es la más económica.

La alternativa 3, continuar la operación con la maquinaria actual, sin ninguna implementación de proyecto es la alternativa más costosa, a que sin ninguna inversión los costos de operación a 5 años son similares a las alternativas con inversión.

El costo de implementación y operación de la subestación eléctrica es más bajo, respecto a los costos de la implementación del grupo electrógeno. La diferencia está en los costos de mantenimiento que se debe realizar a los elementos mecánicos de la planta eléctrica y los costos de combustible que este consume.

En cuanto impacto ambiental, la subestación no genera emisiones de CO^2, ni consume recursos como aceites y combustibles en el mantenimiento.

Entre las dos alternativas, la subestación es la más viable económicamente, técnicamente y por su impacto ambiental

6.5 EVALUACION DE FLUJOS DE CAJA

Los accionistas de la mina, define una tasa de descuento del 12% para el análisis del VPN y TIR, quienes consideran que este porcentaje seria el óptimo para el estudio.

Se evalúan el VPN y la TIR para tres periodos diferentes del proyecto. A 5 años el cual sería el tiempo de operación útil para la maquinaria actualmente instalada, a 8 años a mitad de la vida útil del grupo electrógeno y los motores y a 16 años el tiempo de vida útil de la maquinaria. Ver ANEXO F. FLUJOS DE CAJA y se evalúan dos escenarios diferentes en el cual los socios aportan el 10% del capital de la inversión y otro escenario con una financiación del 80% con una entidad bancaria.

6.5.1 Flujo de caja del proyecto para el grupo electrógeno

Tabla 31

Flujo de caja con una inversión del 100% de los socios de la mina

FLUJO DE CAJA PROYECTO GRUPO ELECTROGENO - INVERSION DE LOS SOCIOS							
	FLUJO DE CAJA	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
+	Ingresos (Ventas)		$ 625.814.335	$ 669.517.154	$ 717.132.419	$ 805.190.817	$ 898.337.143
-	Egresos (Gastos)		$ 532.150.652	$ 579.889.570	$ 631.344.139	$ 699.244.832	$ 762.576.253
-	Depreciación		$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441
-	Interés		$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
=	Utilidad antes de impuestos		$ 84.711.242	$ 80.675.143	$ 76.835.839	$ 96.993.544	$ 126.808.449
-	Impuestos		$ 39.113.396	$ 41.844.822	$ 44.820.776	$ 50.324.426	$ 56.146.071
=	Utilidad después de impuestos		$ 45.597.846	$ 38.830.321	$ 32.015.063	$ 46.669.118	$ 70.662.377
+	Depreciación		$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441
	Desembolso financiero						
	Amortización		$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
	Inversión de los socios	$ 190.220.807					
=	Flujo de caja		$ 54.550.287	$ 47.782.762	$ 40.967.504	$ 55.621.559	$ 79.614.818
	pay back		-$ 135.670.520	-$ 87.887.758	-$ 46.920.254	$ 8.701.305	$ 88.316.123
	Condicional		0	0	0	1	1

Nota, elaboración propia.

Tabla 32

Flujo de caja con una financiación del 80% con entidad bancaria.

FLUJO DE CAJA PROYECTO GRUPO ELECTROGENO- FINACIACION CON BANCO						
FLUJO DE CAJA	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
+ Ingresos (Ventas)		$ 625.814.335	$ 669.517.154	$ 717.132.419	$ 805.190.817	$ 898.337.143
- Egresos (Gastos)		$ 532.150.652	$ 579.889.570	$ 631.344.139	$ 699.244.832	$ 762.576.253
- Depreciación		$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441
Interés		$ 16.161.160	$ 13.546.466	$ 10.654.092	$ 7.454.549	$ 3.915.213
= Utilidad antes de impuestos		$ 68.550.082	$ 67.128.677	$ 66.181.746	$ 89.538.995	$ 122.893.236
- Impuestos		$ 39.113.396	$ 41.844.822	$ 44.820.776	$ 50.324.426	$ 56.146.071
= Utilidad después de impuestos		$ 29.436.686	$ 25.283.854	$ 21.360.970	$ 39.214.569	$ 66.747.164
+ Depreciación		$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441
+ Desembolso financiero	$ 152.176.646					
- Amortización		$ 24.620.465	$ 27.235.159	$ 30.127.533	$ 33.327.077	$ 36.866.412
+ Inversión de los socios	$ 38.044.161					
= Flujo de caja		$ 13.768.662	$ 7.001.137	$ 185.879	$ 14.839.934	$ 38.833.193
pay back		-$ 176.452.145	-$ 169.451.008	-$ 169.265.130	-$ 154.425.196	-$ 115.592.003
Condicional		0	0	0	0	0

Nota, elaboración propia.

6.5.2 Flujo de caja del proyecto para la subestación eléctrica.

Tabla 33

Flujo de caja con una inversión del 100% de los socios de la mina

FLUJO DE CAJA PROYECTO SUBESTACION ELECTRICA - INVERSION DE LOS SOCIOS						
FLUJO DE CAJA	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
+ Ingresos (Ventas)		$ 625.814.335	$ 669.517.154	$ 717.132.419	$ 805.190.817	$ 898.337.143
- Egresos (Gastos)		$ 502.129.184	$ 542.778.795	$ 586.649.631	$ 638.621.576	$ 692.982.340
- Depreciación		$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441
- Interés		$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
= Utilidad antes de impuestos		$ 114.732.710	$ 117.785.918	$ 121.530.348	$ 157.616.800	$ 196.402.362
- Impuestos		$ 39.113.396	$ 41.844.822	$ 44.820.776	$ 50.324.426	$ 56.146.071
= Utilidad después de impuestos		$ 75.619.314	$ 75.941.096	$ 76.709.571	$ 107.292.374	$ 140.256.290
+ Depreciación		$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441
+ Desembolso financiero						
- Amortización		$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
+ Inversión de los socios	$ 170.454.480					
= Flujo de caja		$ 84.571.755	$ 84.893.537	$ 85.662.013	$ 116.244.815	$ 149.208.731
Pay Back		-$ 85.882.725	-$ 989.188	$ 84.672.824	$ 200.917.640	$ 350.126.371
Condicional		0	0	1	1	1

Nota, elaboración propia.

Tabla 34

Flujo de caja con una financiación del 80% con entidad bancaria.

FLUJO DE CAJA PROYECTO SUBESTACION ELECTRICA - FINANCIACION CON BANCO						
FLUJO DE CAJA	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
+ Ingresos (Ventas)		$ 625.814.335	$ 669.517.154	$ 717.132.419	$ 805.190.817	$ 898.337.143
- Egresos (Gastos)		$ 502.129.184	$ 542.778.795	$ 586.649.631	$ 638.621.576	$ 692.982.340
- Depreciación		$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441
Interés		$ 14.481.813	$ 12.138.819	$ 9.546.999	$ 6.679.927	$ 3.508.373
= Utilidad antes de impuestos		$ 100.250.897	$ 105.647.099	$ 111.983.349	$ 150.936.873	$ 192.893.988
- Impuestos		$ 39.113.396	$ 41.844.822	$ 44.820.776	$ 50.324.426	$ 56.146.071
= Utilidad después de impuestos		$ 61.137.501	$ 63.802.277	$ 67.162.573	$ 100.612.447	$ 136.747.917
+ Depreciación		$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441
Desembolso financiero	$ 136.363.584					
Amortización		$ 22.062.090	$ 24.405.084	$ 26.996.904	$ 29.863.976	$ 33.035.530
Inversión de los socios	$ 34.090.896					
= Flujo de caja		$ 48.027.852	$ 48.349.634	$ 49.118.110	$ 79.700.912	$ 112.664.829
pay back		-$ 122.426.628	-$ 74.076.994	-$ 24.958.885	$ 54.742.028	$ 167.406.856
Condicional		0	0	0	1	1

Nota, elaboración propia.

6.5.3 Evaluación de flujos de caja

Se evalúan el VPN y la TIR para tres periodos diferentes del proyecto. A 5 años el cual sería el tiempo de operación útil para la maquinaria actualmente instalada, a 8 años a mitad de la vida útil del grupo electrógeno y los motores y a 16 años el tiempo de vida útil de la maquinaria.

Los valores de VPN para el proyecto de la subestación son mayores respecto al del grupo electrógeno y el tiempo en que se recupera la inversión del proyecto de la subestación es menor al tiempo de recuperación respecto al proyecto del grupo electrógeno.

Al financiar los proyectos en un 80’% con una entidad bancaria, el proyecto del grupo electrógenos a 5 años da un valor negativo, ya que al año 7 se recupera la inversión.

En cuanto al análisis de costo-beneficio, la alternativa del grupo electrógeno es aceptada en el periodo de 16 años, en cuanto la alternativa de la subestación el costo beneficio es más aceptado en los tres periodos de estudio, a excepción de cuando se financia con entidad bancaria en el periodo de 5 años.

Tabla 35

Evaluación de flujos de caja en diferentes periodos.

100% inversión accionistas GENSET				
AÑOS	VPN	TIR	costo/ beneficio	Payback
5	$ 6.260.884	13%	$ 0,0329	Año 4
8	$ 182.951.516	30%	$ 0,9618	
16	$ 585.897.455	37%	$ 3,0801	

Financiamiento del 80% GENSET				
AÑOS	VPN	TIR	costo/ beneficio	Payback
5	-$ 140.747.748	-21%	-$ 0,7399	Año 7
8	$ 35.942.884	15%	$ 0,1890	
16	$ 438.888.823	27%	$ 2,3073	

100% inversión accionistas SSEE				
AÑOS	VPN	TIR	costo/ beneficio	Payback
5	$ 192.245.875	47%	$ 1,1278	Año 3
8	$ 491.670.965	58%	$ 2,8845	
16	$ 1.370.552.464	62%	$ 8,0406	

Financiamiento del 80% SSEE				
AÑOS	VPN	TIR	costo/ beneficio	Payback
5	$ 60.513.283	23%	$ 0,3550	Año 4
8	$ 359.938.373	42%	$ 2,1116	
16	$ 1.238.819.873	49%	$ 7,2677	

Nota, elaboración propia.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La minería denominada tradicional, cuenta con bajos niveles de producción por la limitación de su infraestructura y conocimientos técnicos, bajos niveles de seguridad, pocas consideraciones de peligro con el medio ambiente y uso deficiente de los recursos energéticos.

La mina MAYAK-1 presenta las anteriores características nombradas, su limitada infraestructura utiliza maquinaria artesanal para las tareas de producción minera causando paradas no programadas a la producción, por fallas de esta maquinaria, altos riesgos de explosión por la utilización de técnicas inadecuadas en el uso, manipulación y almacenaje de combustibles fósiles, esto causa impactos negativos al medio ambiente con la contaminación de suelos y emisiones de CO^2 al ambiente.

Las paradas no programadas de mantenimiento correctivo, aumentan los costos de mantenimiento y disminuyen la capacidad de mantener la producción el tiempo en que la maquina no esté operativa.

El alcance del presente proyecto permite evidenciar la necesidad que tiene el sector minero a pequeña escala, de aumentar su capacidad eléctrica en cuanto a carga y maquinaria, con el fin de tecnificar sus procesos de explotación de minerales, para aumentar la disponibilidad operativa de la maquinaria, disminuir los impactos negativos al medio ambiente y el uso eficiente de los recursos energéticos.

Se plantean dos alternativas para obtener un aumento en la disponibilidad de carga eléctrica, el montaje de un grupo electrógeno o el montaje de una subestación eléctrica. Las dos alternativas me brindan un aumento de potencia disponible para instalar máquinas y herramientas eléctricas.

Al realizar cotización de maquinaria y elementos eléctricos, se determina los costos de implementación de las dos alternativas propuestas, identificando que la alternativa de la subestación eléctrica es la más económica respecto a la implementación de un grupo electrógeno. La subestación eléctrica y trae consigo mayores beneficios, en el ámbito que

no requiere mantenimiento frecuente, no es necesario el uso de combustibles fósiles y la contaminación que genera es baja. el uso del grupo electrógeno conlleva a seguir dependiendo del uso de combustibles, la realización de mantenimientos periódicos que por otra parte generan el consumo de recursos y emisiones de CO^2 al ambiente.

Por medio de una proyección de precios a los combustibles y energía eléctrica se determina los costos de operación de las dos alternativas planteadas y se proyecta el costo de operación de la mina en sus condiciones actuales, sin implementar ninguna de las alternativas. Se identifica que la alternativa del montaje de la subestación eléctrica, continúa siendo la más económica y confiables respecto a la alternativa del montaje de un grupo electrógeno o el de permanecer sin realizar ninguna inversión.

La actualización a maquinaria eléctrica, aumenta la disponibilidad de la maquinaria, disminuyen los costos de mantenimiento preventivo y correctivo, impulsando un aumento de la producción, mayor presencia del mineral en el mercado y utilidades para los accionistas de la mina.

Los malacates y compresores que actualmente utiliza la mina MAYAK-1 para sus trabajos de explotación de carbón, tiene como fuente primaria el ACPM, la combustión de este, genera emisiones al medio ambiente de CO^2, contribuyendo a la contaminación del aire del entorno, que afecta a los trabajadores de la mina, a los residentes rurales del entorno de la mina y a la fauna de la región.

Adopción de maquinaria más eficiente y menos contaminante, cuya fuente primaria de energía no dependa de combustibles fósiles, iniciará a la compañía en el proceso de tecnificación de sus procesos y disminuirá los impactos negativos sobre el medio ambiente.

Los sectores industriales y comerciales, podrán por medio de este trabajo, obtener una ayuda para iniciar sus procesos de solicitar aumentos de carga, radicación de diseños eléctricos ante los operadores de red para aumentar su capacidad instalada, actualizar y tecnificar su maquinaria.

Todo diseño de las instalaciones eléctricas a la que le aplique el RETIE, debe contar con un diseño realizado por un profesional o profesionales legalmente competentes para

desarrollar esa actividad. El diseño podrá ser detallado o simplificado según el tipo de instalación.

Con la planificación del proyecto de aumento de carga, se identifican los procesos iniciales para tramitar la solicitud ante el operador de red. Definición de alimentar una carga proyectada, solicitar disponibilidad de servicio al operador de red, elaboración de diseños eléctricos de la subestación, radicación de diseños al operador de red, construcción de obra y legalización de cuenta.

Se proyecta por medio de un cuadro de cargas futuras para la mina MAYAK-1 de 150 [kVA], al realizar inspección a la instalación de la mina, identificar los requerimientos del proceso de producción de carbón y por medio de la entrevista al supervisor de la planta.

Al solicitar al operador una disponibilidad de servicio de 150 [kVA], este realiza visita a las instalaciones de la mina, valida su capacidad de suministrar la energía y aprueba la solicitud.

Por medio del estudio económico realizado, otras compañías industriales y comerciales, pueden identificar como los costos de operación y mantenimiento de una subestación eléctrica y maquinaria eléctrica es más baja en comparación a diferentes maquinas artesanales de combustión.

Con los estudios de flujos de caja, planteando una tasa de descuento sugerida por los accionistas de la mina de un 12%, se identifica que los valores de VPN para el proyecto de la subestación son mayores respecto al del grupo electrógeno y el tiempo en que se recupera la inversión del proyecto de la subestación es menor al tiempo de recuperación respecto al proyecto del grupo electrógeno.

Al financiar los proyectos en un 80’% con una entidad bancaria, el proyecto del grupo electrógenos a 5 años da un valor negativo, ya que al año 7 se recupera la inversión y el valor de la TIR está por debajo de la tasa de descuento. Por lo cual proyectos la alternativa del grupo electrógeno a 5 años con financiación del 80%, se deberá rechazar por su no viabilidad.

En cuanto al análisis de costo-beneficio, la alternativa del grupo electrógeno es aceptada en el periodo de 16 años, en cuanto la alternativa de la subestación el costo beneficio es más aceptado en los tres periodos de estudio, a excepción de cuando se financia con entidad bancaria en el periodo de 5 años y los valores de TIR son más altos respecto a los valores del grupo electrógeno, lo que es una mayor rentabilidad.

Recomendaciones:

Utilizar maquinaria eléctrica más eficiente, para disminuir los costos de mantenimiento y operación, con menores impactos negativos al medio ambiente y mayor disponibilidad operativa en los procesos de producción de las compañías.

La adopción de maquinaria eléctrica respecto a maquinaria de combustión, disminuye el tiempo utilizado en paradas no programadas, disminuye el consumo de combustibles y aceites y disminuye las horas hombre que se invierten en la gestión del mantenimiento.

Todo diseño de las instalaciones eléctricas a la que le aplique el RETIE, debe contar con un diseño realizado por un profesional o profesionales legalmente competentes para desarrollar esa actividad.

Los requerimientos técnicos y operativos para la actualización de la maquinaria requieren, cambiar los cuatro (4) malacates artesanales por dos (2) malacates de 10 [hp] y dos (2) de 7,5 [hp] para la extracción de vagones entre 1 y 2 toneladas de peso; cambiar los dos (2) compresor, cuya fuente principal de energía es el ACPM, por un compresor eléctrico a 440 [V] de 100 [hp] que entregara aire para 16 martillos neumáticos.

8. REFERENCIAS

Acosta Bueno, D. M. (2016). Impactos ambientales de la mineria de carbón y su relación con los problemas de salud de la población del municipio de Samacá (Boyacá), según reportes ASIS 2005-2011. Bogotá, Colombia.

Anexo General Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. (30 de Agosto de 2013). RETIE. Colombia.

Banco de la República. (2021). Proyecciones macroeconómicas de analistas locales y extranjeros. Obtenido de https://www.banrep.gov.co/es/proyecciones-macroeconomicas-analistas-locales-y-extranjeros

El Tiempo. (3 de Mayo de 1995). Minería afecta al medio ambiente.

Adaptado de: Gupo Bancolombia. (2021). Categoría - Tabla Macroeconómicos Proyectados. Obtenido de Informes Trimestrales: https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/investigaciones-economicas/publicaciones/tablas-macroeconomicos-proyectados

ICONTEC. (2020). Código Eléctrico Colombiano (Segunda ed.). Colombia.

Infante, C. (2010). Guía para la presentación de proyectos de investigación. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Ministerio de minas y energía. (2015). Reglamento de seguridad en las labores mineras subterráneas. Decreto 1886 del 21 de septiembre de 2015. Bogotá, Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.

Mintrabajo. (23 de Mayo de 2021). Empleo y pensiones. Obtenido de Cotización a la Seguridad Social - Aportes: https://www.mintrabajo.gov.co/empleo-y-

pensiones/empleo/subdireccion-de-formalizacion-y-proteccion-del-empleo/formalizacion-laboral/cotizacion-a-la-seguridad-social-aportes

Páez, A. L., & Gomez, D. A. (2017). Design and development of an electric winch for the extraction of vagonetes in a carbon underground mine. Tekhnê 14, 13-26.

UPME. (2005). La cadena del carbón. Bobotá: www.disgitosydisenos.com. Obtenido de Zonas carboníferas de Colombia - UPME: http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/areas/zonas/indice.htm

UPME. (2016). Proyección de precios de los energéticos para generación eléctrica. enero 2016 – diciembre 2035. Colombia.

UPME. (4 de Diciembre de 2018). Carbón metalúrgico. . Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y largo plazo con vigencia al año 2035. Colombia.

Huamán Rivas, Gottardo Lincoln. Diseño de una subestación eléctrica considerando el control de energía en un proceso minero. Tesis de grado. Universidad Nacional de Ingeniería. 2007.

Mining Press, Enernews. D&C Visual S.R.L.. Luciana Paz. Los proyectos renovables en las minas del mundo. Argentina. 2019.

J. A. Zambrano G., "Diseño del malacate de una grúa para la extracción de petróleo," Escuela superior politécnica del litoral, Guayaquil, Ecuador, Tesis 2004.

República de Colombia, "Glosario técnico minero," Ministerio de Minas y Energía, Bogotá, 2003.

Glosario. Adaptado de, EBSA. https://www.ebsa.com.co/nuestra-empresa/glosario/

A. Paez T. y D. Gomez, “Diseño y desarrollo de un malacate eléctrico para extracción de vagonetas en una mina subterránea de carbón en el municipio de Samacá, Boyacá.” Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogota D.C., 2014.

E. Chaparro Ávila, División Recursos Naturales e Infraestructura, La llamada pequeña minería: un renovado enfoque empresarial. Julio de 2000.

S. Mejía. La Cadena del Carbón en Colombia. Unidad de Planeación Energética UPME. 2005.

V. Castro. Trabajo de grado para optar al título de Geólogo, estudio de las operaciones de muestreo, homogeneización y producción del material aurífero basado en fundamentos teóricos en mina Colombia en c.v.g minerven, edo. bolívar 2005.

E. Muños del Pino, Riesgos en la Minería, abril de 2003.

Fabián Sandoval Moreano, Coordinador General de la Fundación Ambiente y Sociedad, Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable en Ecuador. 2010.

La comisión nacional de salud ocupacional para el sector minero. Actualización del decreto 1335 de 1987. Reglamento de seguridad en las labores subterráneas. 2010.

D. Álvarez y P. Luque, Ingeniería e infraestructura de los transportes. Ferrocarriles. España: Universidad de Oviedo. Servicio de Publicaciones. 2003. pp. 382

R. A. Serway, “Las leyes de movimiento”, en Física para ciencias e ingeniería. 6ta ed., vol. 1, McGraw Hill, 2003, pp. 111 – 149.Norma Técnica Colombiana NTC 3346, Siderurgia. Cables para malacates, Requisitos Técnicos.

ANEXOS

ANEXO A. COSTOS E INGRESOS DE PRODUCCIÓN EN LA MINA MAYAK-1

Tabla 36

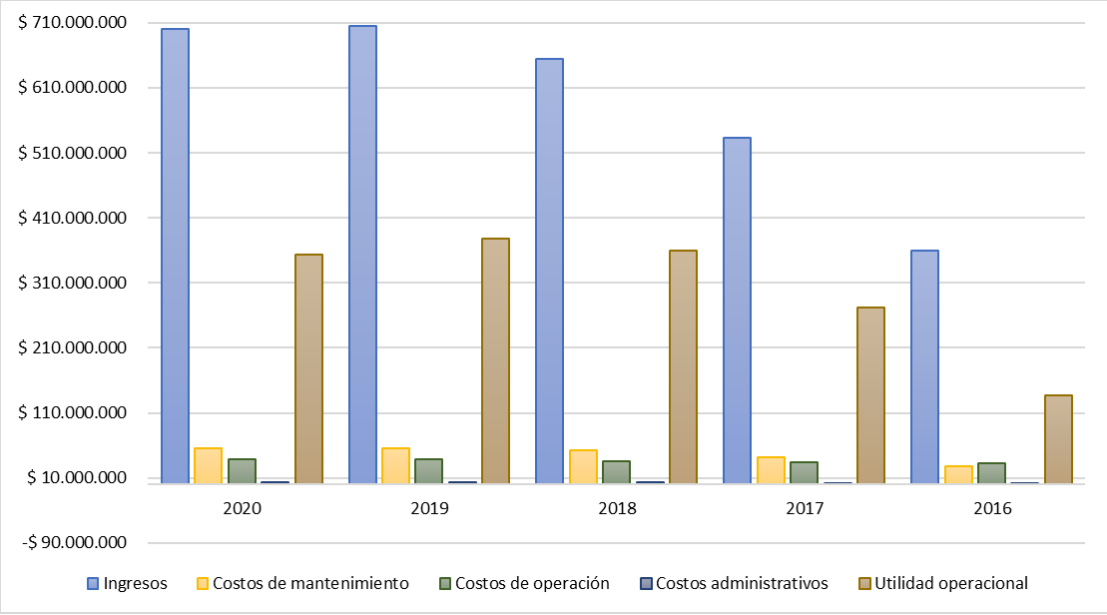
Costos operativos de la producción de carbón en la mina MAYAK-1 del 2016 al 2020

año	Producción [t]	[t] estéril	Costo mano de obra	Ingresos	Costos de mantenimiento	Costos de operación	Costos administrativos	Utilidad operacional
2020	1885	566	$ 249.550.000	$ 700.754.448	$ 56.060.356	$ 39.103.290	$ 3.363.621	$ 352.677.181
2019	1855	556	$ 227.850.000	$ 704.419.111	$ 56.353.529	$ 38.468.075	$ 3.381.212	$ 378.366.295
2018	1692	508	$ 226.300.000	$ 654.885.797	$ 52.390.864	$ 35.100.142	$ 3.143.452	$ 359.651.340
2017	1637	491	$ 223.200.000	$ 532.504.631	$ 42.600.371	$ 33.948.977	$ 2.556.022	$ 272.049.261
2016	1570	471	$ 220.100.000	$ 359.670.751	$ 28.773.660	$ 32.564.469	$ 1.726.420	$ 136.956.203

Nota, la tabla muestra los costos de producción desde el año 2016 al 2020, recuperado de estados financieros de la empresa MINEROS ASOCIADOS CARBON DE PIEDRA S.A.S.

Figura 21

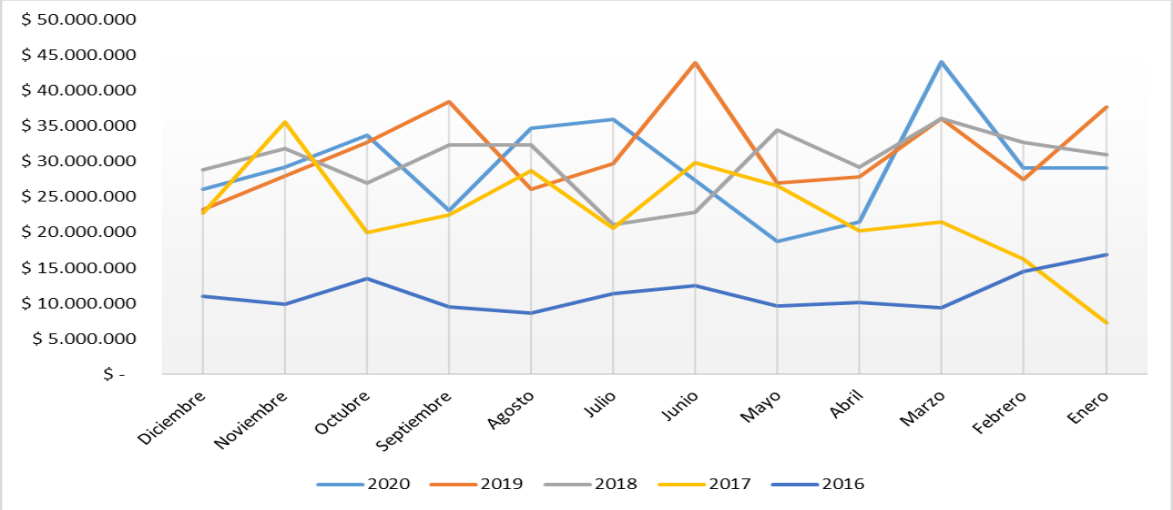
Costos operativos de la producción de carbón en la mina MAYAK-1 del 2016 al 2020



Nota, elaboración propia.

Figura 22

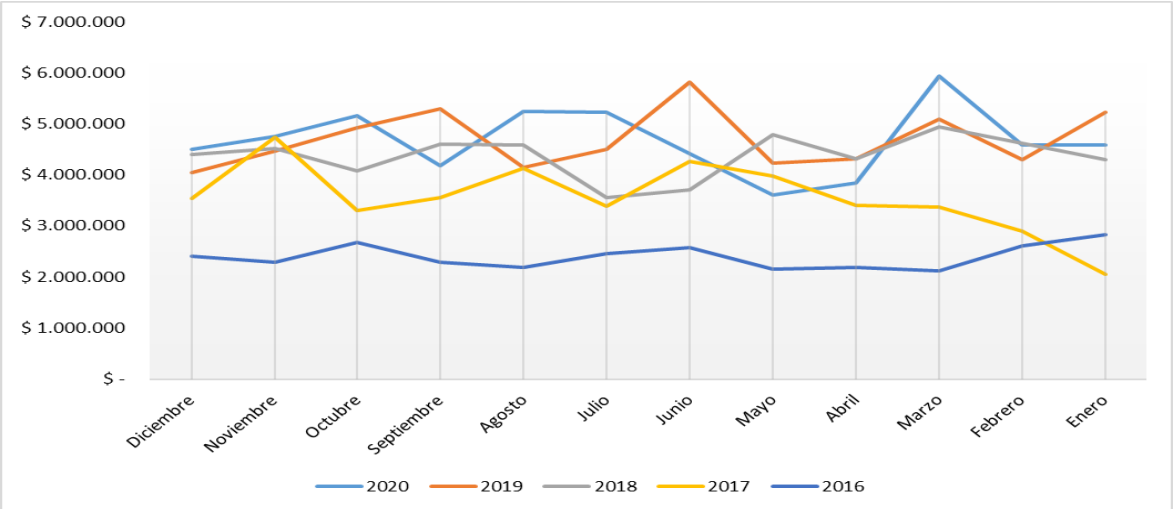
Histórico utilidad operacional - mina MAYAK-1, desde el 2016 al 2020.



Nota, la gráfica muestra la evolución de la utilidad operacional, entre el año 2016 al 2020, respecto a la **Tabla 36**

Figura 23

Histórico costo de mantenimiento mina MAYAK-1, desde el 2016 al 2020.



Nota, la gráfica muestra los costos de mantenimiento, entre el año 2016 al 2020, respecto a la **Tabla 36**

Tabla 37

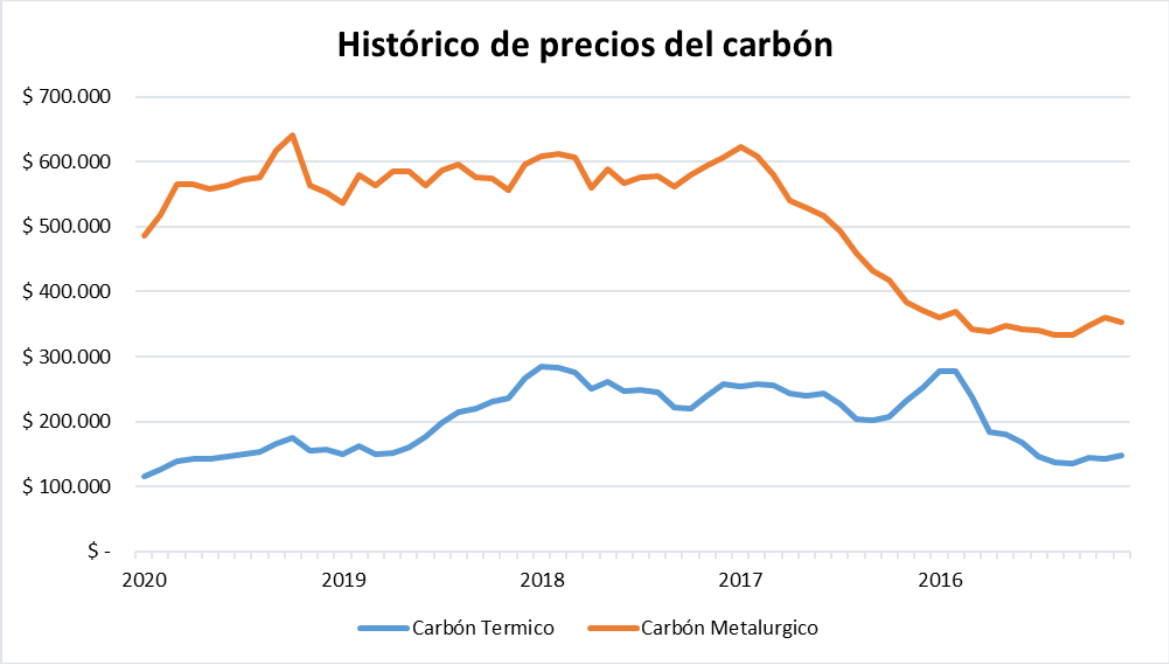
Indicadores históricos del precio del carbón.

Precio del carbon		Termico		Metalurgico	
Año	Historico TRM - COP	USD/t	COP/t	USD/t	COP/t
2020	$ 3.414	34,05	$ 116.247	143	$ 486.543
	$ 3.594	35,05	$ 125.970	144	$ 518.434
	$ 3.868	36,05	$ 139.441	146	$ 564.672
	$ 3.825	37,05	$ 141.716	148	$ 565.034
	$ 3.739	38,05	$ 142.269	149	$ 558.820
	$ 3.731	39,05	$ 145.696	151	$ 564.100
	$ 3.748	40,05	$ 150.107	153	$ 573.176
	$ 3.726	41,05	$ 152.952	155	$ 576.279
	$ 3.952	42,05	$ 166.182	156	$ 618.093
	$ 4.049	43,05	$ 174.309	158	$ 640.291
	$ 3.523	44,05	$ 155.188	160	$ 563.227
	$ 3.417	46,05	$ 157.353	162	$ 552.211
2019	$ 3.285	45,55	$ 149.632	163	$ 536.581
	$ 3.515	46,05	$ 161.866	165	$ 580.251
	$ 3.377	44,55	$ 150.445	167	$ 563.332
	$ 3.476	43,55	$ 151.380	169	$ 585.880
	$ 3.439	46,55	$ 160.085	170	$ 585.612
	$ 3.278	53,8	$ 176.356	172	$ 563.886
	$ 3.382	58,4	$ 197.509	174	$ 587.647
	$ 3.395	63	$ 213.874	175	$ 595.768
	$ 3.254	67,6	$ 219.937	177	$ 576.615
	$ 3.207	72,2	$ 231.545	179	$ 573.938
	$ 3.080	76,8	$ 236.544	181	$ 556.556
	$ 3.265	81,4	$ 265.770	182	$ 595.651
2018	$ 3.304	86,0	$ 284.101	184	$ 608.410
	$ 3.296	85,6	$ 282.253	186	$ 612.755
	$ 3.229	85,3	$ 275.336	188	$ 605.906
	$ 2.959	84,9	$ 251.228	189	$ 560.371
	$ 3.082	84,5	$ 260.577	191	$ 589.091
	$ 2.942	84,2	$ 247.673	193	$ 567.457
	$ 2.961	83,8	$ 248.168	195	$ 576.213
	$ 2.944	83,4	$ 245.652	196	$ 577.982
	$ 2.833	78,25	$ 221.676	198	$ 561.080
	$ 2.905	75,8	$ 220.199	200	$ 580.398
	$ 2.946	81,5	$ 240.099	202	$ 593.703
	$ 2.986	86,38	$ 257.959	203	$ 607.014
2017	$ 3.037	83,9	$ 254.829	205	$ 622.647
	$ 3.082	83,78	$ 258.210	198	$ 608.952
	$ 3.049	84,06	$ 256.257	190	$ 579.723
	$ 2.951	82,74	$ 244.166	183	$ 539.295
	$ 3.022	79,19	$ 239.320	175	$ 529.875
	$ 3.080	78,75	$ 242.550	168	$ 517.183
	$ 3.075	73,98	$ 227.507	161	$ 493.578
	$ 2.995	67,95	$ 203.476	153	$ 458.408
	$ 2.964	67,95	$ 201.403	146	$ 431.755
	$ 3.023	68,5	$ 207.103	138	$ 417.985
	$ 2.932	79,5	$ 233.110	131	$ 383.630
	$ 3.002	83,75	$ 251.418	123	$ 370.497
2016	$ 3.099	89,8	$ 278.313	116	$ 359.513
	$ 3.209	86,69	$ 278.195	115	$ 368.461
	$ 3.010	78,88	$ 237.421	114	$ 342.034
	$ 3.008	60,95	$ 183.335	112	$ 338.259
	$ 3.131	57,85	$ 181.115	111	$ 348.369
	$ 3.106	54,23	$ 168.438	110	$ 341.942
	$ 3.128	46,78	$ 146.328	109	$ 340.668
	$ 3.092	44,39	$ 137.254	108	$ 333.093
	$ 3.121	43,12	$ 134.578	107	$ 332.528
	$ 3.307	43,84	$ 144.979	105	$ 348.438
	$ 3.454	41,38	$ 142.927	104	$ 359.844
	$ 3.427	43,01	$ 147.395	103	$ 352.981

Nota, Evolución de precios del carbón térmico y metalúrgico, (USD/t), desde el año 2016 al 2020. (UPME, 2018).

Figura 24

Históricos del precio del carbón.



Nota, la gráfica muestra la evolución de los precios del carbón metalúrgico y el carbón térmico desde el año 2016 al 2020. (UPME, 2018).

ANEXO B. DISPONIBILIDAD DE SERVICIO - EBSA

EBSA
Empresa de Energía de Boyacá S.A. E.S.P.
Pura Energía Boyacense

CERTIFICADO DE DISPONIBILIDAD DE SERVICIO DE ENERGIA ELÉCTRICA, REGULACION Y ESQUEMA DE RED

CÓDIGO:	FT-ES-08
VERSION:	06
VIGENCIA:	24/12/2020
N.º PAGINAS:	2

Número de la solicitud SIEC: 53010 -3028812. | Ciudad y Fecha: SAMACÁ 12/02/2021.

INFORMACION DE LA SOLICITUD (Espacio Usuario)

Nombre del solicitante: *	[redacted]	Cédula o NIT solicitante: *	[redacted]	Teléfono solicitante: *	3132402415.
Nombre del propietario: *	[redacted]	Cédula o NIT propietario: *	[redacted]	Teléfono Propietario: *	3132402415.
Dirección predio: *	SECTOR CUCHINILLOS.	Barrio / Vda. predio*	VDA RUCHICAL.	Municipio predio: *	SAMACÁ.

Potencia Max. Requerida (KVA)*	Numero de cuentas por clase de servicio*					¿Aumento de carga? *	Si [X] No [ ]
	Residencial	Comercial	Industrial	Oficial	Alumbrado Público	N.º Cuenta Existente: *	559750515.
150			X			Carga actual (KVA): *	
Nombre del Proyecto:	MINA COCHINILLOS. 150[KVA] A 440[V].					¿Está interesado que EBSA le construya su proyecto? **	Si [x] No [ ]

*Campos Obligatorios para la solicitud.
** Solo para proyectos en MT, que contemplen la inclusión de más de una cuenta. EBSA construirá la red de MT e instalará el transformador.

FACTIBILIDAD DE CONEXIÓN

	Código de subestación	Nombre Subestación	Código Alimentador	Nombre alimentador	Nivel de Tensión
PUNTO DE CONEXIÓN	81051.	SAMACA.	14535	LOMA REDONDA.	I [ ] II [X] III [ ] IV [ ]
	Nodo Transformador	Capacidad KVA	Número de Usuarios	Regulación de Voltaje	Potencia Máxima Aprobada	Tipo de Instalación
					150.	3Ø.
Geo posición	N.	W.	A. 2635	Observación:		150[KVA] A 440[V].

Proyecto en:	BT [ ] MT [X]	Instalación Especial:	Si [X]	No [ ]		
Requiere cambio de Medida en BT:	Si [X] No [ ]	Minas o Centros de Acopio de Carbón o Minerales	Estaciones de Servicio (Gasolina y/o Gas)	Instituciones de Asistencia Médica	Otras	
Tipo de Medida Requerida en BT:	[ ] DIRECTA [X] SEMIDIRECTA	[X]	[ ]	[ ]		

CALCULO DE REGULACION (Aplica solo para Nivel 1)

TRAMO	LONGITUD MTS	CALIBRE	NUMERO DE USUARIOS		DEMANDA EN (KVA)	MOMENTO (KVA X MTS)	% REGULACIÓN	
			Propios	De Cálculo			Parcial	Total

CALCULO DE REGULACION (Aplica solo para Nivel >1)

HERRAMIENTA UTILIZADA: SPARD [ ] ETAP [ ]

NOMBRE DEL RESPONSABLE
EDWIN FRANCISCO VANEGAS CASALLAS.

CARGO
JEFE DE CUADRILLA CONDUCTOR.

FIRMA DEL RESPONSABLE

ANEXO C. COTIZACION DE ELEMENTOS DE LA SUBESTACION

CAMELECO

calidad y servicio con energía

Materiales eléctricos para construcción e infraestructura

www.cameleco.com

Somos Autoretenedores de Renta Resolución 001529 10 de marzo de 2021.
Somos Grandes Contribuyentes de ICA Resolución DDI-042065 del 13-10-2017.
Actividad economica 4663 ICA 11.04X1000 y 47522 ICA 11.04X1000
No somos Grandes Contribuyentes DIAN

SEDE 1: CALLE 14 # 12-36
SEDE 2: CALLE 15 # 14-43
BOGOTÁ D.C.
PBX: 284 5678
NIT: 900.081.694-2

COTIZACIÓN
No. 120169

CLIENTE:	CLIENTE SALA DE VENTAS	**FECHA:**	5/5/2021 12:00
NIT:	1	**VALIDEZ DE LA OFERTA:**	POR CONFIRMAR
DIRECCIÓN:	CLL 14 12 36	**DISPONIBILIDAD:**	INMEDIATA / A CONVENIR
TELÉFONO:	2845678	**TIEMPO DE ENTREGA:**	A CONVENIR
CIUDAD:	BOGOTA	**SITIO DE ENTREGA:**	A CONVENIR

DE ACUERDO A SU GENTIL SOLICITUD NOS PERMITIMOS COTIZAR LOS SIGUIENTES PRODUCTOS:

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1	Aislador suspension 6" 52-1 Izolet	6	24,395	146,370
2	Aislador pin 15 kv 55-5 Izolet	6	17,295	103,770
3	Cruceta madera inmunizada 2.5 mts serrano gomez	3	107,932	323,796
4	Viga en madera inmunizada 2.5mts serrano	2	223,656	447,312
5	Cerco en madera inmunizada 2.2 mts serrano	1	97,303	97,303
6	Diagonal varilla 5/8 x 0.77 mts certificada	6	8,093	48,558
7	Fusible de hilo tipo dual 15 kv 7.8 amp luhfser	3	9,121	27,363
8	Grapa de Retención T. Recto 6-2/0 Aluminio 2 "UES" JM Certificada	3	21,334	64,002
9	Grapa Op. Caliente THLA 2/0-2/0 retie TE	3	17,371	52,113
10	Eslabon en U 5/8 X 3" 15.000 lbs	6	10,401	62,406
11	Guardacabo 3/8-1/2 certificado	2	1,220	2,440
12	Hebilla de acero inoxidable 5/8	5	490	2,450
13	Rollo cinta de acero 5/8" TE	1	53,366	53,366
14	Cable acero 3/8" SGX	6	3,260	19,560
15	Perno de ojo cerrado 5/8 x 18 certificado	3	8,765	26,295
16	Cable CU THHN 350 Kcmil Negro Nexans	60	67,999	4,079,940
17	Cable CU THHN 4/0 AWG Negro Nexans/Pro	20	39,266	785,320
18	Cable Cobre Desnudo 4 AWG Nexans	12	7,686	92,232
19	Pararrayo polimerico 12 kv 10 ka M&B	3	93,750	281,250
20	Espigo cruceta madera 15 kv 5/8 x 10 certificado	6	7,772	46,632

OBSERVACIONES:

ANDRES SALGADO
+571 2845678
Cll 15#14-33 / Cll 14#12-36
www.cameleco.com

Favor girar cheque con cruce restrictivo a nombre de CAMELECO S.A.S. Su consignación o transferencia a BANCOLOMBIA cuenta de recaudo 13339473537 - AV VILLAS cuenta corriente 003024056 - BANCO AGRARIO cuenta corriente 300700005220 - DAVIVIENDA cuenta corriente 006069997093 a nombre de CAMELECO S.A.S.

SUBTOTAL:	33,980,467
IVA:	6,456,289
RETEFUENTE:	0
RETEIVA:	0
RETEICA:	0
TOTAL:	40,436,756

CAMELECO

calidad y servicio con energía

Materiales Eléctricos para Construcción e Infraestructura

www.cameleco.com

Somos Autorretenedores de Renta Resolución 001529 10 de marzo de 2021.
Somos Grandes Contribuyentes de ICA Resolución DDI-042065 del 13-10-2017.
Actividad economica 4663 ICA 11.04X1000 y 47522 ICA 11.04X1000
No somos Grandes Contribuyentes DIAN

SEDE 1: CALLE 14 # 12-36
SEDE 2: CALLE 15 # 14-43
BOGOTÁ D.C.
PBX: 284 5678
NIT: 900.081.694-2

COTIZACIÓN
No. 120169

CLIENTE:	CLIENTE SALA DE VENTAS	**FECHA:**	5/5/2021 12:00
NIT:	1	**VALIDEZ DE LA OFERTA:**	POR CONFIRMAR
DIRECCIÓN:	CLL 14 12 36	**DISPONIBILIDAD:**	INMEDIATA / A CONVENIR
TELÉFONO:	2845678	**TIEMPO DE ENTREGA:**	A CONVENIR
CIUDAD:	BOGOTA	**SITIO DE ENTREGA:**	A CONVENIR

DE ACUERDO A SU GENTIL SOLICITUD NOS PERMITIMOS COTIZAR LOS SIGUIENTES PRODUCTOS:

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
21	Cortacircuito 15KV 100 Amp Imcx 12KA Sin Herraje Proteck	3	116,670	350,010
22	Conector compresion dbh 5-7 (4/0 / 4/0)CAH 120 A 120	2	4,020	8,040
23	Conector cobre cobre 5/8" RETIE	2	4,682	9,364
24	Estribo Tipo Cuña 2 / 3/0-4/0 CA-202 Intelli	3	19,032	57,096
25	Transformador trif. 225kva 13.2kv/460-265v Siemens	1	12,328,267	12,328,267
26	Transformador trif. 150kva 13.2kv/460-265v Siemens	1	10,377,867	10,377,867
27	Esparrago 5/8 x 20 certificado	6	7,253	43,518
28	Perno maquina 5/8 x 6 certificado	6	2,697	16,182
29	Perno maquina 5/8 x 12 certificado	2	4,484	8,968
30	Tubo conduit IMC 3" UL Fuji	2	195,240	390,480
31	Juego de boquilla metalica 3"	1	11,231	11,231
32	Capacete roscado 3" Marjai	1	25,000	25,000
33	Curva Metalica Roscada 3"	1	85,771	85,771
34	Collarin 180 mm (7-8) x 1/4 2 salidas certificado	2	14,523	29,046
35	Abrazadera en U tipo 1 galv 15x38x16 certificada	1	14,407	14,407
36	Abrazadera en U tipo 2 galv 18x40x18 certificada	2	15,890	31,780
37	Punta captadora aluminio 5/8 x 60 cm fija	2	28,645	57,290
38	Alambron de aluminio 8 mm	40	2,130	85,200
39	Cable CU THHN 2/0 AWG Negro Nexans	16	25,063	401,008
40	Cable CU THHN 4/0 AWG Negro Nexans/Pro	16	39,266	628,256

OBSERVACIONES:

ANDRES SALGADO
+571 2845678
Cll 15#14-33 / Cll 14#12-36
www.cameleco.com

Favor girar cheque con cruce restrictivo a nombre de CAMELECO S.A.S. Su consignación o transferencia a BANCOLOMBIA cuenta de recaudo 13339473537 - AV VILLAS cuenta corriente 003024056 - BANCO AGRARIO cuenta corriente 30070005220 - DAVIVIENDA cuenta corriente 006069997093 a nombre de CAMELECO S.A.S.

SUBTOTAL:	33,980,467
IVA:	6,456,289
RETEFUENTE:	0
RETEIVA:	0
RETEICA:	0
TOTAL:	40,436,756

CAMELECO

calidad y servicio con energía

Materiales Eléctricos para Construcción e Infraestructura

www.cameleco.com

Somos Autorretenedores de Renta Resolución 001529 10 de marzo de 2021.
Somos Grandes Contribuyentes de ICA Resolución DDI-042065 del 13-10-2017.
Actividad economica 4663 ICA 11.04X1000 y 47522 ICA 11.04X1000
No somos Grandes Contribuyentes DIAN

SEDE 1: CALLE 14 # 12-36
SEDE 2: CALLE 15 # 14-43
BOGOTÁ D.C.
PBX: 284 5678
NIT: 900.081.694-2

COTIZACIÓN
No. 120169

CLIENTE:	CLIENTE SALA DE VENTAS	**FECHA:**	5/5/2021 12:00
NIT:	1	**VALIDEZ DE LA OFERTA:**	POR CONFIRMAR
DIRECCIÓN:	CLL 14 12 36	**DISPONIBILIDAD:**	INMEDIATA / A CONVENIR
TELÉFONO:	2845678	**TIEMPO DE ENTREGA:**	A CONVENIR
CIUDAD:	BOGOTA	**SITIO DE ENTREGA:**	A CONVENIR

DE ACUERDO A SU GENTIL SOLICITUD NOS PERMITIMOS COTIZAR LOS SIGUIENTES PRODUCTOS:

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
41	Varilla de cobre solido 14 mm x 2.4mts cobres	4	121,758	487,032
42	Molde grafito en T 2/0 - 2/0 AWG	1	97,095	97,095
43	Molde grafito en T 5/8" - 2/0 AWG	1	97,095	97,095
44	Molde grafito en T 4/0 - 4/0 AWG	1	97,095	97,095
45	Molde grafito en T 5/8" - 4/0 AWG	1	112,512	112,512
46	Soldadura exotermica 90 gramos	6	8,486	50,916
47	Soldadura exotermica 115 gramos	6	10,577	63,462
48	Pinza para molde de grafito	1	98,040	98,040
49	Suelo artificial 15 kgs Hidrosolta	4	59,799	239,196
50	Armario para grupo de medida 80x200x40 modever	1	916,765	916,765

OBSERVACIONES:

ANDRES SALGADO
+571 2845678
Cll 15#14-33 / Cll 14#12-36
www.cameleco.com

Favor girar cheque con cruce restrictivo a nombre de CAMELECO S.A.S. Su consignación o transferencia a BANCOLOMBIA cuenta de recaudo 13339473537 - AV VILLAS cuenta corriente 003024056 - BANCO AGRARIO cuenta corriente 300700005220 - DAVIVIENDA cuenta corriente 006069997093 a nombre de CAMELECO S.A.S.

SUBTOTAL:	33,980,467
IVA:	6,456,289
RETEFUENTE:	0
RETEIVA:	0
RETEICA:	0
TOTAL:	40,436,756

PLANTIDIESELES S.A.S.	COTIZACIÓN No. CP.10116/21	R-GC-001 VERSIÓN : 2 Fecha: 2016/02/07

PROPUESTA ECONOMICA

Item	Detalle	Und	Cant.	Unitario	Total
1	Planta eléctrica Perkins 1106A-70TAG3	Und	1		$ 84.500.000
2	Planta eléctrica Lovol 1106TG4	Und	1		$ 60.000.000
3	Planta eléctrica Dossan 155 kw	Und	1		$ 65.000.000
4	Planta eléctrica Perkins 1104C-44RAG2TG	Und	1		$ 65.000.000

Se cobrará el I.V.A vigente en la fecha de facturación.

CODICIONES COMERCIALES DE LA OFERTA

FORMA DE PAGO

50% Anticipo, 50% contra entrega.

ENTREGA Y LUGAR

El equipo sera entregado en las instalaciones de PLANTIDIESELES S.A.S, en Bogotá. Si el cliente desea que el equipo sea entregado en otro lugar debera asumir el costo del flete y el seguro.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Podemos efectuar el mantenimiento preventivo de su equipo con una frecuencia ajustada al tipo de operación que le estén dando a este.

GARANTIA

Los equipos nuevos ofrecidos, cuentan con una garantía Plantidiseles de 12 meses o 1.000 horas de uso, lo primero en ocurrir y cubre posibles defectos tanto por componentes o repuestos como por mano de obra. Ante un daño atribuible a una garantía según criterio de Plantidieseles SAS, se realizarán las reparaciones del caso para dejar el equipo en perfectas condiciones de servicio. Esta garantía no cubre el desgaste natural, tampoco los servicios de mantenimiento preventivos ni los elementos consumibles, como son por ejemplo los filtros, lubricantes, combustible, mano de obra etc. Tampoco cubre esta garantía el lucro cesante, posibles daños a propiedades, bienes o personas, ni el transporte de personal calificado o equipos. El fabricante recomienda que a los equipos se les haga un primer mantenimento preventivo a las primeras 50 horas de operación y luego se han de realizar cada 240 horas de operación según lo indicado en el contador de horas del mismo.

Se entiende en todos los casos que el equipo recibirá los cuidados y mantenimiento rutinarios y preventivos indicados en los manuales que se suministran junto con las máquinas. Que su uso y aplicación estarán acordes con su diseño, que su instalación y puesta en servicio será una labor realizada por personal calificado para este fin. De acuerdo con lo anterior, cualquier garantía que requiera ser atendida en nuestras instalaciones de Bogotá, implicará que el cliente cubra el traslado del equipo hasta estás y de igual manera, si debemos enviar uno de nuestros técnicos al sitio de operación el costo de su desplazamiento y viáticos también serán a cargo del cliente.

ELECTROMECANICO compresores SAS

PRECIO:

PRODUCTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	IVA 19%	TOTAL A CANCELAR
compresor LUBRICADO DE TORNILLO 50 HP 440 VOLTIOS TRIFASICO Tanque pulmón de 200 gls	01	31.932.773	6.067.227	38.000.000

, no incluye consumibles y/o mantenimientos por horas de uso ,

MAGNET INGENIERIA SAS
NIT: 901.430.422-8
Cotización: 20210408-17

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR PARA EL MUNICIPIO DE SAMACA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

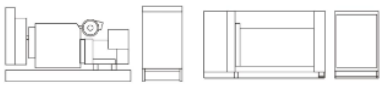
CLIENTE :	MINEROS ASOCIADOS CARBON DE PIEDRA SAS	NIT :	900616785-9
CONTACTO:	ANDRÉS PÁEZ	DIRECCION :	CARRERA 19 84 41 OF 302 - BOGOTÁ
TEL:	3132402415	CORREO :	ing.alpaez@gmail.com
COMERCIAL:	OSCAR TELLEZ VILLANDA		
VALIDEZ DE LA OFERTA :	8 días 15 días 30 días (X)		8/04/2021
CONCEPTO:	DISEÑO TRANSFORMADOR		

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	DISEÑO DE INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR: INCLUYE: - SOLICITUD DE DISPONIBILIDAD DE SERVICIO (SI AUN NO SE HA REALIZADO) - VISITA PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACION Y GEOREFERENZACIÓN - MEDIDA DE RESISTIVIDAD DE TERRENO CON TELUROMETRO CALIBRADO - PLANOS EN AUTOCAD Y PDF DE ACUERDO A REQUISITOS EBSA RETIE - MEMORIAS DE CALCULO DE ACUERDO A REQUERIMIENTO EBSA RETIE - DECLARACIÓN DE CUMPLIMIENTO DEL DISEÑO RETIE FIRMADA POR ING. ELECTRICISTA - RADICACIÓN DE DISEÑO PARA SU RESPECTIVA APROBRACIÓN POR PARTE DE EBSA NO INCLUYE: - COSTOS POR CONCEPTO DE TRAMITES DE APROBRACIÓN ANTE EBSA (LOS DEBE ASUMIR EL CLIENTE) - NINGÚN TIPO DE OBRA Y NINGÚN TIPO DE SUMINISTRO - CERTIFICACIÓN RETIE DE OBRA - COSTOS POR MANIOBRAS DE ENERGÍZACIÓN	GL	1	$ 4.200.000	$ 4.200.000
				SUBTOTAL	$ 4.200.000
				IVA 19%	$ 798.000
				TOTAL	$ 4.998.000
				Son: cuatro millones novecientos noventa y ocho mil pesos Colombianos	

CONDICIONES COMERCIALES	
VIGENCIA COTIZACION	30 DIAS
FORMA DE PAGO	50% ANTICIPO, 50% APROBACIÓN DE DISEÑOS POR EBSA
TIEMPO DE ENTREGA DE DISEÑOS	15 DÍAS HABILES
TIEMPO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN DE DISEÑOS POR PARTE DE EBSA	ENTRE 15 Y 30 DÍAS HABILES
PARA INICIO DEL PROYECTO	ORDEN DE COMPRA Y PAGO DE ANTICIPO
TIPO DE NEGOCIACION	GLOBAL
GARANTIA	POR LOS DISEÑOS ELABORADOS

Cordialmente:
MAGNET INGENIERIA SAS
Henry Cuervo Gómez
Ingeniero Electricista
MP: CN2 05-58929
Especialista en Gerencia de proyectos

ANEXO D. FICHA TECNICA DEL GRUPO ELECTROGENO



MODELO: PDOOD-166
MOTOR: DOOSAN DP086TA
1800 RPM, 60 HZ.

CAPACIDAD (F.P. 0,8)	
KW	KVA
166,0	207

Nota:
Los datos mostrados representan cantidades obtenidas y correctas del funcionamiento del motor en acuerdo a condiciones ISO 3046.

Dimensiones sujetas a posibles cambios.

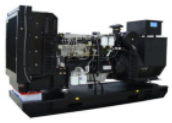
Dimensiones abierta (PDOOD-165A):
L 270 cm. W 95 cm. H 175 cm
Capacidad tanque para combustible 550 l (145 US galón)
Peso del equipo en vacío: 1700 Kg.

Dimensiones con cabina (PDOOD-165C):
L 380 cm .
W 120 cm – (275 cm con puertas laterales abiertas).
H 200 cm.
Capacidad del tanque para combustible 95 US Galón.
Peso del equipo en vacío: 2450 Kg.

CARACTERISTICAS ESTANDAR

Diseñada y construida bajo el sistema de Certificación ISO 9001-2008

- Probada en fábrica bajo especificaciones de diseño y condiciones de plena carga.
- Completamente diseñada con una amplia gama de opciones y accesorios.



1. Planta eléctrica compuesta por un motor de cuatro tiempos, con 6 cilindros en línea, tipo industrial estacionario, turbo alimentado, acoplado a un generador de CA, controles y accesorios montados y probados en fábrica usando una carga resistiva variable, por un periodo de 1 hora desde 0 a 100% de la capacidad de carga.
2. Controles y accesorios seleccionados para operar juntos, dando el máximo desempeño y seguridad operacional.
3. Motor DOOSAN, modelo DP086TA
4. Generador DINGOL
5. Módulo de Control Deep Sea o Smart Gen Serie 6100
6. Cabina atenuadora de sonido opcional.

CARACTERISTICAS GENERALES

- Planta eléctrica de 166 kW a nivel de mar, re-conectable a 480V, 460V, 440V, 380V, 240V, 220V o 208V CA. 3 fases, 4 hilos, 60Hz, compuesta por motor Diesel de cuatro tiempos acoplado a un generador de CA síncrono, controles y accesorios totalmente montados y probados en fábrica.
- Controles y accesorios seleccionados para proveer el mayor desempeño y seguridad operacional.



* Cabina acústica opcional

- Conjunto motor – generador, acople directo norma SAE.
- Chasis con amortiguadores de vibración.
- Tanque diario de combustible
- Silenciador y acople flexible.
- Breaker totalizador.
- Batería, cables y soporte.
- Cabina insonora opcional para aplicaciones requeridas.
- Aceite en el cárter y refrigerante en el radiador.
- Pruebas en fábrica - Plantidieseles SAS, previo a la entrega.
- Tablero digital Deep Sea o SmartGen, con arranque manual y automático.
- Pre-calentador tipo bujía

- Voltaje: de fase L-N y de línea L-L
- Corriente en Amperios: I1 I2 I3
- Frecuencia: Hz, velocidad RPM
- Presión de aceite BAR (PSI),



- **Alertas y Alarmas**:
  - Baja presión de aceite
  - Alta temperatura refrigerante
  - Sobre velocidad y baja velocidad.
  - Falla de arranque y de parada

ESPECIFICACIONES MOTOR DOOSAN
MODELO DP086TA

Modelo	DP086TA
Tipo	Diesel de 4 tiempos inyección directa
Aspiración	Turboalimentado
N° cilindros	6 en línea
Diámetro	111 mm
Carrera	139 mm
Desplazamiento	8,07 litros
Compresión	16,7:1
Peso seco	790 Kg
Peso operativo	910 Kg
Gobernador	Electrónico

Sistema de Refrigeración

Capacidad	44 litros (11,7 US galones)
Temperatura	75° ~ 90° C
Temperatura Max.	≤103°C
Bomba agua	centrífuga, circuito cerrado

Sistema de Lubricación

Capacidad	15,5 litros (4,1 US galones)
Temperatura	≤110° C
Consumo aceite	≤ 0,3 % del ACPM utilizado
Presión aceite	2,1 ~ 2,5 Kgf/cm²
Método lubricación	Colector de aleación en el fondo del carter, bomba de engranajes, elemento tipo cartucho con enfriador del aceite.



Sistema Eléctrico

Motor de arranque	24 VDC
Potencia	6,0 Kw
Alternador DC	45 Amp
Voltaje	28 VDC

Consumo Combustible

Combustible Diesel - ACPM N° 2
Max. 230g/kW.h
Consumo combustible teórico @ 1800 RPM

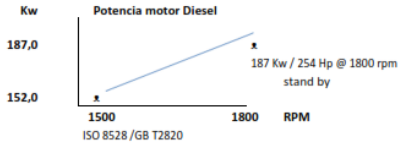
Carga Aplicada	litros / hora	US galones / hora
110%	46,0	12,16
100%	41,4	10,95
75%	33,7	8,91
50%	22,9	6,05

Sistema escape

Salida motor	100 mm ø (3,15" ø)
Temperatura	530° C

Pérdida Potencia por Altura

Para esta máquina, la pérdida de potencia por efecto de la altura sobre el nivel del mar, está dada por el 1% por cada 100 m de altura a partir de 900 metros.



ESPECIFICACIONES GENERADORES ELECTRICOS

DINGOL power generation



La fabricación de los generadores Dingol, está dentro de los requerimientos establecidos por la norma BS EN 60034 y las partes relevantes y pertinentes de las normas internacionales como: BS 5000, VDE0530, NEMA MG1-32, IEC 34, CSA C22.2-100, AS 1359.

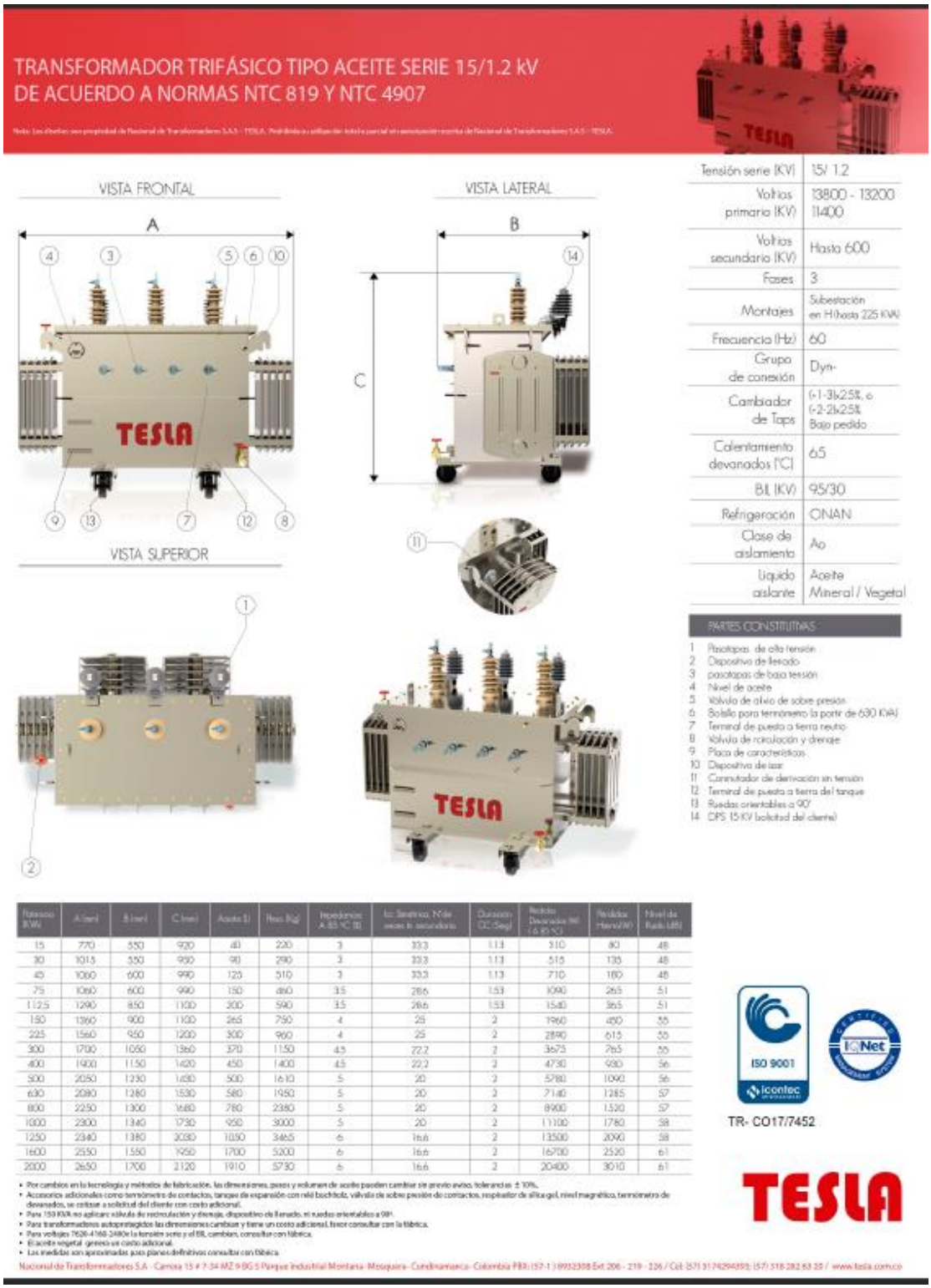
CARACTERISTICAS

- Generador trifásico, de 12 terminales, 4 hilos (3 fases + neutro)
- Excitación sin escobillas.
- Regulador electrónico de voltaje AVR
- Caja de terminales integrada al cuerpo del generador, en lámina metálica. con amplio espacio para conectar los cables de potencia a la bornera instalada en su interior.
- Refrigeración por aire, con ventilador axial montado en el eje del rotor
- Rotor dinámicamente balanceado, mejorando la norma BS6861 parte 1 grado 2,5 para mínima vibración en operación.

Aislamiento clase H

ESPECIFICACIONES	DG 274G			
Sistema de Control	Auto excitado			
A.V.R.	SX 460	SX 440	SX 421	
Regulación	+/- 1,5%	+/- 1,0%	+/- 0,5%	con 4% gob. del motor Diesel
Corriente corto circuito	Las máquinas auto - excitadas, no sustentan corrientes de corto circuito.			
Aislamiento	Clase H			
Protección	IP 23			
Factor de potencia	0,8			
Devanado estator	Doble, concéntrico			
Avance devanados	2/3			
N° de terminales	12			
Resistencia Estator	0,0199 Ohms, por fase 22°C (serie estrella)			
Resistencia Rotor	1,69 Ohms a 22°C			
Supresión R.F.I	BS EN 6100-6-2 / 6-4. VDE0875G /N			
Max. Sobre velocidad	2250 RPM			
Peso	580 Kg			
Interferencia telefónica	para 60 Hz TIF ≤ 50			
Voltaje Serie Estrella	416/240	440/254	460/266	480/277
Voltaje Paralelo Estrella	208/120	220/127	230/133	240/138
Voltaje Serie Delta	240/120	254/127	266/133	277/138
Kva 60 Hz	213,0	228,8	228,8	246,8
Kw (Stand by @ 150/40°C)	170,4	183,0	183,0	197,4
Eficiencia %	92,0	92,2	92,5	92,6
Requerimiento Kw	185.2	198,5	197,9	213,2

ANEXO E. FICHA TECNICA DEL TRANSFORMADOR



TRANSFORMADOR TRIFÁSICO TIPO ACEITE SERIE 15/1.2 kV
DE ACUERDO A NORMAS NTC 819 Y NTC 4907

Nota: Los diseños son propiedad de Nacional de Transformadores S.A.S - TESLA. Prohibida su utilización total o parcial sin autorización escrita de Nacional de Transformadores S.A.S - TESLA.

VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

VISTA SUPERIOR

Tensión serie (KV)	15/ 1.2
Voltios primario (KV)	13800 - 13200 11400
Voltios secundario (KV)	Hasta 600
Fases	3
Montajes	Subestación en H hasta 225 KVA
Frecuencia (Hz)	60
Grupo de conexión	Dyn-
Cambiador de Taps	(+1-3x2.5%, o (+2-2x2.5% Bajo pedido
Calentamiento devanados (°C)	65
BIL (KV)	95/30
Refrigeración	ONAN
Clase de aislamiento	Ao
Liquido aislante	Aceite Mineral / Vegetal

PARTES CONSTITUTIVAS

1 Pasatapas de alta tensión
2 Dispositivo de llenado
3 pasatapas de baja tensión
4 Nivel de aceite
5 Válvula de alivio de sobre presión
6 Bolsillo para termómetro (a partir de 630 KVA)
7 Terminal de puesta a tierra neutro
8 Válvula de toma muestra y drenaje
9 Placa de características
10 Dispositivo de izaje
11 Conmutador de derivación sin tensión
12 Terminal de puesta a tierra del tanque
13 Ruedas orientables a 90°
14 DPS 15 KV (solicitud del cliente)

Potencia (KVA)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	Aceite (L)	Peso (Kg)	Impedancia A 85 °C (%)	Icc Simétrica, N de veces la secundaria	Duración CC (Seg)	Pérdidas Devanados (W) (a 85 °C)	Pérdidas Hierro (W)	Nivel de Ruido (dB)
15	770	550	920	60	220	3	33.3	1.13	310	80	48
30	1015	550	950	90	290	3	33.3	1.13	515	135	48
45	1060	600	990	125	510	3	33.3	1.13	710	180	48
75	1060	600	990	150	690	3.5	28.6	1.53	1090	265	51
112.5	1290	850	1100	300	940	3.5	28.6	1.53	1540	365	51
150	1360	900	1100	265	750	4	25	2	1960	450	55
225	1560	950	1200	300	960	4	25	2	2890	615	55
300	1700	1050	1360	370	1150	4.5	22.2	2	3675	765	55
400	1900	1150	1420	450	1400	4.5	22.2	2	4730	930	56
500	2050	1230	1480	500	1610	5	20	2	5780	1090	56
630	2080	1280	1530	580	1950	5	20	2	7140	1285	57
800	2250	1300	1680	780	2380	5	20	2	8900	1520	57
1000	2300	1340	1730	950	3000	5	20	2	11100	1780	58
1250	2340	1380	2030	1030	3465	6	16.6	2	13500	2090	58
1600	2550	1550	1950	1700	5200	6	16.6	2	16700	2520	61
2000	2650	1700	2120	1910	5730	6	16.6	2	20400	3010	61

- Por cambios en la tecnología y métodos de fabricación, las dimensiones, pesos y volumen de aceite pueden cambiar sin previo aviso, tolerancias ± 10%.
- Accesorios adicionales como termómetro de contactos, tanque de expansión con relé buchholz, válvula de sobre presión de contactos, respirador de sílica gel, nivel magnético, termómetro de devanados, se cotizan a solicitud del cliente con costo adicional.
- Para 150 KVA no aplicara válvula de restauración y drenaje, dispositivo de llenado, ni ruedas orientables a 90°.
- Para transformadores autoprotegidos las dimensiones cambian y tiene un costo adicional, favor consultar con la fábrica.
- Para voltajes 7620-4160-2400 la tensión serie y el BIL cambian, consultar con fábrica.
- El aceite vegetal genera un costo adicional.
- Las medidas son aproximadas para planos definitivos consultar con fábrica.

Nacional de Transformadores S.A - Carrera 15 # 7-54 MZ 9 BG 5 Parque Industrial Montaria - Mosquera - Cundinamarca - Colombia PBX: (57-1) 8932308 Ext 206 - 219 - 226 / Cel: (57) 3174294393; (57) 318 282 63 28 / www.tesla.com.co

ISO 9001 icontec

IQNet

TR- CO17/7452

TESLA

ANEXO F. FLUJOS DE CAJA

Tabla 38

Flujo de caja alternativa grupo electrógeno, con una inversión del 100% de los socios de la mina

FLUJO DE CAJA PROYECTO GRUPO ELECTROGENO - INVERSION DE LOS SOCIOS																	
FLUJO DE CAJA	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16
+ Ingresos (Ventas)		$ 625.814.335	$ 669.517.154	$ 717.132.419	$ 805.190.817	$ 898.337.143	$ 996.571.397	$ 1.099.893.580	$ 1.208.303.691	$ 1.321.801.730	$ 1.440.387.698	$ 1.564.061.594	$ 1.692.823.419	$ 1.826.673.171	$ 1.965.610.853	$ 2.109.636.462	$ 2.258.750.000
- Egresos (Gastos)		$ 532.150.652	$ 579.889.570	$ 631.344.139	$ 699.244.832	$ 762.576.253	$ 829.477.954	$ 899.488.532	$ 974.237.132	$ 1.111.635.800	$ 1.197.612.817	$ 1.287.995.141	$ 1.383.417.808	$ 1.483.431.735	$ 1.588.997.071	$ 1.699.972.044	$ 1.816.769.174
- Depreciación		$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441
- Interés		$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
= Utilidad antes de impuestos		$ 84.711.242	$ 80.675.143	$ 76.835.839	$ 96.993.544	$ 126.808.449	$ 158.141.002	$ 191.452.606	$ 225.114.117	$ 201.213.489	$ 233.822.440	$ 267.114.011	$ 300.453.169	$ 334.288.995	$ 367.661.340	$ 400.711.977	$ 433.028.385
- Impuestos		$ 39.113.396	$ 41.844.822	$ 44.820.776	$ 50.324.426	$ 56.146.071	$ 62.285.712	$ 68.743.349	$ 75.518.981	$ 82.612.608	$ 90.024.231	$ 97.753.850	$ 105.801.464	$ 114.167.073	$ 122.850.678	$ 131.852.279	$ 141.171.875
= Utilidad después de impuestos		$ 45.597.846	$ 38.830.321	$ 32.015.063	$ 46.669.118	$ 70.662.377	$ 95.855.289	$ 122.709.258	$ 149.595.137	$ 118.600.881	$ 143.798.209	$ 169.360.162	$ 194.651.706	$ 220.121.922	$ 244.810.662	$ 268.859.698	$ 291.856.510
+ Depreciación		$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441
Desembolso financiero																	
Amortización		$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Inversión de los socios	$ 190.220.807																
= Flujo de caja		$ 54.550.287	$ 47.782.762	$ 40.967.504	$ 55.621.559	$ 79.614.818	$ 104.807.731	$ 131.661.699	$ 158.547.578	$ 127.553.322	$ 152.750.650	$ 178.312.603	$ 203.604.147	$ 229.074.363	$ 253.763.103	$ 277.812.139	$ 300.808.951
pay back		-$ 135.670.520	-$ 87.887.758	-$ 46.920.254	$ 8.701.305	$ 88.316.123	$ 193.123.854	$ 324.785.553	$ 483.333.130	$ 610.886.452	$ 763.637.102	$ 941.949.705	$ 1.145.553.852	$ 1.374.628.215	$ 1.628.391.318	$ 1.906.203.457	$ 2.207.012.408
Condicional		0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 39

Flujo de caja alternativa grupo electrógeno, con una financiación del 80% con entidad bancaria.

FLUJO DE CAJA PROYECTO GRUPO ELECTROGENO- FINACIACION CON BANCO																	
FLUJO DE CAJA	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16
+ Ingresos (Ventas)		$ 625.814.335	$ 669.517.154	$ 717.132.419	$ 805.190.817	$ 898.337.143	$ 996.571.397	$ 1.099.893.580	$ 1.208.303.691	$ 1.321.801.730	$ 1.440.387.698	$ 1.564.061.594	$ 1.692.823.419	$ 1.826.673.171	$ 1.965.610.853	$ 2.109.636.462	$ 2.258.750.000
- Egresos (Gastos)		$ 532.150.652	$ 579.889.570	$ 631.344.139	$ 699.244.832	$ 762.576.253	$ 829.477.954	$ 899.488.532	$ 974.237.132	$ 1.111.635.800	$ 1.197.612.817	$ 1.287.995.141	$ 1.383.417.808	$ 1.483.431.735	$ 1.588.997.071	$ 1.699.972.044	$ 1.816.769.174
- Depreciación		$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441
Interés		$ 16.161.160	$ 13.546.466	$ 10.654.092	$ 7.454.549	$ 3.915.213	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
= Utilidad antes de impuestos		$ 68.550.082	$ 67.128.677	$ 66.181.746	$ 89.538.995	$ 122.893.236	$ 158.141.002	$ 191.452.606	$ 225.114.117	$ 201.213.489	$ 233.822.440	$ 267.114.011	$ 300.453.169	$ 334.288.995	$ 367.661.340	$ 400.711.977	$ 433.028.385
- Impuestos		$ 39.113.396	$ 41.844.822	$ 44.820.776	$ 50.324.426	$ 56.146.071	$ 62.285.712	$ 68.743.349	$ 75.518.981	$ 82.612.608	$ 90.024.231	$ 97.753.850	$ 105.801.464	$ 114.167.073	$ 122.850.678	$ 131.852.279	$ 141.171.875
= Utilidad después de impuestos		$ 29.436.686	$ 25.283.854	$ 21.360.970	$ 39.214.569	$ 66.747.164	$ 95.855.289	$ 122.709.258	$ 149.595.137	$ 118.600.881	$ 143.798.209	$ 169.360.162	$ 194.651.706	$ 220.121.922	$ 244.810.662	$ 268.859.698	$ 291.856.510
+ Depreciación		$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441
+ Desembolso financiero	$ 152.176.646																
- Amortización		$ 24.620.465	$ 27.235.159	$ 30.127.533	$ 33.327.077	$ 36.866.412	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
+ Inversión de los socios	$ 38.044.161																
= Flujo de caja		$ 13.768.662	$ 7.001.137	$ 185.879	$ 14.839.934	$ 38.833.193	$ 104.807.731	$ 131.661.699	$ 158.547.578	$ 127.553.322	$ 152.750.650	$ 178.312.603	$ 203.604.147	$ 229.074.363	$ 253.763.103	$ 277.812.139	$ 300.808.951
pay back		-$ 176.452.145	-$ 169.451.008	-$ 169.265.130	-$ 154.425.196	-$ 115.592.003	-$ 10.784.272	$ 120.877.427	$ 279.425.005	$ 406.978.326	$ 559.728.976	$ 738.041.579	$ 941.645.726	$ 1.170.720.089	$ 1.424.483.193	$ 1.702.295.332	$ 2.003.104.283
Condicional		0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Nota, elaboración propia.

Tabla 40

Flujo de caja alternativa subestación eléctrica, con una inversión del 100% de los socios de la mina

FLUJO DE CAJA PROYECTO SUBESTACION ELECTRICA - INVERSION DE LOS SOCIOS																		
FLUJO DE CAJA	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16
+ Ingresos (Ventas)		$ 625.814.335	$ 669.517.154	$ 717.132.419	$ 805.190.817	$ 898.337.143	$ 996.571.397	$ 1.099.893.580	$ 1.208.303.691	$ 1.321.801.730	$ 1.440.387.698	$ 1.564.061.594	$ 1.692.823.419	$ 1.826.673.171	$ 1.965.610.853	$ 2.109.636.462	$ 2.258.750.000
- Egresos (Gastos)		$ 502.129.184	$ 542.778.795	$ 586.649.631	$ 638.621.576	$ 692.982.340	$ 749.824.541	$ 809.244.388	$ 871.341.817	$ 936.220.626	$ 1.003.988.620	$ 1.074.757.755	$ 1.148.644.291	$ 1.225.768.955	$ 1.306.257.097	$ 1.390.238.865	$ 1.477.849.378
- Depreciación		$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441
- Interés		$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
= Utilidad antes de impuestos		$ 114.732.710	$ 117.785.918	$ 121.530.348	$ 157.616.800	$ 196.402.362	$ 237.794.415	$ 281.696.751	$ 328.009.433	$ 376.628.663	$ 427.446.637	$ 480.351.398	$ 535.226.686	$ 591.951.775	$ 650.401.314	$ 710.445.156	$ 771.948.181
- Impuestos		$ 39.113.396	$ 41.844.822	$ 44.820.776	$ 50.324.426	$ 56.146.071	$ 62.285.712	$ 68.743.349	$ 75.518.981	$ 82.612.608	$ 90.024.231	$ 97.753.850	$ 105.801.464	$ 114.167.073	$ 122.850.678	$ 131.852.279	$ 141.171.875
= Utilidad después de impuestos		$ 75.619.314	$ 75.941.096	$ 76.709.571	$ 107.292.374	$ 140.256.290	$ 175.508.703	$ 212.953.402	$ 252.490.452	$ 294.016.055	$ 337.422.406	$ 382.597.549	$ 429.425.222	$ 477.784.702	$ 527.550.636	$ 578.592.877	$ 630.776.306
+ Depreciación		$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441
+ Desembolso financiero																	
- Amortización		$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
+ Inversión de los socios	$ 170.454.480																
= Flujo de caja		$ 84.571.755	$ 84.893.537	$ 85.662.013	$ 116.244.815	$ 149.208.731	$ 184.461.144	$ 221.905.843	$ 261.442.893	$ 302.968.496	$ 346.374.847	$ 391.549.990	$ 438.377.663	$ 486.737.143	$ 536.503.077	$ 587.545.318	$ 639.728.747
Pay Back		$ 170.454.480	$ 170.454.480	$ 170.454.480	$ 170.454.480	$ 170.454.480	$ 170.454.480	$ 170.454.480	$ 170.454.480	$ 170.454.480	$ 170.454.480	$ 170.454.480	$ 170.454.480	$ 170.454.480	$ 170.454.480	$ 170.454.480	$ 170.454.480
Condicional		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Nota, elaboración propia.

Tabla 41

Flujo de caja alternativa subestación eléctrica, con una financiación del 80% con entidad bancaria.

FLUJO DE CAJA PROYECTO SUBESTACION ELECTRICA - FINANCIACION CON BANCO																	
FLUJO DE CAJA	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16
+ Ingresos (Ventas)		$ 625.814.335	$ 669.517.154	$ 717.132.419	$ 805.190.817	$ 898.337.143	$ 996.571.397	$ 1.099.893.580	$ 1.208.303.691	$ 1.321.801.730	$ 1.440.387.698	$ 1.564.061.594	$ 1.692.823.419	$ 1.826.673.171	$ 1.965.610.853	$ 2.109.636.462	$ 2.258.750.000
- Egresos (Gastos)		$ 502.129.184	$ 542.778.795	$ 586.649.631	$ 638.621.576	$ 692.982.340	$ 749.824.541	$ 809.244.388	$ 871.341.817	$ 936.220.626	$ 1.003.988.620	$ 1.074.757.755	$ 1.148.644.291	$ 1.225.768.955	$ 1.306.257.097	$ 1.390.238.865	$ 1.477.849.378
- Depreciación		$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441
Interés		$ 14.481.813	$ 12.138.819	$ 9.546.999	$ 6.679.927	$ 3.508.373	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
= Utilidad antes de impuestos		$ 100.250.897	$ 105.647.099	$ 111.983.349	$ 150.936.873	$ 192.893.988	$ 237.794.415	$ 281.696.751	$ 328.009.433	$ 376.628.663	$ 427.446.637	$ 480.351.398	$ 535.226.686	$ 591.951.775	$ 650.401.314	$ 710.445.156	$ 771.948.181
- Impuestos		$ 39.113.396	$ 41.844.822	$ 44.820.776	$ 50.324.426	$ 56.146.071	$ 62.285.712	$ 68.743.349	$ 75.518.981	$ 82.612.608	$ 90.024.231	$ 97.753.850	$ 105.801.464	$ 114.167.073	$ 122.850.678	$ 131.852.279	$ 141.171.875
= Utilidad después de impuestos		$ 61.137.501	$ 63.802.277	$ 67.162.573	$ 100.612.447	$ 136.747.917	$ 175.508.703	$ 212.953.402	$ 252.490.452	$ 294.016.055	$ 337.422.406	$ 382.597.549	$ 429.425.222	$ 477.784.702	$ 527.550.636	$ 578.592.877	$ 630.776.306
+ Depreciación		$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441	$ 8.952.441
Desembolso financiero	$ 136.363.584																
Amortización		$ 22.062.090	$ 24.405.084	$ 26.996.904	$ 29.863.976	$ 33.035.530	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
Inversión de los socios	$ 34.090.896																
= Flujo de caja		$ 48.027.852	$ 48.349.634	$ 49.118.110	$ 79.700.912	$ 112.664.829	$ 184.461.144	$ 221.905.843	$ 261.442.893	$ 302.968.496	$ 346.374.847	$ 391.549.990	$ 438.377.663	$ 486.737.143	$ 536.503.077	$ 587.545.318	$ 639.728.747
pay back		-$ 122.426.628	-$ 74.076.994	-$ 24.958.885	$ 54.742.028	$ 167.406.856	$ 351.868.000	$ 573.773.844	$ 835.216.737	$ 1.138.185.233	$ 1.484.560.080	$ 1.876.110.070	$ 2.314.487.733	$ 2.801.224.876	$ 3.337.727.953	$ 3.925.273.271	$ 4.565.002.018
Condicional		0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Nota, elaboración propia.