



Universidad
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de
Ingeniería de Minas

Tesis

Optimización en el sistema de bombeo y drenaje de la Veta Ánimas-Minera Bateas

Dante Amílcar Medrano Ventocilla

Huancayo, 2019

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas



Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

ASESOR

Ing. Javier Córdova Blancas

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

La Empresa Minera Bateas, de la Compañía de Fortuna Silver Mines INC, por las facilidades brindadas, para poder desarrollar la presente tesis y permitir desarrollarme profesionalmente.

DEDICATORIA

A Dios por su ayuda, fortaleza, guía, y bendición.

A mi familia por su apoyo incondicional, paciencia y confianza durante este tiempo. Principalmente a mi Esposa Clorinda Sámame G, y mis hijos Camila y Gustavo, por todo su apoyo a concluir mi carrera y porque siempre estuvieron ahí.

ÍNDICE

PORTADA	I
ASESOR	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE	V
LISTA DE TABLAS	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	X
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	16
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.1.1. Planteamiento del problema	16
1.1.2. Formulación del problema	17
1.2. OBJETIVOS	17
1.2.1. Objetivo general	17
1.2.2. Objetivos específicos	18
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	18
1.3.1. Justificación social - práctica	18
1.3.2. Justificación académica	18
1.3.3. Justificación económica	19
1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.4.1. Hipótesis general	19
1.4.2. Hipótesis específicas	19
1.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	20
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	21
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	21
2.2. GENERALIDADES DE LA MINA CAYLLOMA	23
2.2.1. Ubicación accesibilidad y generalidades	23
2.2.2. Historia	24
2.3. GEOLOGÍA	25
2.3.1. Geología regional	25
2.3.2. Geología local	26
2.3.3. Geología estructural	29
2.3.4. Tipo de depósito	33
2.4. DISEÑO DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN	34
2.4.1. Método de minado	34
2.5. BASES TEÓRICAS DEL ESTUDIO	39
2.5.1. Hidrogeología	39
2.5.2. Hidrogeología del sitio	40
2.5.3. Hidroquímica	51
2.5.4. Bombas instaladas en el sistema de drenaje	56
2.5.5. Inspección del sistema de bombeo actual	58
2.5.6. Inspección del sistema de bombeo futuro (nivel 14)	70
2.5.7. Comentarios sobre la evaluación	72
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	77
3.1. MÉTODO Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	77
3.1.1. Método de la investigación	77
3.1.2. Alcances de la investigación	78
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	79
3.2.1. Tipo de diseño de investigación	79
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	79

3.3.1.	Población -----	79
3.3.2.	Muestra-----	79
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----		80
4.1.	Resultados del tratamiento y análisis de la información -----	80
4.1.1.	Cálculos previos al sistema actual de bombeo-----	80
4.1.2.	Selección y dimensionamiento de bombas-----	103
4.1.3.	Evaluación económica -----	116
CONCLUSIONES -----		124
RECOMENDACIONES -----		125
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----		126
ANEXOS-----		128

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de variables	20
Tabla 2: Ruta geográfica	24
Tabla 3: Rangos de conductividad hidráulica	44
Tabla 4: Resumen de pérdidas de circulación, 2016	45
Tabla 5: Parámetros de monitoreo de agua subterránea	51
Tabla 6: Ingresos de agua subterránea futuros estimados	55
Tabla 7: Bombas Operativas Mi	57
Tabla 8: Ubicación de estaciones de bombeo de Bateas	58
Tabla 9: Distancias entre las estaciones de bombeo	59
Tabla 10: Cálculos hidráulicos de la cámara de Bombeo N°01	81
Tabla 11: Cálculos hidráulicos de la cámara de Bombeo N°02	83
Tabla 12: Cálculos hidráulicos de la cámara de Bombeo N°03	85
Tabla 13: Cálculos hidráulicos de la cámara de Bombeo N°04	86
Tabla 14: Cálculos hidráulicos de la cámara de Bombeo N°05	91
Tabla 15: Cálculos hidráulicos de la cámara de Bombeo N°06	94
Tabla 16: Cálculos hidráulicos de la cámara de Bombeo N°07	97
Tabla 17: Cálculos hidráulicos en el TK-04	101
Tabla 18: Matriz de evaluación de alternativas	117
Tabla 19: Estudio del sistema de bombeo y drenaje futuro. Capex +/- 35%	118
Tabla 20: Comparación - Nivel de Inversión - Capex Opex - Valor Presente	119
Tabla 21: Presupuesto sistema de bombeo	120
Tabla 22: Consumo de energía actual	122
Tabla 23: Consumo de energía sistema bombeo 2018 - 2019	123
Tabla 24: Balance hídrico, 4475 msnm	134
Tabla 25: Cálculos de recarga	135
Tabla 26: Registros de pérdidas de circulación	137
Tabla 27: Resumen de costos de inversión (Capex) - Alternativa 01	149
Tabla 28: Lista de equipos mecánicos - Alternativa 01	150
Tabla 29: Costos de inversión (Capex) - Alternativa 01	151
Tabla 30: Costos operativo (Opex) - Alternativa 01	152
Tabla 31: Resumen de costos de inversión (Capex) - Alternativa 02	153
Tabla 32: Lista de equipos mecánicos - Alternativa 02	154
Tabla 33: Costos de inversión (Capex) - Alternativa 02	155
Tabla 34: Costo operativo (Opex) - Alternativa 02	156
Tabla 35: Resumen costos de inversión (Capex) - Alternativa 03	157
Tabla 36: Lista de equipos mecánicos - Alternativa 03	158
Tabla 37: Costos de inversión (Capex) - Alternativa 03	159
Tabla 38: Costo operativo (Opex) - Alternativa 03	160
Tabla 39: Resumen costos de inversión (Capex) - Alternativa 04	161
Tabla 40: Lista de equipos mecánicos - Alternativa 04	162
Tabla 41: Costos de inversión (Capex) - Alternativa 04	163
Tabla 42: Costo operativo (Opex) - Alternativa 04	164

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N° 1: Ubicación de la mina	24
FIGURA N° 2: Columna estratigráfica simplificada del distrito de Caylloma	26
FIGURA N° 3: Mapa geológico simplificado del distrito de Caylloma	27
FIGURA N° 4: Imagen satélite e interpretación estructural del distrito de Caylloma	29
FIGURA N° 5: Mapa Geológico de Caylloma mostrando el Sistema de vetas	31
FIGURA N° 6: Resumen de Características del Yacimiento Caylloma	32
FIGURA N° 7: Sección idealizada mostrando la clasificación de depósitos epitermales y de metales base. Corvette (2002)	34
FIGURA N° 8: Agua bombeada desde la mina Ánimas, 2016-2017	42
FIGURA N° 9: Rocas del Grupo Tacaza en el sector de caja techo de la veta Ánimas	44
FIGURA N° 10: Sección de perforación, ANIS 040516	47
FIGURA N° 11: ANIS 052517 (a) Brecha/ zona de falla, 468 m, (b) Brecha/ venas cuarzo-carbonato, 471 m, brecha de cuarzo-sulfuros-rodonita, 474 m	48
FIGURA N° 12: ANIS 052517 (a) zona de alteración de sílice y Mn, 485 m, (b) Andesita violeta, ANIS 052517, 779 m	48
FIGURA N° 13: (a) Arenisca sub-arcosica, limolita y lutita, 353 m, (b) zona rota, 359 m, (c) zona rota, 385 m	49
FIGURA N° 14: Izquierda(A) y Derecha (B)	50
FIGURA N° 15: Sección longitudinal, Veta Ánimas (Minera Bateas, 2017)	54
FIGURA N° 16: Plano de nivel 14, Veta Ánimas	54
FIGURA N° 17: Ubicación de las estaciones de bombeo	60
FIGURA N° 18: Estación de bombeo N° 1 NV 15 Tope de rampa 462N	61
FIGURA N° 19: Estación de bombeo N° 2 NV 15 Cámara 466W	62
FIGURA N° 20: Estación de bombeo N° 4 NV 15 Cámara 475W	63
FIGURA N° 21: Estación de bombeo N° 5 NV 15 Cámara 482E	64
FIGURA N° 22: Estación de bombeo N° 6 NV 14 Cámara 467	65
FIGURA N° 23: Estación de bombeo N° 7 Nv. 13 Cámara 472	66
FIGURA N° 24: Estación N° 8 Nv. 11 Tanque de acumulación N° 3 SN 459	67
FIGURA N° 25: Estación de bombeo N° 9 NV 12 Tanque 2	68
FIGURA N° 26: Estación N° 10 Caja de paso Nv. 12	69
FIGURA N° 27: Estación N° 11 Sedimentador Nv. 12	70
FIGURA N° 28: Sistema de bombeo futuro nivel 14 (acceso, sedimentadores, cámara de bombeo, chimenea)	71
FIGURA N° 29: Canales de agua: de bombeo (sale), fresca (ingresa)	73
FIGURA N° 30: Soportes de tuberías muy espaciados	75
FIGURA N° 31: Manifold	76
FIGURA N° 32: Balance de agua de Cámara de Bombeo N°04	87
FIGURA N° 33: Balance de agua de Cámara de Bombeo N°05	93
FIGURA N° 34: Balance de agua de Cámara de Bombeo N°06	96
FIGURA N° 35: Balance de agua de Cámara de Bombeo N°07	98
FIGURA N° 36: Balance de agua de tanque de almacenamiento (TK-04)	99
FIGURA N° 37: Tanque de almacenamiento (TK-04) de 1000 m3 Nivel 11)	100
FIGURA N° 38: Balance de agua de tanque de almacenamiento (TK-02)	102
FIGURA N° 39: Cámara de Bombeo N°01-Bomba Flygt (2201.011 HT)	103
FIGURA N° 40: Cámara de Bombeo N°01-Bomba Grindex (Matador H)	104
FIGURA N° 41: Cámara de Bombeo N°01-Bomba Grindex (Matador H)	105
FIGURA N° 42: Cámara de Bombeo N°02- Bomba Flygt (2201.011 HT)	106
FIGURA N° 43: Cámara de Bombeo N°04- Bomba Flygt	108
FIGURA N° 44: Cámara de Bombeo N°05- Bomba Flygt	109
FIGURA N° 45: Cámara de Bombeo N°05- Bomba Flygt (2400.402 MT)	110
FIGURA N° 46: Cámara de Bombeo N°06- Bomba Flygt (2400.402 MT)	112
FIGURA N° 47: Cámara de Bombeo N°06- Bomba Flygt (2201.011 HT)	113
FIGURA N° 48: Cámara de Bombeo N°07- Bomba Hidrostral	114
FIGURA N° 49: TK-02- Bomba Grindex (Matador N)	115
FIGURA N° 50: Diagrama de bombeo actual	121
FIGURA N° 51: Sistema Bombeo 2018 - 2019	122

FIGURA N° 52: Vista longitudinal de los tajos.	130
FIGURA N° 53: Sección transversal y ubicación del taladro ANIS015610.....	131
FIGURA N° 54: Sección longitudinal Veta Ánimas	132
FIGURA N° 55: Estudio de sistema de bombeo y drenaje Veta Ánimas:.....	146

RESUMEN

El presente estudio ha realizado una evaluación hidrogeológica para el sistema de drenaje de la veta Ánimas de Minera Bateas. La evaluación incluyó una inspección de sitio, revisión de testigos y discusión con personal relevantes de la mina y revisión de información proporcionado por Minera Bateas.

A pesar que la mina tiene una historia larga, ésta cuenta con poca información hidrogeológica, sin una base de datos de registros de ingresos de agua hacia la mayoría de las labores de la mina antigua, datos hidráulicos o piezométricos en la zona de la mina y una base de datos hidroquímicos limitados. Existe conflictos entre los datos recopilados por la mina y por el estudio de Di Anoaia Consulting con respecto a las cantidades de agua drenada desde la mina, la hidroquímica de agua reportado hacia la mina y descargada desde la bocamina del nivel 12, veta Ánimas.

Los ingresos de agua hacia las labores de la veta Ánimas se estiman por un máximo de 120 L/s actualmente. La mayoría de ingresos se reportan en las labores más inferiores de la mina, dentro de 15 m verticalmente, al fondo de la Rampa 462N, entre elevaciones aproximada de 4380 msnm. y 4395 msnm. Esta altitud queda aproximadamente 50 m por debajo el nivel del valle del río Santiago. Al parecer el agua reportada en la mina proviene mayormente por estructuras puntales, con rumbo noreste y buzamiento moderado sureste, sub-paralelo a la veta Ánimas y otra tendencia complementaria noroeste, con buzamiento empinado al noreste.

Minera Bateas planea profundizar las labores de la veta Ánimas hasta el nivel 17 en los próximos años, por una elevación base de aproximadamente 4250 msnm. La profundización va a resultar en un incremento de los gradientes hidráulicos y una expansión del cono de descenso asociado con el desagüe de la mina, incluyendo por debajo del río Santiago al suroeste de las labores y por debajo de la laguna Muscapampa al noreste.

Se ha estimado los ingresos de agua subterránea solo en base de los datos existentes de ingresos de agua hacia la mina y el plan de profundización de la mina. Se estima que la profundización puede incrementar los ingresos por unos 20% a 70%, o hasta 200 L/s, y con esto un incremento potencial para ingresos repentinos que puede demorar la producción. En la ausencia de una base de datos más exhaustivo y un modelamiento numérico, queda una incertidumbre significativa en esta estimación. Existe un potencial de ingresos más elevados si la mina se acerca el contacto con el Grupo Yura.

El consumo de energía para el sistema de bombeo del año 2017 fue de US \$ 595,815.8 y del año 2018 fue de US \$ 750,120.5, lo que el incremento de costos en el sistema de bombeo de la veta Ánimas es sustancial en el descenso de la productividad.

La alternativa seleccionada en la evaluación del plan de gestión de agua subterránea en la explotación de la veta Ánimas fue la Alternativa 3 considerando: Estación de Bombeo 01: 03 bombas horizontales centrífuga, capacidad de diseño de 125 lt/seg – 102 m y 01 bomba sumergible vertical, capacidad de diseño de 40 m³/hr – 25 m; potencia total absorbida de 422 Kw y de potencia instalada de 652 Kw y Estación de Bombeo 02: 03 bombas de alta presión, capacidad de diseño de 125 lt/seg – 186 m y 01 bomba sumergible vertical, capacidad de diseño de 40 m³/hr – 25 m; potencia total absorbida de 736 Kw y de potencia instalada de 1162 Kw.

La alternativa seleccionada permitirá el incremento de la productividad en el sistema de bombeo y drenaje de la veta Ánimas en minera bateas, controlando el incremento de la gradiente hidráulica en labores de profundización subterránea, cumpliendo el plan de avance de labores de desarrollo y preparación.

ABSTRACT

The present study has carried out a hydrogeological evaluation for the drainage system of the Animas vein of Minera Bateas. The evaluation included a site inspection, witness review and discussion with relevant personnel of the mine and review of information provided by Minera Bateas.

Although the mine has a long history, it has little hydrogeological information from the mine, without a database of water revenue records for most of the work in the old mine, hydraulic or piezometric data in the area of the mine and a limited hydro-chemical database. Conflicts exist between the data collected by the mine and by Di Anoa Consulting's study regarding the amounts of water drained from the mine, the water hydrochemical reported to the mine, and discharged from level 12, the vein animas.

Water income towards the Animas vein works is currently estimated at a maximum of 120 L / s. Most of the revenues are reported in the lowest works of the mine, within 15 m vertically, at the bottom of the 468N ramp, between elevations of approximately 4380 meters above sea level. and 4395 meters above sea level. This altitude is approximately 50 m below the level of the Santiago river valley. Apparently the water reported in the mine comes mostly from struts, with northeasterly heading and moderate southeasterly dip, sub-parallel to the Animas vein and another northwest complementary trend, with steep dip to the northeast.

Minera Bateas plans to deepen the work of the Animas vein up to level 17 in the coming years, for a base elevation of approximately 4250 meters above sea level. The deepening will result in an increase in hydraulic gradients and an expansion of the descending cone associated with the mine's drainage, including below the Santiago river southwest of the works and below the Muscapampa lagoon to the northeast.

Groundwater revenues have been estimated only on the basis of existing water revenue data to the mine and the mine deepening plan. It is estimated that deepening can increase revenues by 20% to 70%, or up to 200 L / s, and with this a potential increase for sudden income that may delay production. In the absence of a more comprehensive database and numerical modeling, there remains significant uncertainty in this estimate. There is a potential for higher revenues if the mine approaches contact with the Yura Group.

The energy consumption for the pumping system for 2017 was US \$ 595,815.8 and for 2018 it was US \$ 750,120.5, which the increase in costs in the pumping system of the Animas vein is substantial in the decrease in productivity.

The alternative selected in the evaluation of the groundwater management plan in the exploitation of the animas vein was Alternative 3 considering: Pumping Station 01: 03 centrifugal horizontal pumps, design capacity of 125 lt / sec - 102 m and 01 submersible pump vertical, design capacity of 40 m³ / hr - 25 m; Total power absorbed of 422 Kw and installed power of 652 Kw and Pumping Station 02: 03 high pressure pumps, design capacity of 125 lt / sec - 186 m and 01 vertical submersible pump, design capacity of 40 m³ / hr - 25 m; total absorbed power of 736 Kw and installed power of 1162 Kw.

The selected alternative will allow the increase of the productivity in the system of pumping and drainage of the vein animas in minera bateas, controlling the increase of the hydraulic gradient in underground deepening works, fulfilling the advance plan of development and preparation work.

INTRODUCCIÓN

Minera Bateas está ubicada en el departamento de Arequipa, distrito de Caylloma al sur del Perú. La propiedad consiste de tres petitorios y 26 concesiones mineras para una superficie total de 8,171.3 Ha. Todos los petitorios y concesiones mineras constituyen la Unidad Económica Administrativa (UEA) San Cristóbal. La mineralización de la mina es del tipo epitermal y consiste principalmente de sulfosales y sulfuros de plata, la mineralización del depósito se encuentra en vetas con ganga de cuarzo, rodonita y calcita. Minerales de plata, oro, plomo, zinc y cobre se presentan como base de la mineralización en los tres sistemas de vetas que se están explotando actualmente. La explotación de minerales de Plata, Plomo y Zinc es el propósito del yacimiento de la unidad minera Bateas, el que se realizará de acuerdo a lo especificado en este informe, aplicando el método de minado “Corte y Relleno Ascendente” en las minas de Ánimas y Nancy. Las reservas cubicadas a junio del 2017, reporta 1'777,000 toneladas, con leyes de 106 Ag(g/t), 0.27 Au(g/t), 2.39 Pb (%) y 3.28 Zn (%). El plan de minado se ha programado con un ritmo de producción para el 2017 de 1,500 TMD. Para lograr una producción sostenible en el 2017 y preparar la mina para los siguientes años. El trabajo que se presenta es desarrollado para generar programas de mejora de productividad y reducción de costos en labores de profundización subterránea de minera Bateas. Uno de los factores que influye directamente en estos parámetros de costos y productividad es el incremento del caudal de agua. Minera Bateas planificó profundizar las labores de la veta Ánimas hasta el nivel 17 en los próximos años, con una elevación base de aproximadamente 4250 msnm. La profundización va a resultar en un incremento de las gradientes hidráulicas y una expansión del cono de descenso asociado con el desagüe de la mina. Se ha estimado los ingresos de agua subterránea solo en base de los datos existentes de ingresos de agua hacia la mina y el plan de profundización de la mina. Se estima que la profundización puede incrementar los ingresos de agua por unos 20% a 70%, o desde 120 L/s hasta 200 L/s, y con esto un incremento potencial para ingresos repentinos que puede demorar la producción, y por consecuente el descenso de la productividad e incremento de costos.

El estudio presenta una metodología sistemática, en la cual se analiza y se compara variables técnicas y económicas en sistemas de bombeo de la veta Ánimas por el incremento de la gradiente hidráulica, entre métodos de evaluación tradicional y el método a implementar. El resultado de evaluación del presente estudio generará variables para controlar el drenaje, previa a la explotación de la estructura mineralizada, el mejoramiento de condiciones geomecánicas y de seguridad, mejores condiciones de voladura, reducción de demoras en la producción debido a ingresos repentinos, por lo que se planteó el

desarrollo de un plan de gestión de agua subterránea en el desarrollo de labores subterráneas de profundización.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La minería constituye uno de los pilares en la economía nacional de los países, generando grandes ingresos al fisco por conceptos de impuestos y regalías. Uno de los grandes efectos que genera la disminución de ingresos al fisco producto de los impuestos y regalías generadas por las ventas de mineral son el constante incremento de costo de operación y su consecuente disminución en la productividad operacional. Este descenso en la productividad, tiene un efecto directo en el incremento de costos de operación disminuyendo en un 4% promedio anual en los países de la región. (MINERÍA CHILENA,2016)

Este incremento de costos y descenso de la productividad se ve reflejado en mayor medida en el desarrollo de labores subterráneas de profundización, lo que conlleva a generar programas de optimización y reducción de costos en las distintas operaciones mineras.

Uno de los factores que influye directamente en estos parámetros de costos y productividad es el incremento del caudal de agua. Minera Bateas planificó profundizar las labores de la veta Ánimas hasta el nivel 17 en los próximos años, con una elevación base de aproximadamente 4250 msnm. La profundización va a resultar en un incremento de las gradientes hidráulicas y una expansión del cono de descenso asociado con el desagüe de la mina, incluyendo por debajo del río

Santiago al suroeste de las labores y por debajo de la laguna Muscapampa al noreste.

Se ha estimado los ingresos de agua subterránea solo en base de los datos existentes de ingresos de agua hacia la mina y el plan de profundización de la mina. Se estima que la profundización puede incrementar los ingresos de agua por unos 20% a 70%, o desde 120 L/s hasta 200 L/s, y con esto un incremento potencial para ingresos repentinos que puede demorar la producción, y por consecuente el descenso de la productividad e incremento de costos.

Existe beneficios del drenaje previa a la explotación de la estructura mineralizada, entre ellos un mejoramiento de condiciones geomecánicas y de seguridad, mejores condiciones de voladura, reducción de demoras en la producción debido a ingresos repentinos, por lo que se planteó el desarrollo de un plan de gestión de agua subterránea en el desarrollo de labores subterráneas de profundización.

1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Problema general

¿Cuál es el resultado al incorporar nuevos sistemas de bombeo y drenaje de agua subterránea en la explotación de la Veta Ánimas en Minera Bateas, Caylloma?

Problemas específicos

¿Cómo aplicar los criterios técnicos y económicos en el Sistema de Bombeo y Drenaje en la Veta Ánimas en Minera Bateas, Caylloma?

¿Cómo mejorar la productividad en el sistema de bombeo y drenaje en la Veta Ánimas en Minera Bateas, Caylloma?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Incorporar nuevos sistemas de bombeo y drenaje para mejorar la productividad en el sistema de bombeo y drenaje de la veta Ánimas en Minera Bateas., Caylloma.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las condiciones de los equipos de bombeo y sus componentes del sistema de bombeo y drenaje, en los distintos niveles de producción actual de la veta Ánimas, Minera Bateas.
- Evaluar operacionalmente los equipos de bombeo en los niveles de producción futuros, de acuerdo al incremento de la gradiente hidráulica en labores de profundización, de la veta Ánimas, Minera Bateas.
- Determinar variables técnicas y económicas del sistema de bombeo y drenaje actual y futuro de agua subterránea de la veta Ánimas, Minera Bateas.
- Generar alternativas económicas en base al Costo de Inversión (Capex) y Costos Operacionales (Opex) del sistema de gestión de agua en la veta Ánimas, Minera Bateas.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.3.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL - PRÁCTICA

La investigación proporcionará grandes beneficios en el sector minero, como sustentar la gestión de agua subterránea en el desarrollo de labores subterráneas de profundización y su implicancia en el control y mitigación de bombeo y drenaje hacia la superficie, para establecer un ambiente favorable en el control de mejoramiento de condiciones geo mecánicas y de seguridad, mejores condiciones de voladura, reducción de demoras en la producción debido a ingresos repentinos de agua en labores de desarrollo, preparación y explotación, mejorando la productividad en la explotación de la veta Ánimas.

En la actualidad la mejora en la productividad en áreas de extracción de mineral se ha convertido en un eje fundamental dentro de la gestión de costos, ya que garantiza la estabilidad de una empresa y permite que logre sus objetivos de lineamiento corporativo en base a condiciones de mejora continua.

1.3.2. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA

La investigación generará con su desarrollo un nuevo modelo de establecer la mejora en la rentabilidad económica de la empresa incorporando un nuevo plan de

gestión de agua subterránea en el sistema de bombeo y drenaje, generando mejora en la productividad y por ende en la reducción de costos de la operación minera.

Se espera que las empresas mineras en colaboración con el estado y la sociedad busquen el desarrollo sostenible y progresivo, cumpliendo con las normas ISO 9001, ISO 14001 Y OHSAS 18001.

Las variables a trabajar serán evaluadas para determinar su comportamiento y su relación con la otra variable a estudiar (consecuencia de logros)

1.3.3. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

La presente investigación pretende optimizar la productividad incorporando parámetros operacionales de explotación modernas, lo cual en términos económicos generara mayor rentabilidad, ya que se espera mejorar el control del sistema de bombeo y drenaje, controlando y disminuyendo el costo, mejorando la productividad en el área de operación mina.

1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Al incorporar nuevos sistemas de bombeo y drenaje en labores de profundización aumenta significativamente la productividad en la Veta Ánimas de Minera Bateas, Caylloma.

1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- El desarrollo eficiente de los programas de avance en la preparación y preparación de la veta Ánimas al controlar el sistema de bombeo y drenaje de agua subterránea.
- La realización segura y eficiente del nuevo sistema de bombeo y drenaje de la veta Ánimas permitirá controlar y disminuir el costo de consumo de energía de bombeo.

- La optimización de los costos al seleccionar un nuevo sistema de bombeo y drenaje en la veta Ánimas disminuye significativamente el consumo de energía.

1.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1: Tabla de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	SUB-DIMENSIÓN	INDICADORES
Implementación de un nuevo sistema de bombeo y drenaje en labores de profundización de la veta Ánimas de Minera Bateas.	Conjunto de actividades que desarrolla una metodología que permita mejorar la productividad, incorporando un nuevo sistema de gestión de bombeo y drenaje de agua subterránea, en la veta Ánimas, bajo criterios: geológicos, estructural, geomecánicas y económicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de Equipos de bombeo y accesorios. • Zonificación Geomecánica. 	Evaluación geológica y geomecánica.	Modelos litológicos, estructurales y geomecánicas.
			Evaluación de equipos de bombeo y sus componentes.	Evaluar condiciones equipos de bombeo y componentes actuales.
			Evaluación de Capex y Opex	Evaluar Capex Evaluar Opex
			Evaluación Económica	Evaluar Flujo Caja de Alternativas

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1.6. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

- Muñoz Ospino Antony, (2016) desarrolló su tesis denominada “Optimización del sistema de bombeo y manejo de las aguas residuales producto de la explotación minera en la mina de carbón San Fernando, operada por carbonos San Fernando, Amaga - Antioquía”. La tesis se enfocó en la evaluación del sistema de bombeo, determinando la propiedad de los fluidos a transportar, clasificando el tipo de bomba y sus componentes, actuales y futuras, para optimizar el sistema de bombeo. La investigación fue de tipo aplicada, de nivel descriptivo explicativo. Como resultado se obtuvo un ahorro significativo en los costos de operación, se elaboró el procedimiento estándar de instalación y operación, junto con un plan de mantenimiento preventivo.
- Barreto Inca, Celestino, (2017) desarrolló su tesis denominada “Optimización del sistema de bombeo – construcción y drenaje – unidad minera Antapaccay”. La tesis realizó la descripción de los antecedentes del sistema de bombeo antiguo de aguas de fondo de mina a tajo abierto Antapaccay, tales como bombas (eficiencias y rendimientos), tuberías y accesorios; luego se hizo el estudio para el diseño y construcción del nuevo sistema de bombeo, con mejores eficiencias y rendimientos, cumpliendo con los caudales necesarios para el drenaje total. Como resultado se obtuvo un ahorro significativo en los costos de operación, mejorando la eficiencia de 65 a 81.88% y el rendimiento de 85 a 98%.
- Franco Sullca, Jorge Luis, (2015) desarrolló su tesis denominada “Optimización del sistema de bombeo de agua subterránea, para satisfacer su demanda volumétrica, en Compañía Minera Volcan S.A. - Unidad Chungar”. La tesis surgió de la necesidad

de satisfacer la demanda volumétrica en el bombeo, donde la actividad minera acude generalmente al agua superficial (lagunas y ríos) como fuente principal de abastecimiento, sin embargo, solo en contados casos, y mayormente en forma casual se utiliza el agua subterránea. Contrariamente, debido al exceso de agua subterránea, en algunas minas se acude al drenaje para facilitar el minado; comúnmente, esta es extraída por bombeo, aunque excepcionalmente es evacuada por gravedad mediante túneles. La tesis analizó el funcionamiento del actual sistema de bombeo, para posteriormente proponer una optimización del sistema de bombeo de agua, con la finalidad de satisfacer las demandas en la Unidad de Chungar. EL tipo de investigación es tecnológico y el nivel es el experimental porque no se pueden controlar todas las variables existentes y el método de investigación es el experimental. Los estudios preliminares indicaron que el sistema de bombeo necesita instalaciones de bombas en stand by y puede optimizar las demandas del sistema de bombeo en la compañía minera Volcán. Como resultado se tiene una bomba instalada con una potencia del motor eléctrico de 150HP.

- En esta investigación, se pretende construir una propuesta para la medición de la productividad aplicado en minería extractiva polimetálica en vetas. La propuesta consiste en un estudio comparativo de costos de bombeo y drenaje de agua en labores subterráneas de profundización y su disminución en la productividad de operaciones unitarias de explotación en la veta Ánimas, permitiendo identificar posibles factores, etapas y procesos en los cuales se presentan los mayores sobrecostos en la actividad de explotación minera. Métodos. La metodología de trabajo consta de cuatro etapas principalmente. La primera es de revisión de los niveles de productividad y costos en los sistemas de bombeo y drenaje históricos de la veta Ánimas, investigación que se realizó por varios medios (Informes internos, internet, libros, revistas, entrevistas, entre otros). La segunda etapa es de discusión y análisis sobre cómo hallar un índice de productividad, basados en definiciones de productividad, teniendo como común denominador el costo a lo largo del proceso productivo en sistemas de bombeo y drenaje. La tercera etapa es de preparación y realización de hojas de cálculo en Excel y planos en planta y perfil, con las cuales pueda hallarse de forma práctica el índice de productividad en sistemas de bombeo y drenaje de agua en labores subterráneas de profundización de la veta Ánimas. La cuarta etapa consiste en la validación de esta propuesta en campo, donde se realiza la medición de la productividad comparando el antes y después de las variables de productividad y costos en sistemas de bombeo y drenaje en labores subterráneas de

profundización de la veta Ánimas. Resultados. La propuesta permitirá realizar un análisis comparativo de resultados en sistemas de bombeo y drenaje de agua en la mejora de productividad de distintos procesos unitarios de explotación, que se viene aplicando en la operación minera, generando la mejora en los índices de productividad en la explotación de la veta Ánimas. De hacerse una observación detallada de cada uno de los costos del proceso minero extractivo, seguramente éstos podrían reducirse a la mitad, o tal vez menos, permitiendo una mayor rentabilidad. Conclusiones. La Propuesta metodológica para la medición de la productividad en la generación de un plan de Gestión de Agua Subterránea es una buena herramienta para conocer los niveles de gestión operacional en la faena minera. La ventaja de conocer el caudal de agua en mina durante época de estiaje e invierno son diferentes, este incremento de caudal tiene un efecto directo en la velocidad de preparación y extracción del mineral, y por ende una disminución de la producción. Esta propuesta asumió como factores críticos el sistema de bombeo y drenaje en labores de profundización de la veta Ánimas, sin embargo, esto no significa que los otros costos asociados al proceso extractivo, como los de las operaciones principales, no sean susceptibles a la reducción, sino que, por el contrario, vale la pena tenerlos en cuenta en algún grado de detalle. La medición de la productividad debe ser una tarea periódica, con el fin de comparar estados de la minería, analizando su evolución en el tiempo.

1.7. GENERALIDADES DE LA MINA CAYLLOMA

1.7.1. UBICACIÓN ACCESIBILIDAD Y GENERALIDADES

El distrito minero de Caylloma se ubica en la Región de Arequipa, aproximadamente a 225 km al norte de la ciudad de Arequipa y se localiza a 14 Km al Nw del pueblo de Caylloma, capital del mismo nombre, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa; Arequipa con coordenadas UTM. NORTE = 8317650 y ESTE= 192584 y a una altitud de 4500 a 5000 msnm. El tiempo de viaje en camioneta es de aproximadamente 5 horas. Es accesible desde la ciudad de Lima hasta Arequipa con el distrito de Caylloma de 225 km aproximadamente, pasando así por el cruce de acceso a la mina Arcata

Tabla 2: Ruta geográfica

RUTA	KILOMETROS
Lima - Arequipa	1005
Arequipa - Caylloma	225
Caylloma - Mina	14

Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 1: Ubicación de la mina



FUENTE: Departamento de geología.

1.7.2. HISTORIA

La historia de Caylloma puede ser dividida en cinco principales periodos: El Inca-Preinca, Colonial, siglo XIX tardío– siglo XX temprano, moderno y actual.

Caylloma es una de las minas más antiguas en el Perú teniendo referencias de actividad desde las épocas Preincas e Incas (Valdiviezo, 2003; Chlumsky et al,

2009; Petersen y Brooks, 2010) No hay información evaluable para dicho periodo, pero se asume que la producción era a pequeña escala.

En el periodo colonial, de 1626 a 1821, trabajaron las partes superiores de San Cristóbal, San Pedro, El Toro, Elisa, Bateas, Trinidad y la Leona con un total de 490,000 toneladas métricas de mineral de alta ley que promedió 3910 g/t (114 oz/t Ag) .En el siglo XIX tardío- siglo XX temprano empezó con el grupo Sueco-Inglés con Cía. Caylloma Mining Company, la cual extrajo la mayoría de los clavos mineralizados de altas leyes en las vetas El Toro, San Pedro, Bateas, y San Cristóbal hasta 1906 (Valdiviezo 2003). En 1906 un grupo chileno empezó operaciones con una planta concentradora que produjo 20 tpd. En los subsecuentes 20 años bajo la dirección de L.J. Rosenshine, tres compañías se hicieron cargo de la mina con una nueva planta de flotación de 30 tpd.

En el periodo moderno (de 1926 al 2005) Valdiviezo señala que en 1932-1933 se crea la Cía. Minera de Caylloma S. A Limited. en 2009 Chlumsky menciona que en 1981 la propiedad fue adquirida y minada hasta 2005 por Cía. Minera Arcata S.A. como una subsidiaria del Grupo Hochschild.

En el 2005 Fortuna Silver Mines adquiere la propiedad y reinicia las operaciones mineras en el tercer trimestre del 2006 hasta la fecha con producción diaria ascendente que a la actualidad (2017) está en 1500tpd.

1.8. GEOLOGÍA

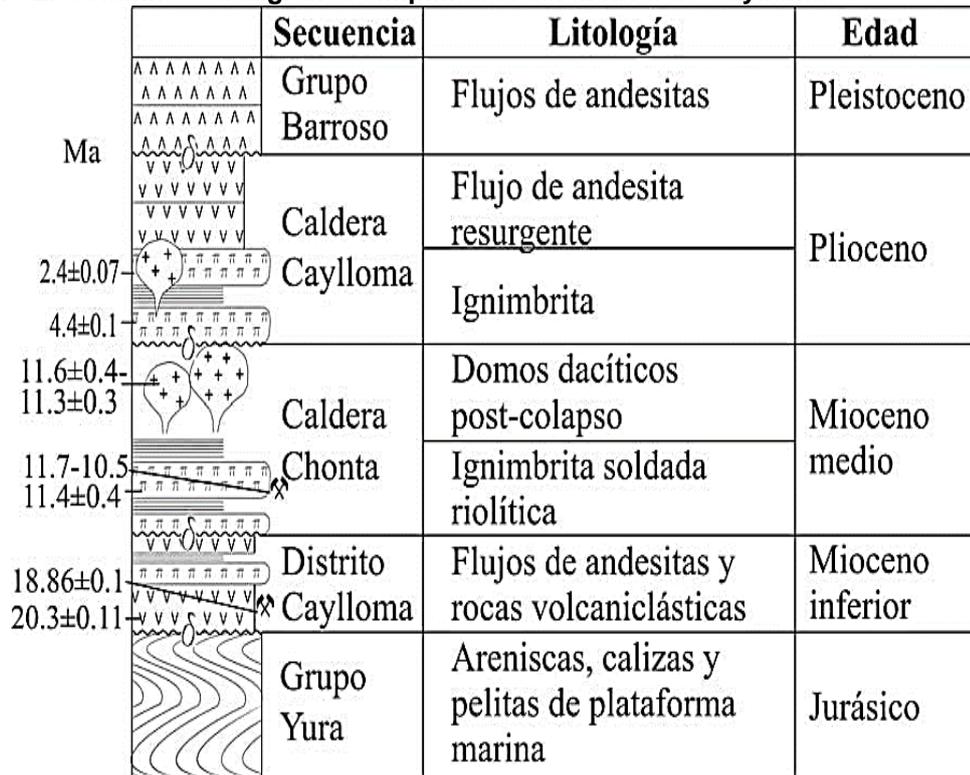
1.8.1. GEOLOGÍA REGIONAL

El distrito de Caylloma se encuentra ubicado en el Arco Volcánico Neógeno que forma parte de la Cordillera Occidental del Sur del Perú. Esta porción del Arco Volcánico se desarrolló sobre una gruesa corteza continental compuesta de rocas Paleozoicas y Mesozoicas deformadas.

Seguidamente al Eoceno Tardío hacia el Oligoceno temprano (Orogenia Inca) hubo un periodo de inactividad erosiva y magmática antes de las erupciones de las principales rocas huéspedes del distrito de Caylloma. El engrosamiento de la corteza y el levantamiento ocurrieron entre 22Ma y 17 Ma acompañado de vulcanismo, fallamientos y mineralización en el distrito de Caylloma.

El Distrito de Caylloma se ubica en un amplio arco volcánico Mioceno, caracterizado por la presencia de edificios volcánicos de colapso, calderas, en partes superpuestas y que han evolucionado independientemente, separadas en el tiempo por varios millones de años (Eyzaguirre, 1983)

FIGURA N° 2: Columna estratigráfica simplificada del distrito de Caylloma

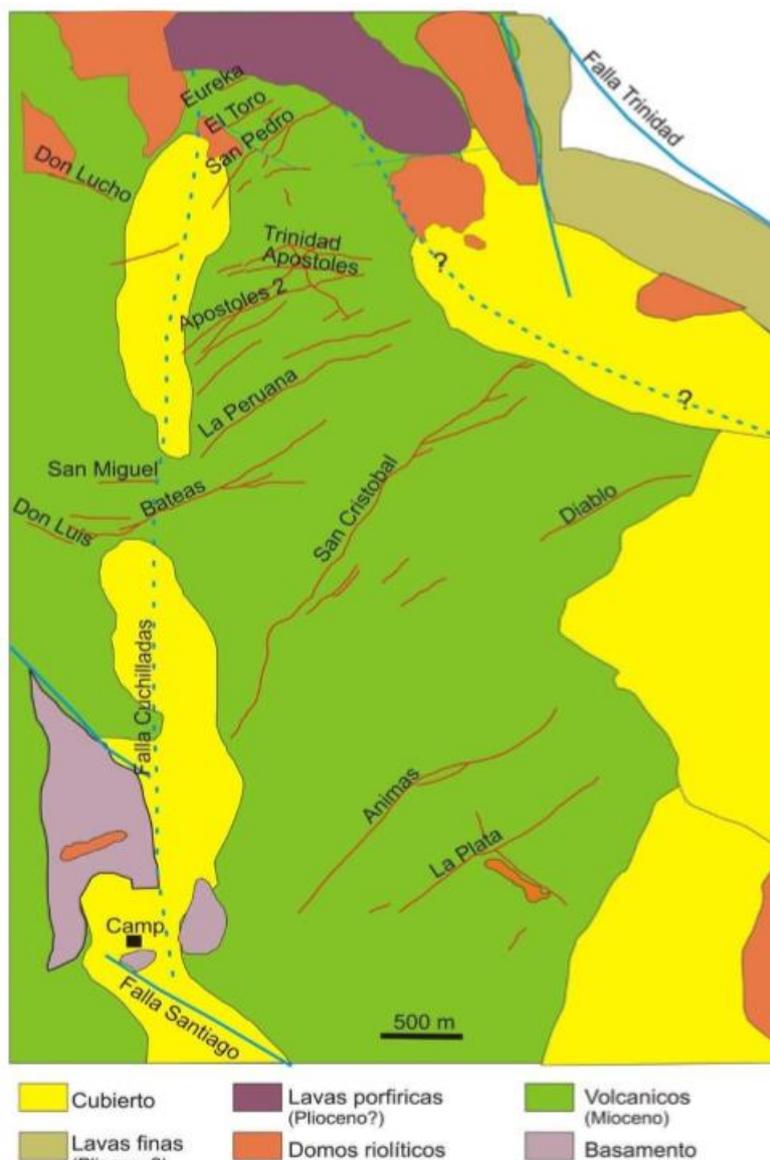


FUENTE: Departamento de geología

1.8.2. GEOLOGÍA LOCAL

En el área afloran rocas volcánicas del mioceno, pertenecientes al grupo Tacaza; las cuales yacen en discordancia angular sobre sedimentos Jurásico-Cretácico (cuarcitas y lutitas) del Grupo Yura. Productos volcánicos plioleistocenos y sedimentos clásicos recientes cubren con potencia variable grande extensiones del área.

FIGURA N° 3: Mapa geológico simplificado del distrito de Caylloma



FUENTE: Departamento de geología.

A. Grupo Yura

Constituye la base de la columna estratigráfica regional. Litológicamente está compuesto por orto cuarcitas blanco grisáceo, limolitas grises oscuro y negruzcas, estratificadas en capas delgadas con intercalaciones delgadas de estimada de 400 metros.

Al W de Huayllacho forma un anticlinal abierto con rumbo promedio N 50° W y flancos asimétricos. Los niveles superiores constituidos mayormente por lutitas conforman pliegues recumbentes.

La edad de este grupo es Jurásico superior Cretáceo inferior.

B. Grupo Tacaza

Bajo esta denominación se describe una serie de eventos acaecidos durante el “Volcanismo Tacaza” representado por secuencias de lavas, aglomerados intercalares y algunos horizontes tufáceos que descansan en discordancia erosional sobre rocas del grupo Yura. Su composición es andesita con variaciones texturales de porfirítica a afanítica. El color dominante es marrón rojizo que cambia verdoso por alteración clorítica.

Estas rocas volcánicas incluyen localmente un horizonte delgado de calizas lacustrinas que lateralmente se hacen lodolíticas.

Su potencia estimada es de 900 metros observándose en algunas secuencias, adelgazamiento de los horizontes volcánicos tanto en rumbo como en buzamiento.

La edad de este grupo es Mioceno.

C. Depósitos Volcánicos Recientes

Supra yaciendo con marcada discordancia a las rocas basales, afloran extensas cubiertas de lava andesíticas, riolíticas, dacíticas y tufos de similares composiciones. Se presentan generalmente en bancos gruesos de pseudo estratificación horizontal.

D. Deposito clásticos Reciente

Materiales aluviales, coluviales, morrénicos, fluvio-glaciares, etc. de edad cuaternarios; constituyen acumulaciones de potencia y extensión variables

E. Rocas Ígneas Intrusivas

Se reconocen intrusivos subvolcánicos de composición riolítica, riodacítica y andesítica, a manera de diques y domos, zonas de decoloración y propilitización de extensiones e intensidades variables se desarrollan en la periferia de algunos domos e intrusiones subvolcánicas.

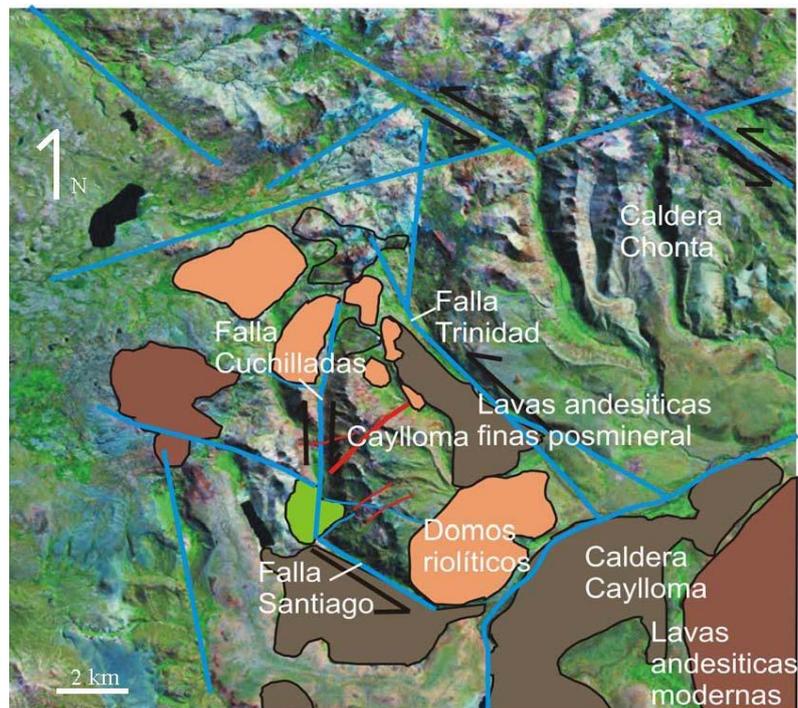
1.8.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La principal estructura de la región está representada por la caldera Caylloma, de tipo resurgente; cuyas características morfológicas bastante bien reservadas guardan relación con la topografía actual.

Anticlinales y sinclinales amplios, con orientación andina SE-NW a ESE-WNW, afectan los volcánicos Tacaza y Grupo Yura. Pliegues menores de tipo recumbente desarrollados en las lunitas y limonitas del Yura se observan en proximidad de las fallas regionales (Cassard et al., 2000).

Fallas normales de rumbo SW-NE en las cuales predomina su componente vertical con relación a su componente horizontal, han servido de canales para la circulación de las soluciones mineralizantes.

FIGURA N° 4: Imagen satélite e interpretación estructural del distrito de Caylloma



FUENTE: Departamento de geología.

A. Sistemas de vetas

En el distrito minero de Caylloma se reconocen 6 sistemas de vetas de rumbo NE, mayormente con buzamiento al SE.

Las rocas encajonantes de los sistemas de vetas de Caylloma están constituidas por brechas, lavas y aglomerados andesíticos del volcánico Tacaza, en proximidad al borde NE de la Caldera Caylloma. Hacia el sur, desde algunos tramos del nivel 9, haciendo debajo de este nivel, (Vetas Apóstoles 1, apóstoles 2 y Santo Domingo) presentan cajas de cuarcitas y lutitas Yura.

Los sulfuros y sulfosales primarios de plata. Se han depositado en una ganga de cuarzo, rodonita y calcita.

De norte a Sur se tiene los siguientes sistemas de vetas:

Sistema San Pedro

Vetas: Eureka, Copa de Oro, el Toro, San Pedro, Paralela, La blanca, Santa Rosa y Santa Isabel.

Sistema Trinidad

Vetas: Trinidad, Elisa, Leona, Apóstoles, San Carlos y Jerusalén.

Sistema Santo Domingo

Vetas: Santo Domingo, La Peruana, Alerta y Cercana.

Sistema San Cristóbal

Vetas: San Cristóbal, Santa Catalina y Bateas.

Sistema Ánimas

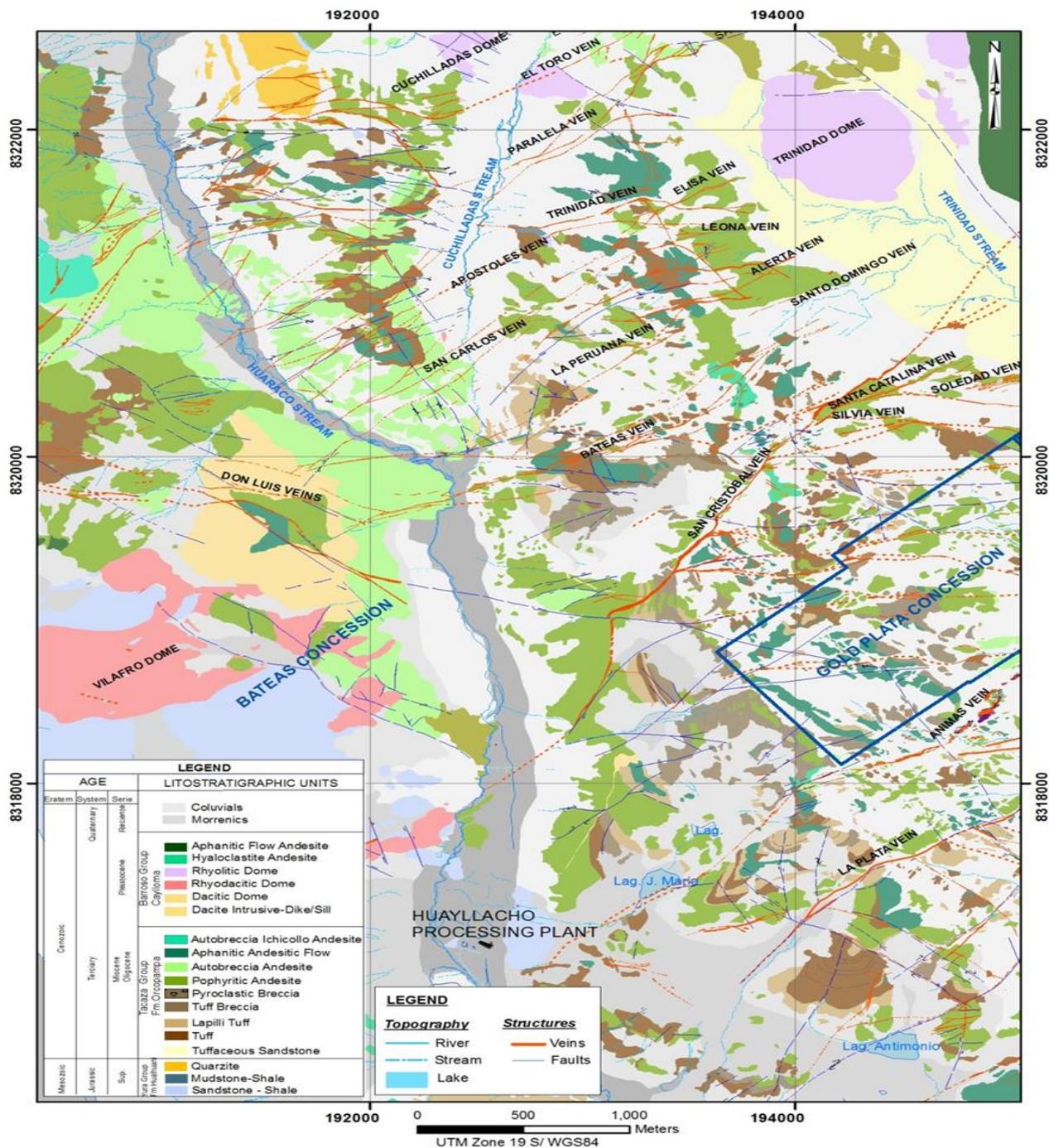
Vetas: Ánimas y La Plata.

Sistema Antinomio

Vetas: Antinomio Bajo y Corona de Antinomio.

Algunas vetas han sido objeto de exploración en diversas épocas; constituyendo la veta San Cristóbal la más intensamente minada. El laboreo minero se ha practicado entre los 5000 m.s.n.m (afloramiento de la veta superior San Cristóbal) y los 4400 m.s.n.m (nivel 14 de la veta Ánimas).

FIGURA N° 5: Mapa Geológico de Caylloma mostrando el Sistema de vetas



FUENTE: Departamento de geología.

Veintisiete vetas en el distrito minero de Caylloma están clasificado en seis sistemas, agrupados en dos mayores tipos: Argentíferos y polimetálicos.

FIGURA N° 6: Resumen de Características del Yacimiento Caylloma

Type	Silver Veins				Polymetallic Veins			
System	San Pedro	Trinidad	Santo Domingo	San Cristobal	Antimonio	Animas		
Veins	Eureka, Copa de Oro, El Toro, San Pedro*, Paralela, La Blanca, Santa Rosa, Santa Isabel	Trinidad, Elisa, Leona, Apóstoles, San Carlos, Jerusalen.	Santo Domingo La Peruana, Aleria, Cercana	San Cristobal*, Santa Catalina*, Bateas*, Soledad*, Silvia*	La Plata*, Antimonio	Animas, El Diablo		
Veins Details	* Veins analyzed							
	San Pedro	San Cristobal	Santa Catalina	Soledad	Silvia	Bateas	La Plata	Animas
Strike length	900 m.	2.5 Km	700 m	250 m	200 m	1.8 Km (Bateas Techo)	4 Km	3.8 km
Strike/dip	N45E/85SE	N35-55/50-80SE	N65-80E/65-80NW	N68-71E/76NW	N70E to 582E/65-82 NW	N70E/82SE		N55-60/45-55SE
Width	2 to 3 m.	5 to 6 meters [upper levels] 2 to 2.5 meters [lower levels]	1.90 m	1.09 m	0.8 - 1.8 m			Variable Max 30 m
Texture	Banded mineralization			Banded				Banded Colloform Brecciated
Mineralization	Quartz, rhodonite, Mn and Fe oxides, local ruby silver and native silver	Sphalerite, Galena, Polybasite, Pyrrargyrite, Chalcopyrite Tetrahedrite Pyrite, Quartz, Rhodonite Calcite	Ag sulfosalts (Pyrrargyrite and Proustite), Sphalerite, Galena Chalcopyrite Quartz, Calcite Rhodonite Rhodochrosite	Ag sulfosalts Sphalerite Galena Chalcopyrite Gray copper (enargite ?) Pyrite Rhodonite Quartz Rhodochrosite	Sphalerite Galena Chalcopyrite Ag sulfosalts (pyrrargyrite) Pyrite Quartz Calcite Rhodonite Rhodochrosite. Sphalerite Galena Chalcopyrite Pyrite	Chalcedonic and opaline quartz Ag sulfosalts Pyrite Calcite Rhodonite Rhodochrosite. Sphalerite Galena Chalcopyrite Pyrite	Quartz, Calcite, Rhodonite, Mn oxides. Quartz Pyrite, Ruby silver stained with Mn oxides. Stibnite, Pyrite Tetrahedrite	Ag galena, Sphalerite, "Marmatite", Chalcopyrite Tetrahedrite Ruby silver Pyrite Quartz Calcite Rhodonite Rhodochrosite Fe-M oxides
Grade	5 to 21 ounces Ag per tonne decreasing with depth. High grade zones of up to 36 ounces. Ag per tonne	Irregular Ag distribution. Ag decreases gradually at depth	154 g Ag, 1.49 g Au, 2 % Pb, 2.89 % Zn, 0.52 % Cu					

FUENTE: Departamento de geología.

B. Mineralización epitermal

Hay dos diferentes tipos de mineralización en Caylloma, unas con elevados valores de Plata (vetas, San Cristóbal, La Plata, Bateas, San Carlos, Apóstoles, San Pedro, El Toro, Trinidad, Ramal Piso Carolina y Don Luis). Las otras son polimetálicas con elevados valores de plata, plomo, zinc, cobre y oro (Ánimas, Soledad, Silvia, Patricia, Pilar, Nancy, y Santa Catalina)

Se ha identificado un horizonte supérgeno oxidado que contiene los siguientes minerales supérgenos: Psilomelano, pirolusita, goethita, hematita, chalcocita, covelita, y rejalgar (Vetas Corona y Antimonio). La zona de oxidación es delgada y sin evidencia de minerales de plata enriquecidos. En profundidad se observa un incremento de cobre (calcopirita); plomo (galena) y zinc (esfalerita) en las Vetas Bateas, San Cristóbal y Ánimas (Hedenquist et al, 2000)

C. Alteración hidrotermal.

Se han identificado tres tipos de alteración hidrotermal, (1) cuarzo-adularia; (2) cuarzo-illita; y (3) propilítica. La alteración cuarzo-adularia (pirita-illita) se restringen a los márgenes de la veta. La amplitud varia de unos centímetros a unos cuantos metros. El ensamble de alteración Cuarzo-illita se presenta en las partes superiores como pequeños bordes de cuarzo illita en las cercanías a las vetas que van gradando a cuarzo- adularia en profundidad. La alteración propilítica está ampliamente dispersa en toda el área y puede ser regional y tal vez sin relación a los eventos de la mineralización. La alteración propilítica es un fino agregado de clorita, epidota, calcita y pirita (Corvette y Leach, 1998, Corvette, 2002)

1.8.4. TIPO DE DEPÓSITO

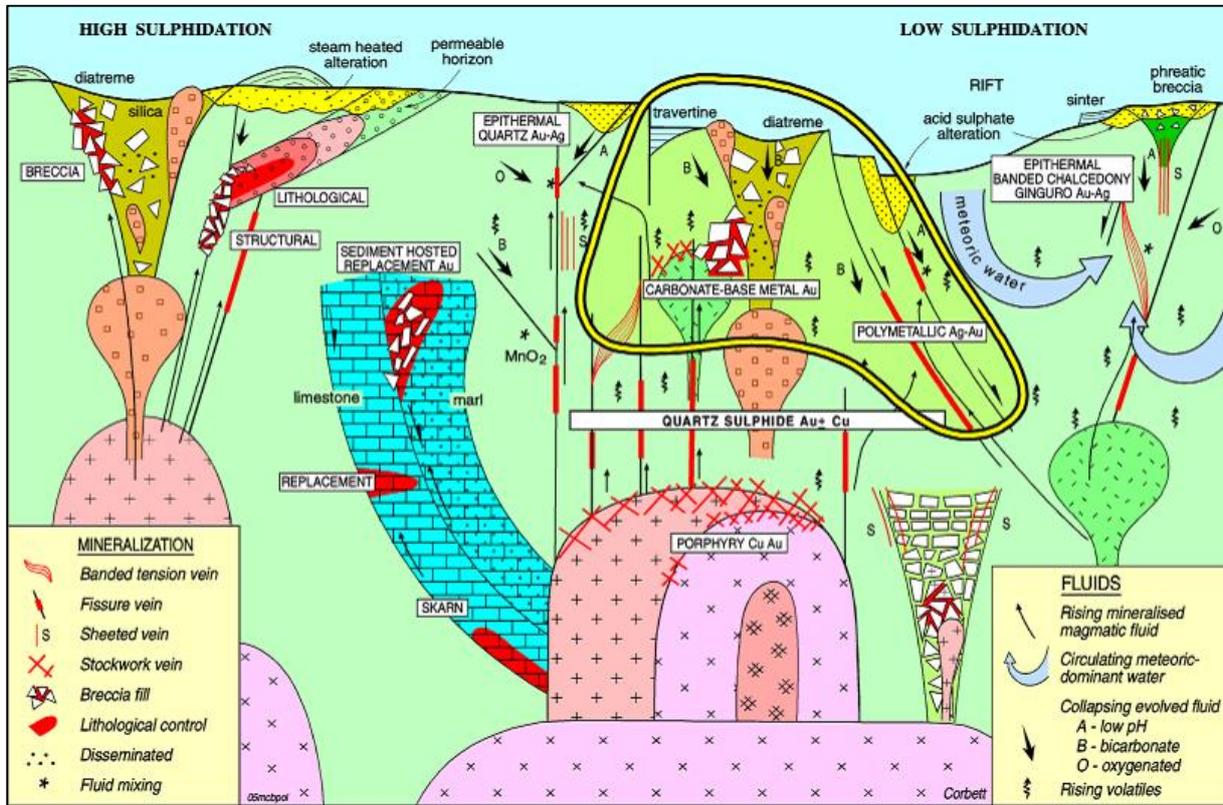
Las vetas polimetálicas y de plata-oro de Caylloma son características de un depósito Epitermal de baja sulfuración de acuerdo a la clasificación de Colbertt (2002) formada en relativas bajas temperaturas en un ambiente de corteza superficial. Las vetas Epitermales en el distrito de Caylloma se caracterizan por minerales tales como pirita, esfalerita, galena, calcopirita, marcasita, oro nativo, estibina, argentopyrita, y varios sulfosales de plata (tetraedrita, polybasita, pirargirita, estephanita, estromeyerita, jalpita, miargirita and bournonita).

Estas están acompañadas por minerales de ganga como cuarzo rodonita, rodocrosita, johannsenita (Mn-pyroxeno) y calcita.

Las características descritas arriba dan como resultado la clasificación de las vetas de Caylloma se clasifican dentro del grupo Epitermal de metales preciosos en cuarzo-adularia similar a los de Creede, Colorado; Casapalca, Perú; Pachuca, México y otros distritos volcánicos del terciario tardío (Cox y Singer, 1992)

Ellos están caracterizados por sulfosales de Ag y sulfuros de metales base en gangas bandeadas de cuarzo colofome, adularia con carbonatos, rodonita y rodocrosita (Echevarría, et al ,2006) las alteraciones en la roca de caja, adyacentes a las vetas se caracteriza por illita y amplia dispersión de alteración propilítica.

FIGURA N° 7: Sección idealizada mostrando la clasificación de depósitos epitermales y de metales base. Corvette (2002)



1.9. DISEÑO DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

Los métodos de explotación se definen como una forma geométrica usada para explotar un yacimiento, dividiendo un cuerpo mineralizado en sectores aptos para el laboreo. Tomando esta definición podemos decir que la explotación de Minera Bateas se define como un conjunto de operaciones que permiten el arranque, carguío y extracción de mineral de manera planificada.

1.9.1. MÉTODO DE MINADO

Para seleccionar el método de minado, es importante definir claramente las condiciones naturales del yacimiento, es decir factores de selección:

- Profundidad, forma y tamaño del yacimiento.
- La geología del yacimiento.
- Calidad geomecánica de la roca mineralizada y roca caja.

- Las reservas y distribución de leyes.
- Las condiciones hidrogeológicas del mismo.

Reconocidas las condiciones naturales del yacimiento se toma en cuenta también los criterios de selección:

- Rendimiento y productividad
- Seguridad al personal, equipos e infraestructura.
- Recuperación (Reservas extraídas y Reservas in situ).
- Selectividad.
- Dilución.
- Simplicidad.
- Costos (Inversión, Operación).

Las condiciones naturales del yacimiento, al presente se tienen bien definidas como producto de los trabajos desarrollados por los Departamentos de Geología y Geomecánica de Minera Bateas. Se ha tenido disponible la información geológica, morfológica (forma, potencia, rumbo y buzamiento, y profundidad debajo de la superficie), reservas (tamaño y distribución de leyes), geomecánicas (calidad de la masa rocosa de las cajas y del mineral, resistencia de la roca y esfuerzos), y de la presencia del agua subterránea (Minera Bateas, Plan de Minado 2018).

A. Corte y Relleno Ascendente Mecanizado y Semimecanizado

Minera Bateas viene utilizando el método de corte y relleno (Cut and Fill) semimecanizado y mecanizado en forma ascendente empleándose la roca de desmonte como material de relleno y también el relleno hidráulico.

Es un método ascendente en que el mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales empezando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente, comenzando del fondo del tajo y avanzando hacia arriba.

Cuando se ha extraído la franja completa, se rellena el volumen correspondiente con material estéril y/o relleno hidráulico (relleno), que sirve de piso de trabajo a los obreros proporcionando una plataforma mientras la

próxima rebanada sea minada y al mismo tiempo permite sostener las paredes del caserón, y en algunos casos especiales el techo.

Para el corte y relleno ascendente semimecanizado (vetas con potencias entre 0.8m a 2.0m), se realiza cortes con perforación semi vertical (realce) con una altura aproximada de 1.8m, manteniendo una abertura para la perforación de 2.7m. Para el corte y relleno ascendente mecanizado (vetas con potencias mayores de 2.0m), se realiza cortes con perforación horizontal (breasting) con una altura máxima de banqueo de 4.5m, y un ancho de minado según las condiciones de la estructura mineralizada.

La explotación de Corte y Relleno Ascendente que utiliza Minera Bateas es debido a que éste presenta las siguientes características:

- Potencia de veta entre 0.8 a 7 metros.
- Mineral firme, y de buena ley.
- Limites regulares el yacimiento.
- En la mayoría de los tajos la roca de caja es relativamente regular permitiendo un arranque seguro del mineral.

Las tajadas ascendentes rellenas se ajustan a distancias entre niveles de 50 metros en vertical, mineral pobre se deja como material de relleno. La resistencia del mineral en el techo puede ser verificada con la excavación en el nivel mismo de la galería de base (Minera Bateas, Plan de Minado 2018).

B. Corte y Relleno Ascendente Convencional

Este presente método consiste en extraer el mineral o desmonte mediante cortes verticales en la estructura mineralizada y con un ancho mínimo del minado entre 0.8 y 3.5 m. Estos cortes son perforados en forma vertical o inclinadas de acuerdo a una malla de perforación preestablecida y detonada, para luego limpiar el material roto, hacia el echadero. Una gran parte del material roto se deja como piso hasta una altura que posibilite perforar nuevamente y se extrae hacia el echadero el excedente formado por el incremento en el volumen de la masa rocosa después del disparo (esponjamiento). Cabe indicar que la altura máxima a considerar en la explotación es de 3.9 m (en el último corte se considerará la instalación de puntales en línea, la cual será nuestro techo hasta culminar la limpieza).

Luego de la cual se hará la limpieza total para su relleno. De esta manera se completa el ciclo de minado, el cual se repetirá hasta llegar al nivel superior del bloc; siendo el ciclo de minado el siguiente: Perforación, Voladura, Limpieza. Cabe indicar que cada tres metros de corte se dejará pilares en los hastiales, la cual será de dimensiones 2.5m x 2.5m y según recomendación geomecánica para su mejor performance en la estabilidad del block a minar.

Este método será aplicado a partir de las chimeneas sobre la cual se correrán subniveles paralelos a las galerías, a 3 m. de distancia vertical del techo y a ambos lados de las chimeneas. Se utilizarán maderas con frecuencia en la preparación de tolvas, caminos y en el armado de barreras para contener el relleno hasta terminar la explotación de los bloques (Minera Bateas, Plan de Minado 2018).

C. Desarrollo y Preparación

El desarrollo consiste en:

Se desarrolla una galería de transporte a lo largo del yacimiento en un nivel principal.

- En Minera Bateas las chimeneas y caminos son construidos a una distancia requerida según el diseño o planeamiento de desarrollo y/o explotación.
- El área del tajo debe estar a 3 m. sobre la galería de transporte.
- En los tajos que están siendo preparados para la explotación, las chimeneas para ventilación y transporte de relleno deben ser construidas del nivel inferior al nivel superior.

En conclusión, un block de explotación queda limitado por una galería superior y otra inferior y chimeneas a sus extremos.

La preparación se realiza teniendo en cuenta los siguientes objetivos:

- Una buena concepción y una ejecución correcta, ya que estos trabajos son la base para una buena explotación de los recursos.
- La preparación adecuada de un tajo para su explotación depende de un trabajo bien realizado, dando como resultado la total recuperación del mineral y lo más importante un área de trabajo seguro para el personal.

Los costos de esta fase de trabajos tienen considerable incidencia en los costos totales.

- Las disposiciones en el trazado de las Galerías de Base en los tajeos de preparación son de acuerdo al diseño propuesto por el área de planeamiento bajo ciertas características que se adecuan a la morfología y disposición del cuerpo mineralizado y a las dimensiones adecuadas del tajo para su explotación.
- Las posiciones de la galería base en relación a la veta son numerosas, ya que su construcción debe adecuarse a la posición del cuerpo mineralizado. Se puede admitir que para potencias inferiores o iguales a 4 m. la galería de base es única, ella sigue la veta dentro de la zona mineralizada en los niveles intermedios.
- Para potencias superiores a 4 m. la galería de base es desquinchada para poder delimitar su ancho de explotación en su totalidad, y paralelamente se desarrolla un By Pass en desmonte que sirve de nivel principal de extracción; esta red de base juega un rol importante tales como:
 - Transporte de mineral
 - Los By Pass de base son labores permanentes por tal motivo estas deben de contar con un control geomecánico tales como un adecuado sostenimiento y fortificación de la labor.
 - Nivel superior de los tajeos, nivel de corte de los tajeos del nivel inferior.
 - Camino para personal, instalación de tuberías de agua y aire comprimido necesarios para la explotación del tajo.
 - Ventilación.

La disposición de la galería base en los tajeos en preparación en la zona de Bateas se ubican las galerías convenientemente con relación a la formación mineralizada de una parte y de otra parte equipando estas galerías con tolvas necesarias para los tajeos, caso distinto son en la zona de Animas y Soledad que la galería base es el inicio de explotación a la amplitud de la

veta, y cuenta con un By Pass principal de extracción desarrollado en desmonte.

- La construcción de Ore Pass o Echaderos de Mineral es simple en vetas angostas como es el caso de los tajos de la Veta Bateas se extrae tonelaje bajo. Pero su construcción se torna compleja en vetas de mayor potencia y a mayor tonelaje de producción.
- La construcción de los Ore Pass se desarrolla en desmonte en forma de chimeneas verticales de sección de 1.50 m. por 1.50 m. de abertura.
- En el método de explotación corte y relleno convencional se desarrollará la galería principal para la extracción de mineral o desmonte según recomendación.
- Se preparan chimeneas de 1.2 x 2.40 m que servirá para echadero, camino y ventilación natural, obteniendo la delimitación de las reservas en "BLOCKS". (Minera Bateas, Plan de Minado 2018).

1.10. BASES TEÓRICAS DEL ESTUDIO

Carrasco S. (2009). Denomina marco teórico referencial, lo cual constituye la posibilidad de descripción y explicación de las variables y sub temas relacionado con el problema formulado.

1.10.1. HIDROGEOLOGÍA

Estudios previos

El complejo minero de Caylloma ha sido objeto de relativamente poca investigación hidrogeológica. Este estudio involucró una revisión de datos existentes para la mina, una presentación del ámbito geológico, hidrológico e hidrogeológico y los siguientes trabajos adicionales:

- Evaluación meteorológica e hidrológica y estimaciones de caudales promedios y picos;
- Análisis básico de datos estructurales;
- Realización de 30 ensayos de Resistividad Superficial con el método de Sondeos Eléctrica Vertical y su interpretación;

- Un mapeo hidrológico/ hidrogeológico superficial y caracterización hidroquímica;
- Un mapeo hidrogeológico del interior de mina;
- Unos balances climáticos para las varias microcuencas de la zona;
- Una modelación numérica del sistema hidrogeológico de la mina para predecir el movimiento de contaminantes desde la mina.

Datos hidrogeológicos recogidos por la mina

La mina recoge los siguientes datos relacionados con la gestión del agua en la mina:

- Descarga diaria de minas - prevista para 2016 y 2017. Los flujos de descarga de minas se miden en forma mensual en base de horas de bombeo.
- Datos hidroquímicos para la descarga de minas 2016, recolectados mensualmente.
- Monitoreo de construcción de pozos y datos piezométricos, 2014.
- Datos de puntos de ingreso de agua en el interior de la mina, 2015.
- Con base en la información provista, Caylloma tiene dos pozos de monitoreo de aguas subterráneas instalados desde la superficie, cuatro de los cuales están ubicados en la cancha de relaves y dos ubicados en el extremo norte del complejo de relaves No. 3, aunque los registros, detalles de construcción o datos piezométricos para estos no se han proporcionado hasta la fecha. No hay monitoreo piezométrico realizado dentro o alrededor de la mina, aparte de estos piezómetros.

1.10.2. HIDROGEOLOGÍA DEL SITIO

A. Labores, Plan de Mina e Ingresos de Agua

El depósito Caylloma ha sido explotado para más de 400 años e incluye el desarrollo de labores a lo largo de varias vetas.

La veta Ánimas ha sido desarrollada por aproximadamente 2.5 km a lo largo de rumbo y 550 m de profundidad. Acceso a la veta es por rampa y el método minero es de corte y relleno ascendente. El plan actual es para desarrollar la veta hasta Nivel 17 (4250 msnm), 200 m por debajo del nivel inferior (nivel 13)

y aproximadamente por debajo de la Rampa 462N, la labor más profunda, con nivel base de aproximadamente 4380 msnm en setiembre de 2017.

Se entiende que Mineras Bateas ha explotado la veta Bateas hasta la fecha y esta veta se ha explotado hasta una elevación de 4380 msnm. No se conoce si el desagüe de las labores para esta veta, que se encuentra aproximadamente 1.9 km al noroeste de la veta Ánimas, ha afectado los ingresos hasta la veta Ánimas.

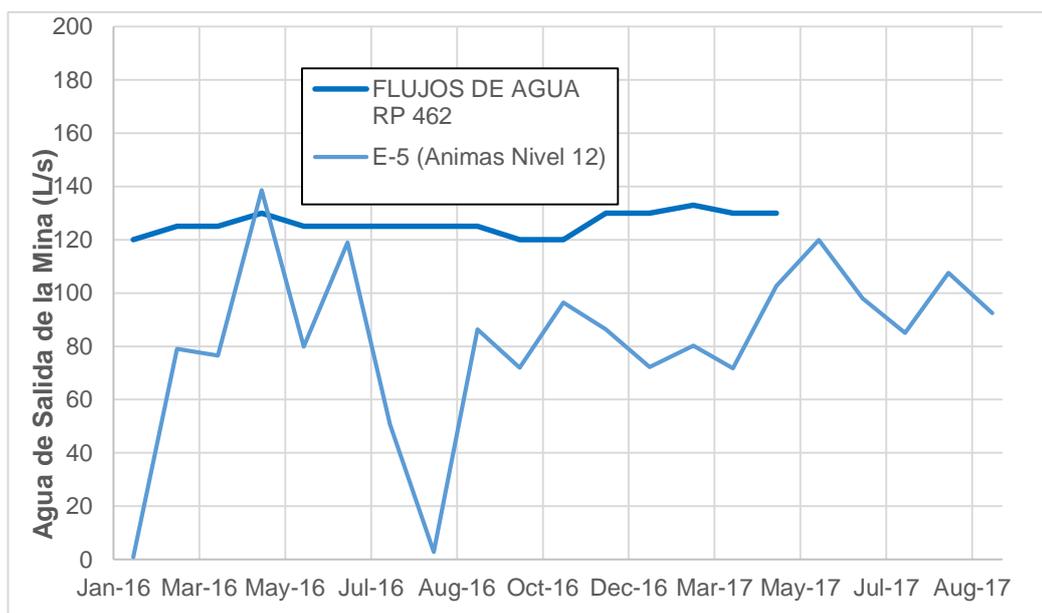
Desarrollo del Sector Ánimas Noreste (NE) ha llegado a nivel 12, con base de aproximadamente 4510 msnm. Ingresos de Agua, Bateas ha proporcionado datos de volúmenes de agua bombeada desde el socavón para desde enero 2016 hasta abril 2017. Se presenta los datos en la Figura 8, que indican ingresos entre 120 a 130 L/s para el periodo.

A pesar de que existen registros de datos diarios, los cuales fueron proporcionados por Bateas, estos presentan valores iguales para todos días de un mes, notándose muy poca variación entre los meses, a pesar de la variabilidad de precipitación fuerte durante el año.

Por lo tanto, mientras que estos valores pueden proporcionar una aproximación de los volúmenes de agua bombeadas, no se consideran valores precisos.

Además, es difícil estimar el efecto de las estaciones de lluvias que ejercen en las cantidades de agua que ingresa a la mina.

FIGURA N° 8: Agua bombeada desde la mina Ánimas, 2016-2017



FUENTE: Departamento de geología.

Los datos proporcionados para la estación E-5, Nivel 12, Ánimas (Figura 8) representan la descarga desde la bocamina nivel 12 y la mayoría de descarga de la mina muestran mucha más variabilidad y pueden mostrar en mayor forma la variabilidad debido a la estación de lluvias, como por ejemplo febrero y marzo 2016, sin embargo, no muestra una respuesta al periodo lluvioso de enero a abril de 2017.

B. Unidades Hidrogeológicas Claves

Depósitos Coluviales

No hay datos de prueba hidráulica o datos de tamaño de grano disponibles para esta unidad; sin embargo, según la inspección visual y la experiencia, es probable que estos suelos tengan un rango de permeabilidad de bajo a moderado.

Aluvios

No hay datos de prueba hidráulica o datos de tamaño de grano disponibles para esta unidad; que se encuentra de mayor forma en la base del río Santiago. Se estima un rango de permeabilidad de moderado a alto. El rendimiento específico para el acuífero en general se estima en el rango de

10 a 20%, considerando los moderados valores de conductividad hidráulica y en base a la experiencia en ambientes similares.

Grupo Tacaza

Las rocas del Bajo Mioceno Grupo Tacaza, compuestos de la Formación Ichocollo y la Formación Orcopampa son compuestos de rocas lávicas, tufos, areniscas, tufáceos y brechas.

No existe de datos de prueba hidráulica para esta formación, que aloja la veta Ánimas. Sin embargo, la inspección realizada a la mina, junto con una revisión breve de registros de perforación, indica que este grupo es mayormente de una permeabilidad baja a moderada. Dianoia (2015) presenta rangos de conductividad hidráulica para los varios sub-unidades del Grupo Tacaza, presentado en la Tabla 3.

Tabla 3: Rangos de conductividad hidráulica

Unidad		Porosidad (%)	Conductividad Hidráulica Interpretada (m/s) (Dianoía, 2015)			Conductividad Hidráulica (SRK, 2017)
			De	A	Descriptivo	Descriptivo
Depósitos Aluviales y Fluvioglaciares	Aluviales	13 - 35	2.3E-06	5.8E-04	Moderado a Alto	Moderado a Alto
	Fluvioglaciares	25 - 40	2.3E-06	1.2E-04	Moderado a Alto	Moderado a Alto
Grupo Barroso	Lavas riolíticas	2 - 10	1.7E-05	1.2E-04	Moderado a Alto	
Grupo Tacaza	Tufos	2 - 15	2.3E-06	5.8E-05	Moderado a Alto	Bajo a Moderado
	Areniscas tufáceas	4 - 15	1.2E-06	5.8E-06	Moderado	Bajo a Moderado
	Lavas andesíticas	2 - 20	1.7E-05	2.9E-04	Alto	Moderado
	Autobrechas	4 - 25	4.6E-04	5.8E-04	Alto	Moderado
Grupo Yura	Areniscas cuarzosas	10 - 35	6.9E-04	8.1E-04	Alto	Moderado a Alto

FUENTE: Departamento de geología.

FIGURA N° 9: Rocas del Grupo Tacaza en el sector de caja techo de la veta Ánimas.



FUENTE: Departamento de geología.

En general, las rocas aparecen compactas, de dureza moderada. Según geólogos de BATEAS, no se observa, con frecuencia, pérdidas de circulación dentro de la caja techo. Pérdidas de circulación ocurren cuando una máquina diamantina está perforando desde la superficie y encuentran zonas de roca permeable que acepta todos los fluidos de perforación que la máquina está inyectando.

Los geólogos notaron que la mayoría de las pérdidas de circulación que se observen, ocurren dentro de rocas fracturadas del Grupo Yura, en la caja piso.

Como parte de la revisión de datos, SRK ha revisado reportes y logeos de perforación para 119 sondajes perforados en 2016 en el sector de la veta Ánimas. Dentro de estos reportes, se ha encontrado reportes de pérdidas de circulación al mínimo parciales desde 41 de estos sondajes, o 34%.

Muchos de los demás sondajes fueron perforados con inclinación positiva, o ligeramente por negativa, y, por ende, pueden ser menos susceptibles a pérdidas de circulación, si la perforación fue parcialmente por debajo del nivel piezométrico. Cabe mencionar, que la práctica de notar estas pérdidas varía entre las perforistas y por turno.

Tabla 4: Resumen de pérdidas de circulación, 2016

Litología	% de Perdidas de Circulación Reportadas
Andesita	12
Andesita porfirítica	73
Anfibolita	3
Autobrecha	3
Toba	33
Lutita, lutita, arenisca	9

FUENTE: Departamento de geología.

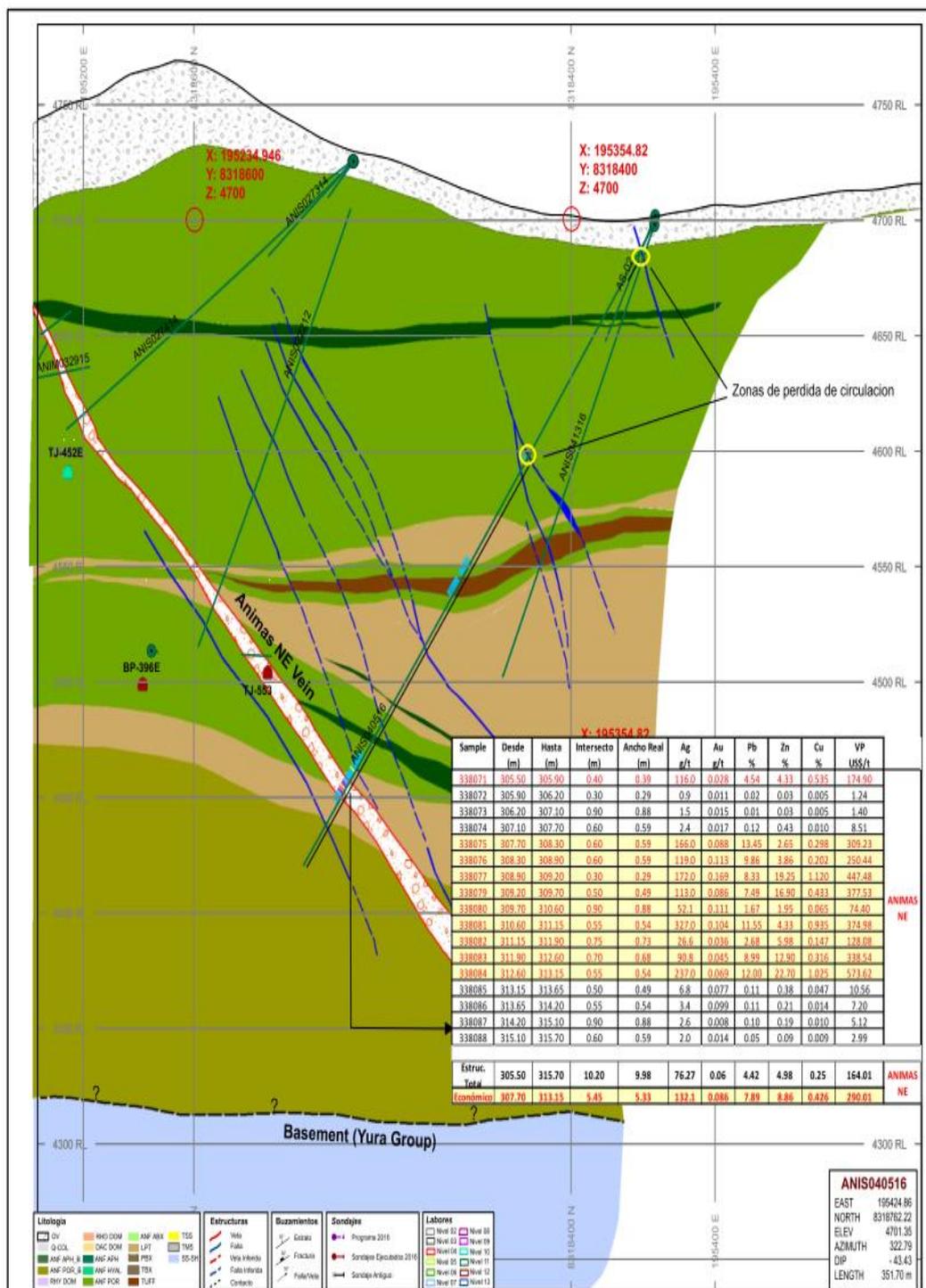
La mayoría de las pérdidas de circulación notadas se asocian con zonas de fallamiento y fracturamiento dentro de rocas de litología andesita porfirítica, como

se documenta en la Tabla N° 4 Mucho de ellos ocurrió sobre, o por debajo de la veta Ánimas. Muchas de las fallas están interpretadas con inclinación aparente similar de la veta Ánimas. Para sondajes perforados desde el socavón, con ligeras inclinaciones, pérdidas de circulación ocurrieron también dentro del halo de alteración asociado con la veta Ánimas.

En unos casos, donde ocurren capas de toba y andesita, se ha notado pérdidas de circulación al fondo de una capa de toba sobre la andesita, lo que indique que la andesita queda más permeable que la toba, y/o el contacto entre ellos esta frecuentemente fracturada y permeable. La Figura N° 10 muestra una perforación donde ha habido perdida de circulación dentro de fallas sub-paralelos a la veta Ánimas en la caja techo.

Durante la inspección del socavón en el 18 de setiembre 2017, se notaron ingresos de agua principalmente dentro de la rampa 462N. La mayoría de ingresos ocurrieron por los últimos 15 m verticalmente de la rampa. Mientras que Dianoia (2015) ha indicado las autobrechas como zonas permeables, no hubo tanta evidencia de esto desde los logueos y reportes de pérdidas de circulación. Sin embargo, es posible que la presencia de autobrechas no aparecen en los logueos.

FIGURA N° 10: Sección de perforación, ANIS 040516

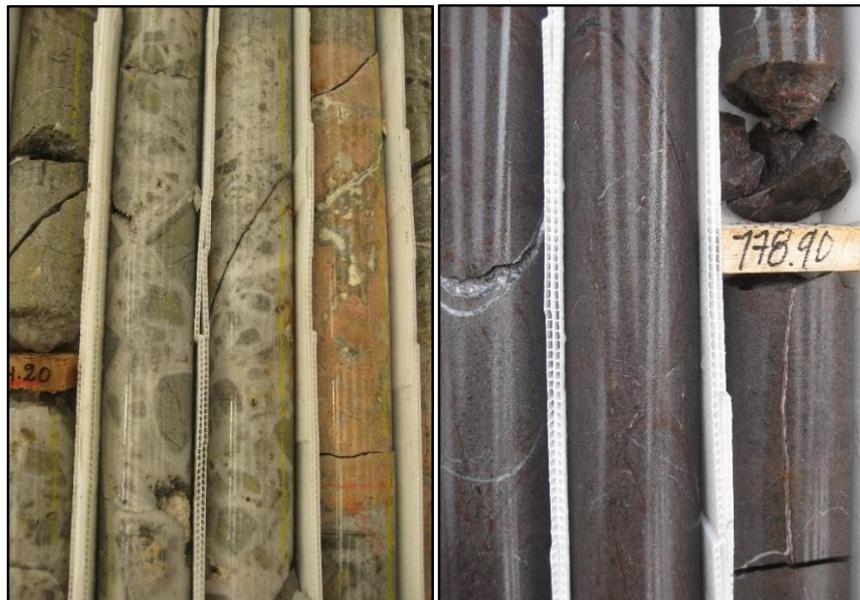


FUENTE: Departamento de geología.

FIGURA N° 11: ANIS 052517 (a) Brecha/ zona de falla, 468 m, (b) Brecha/ venas cuarzo-carbonato, 471 m, brecha de cuarzo-sulfuros-rodonita, 474 m



FIGURA N° 12: ANIS 052517 (a) zona de alteración de sílice y Mn, 485 m, (b) Andesita violeta, ANIS 052517, 779 m



FUENTE: Departamento de geología.

Grupo Yura

De acuerdo con los geólogos de BATEAS, la mayoría de pérdidas de circulación ocurren, y, por ende, el Grupo Yura puede ser la unidad más permeable. Se nota que las vetas se extienden al Grupo Yura, y el desarrollo futuro puede incluir esta unidad.

FIGURA N° 13: (a) Arenisca sub-arcosica, limolita y lutita, 353 m, (b) zona rota, 359 m, (c) zona rota, 385 m



FUENTE: Departamento de geología.

Fallas y Fracturamiento

Durante la visita a mina el 18 de setiembre de 2017 se observó los últimos 45 m de la Rampa 462N inundada. Aparte de ingresos hacia la zona inundada, se observó la mayoría de ingresos reportados a la rampa por estructuras con rumbo 300° y buzamiento 40° a 80° (Figura N° 14). Estas observaciones están conformes con las observaciones realizadas en agosto de 2015, donde 97% de los ingresos ocurrieron por los dos niveles inferiores de la mina, y 77% desde el nivel inferior de esta etapa (nivel 13). (a) Ingreso de agua estimado en 16 a 20 L/s, con veta de rodonita, meteorizada con inclinación 40° a 80° . cruzando el bypass 452W por una altura de aproximadamente 4400 msnm. (b) depósitos de óxidos de manganeso asociadas con ingresos de agua.

FIGURA N° 14: Izquierda(A) y Derecha (B)



FUENTE: Departamento de geología.

Régimen de Flujo

En base del balance hídrico, la recarga ocurre mayormente durante el periodo de medio diciembre hasta medio abril. El mes de enero tiene el mayor potencial para la recarga. Los datos de bombeo de agua de la mina muestran poca influencia de la estación de lluvias. Sin embargo, los datos proporcionados pueden ser imprecisos.

Se espera que la mayoría de la recarga hacia la mina llegue desde las regiones elevadas alrededor del afloramiento de la veta Ánimas. Se espera que una recarga enfocada ocurra desde las bases de las quebradas, y con la profundización de la mina, un aumento en el componente desde los sedimentos aluviales del río Santiago y el río mismo.

Mientras que el río Santiago actualmente puede recibir flujo base de agua subterránea es probable que más de este flujo base ahora llega hasta la mina Ánimas y las demás labores activas por debajo del nivel del río. Es también probable que queden zonas de agua subterránea saturada, colgados sobre roca fracturada y drenada.

Dado que la mayoría de ingresos están ocurriendo en el punto más bajo de la mina y se ha observado pérdidas de agua durante perforación asociado con estructuras de rumbo noreste mientras que se ha observado ingresos importantes y puntuales en la Rampa 462N asociado con estructuras de rumbo noroeste, es probable que los ingresos hacia la mina estén asociados con ambas tendencias, y el macizo de roca actúa como un medio poroso equivalente a una escala grande.

1.10.3. HIDROQUÍMICA

A. Agua de Mina

SRK ha revisado datos hidro químicos desde dos fuentes: Datos recopilados por la mina como parte de su monitoreo de rutina; y Datos obtenidos por Dianoa Consulting (2015) como parte de su evaluación hidrogeológica de la Mina Caylloma. Los datos proporcionados muestran unas interpretaciones diferentes, como se describe líneas abajo. BATEAS monitorea la descarga del sistema de bombeo desde la mina subterránea, efluentes de la mina y agua subterránea aguas debajo de la cancha de relaves, incluyendo los parámetros listados en la Tabla N° 5

Tabla 5: Parámetros de monitoreo de agua subterránea

Grupo de Parámetros	Parámetros
Fisicoquímicos	pH, Conductividad Eléctrica, Temperatura, Sólidos Suspendidos Totales,
Aniones	Cianuro Total
Metales totales	Arsénico, Cadmio, Cromo Hexavalente, Cobre, Hierro, Mercurio, Plomo, Cinc

Fuente: Departamento de Geología.

Los resultados no muestran información del muestreo de control de calidad, como duplicados, duplicados ciegos u análisis completos para hacer balances iónicos o comparación de sólidos disueltos totales con la suma de analitos.

Los resultados básicos indican que el agua saliente del Nivel 12 de Ánimas es de agua fresca, pH-neutro y con niveles generalmente bajos de metales. Se nota que

los niveles de plomo total están alcanzando el límite de descarga. Limitando la presencia de sólidos totales suspendidos funcionará para mantener niveles de plomo al mínimo. Es probable que los niveles de manganeso son elevados en los efluentes, debido de la presencia de rodonita y otros minerales de manganeso y observaciones de óxidos de manganeso observados dentro de la mina.

Se espera que el ambiente de deposición, tipo epitermal de baja sulfatación, junto con la presencia de minerales carbonatos limite el potencial para el drenaje ácido de rocas (DAR) y resulte en una calidad de agua dentro de los límites permisibles para descarga.

Datos proporcionados desde el estudio hidrogeológico de Dianioia (2015) incluyen análisis con más respaldo en contraste con los datos proporcionados por la mina, que incluyen 28 muestras tomadas desde el interior de la mina, y análisis de tipo aseguramiento y control de calidad, con resultados de balances iónicos, los que indican análisis del laboratorio generalmente aceptables.

Los datos indican que el agua del interior de la mina es de calidad fresca a salobre y tiene una química dominante de Ca-SO₄ hasta Ca-Mg-SO₄-HCO₃, química que puede indicar la presencia de yeso en la zona.

El informe documenta excedencias de las normas ECA Categoría 3 para varios parámetros dentro de las labores Ánimas, incluyendo, nitrato, sulfato, aluminio, arsénico, cadmio, cobalto, hierro, manganeso, plomo y cinc. Los valores de manganeso total se encuentran muy elevados, hasta un máximo de 245 mg/L en punto H-39. Sin embargo, no se encuentran los detalles de los puntos y condiciones de muestreo bien documentados en el informe.

B. Manejo de Agua de la Mina

Situación Actual

Actualmente la mayoría de agua se capta por la Rampa 462N utilizando cuatro bombas sumergibles Flygt 2201 con capacidades de 35 L/s cada una y cuatro líneas de achique de diámetro de cuatro pulgadas hasta un sumidero secundario en el Nivel 13 (4365 msnm) con dos bombas Flygt 2400 de capacidad 90 L/s y una Flygt 2201. De allá el agua fluye a la Cámara de Bombeo TK4, con capacidad de 900 m³. Desde TK4, las bombas Hidrostaal, con capacidad de 200 L/s cada una de TK4 envían el flujo al Tanque de Acumulación TK3 por medio de una bomba, con

capacidad de 750 m³. El agua fluye por gravedad por medio de una tubería HDPE de 12" hasta la bocamina de nivel 12 (4500 msnm).

La Cámara de Bombeo KSB, al oeste de la veta Ánimas, cuenta con un tanque de 60 m³ y dos bombas KSB de 75 kW, bombea agua por medio de dos líneas HDPE de cuatro pulgadas al Cámara de Bombeo, Nivel 9 con capacidad de 100 m³. Una bomba Hidrostral de 75 kW envía el flujo por medio de una línea HDPE de cuatro pulgadas hasta la Cámara de Bombeo de nivel 7 y otra hasta un tanque en superficie, Nivel 6 y de allá hasta tanques de almacenaje en superficie, nivel 5. Esta agua se utiliza como agua de servicio dentro de la mina.

Condiciones Geomecánicas

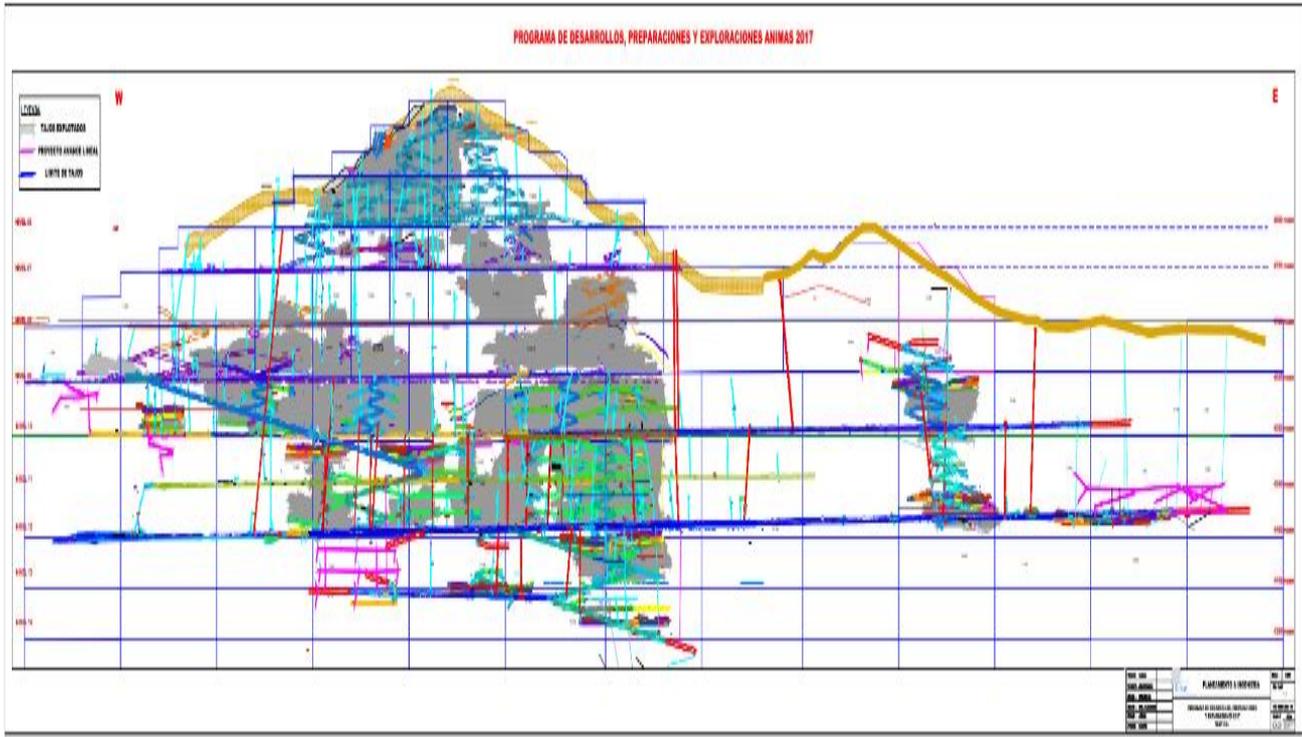
Se entiende que la calidad de roca dentro de los tajos de la veta Ánimas puede variar entre roca mala tipo IV (RMR básico de 40%), basado en la clasificación de (Bieniawski, 1989) hasta roca buena tipo II (RMR de 65%). Se considera importante el drenaje de zonas de roca de calidad mala.

Plan de Mina

SRK entiende que BATEAS desea acceder los cuerpos mineralizados de la veta Ánimas y Ánimas NE mediante una rampa de declinación hasta el nivel 17 (4250 msnm) y explotar este yacimiento utilizando métodos de corte y relleno ascendente. La Figura N°15 muestra una sección longitudinal de la veta Animas. Rampa 462N actualmente se extiende a 4395 msnm.

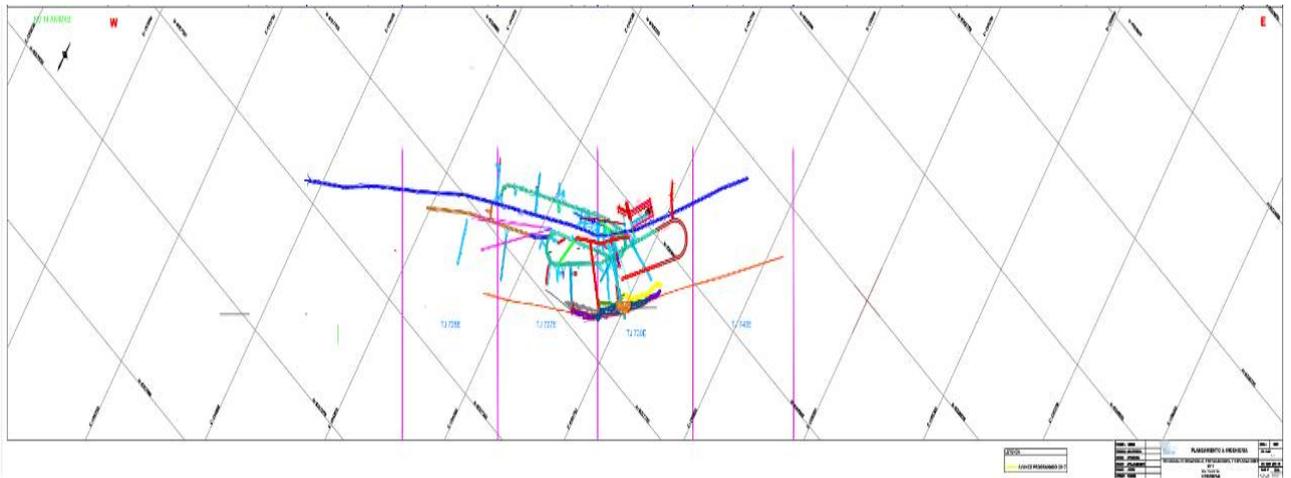
La veta Ánimas NE está desarrollado hasta Nivel 12 (4510 msnm). No se evidencia ingresos de agua subterránea en cantidades significativas en esta zona hasta ahora. El contacto entre el Grupo Tacaza y Grupo Yura queda entre elevaciones de 4200 y 4500 msnm en esta zona y el desarrollo futuro puede acercar este contacto.

FIGURA N° 15: Sección longitudinal, Veta Ánimas (Minera Bateas, 2017)



Fuente: Departamento de Geología

FIGURA N° 16: Plano de nivel 14, Veta Ánimas



FUENTE: Departamento de geología.

Ingresos Futuros

Ingresos actuales llegan a los 120 L/s con base de desarrollo hasta aproximadamente 4400 msnm, o aproximadamente 50 m por debajo del nivel del

río Santiago. El tramo recibiendo la gran mayoría de ingresos es de aproximadamente 250 m de longitud, y un estimado 300 m por debajo de la napa freática pre-minado.

Para estimar los ingresos futuros, se ha utilizado las soluciones analíticas de Goodman et. al. (1965) y El Tani (2003) para ingresos de agua régimen estable.

Se ha calibrado los modelos utilizando los datos de ingresos actuales y estimaciones de carga hidráulica sobre las labores inferiores y a profundidad por debajo de la napa freática pre-minado. Se asume que la longitud de túneles recibiendo ingresos no cambiara significativamente dentro de los próximos años.

Se ha asumido, además, que las condiciones hidráulicas en profundidad hasta nivel 17 quedarán parecidos a los actuales encontrados en el nivel 14 y que el desagüe previo o actual en las labores de la veta Bateas, San Cristóbal u otras no afectarán de una manera importante, los ingresos hacia la veta Ánimas.

Los resultados se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6: Ingresos de agua subterránea futuros estimados

Caso	Goodman et. al. (L/s)	El Tani (L/s)	Comentarios
Ingresos actuales – nivel 14	121	121	Estimado de 80 hasta 140 L/s actualmente incorporando variaciones estacionales y drenaje de almacenamiento.
Ingresos hacia nivel 17	157	163	Estimado entre 120 y 200 L/s.

Fuente: Departamento de Geología.

Es importante notar que la base de información disponible para hacer estas predicciones es muy limitada, entonces queda una incertidumbre importante en estas predicciones. La colección de datos adicionales, como se describió en el anexo correspondiente, y su análisis, servirá para reducir la incertidumbre.

Calidad de Agua Futuro

Con la profundización de la mina, se puede esperar un incremento ligero en el contenido de sólidos disueltos totales y los parámetros individuales junto con una reducción en el contenido de oxígeno disuelto, resultando en un incremento en el contenido de metales como hierro y manganeso en sus formas reducidas. Sin embargo, en vista del conflicto aparente entre los datos recolectados por la mina y los datos presentados por Dianoia (2015), BATEAS tiene que revisar sus prácticas de monitoreo y parámetros de análisis para determinar la situación actual con confianza.

Generalidades del proyecto

Acorde al plan de trabajo establecido para el estudio del sistema de bombeo y drenaje actual y futuro, para mejorar la eficiencia del mismo; se tomó información de campo y se obtuvo información documentada, según el plan propuesto.

En términos generales y de acuerdo con lo programado, la primera actividad fue solicitar información documentaria (planos, diagramas, datos técnicos, etc.), se ingresó al interior de la mina, principalmente a las zonas involucradas con el sistema de bombeo actual y futuro, para reconocimiento de la situación in – situ, y tomar datos de campo para el desarrollo del estudio.

1.10.4. BOMBAS INSTALADAS EN EL SISTEMA DE DRENAJE

A continuación, se detallan las bombas instaladas en el sistema de drenaje, estos valores fueron proporcionados por la Compañía Minera Bateas

Tabla 7: Bombas Operativas Mi

Item	Nivel	Ubicación	Condición	Descripción	Modelo	Marca	HP
1	12	Cam 470	Operativa	Bomba Flygt 2400.402 Mt	2400.402 MT	Flygt	57.62
2	13	Cam 471	Operativa	Bomba Hidrostral Eq. 150-400	Eq. 150-400	Hidrostral	375.2
3	13	Cam 471	Operativa (Stand By)	Bomba Hidrostral Eq. 150-400	Eq. 150-400	Hidrostral	375.2
4	14	Rp 462 Cam 460	Operativa	Bomba Flygt 2201.011 Ht	2201.011 HT	Flygt	57.62
5	15	Rp462 Cam 460	Operativa	Bomba Tigre	Tigre	V3	57.62
6	14	Rp 462 Cam 460	Operativa	Bomba Flygt 2400.402 Mt	2400.402 MT	Flygt	139.36
7	14	Rp 462 Cam 482	Operativa	Bomba Flygt 2400.402 Mt	2400.402 MT	Flygt	139.36
8	15	Rp462 Cam 482	Operativa	Bomba Tigre	Tigre	V3	57.62
9	14	Rp 462 Cam 82	Operativa	Bomba Flygt 2201.011 Ht	2201.011 HT	Flygt	57.62
10	15	Rp462 Cam 482	Operativa	Bomba Tigre	Tigre	V3	57.62
11	15	Rp462 Cam 475w	Operativa	Bomba Tigre	Tigre	V3	57.62
12	15	Rp462 Cam 472e	Operativa	Bomba Tigre	Tigre	V3	57.62
13	15	Rp462 Tope	Operativa	Bomba Flygt 2201.011 Ht	2201.011 HT	Flygt	57.62
14	15	Rp462 Tope	Operativa	Bomba Grindex Matador H	Matador H	Gridex	27
15	15	Rp462 Vnt 466	Operativa	Bomba Flygt 2201.011 Ht	2201.011 HT	Flygt	57.62
16	15	Rp462 Vnt 46	Operativa	Bomba Grindex Matador H	Matador H	Gridex	27

	Modelo	Marca			Trabajadas	kWh	Cto Dia	Cto Dia		
					Dia (Htd)	(Htd)				
1	2400.402 Mt	Flygt	43.00	57.62	22	11	0.0726	68.6796	2060.388	
2	Eq. 150-400	Hidrostral	280	375.2	23	11.5	0.0726	467.544	14026.32	
3	Eq. 150-400	Hidrostral	280	375.2	0	0	0.0726	0	0	
4	2201.011 Ht	Flygt	43	57.62	9	4.5	0.0726	28.0962	842.886	
5	Tigre	V3	43	57.62	19	9.5	0.0726	59.3142	1779.426	
6	2400.402 Mt		104 13	139.36	22	11	0.0726	166.1088	4983.264	Flygt
7	2400.402 Mt	Flygt	104	139.36	20	10	0.0726	151.008	4530.24	
8	Tigre	V3	43	57.62	19	9.5	0.0726	59.3142	1779.426	Gridex
9	2201.011 Ht	Flygt	43	57.62	9	4.5	0.0726	28.0962	842.886	
10	Tigre	V3	43	57.62	19	9.5	0.0726	59.3142	1779.426	
11	Tigre	V3	43 15	57.62	20	10	0.0726	62.436	1873.08	Flygt
12	Tigre	V3	43	57.62	20	10	0.0726	62.436	1873.08	
			16							Gridex

1.10.5. INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO ACTUAL

A continuación, se describe el Sistema de Bombeo Actual observado durante el estudio, empezando con la estación de bombeo más alejada de la bocamina (punto de salida del agua), desde donde se empieza a enumerar, hasta la más cercana a la bocamina, para mejor entendimiento.

Tabla 8: Ubicación de estaciones de bombeo de Bateas.

Nº	Estación de bombeo	Este (m)	Norte (m)	Elevación (msnm)
	Coordenadas de las estaciones de bombeo			
1	Cámara de bombeo NV 15 tope Rampa 462N	194,693.64	8,317,858.56	4,350.92
2	Cámara de bombeo NV 15 Cam. 466W	194,708.95	8,317,862.09	4,352.60
3	Cámara de bombeo NV 15 Cam. 472N	194,721.06	8,317,896.85	4,356.73
4	Cámara de bombeo NV 15 Cam. 475W	194,754.79	8,317,937.36	4,363.24
5	Cámara de bombeo NV 15 Cam. 482E, sedimentador Cam 482W	194,810.90	8,318,003.81	4,373.41
6	Cámara de bombeo NV 14 Cam. 467	194,686.24	8,317,893.40	4,407.54
7	Cámara de bombeo NV 13 Cam 472, sedimentador NV 13 Cam. 471W	194,616.39	8,317,921.80	4,449.44
8	Tanque de acumulación 3 SN 459	194,608.85	8,317,918.12	4,542.84
9	Cámara de bombeo NV 12 Tanque 2	194,661.55	8,317,953.77	4,504.25
10	Caja de paso Nv. 12	193,966.41	8,317,518.81	4,496.40
11	Sedimentador Nv. 12	193,844.26	8,317,571.95	4,495.51
12	Intersección CX 273W con COR 280E	192,802.49	8,318,014.29	4,489.94
13	Bocamina (salida de agua en cuneta)	192,716.38	8,318,069.17	4,489.57

FUENTE: SRK Consulting (Peru) S.A

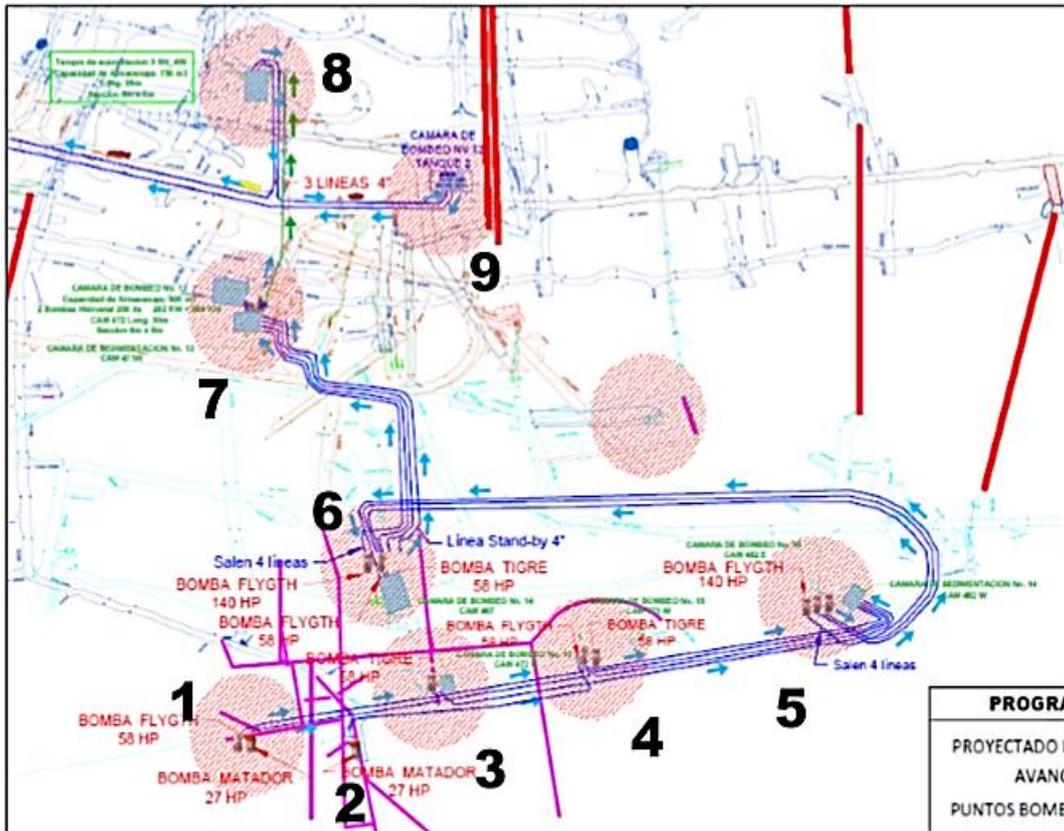
Tabla 9: Distancias entre las estaciones de bombeo

Distancias entre las estaciones de bombeo			
Estaciones	Distancia vertical	Distancia horizontal	Distancia inclinada
1 - 4	12.323	103.927	104.655
2 - 5	20.811	209.020	210.053
3 - 4	6.512	61.017	61.364
4 - 5	10.170	115.481	115.928
5 - 6	34.123	291.909	293.897
6 - 7	41.902	152.136	157.801
7 - 8	93.402	25.000	96.690
8 - 9	38.59	95.187	102.711
8 - 10	46.439	794.976	796.331
10 - 11	0.891	159.166	159.168

Distancias entre las estaciones de bombeo			
Estaciones	Distancia vertical	Distancia horizontal	Distancia inclinada
11 – 12	5.571	1,075.050	1,075.064
12 – 13	0.375	103.190	103.191

FUENTE: SRK Consulting (Perú) S.A

FIGURA N° 17: Ubicación de las estaciones de bombeo



Fuente: Departamento de Geología.

Estación de bombeo N°01, Nv. 15 tope de rampa 462n

Se aprovecha como cámara de bombeo la misma excavación de la rampa y se reubica conforme avanza la excavación, hacia el tope.

Utilizan en esta estación 2 bombas sumergibles, una bomba Grindes Matador H de 27 HP ($Q= 30$ l/s) y una bomba Flygth 2201.011 HT de 58 HP ($Q = 35$ l/s); cada una de las bombas, impulsa el agua a través de una línea de tubería de HDPE, de 4" de diámetro hasta una distancia horizontal de 104 m. y una distancia vertical de 12.30 m. y descargan en la Estación de Bombeo N° 4 NV 15 Cámara 475W, las tuberías de impulsión se sujetan a los hastiales de la rampa mediante cables de acero que a su vez se sujetan de pernos anclados en la roca.

FIGURA N° 18: Estación de bombeo N° 1 NV 15 Tope de rampa 462N



Fuente: Propia.

Estación de bombeo N° 2 Nv.15 cámara 466W

Es una estación improvisada en el inicio de la Cámara 466W, se observó abundantes filtraciones en la Ventana 466W, la más abundante aproximadamente a 22 metros de la estación de bombeo, por una estructura geológica, presencia de agua estancada en gran parte de la Ventana 466W, desde que se presentaron las filtraciones en este lugar, las que existían en niveles superiores han disminuido notablemente.

Utilizan en esta estación 2 bombas sumergibles, una bomba Grindex Matador H de 27 HP ($Q = 30$ l/s) y una bomba Flygth 2201.011 HT de 58 HP (35 l/s); cada una de las bombas, impulsa el agua a través de una línea de tubería de HDPE, de 4" de diámetro hasta una distancia horizontal de 209 m. y una distancia vertical de 20.81 m. y descargan en la Estación de Bombeo N° 5 NV 15 Cámara 482E, las tuberías de impulsión se sujetan a los hastiales de la rampa mediante cables de acero que a su vez se sujetan de pernos anclados a la roca.

FIGURA N° 19: Estación de bombeo N° 2 NV 15 Cámara 466W



FUENTE: Propia.

Estación de bombeo N° 3 Nv.15 Cámara 472N

La cámara de bombeo ha sido excavada y conformada en la roca natural, no cuenta con ningún tipo de revestimiento. Cuenta esta estación con una bomba sumergible Tigre de 58 HP ($Q = 35$ l/s); esta bomba impulsa el agua a través de una línea de tubería de HDPE, de 4" de diámetro, hasta una distancia horizontal de 176.50 m. y una distancia vertical de 16.82 m. y descarga en la Estación de Bombeo N° 5 NV 15 Cámara 482W, la tubería de impulsión se sujeta a los hastiales de la rampa mediante cables de acero que a su vez se sujetan de pernos anclados en la roca.

La limpieza de esta cámara se realiza con scoop, para realizar esta actividad, se aprovecha los tiempos de parada de la bomba, el scoop retira el material sedimentado en el fondo de la cámara, lo traslada hacia una cámara de carguío para después de orearse, cargarlo hacia un volquete que lo saca fuera de la mina.

Estación de bombeo N° 4 Nv.15 Cámara 475W

Igual a la anterior, la cámara de bombeo ha sido excavada y conformada en la roca, y no se aplicó ningún revestimiento. A esta estación llegan 2 líneas de tubería de 4"

de diámetro desde la Estación N° 1 NV 15 Tope Rampa 462N. Se tiene en esta estación una bomba sumergible Tigre de 58 HP ($Q = 35 \text{ l/s}$); esta bomba impulsa el agua a través de una línea de tubería de HDPE, de 4" de diámetro hasta una distancia horizontal de 115 m. y una distancia vertical de 10 m. y descarga en la Estación de Bombeo N° 5 NV 15 Cámara 482W, la tubería de impulsión se sujeta a los hastiales de la rampa mediante soportes preparados de perfiles de acero tipo "L" (ángulo), los que se sujetan a los hastiales de la roca mediante pernos de anclaje.

La limpieza de esta cámara se realiza con scoop, para realizar esta actividad, se aprovecha los tiempos de parada de la bomba, el scoop retira el material sedimentado en el fondo, lo traslada hacia una cámara de carguío para después de orearse, cargarlo hacia un volquete que lo saca fuera de la mina.

FIGURA N° 20: Estación de bombeo N° 4 NV 15 Cámara 475W



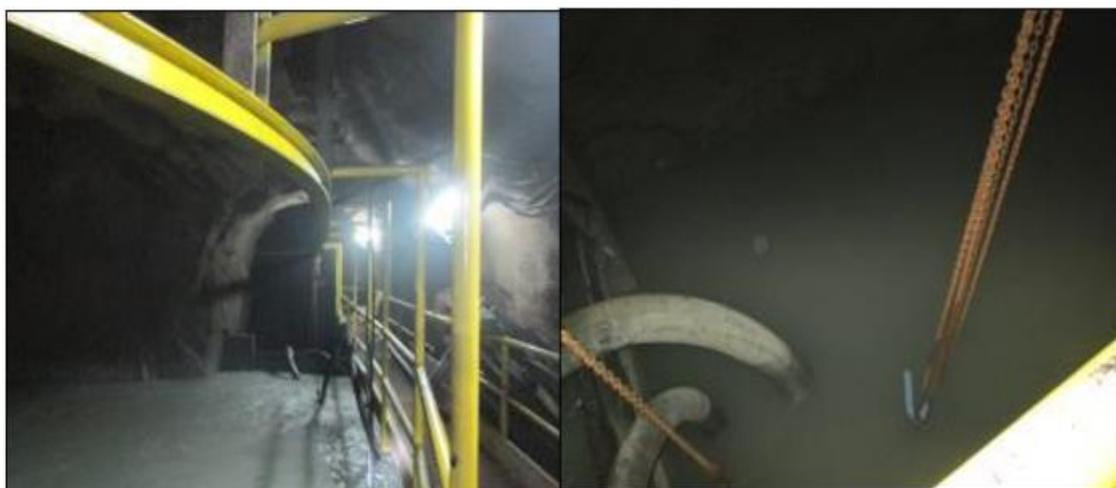
FUENTE: Propia.

Estación de bombeo N° 5 NV.15 CÁMARA 482E, sedimentador 482E

Cuenta con cerco y puerta que restringen el acceso a personal no autorizado. La cámara tiene un muro frontal, la cámara se divide en 2 cavidades; una de 10 m de ancho x 15 m de largo x 6 m de alto, de los cuales 2.20 m corresponden a la altura

de muro y 3.80 a la altura entre el muro y el techo, y la otra cavidad de 8.30 m de largo x 4.00 m de ancho y 6.6 m de alto de los cuales 1.80 m corresponde a la altura del muro y 4.20 al espacio entre el muro y el techo. Esta estación cuenta también con sedimentador de 5 m de ancho x 16m de largo x 5.6 m de alto de los cuales 2 m corresponden a la altura del muro. La estación cuenta con cerco y compuerta, viga monorriel en perfil WF 4" x 4", y pasarela sobre la poza de bombeo. A esta estación llegan 6 líneas de tubería HDPE de 4" de diámetro, 2 de la Estación N° 2 NV 15 Cámara 466W, 1 de la Estación N° 3 NV 15 Cámara 472 N, y 3 de la Estación N° 4 NV 15 Cámara 475W En esta estación se tiene 4 bombas, una bomba sumergible Flygth 2400.402 MT de 140 HP (Q = 105 l/s), que impulsa inicialmente el agua a través de una tubería boa de 6" de diámetro, luego lo entrega a un manifold que distribuye el agua hacia 4 líneas de tuberías HDPE de 4" de diámetro; en la estación también se tiene 2 bombas Tigre de 58 HP (Q = 35 l/s), que cada una impulsa el agua a través de 1 tubería de HDPE, de 4" de diámetro; cuenta también la estación con una cuarta bomba Fligth 2201.011 de 58 HP (Q = 35 l/s). Las 6 líneas de tubería que salen de esta estación llegan hasta la estación de bombeo N° 6 NV 14 cámara 467, recorren una distancia horizontal de 291.90 m. y una distancia vertical de 34 m. La limpieza de esta cámara se realiza con una bomba de lodos (manifestación del personal de bateas) que succiona el material sedimentado en el fondo y lo impulsa hacia una cámara de carguío para después de orearse, cargarlo hacia un volquete que lo saca fuera de la mina.

FIGURA N° 21: Estación de bombeo N° 5 NV 15 Cámara 482E



Fuente: Propia

Estación de bombeo N° 6, Nv. 14 Cámara 467

La cámara cuenta con 2 espacios o cavidades, una en el fondo de 10 m de largo y una contigua y hacia la salida de 18 m de largo, la cavidad del fondo se construyó para retener sedimentos, ambas cavidades están delimitadas por muros de concreto de 30 cm de espesor. A esta estación llegan 6 líneas de tubería de 4" de diámetro desde la Estación N° 5 NV 15 cámara 482E. En esta estación se tiene una bomba sumergible Flygth 2400.402 MT de 140 HP ($Q = 105$ l/s), que a través de una manguera boa de 6" de diámetro impulsa el agua hacia un manifold, que luego distribuye el agua hacia 4 tuberías HDPE de 4" de diámetro, también hay una bomba sumergible Flygth 2201.011 HT de 58 HP ($Q = 35$ l/s), que impulsa el agua mediante una tubería HDPE de 4" de diámetro, también hay una bomba sumergible Tigre de 58 HP ($Q = 35$ l/s), que impulsa el agua mediante una tubería HDPE de 4" de diámetro. Las 6 líneas de tubería mencionadas van hacia la Estación N° 7 NV 13 Cámara 472, recorren una distancia horizontal de 152 m. y una distancia vertical de 42 m. No se realiza limpieza en esta cámara (manifestación del personal de Bateas).

FIGURA N° 22: Estación de bombeo N° 6 NV 14 Cámara 467



Fuente: Propia

Estación de bombeo N° 7, Nv.13 Cámara 472 Sedimentador Nv. 13 Cámara 471W

La cámara ha sido excavada y conformada en la roca, no cuenta con revestimiento, cuenta con muro exterior, sus dimensiones son 17.50 m x 9 m de ancho x 3.75 m de alto del muro y 1.50 m el espacio entre el borde del muro y el techo. El sedimentador tiene 34 m de largo x 9 m de ancho, cuenta con muro exterior, ha sido conformado en la roca sin revestimiento. La limpieza se realiza con bomba de lodos, ahora solo se hace 1 o 2 veces al año (manifestación del personal de Bateas). A esta estación llegan 6 líneas de tubería de 4 "de diámetro desde la estación N° 6 NV 14 cámara 467. En esta estación se tiene 2 bombas estacionarias Hidrostal EQ. 150-400, de 375 HP (Q = 200 l/s) cada una, las que succionan el agua directamente de la cámara mediante niples de acero, luego impulsan el agua a través de tuberías de acero de 12" de diámetro, cada una con sus válvulas, que a los pocos metros se unen y formando una Yee, continuando luego una sola línea, Las bombas no trabajan en simultáneo, una es stand by de la otra y entra en operación durante mantenimiento o avería. Luego de la Yee se usa una tubería de HDPE de 12" de diámetro, con la que se hace llegar el agua a la estación N° 8 Tanque de acumulación 3 SN 459 a una distancia horizontal de 25 m. y una distancia vertical de 93 m.

FIGURA N° 23: Estación de bombeo N° 7 Nv. 13 Cámara 472



Fuente: Propia

Estación N° 8 Nv.11 Tanque de Acumulación N° 3 SN 459

Es un tanque que recepciona, almacena y entrega el agua mediante el uso de la fuerza de gravedad hacia el nivel intermedio 12, entre los niveles 13 y 11. Las dimensiones de este tanque son 24 m de largo x 6.40 m de ancho x 5.40 de altura de muro y 1.60 m de espacio entre el muro y el techo. A esta estación llega una línea de tubería de HDPE de 12" de diámetro desde la Estación de Bombeo N° 7 NV 13 Cámara 472. El Tanque descarga mediante tuberías de 6" de diámetro, que entregan a 2 manifolds, los que a su vez entregan, uno a 3 líneas de tubería de HDPE de 4" de diámetro que lo conducen hacia la estación N° 9 cámara de bombeo NV 12 Tanque 2 hasta una distancia horizontal de 95 m y una distancia vertical de 39 m. y el otro a 5 líneas de tubería de 4" de diámetro que lo llevan hacia la estación N° 10 Caja de Paso NV 12 a una distancia horizontal de 795 m. y una distancia vertical de 46 m.

FIGURA N° 24: Estación N° 8 Nv. 11 Tanque de acumulación N° 3 SN 459



Fuente: Propia

Estación de Bombeo N° 9 Nv 12 Tanque 2

Esta estación receptiona el agua que llega de la estación N° 8 Tanque de acumulación 3 SN 459.

Se tiene una bomba Flygt 2400 140 HP, que succiona el agua mediante una tubería de 6" de diámetro y lo entrega a un manifold, que descarga hacia 4 líneas de tubería de HDPE de 4" de diámetro, que lo conducen hacia la estación N° 10 Caja de Paso Nv. 12.

FIGURA N° 25: Estación de bombeo N° 9 NV 12 Tanque 2



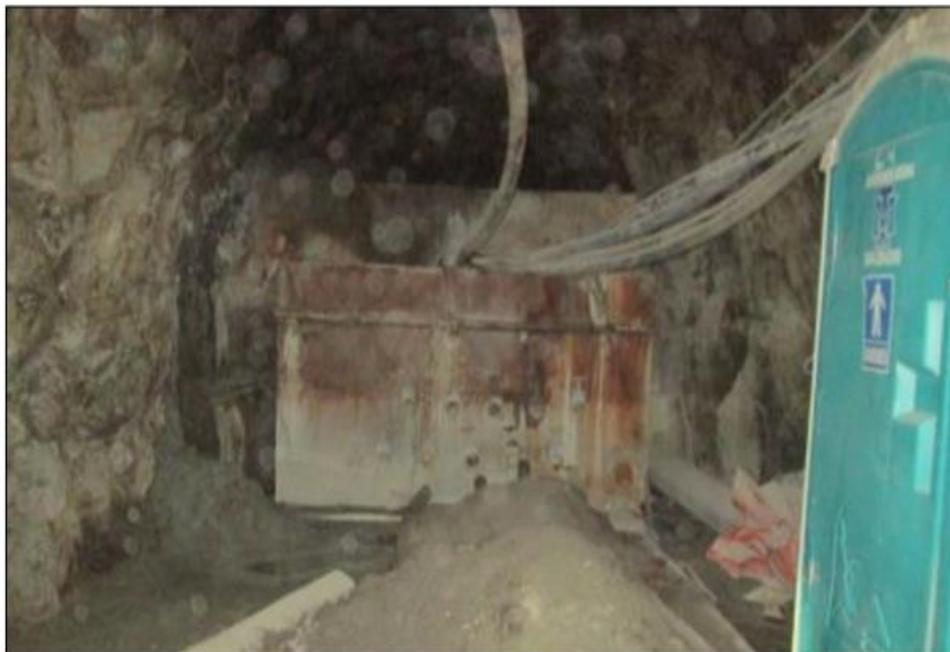
Fuente: Propia

Estación N° 10 Caja de Paso Nv.12

En esta estación se receptiona el agua que viene de las estaciones N° 8 NV 11 Tanque de acumulación N° 3 SN 459 y N° 9 NV 12 Tanque 2.

Es un tanque metálico, sirve para receptionar y entregar el agua hacia una tubería de HDPE de 12" de diámetro que lo conduce hacia la estación N° 11 Sedimentador Nv. 12 hasta una

FIGURA N° 26: Estación N° 10 Caja de paso Nv. 12



Fuente: Propia

Estación N° 11 Sedimentador Nv.12

El sedimentador ha sido excavado y conformado en roca, sus dimensiones son 62 m de largo x 9 m de ancho.

Al sedimentador llega una tubería de HDP de 12" de diámetro de la Caja de Paso NV 12, en esta estación se aplica floculante al agua. El sedimentador se limpia cada mes, según el personal de Bateas, lo han hecho hace aproximadamente un mes y ya se nota lleno de sedimentos.

Del sedimentador NV 12, sale el agua por la cuneta de la Cortada 280E hasta la bocamina, recorriendo una distancia horizontal de 1178 m. y una distancia vertical de 5.95 m.

FIGURA N° 27: Estación N° 11 Sedimentador Nv. 12



Fuente: Propia.

Cuneta de descarga desde la estación N° 11 Sedimentador NV 12 hasta la Bocamina

La cuneta de descarga desde la estación N° 11 Sedimentador Nv 12 hasta la Bocamina, es una cuneta excavada y conformada en la roca, no cuenta con revestimiento de las paredes ni el fondo, el lado del canal junto a la vía de la Cortada 280 E, cuenta con ribeteado de madera, sostenido con puntales de 5" de diámetro al hastial, sus dimensiones son 1.20 de ancho, 1 m. de profundidad, en el momento de la inspección tenía una tirante de 0.30 m.

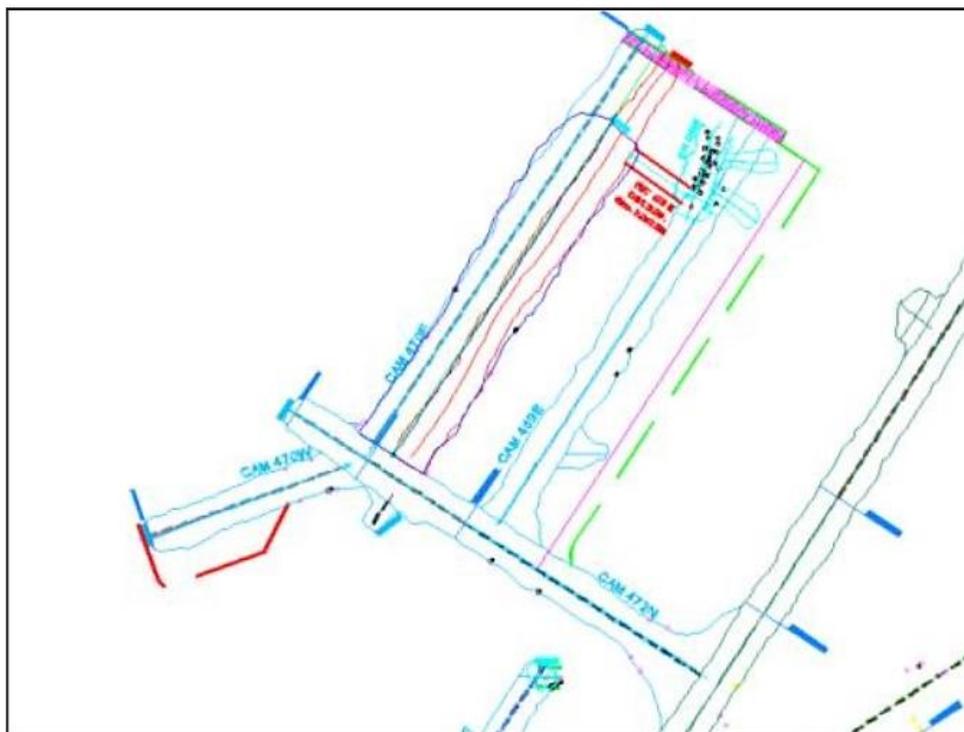
1.10.6. INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO FUTURO (NIVEL 14)

Acceso a la Estación de Bombeo (nivel 14)

El Acceso (Cámara 472N) para la futura Estación de Bombeo inicia en la Rampa 462N (coordenadas: 194,708 E; 8'317,961 N; 4,400 elev. Sistema UTM WGS 84). El Acceso tiene una longitud de 57 m, 4.5 m de ancho y 4 m de alto. Desde esta cámara se inician los sedimentadores y la cámara de bombeo.

Figura 28. Sistema de bombeo futuro nivel 14 (acceso, sedimentadores, cámara de bombeo, chimenea)

FIGURA N° 28: Sistema de bombeo futuro nivel 14 (acceso, sedimentadores, cámara de bombeo, chimenea)



FUENTE: Departamento de geología

Sedimentador 1 Cámara 469E

Para el Sedimentador 1 se ha excavado la Cámara 469E, desde la Cámara de Acceso 472N, sus dimensiones son 56 m de largo x 4.5 m de ancho y 3 m de alto, Bateas tiene previsto que este será el primer sedimentador de la estación, y entregará el agua al Sedimentador 2 a través de una ventana.

Sedimentador 2 Cámara 470E

Para el Sedimentador 2 se ha excavado la Cámara 470E, paralela al primer sedimentador desde la cámara de acceso 472N, las dimensiones son 57 m de largo x 10 m de ancho y altura hasta de 6 m.

Este sedimentador recibirá el agua del Sedimentador 1 a través de una ventana y lo entregará a la cámara de bombeo mediante un canal.

Ventana entre Sedimentadores 1 y 2 Estocada 470N

La Ventana entre sedimentadores (Estocada 470N), aún no ha sido excavada, se ubicará entre las cámaras 1 y 2 y servirá para trasvasar el agua del Sedimentador

1 al Sedimentador 2 por rebose, sus dimensiones serán 8 m de largo x 2 m de ancho x 2 m de alto.

Cámara de bombeo Cámara 470W

Para la cámara de bombeo se ha excavado la cámara 470W, desde la cámara de acceso, tiene 24 m de largo x 4.5 m de ancho x 4 m de alto, recibirá el agua desde el sedimentador 2, y mediante bombeo y tuberías lo impulsará hacia el nivel 12.

Se ha excavado la chimenea 470W, desde la cámara de bombeo, la chimenea es de sección rectangular de 3.5m x 2.5m, se observa encribada y de doble compartimiento, la chimenea inicia en la cota 4400 msnm (nivel 14) y termina en la cota 4500 msnm (nivel 12), en esta se instalará la tubería que deberá trasvasar el agua desde la Cámara de Bombeo hasta el nivel 12.

1.10.7. COMENTARIOS SOBRE LA EVALUACIÓN

- **Uso del agua, posibilidad de reciclar,** Preliminarmente según lo observado se puede argumentar, en el ingreso a la bocamina del nivel 12, se observa el agua que sale de la mina, en su mayor proporción haciendo uso del sistema de bombeo instalado, se verificó el caudal (caudalímetro electrónico instalado) 135 l/s y paralelamente a este (muy cerca), se observa también un canal con flujo de agua fresca, que ingresa a la mina para las operaciones, también el agua que se elimina por bombeo cumple las condiciones para el uso en las operaciones mineras; es importante y necesario confirmar lo manifestado con los respectivos análisis y mediciones y determinar si el agua que se expulsa por bombeo se puede usar en las operaciones mineras, entonces, dejar de ingresar agua fresca, se tendrá menor volumen de agua para eliminar por bombeo y como buena práctica ambiental, se cumplirá el principio de reciclar.

FIGURA N° 29: Canales de agua: de bombeo (sale), fresca (ingresa)



FUENTE: Propia

- **Pozas de sedimentación**

Las pozas de sedimentación carecen de un sistema eficiente de limpieza, en las que permiten el acceso de un scoop, se realiza la limpieza aprovechando algún momento de parada del bombeo que alimenta al sedimentador, porque no cuentan con sedimentador alternativo o un canal by pass u otro ducto para desviar el agua durante la limpieza; en los sedimentadores que no permiten el ingreso de un scoop, la limpieza se realiza mediante el uso de una bomba de lodos, esta actividad es complicada de realizar en forma eficiente y total, porque para ello es necesario mover la bomba de lodos por todo el interior del sedimentador, y para ello se requiere de una grúa o de un puente grúa instalado, elementos con los que no siempre se cuenta o dispone; se presume que en estos sedimentadores hay sedimentos consolidados ocupando el espacio permanentemente. El diseño de los sedimentadores debe permitir el mantenimiento de estos.

Es buena práctica que los sedimentadores tengan 2 unidades, para efectos de mantenimiento, cuando no sea posible, entonces, estos deben contar con canal by pass, que permita desviar el agua y realizar el mantenimiento. La

zona de ingreso del agua a los sedimentadores debe permitir la uniformidad de la velocidad del agua.

Según los resultados de los análisis del agua que se realicen y las características de las bombas, se determinará el dimensionamiento de los sedimentadores.

- **Cámaras de bombeo**

Las cámaras de bombeo con muro de contención de concreto, igual que en el caso de los sedimentadores tampoco permiten una limpieza eficiente de los sedimentos, por las mismas razones explicadas para los sedimentadores, se usa en la mayoría de los casos bombas sumergibles para impulsar el agua de las cámaras, motivo por el cual se presume que no se registran atoros o colmatación de la cámara por sedimentos, es recomendable el diseño de cámaras de bombeo, en forma de pirámide invertida, de espacio reducido, que faciliten la limpieza, similar a las cajas que alimentan a bombas en el proceso de tratamiento de minerales, aprovechar los espacios para sedimentadores de mayor longitud y usar bombas estacionarias en lugar de bombas sumergibles. Determinar el diseño de las cámaras de bombeo evitando espacios grandes donde se dificulta la limpieza, y como consecuencia el espacio sea ocupado por sedimentos permanentemente.

- **Tuberías**

Se usa en todos los casos tuberías HDPE, de 4" de diámetro, excepto en las etapas 7-8 y 10-11, que se usa tuberías de HDPE de 12" de diámetro, no se obtuvo una explicación clara de la razón o preferencia por este diámetro, pero se presume que se debe a motivos de estandarización para la disposición de accesorios y facilidad de las operaciones (reemplazo, movimiento de tuberías, etc.).

Se observó en muchos tramos los soportes de tuberías de HDPE de 4" de diámetro, espaciados a distancias mayores o mucho mayores (7, 9, 10 m) a lo recomendado por los fabricantes, motivo por el cual, a pesar de la temperatura baja, se produce la flexión o pandeo de estas, dificultando el flujo eficiente del agua.

FIGURA N° 30: Soportes de tuberías muy espaciados



Fuente: Propia

Los manifolds, reciben el flujo de agua mediante un tubo de 6" de diámetro y entregan a 4 tubos de 4" de diámetro, es decir se dosifica o limita el ingreso del agua, por ser de un área menor a una mayor, se reduce 1.7 veces, por este mismo motivo, el área de fricción (agua – pared de tubería) aumenta 2.7 veces, motivos que dificultan también el flujo del agua. El área de la sección de la tubería de ingreso a los manifolds, debe ser mínimo igual al área de las secciones total a las que abastece.

FIGURA N° 31: Manifold



Fuente: Propia.

En la salida de la estación N° 7, la tubería de 12" de diámetro tiene 3 codos de 90°, en la estación N° 8, llega la tubería de HDPE de 12" de diámetro, y antes de ingresar al tanque de acumulación N° 3 SN 459, existen 2 codos de 90°; los codos de 90° pueden evitarse, utilizando codos de ángulo más abierto o anularse, de tal manera que la tubería llegue directamente (sin codos); adicionalmente, la descarga de esta tubería no pasa más allá del borde interior del muro sobre el que descarga el agua, es decir descarga sobre el muro, provocando derrame de agua hacia el exterior y erosión en el concreto.

Se observa que algún soporte de la tubería debe haberse caído o fallado pues esta misma tubería está soportada con un tecele, práctica que no es usual en este tipo de instalaciones.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MÉTODO Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

Se desarrolló una investigación aplicada a un nivel explicativo, logrando la mejora de la productividad en la mejora de gestión del sistema de bombeo y drenaje de agua en la veta Ánimas. El método que se desarrolló es inductivo - deductivo, ya que se inicia de casos particulares a generales para luego interpretarlas. Siendo el resultado un método que mejore la productividad.

A. Método general

El método empleado en la investigación es el método inductivo - deductivo. Este método está orientado a observar e investigar a fondo los parámetros técnicos económicos y aplicar criterios para ver los resultados que se producen en el sistema de bombeo y drenaje de agua de mina. Las evaluaciones de los parámetros técnicos económicos, servirán para llegar a determinar de qué manera mejorar la productividad en la explotación de la veta Ánimas.

B. Métodos específicos

A continuación, se detalla el procedimiento de recolección y procesamiento de datos, donde determinamos el control de los KPI, haciendo uso del método general.

Se realizó el análisis de los datos que se obtuvieron en la observación directa de las variables.

Recopilación de informes anteriores. Con la finalidad de poder entender el desarrollo de las actividades en la Unidad Minera, se recopiló toda la data de las áreas de geología, hidrogeología, mina, planta, planeamiento y geo mecánica. Se interpretó los resultados de los informes de los meses anteriores.

Trabajo de campo. Se realizó el trabajo de campo con las observaciones pertinentes de mapeo, monitoreo de convergencia/divergencia, análisis de tiempo y costeo de los sistemas de bombeo y drenaje de agua en la veta Ánimas.

Trabajo de gabinete: Se realizó los estudios de bombeo y drenaje, modelamientos hidrogeológicos, productividad antes, durante y después y costos asociados.

Resultados. Se realizó la evaluación de los resultados en términos de rentabilidad operativa, generando mejora en los índices de productividad del sistema de bombeo y drenaje de la veta Ánimas.

2.1.2. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo a los diversos criterios de investigación, es considerada de tipo aplicada. La investigación hace utilización y aplicación de los conocimientos y teorías que ya se han desarrollado en las investigaciones básicas, porque de su uso depende los resultados y conclusiones que se van a obtener. Se fundamenta en las ciencias básicas, como geología, metalurgia, operación mina, mecánica, hidráulica, mecánica de fluidos, economía y tecnología. La investigación como ciencia aplicada se interesa en los estudios geológicos, hidrogeológicos, operacionales y geomecánicos.

El nivel de la investigación que se desarrolló es de tipo explicativo, porque se busca conocer un método que ayude a mejorar la productividad bajo criterios técnicos económicos. Los estudios explicativos buscan nuevas respuestas que ayuden a mejorar ciertas deficiencias. Esto se sustentará porque la hipótesis será sometida a pruebas. La principal utilidad del nivel o alcance explicativo es saber cuál es el método que ayude a mejorar la productividad.

2.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación consistió en realizar el control técnico económico en la aplicación del plan de gestión de agua subterránea aplicando la mejora en el sistema de bombeo y drenaje de agua en la veta Ánimas.

2.2.1. TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de diseño no experimental de corte longitudinal (evolutivo). Se realizó durante el periodo de 03 meses, se hizo un control y registro de las variables, durante el estudio se visualizó cambios a través del tiempo. En la investigación no se manipuló o trató de alterar a las variables. Solo nos enfocamos en investigar y observar los parámetros técnicos económicos en el sistema de bombeo y drenaje, luego analizamos sus variables técnicas económicas de la veta Ánimas.

GNO: 01 (T1, T2, T3, T4)

02 (T1, T2, T3, T4)

GNO: 01 y 02

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1. POBLACIÓN

La población pertenece a la Compañía Minera Bateas SAC., en la zona de la Veta Ánimas, se tienen labores de exploración, desarrollo, preparación y producción, y servicios auxiliares.

2.3.2. MUESTRA

Se realizó un muestreo no probabilístico, intencionado y por conveniencia.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

A continuación, se presentan los resultados de investigación, mostrando el diseño del sistema de bombeo actual y futuro de la veta Ánimas.

3.1.1. CÁLCULOS PREVIOS AL SISTEMA ACTUAL DE BOMBEO

En base a la información se procede a elaborar un cálculo previo del sistema de bombeo actual que servirá como base para el desarrollo de los cálculos finales con los datos de caudales reales, que serán tomados en un segundo estudio.

Para el diseño de los sistemas de bombeo está basado en las siguientes premisas:

- Se asume un porcentaje de sólidos en peso del 5%.
- El diámetro de partícula (D50) de sedimento es de 150 μm .
- Eficiencia de las bombas se encuentran alrededor del 67%
- Espesores de todas las tuberías de HDPE son SDR 11.
- Se asume una constante de Hazen & William de 150 al no ser una tubería nueva.
- Los caudales teóricos están basados en información enviada a la empresa y comparados con las curvas características y los datos de placa del motor.
- Las bombas están diseñadas para trabajar a 4,600 msnm.

En el Anexo A, se detalla el diagrama de flujos del sistema de Bombeo, incluyendo los puntos de medición futuros.

A continuación, se detallan los cálculos que se realizaron en base a la información proporcionada por la empresa:

a. Cámara de Bombeo N°01

La cámara de bombeo N°01 consta de dos bombas de alta presión como son las bombas Flygt (2201.011 HT) y la bomba Grindex (Matador H). En la Tabla 8 se detallan los cálculos teóricos que se desarrolló en la cámara de bombeo N°01.

Tabla 10: Cálculos hidráulicos de la cámara de Bombeo N°01

Descripción	Símbolo	Unidades	Cámara de Bombeo N°01	
			Bomba Flygt (2201.011 HT)	Bomba Grindex (Matador H)
Caudal Teórico	QT	l/s	38.00	28.00
Densidad del fluido	ρ	kg/m ³	1033	1033
Velocidad de Flujo	v	m/s	7.42	5.47
Diámetro Nominal	Dn	inch	4.00	4.00
Espesor de tubería	SDR	-	11.0	11.0
Tipo de Tubería			HDPE	HDPE
Diámetro interno	Di	inch	3.18	3.18
Longitud de tubería	Lt	m	105.00	105.00
Presión de trabajo Normal	Pp	PSI	182.23	182.23
Hazen & William	H&W	-	150.00	150.00
Altura estática	He	m	12.00	12.00

Descripción	Símbolo	Unidades	Cámara de Bombeo N°01	
			Bomba Flygt (2201.011 HT)	Bomba Grindex (Matador H)
Altura dinámica	Hd	m	52.69	30.11
Altura total (TDH/ADT)	HT	m	74.65	46.67
Altura total (TDH/ADT)	HT	PSI	105.01	65.94
Eficiencia de bomba	n	-	0.67	0.67
Potencia de bomba calculada	P	HP	57.53	26.51
Potencia Nominal		HP	58	27
Corriente de Placa	Ip	A	68	39
Voltaje de Placa	Vp	V	440.00	440.00
Corriente medida	Im	A	(*)	(*)

FUENTE: SRK Consulting (Peru) S.A

En la Tabla 10 se aprecia que las velocidades de flujos en las tuberías son muy elevadas, tanto para la bomba Flygt (2201.011 HT) como la bomba Grindex (Matador H), normalmente las velocidades de los sistemas de bombeo del agua deben estar entre 0.5 a 4 m/s según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Estos tipos de bombas normalmente se utilizan, si se tiene un caudal de bombeo menor (< 60 l/s) y alturas geométricas de nivel considerables (>50 m) hasta una ADT de 100 m. Estas bombas son denominadas bombas de alta presión.

Una mayor velocidad implica una mayor pérdida de carga dinámica en el sistema de bombeo, en consecuencia, una mayor altura dinámica total (ADT) y por lo tanto un menor caudal de bombeo.

Los motores de las bombas están trabajando muy cercanas a su potencia Nominal 58 HP y 27 HP, se recomienda aumentar el diámetro de la tubería para disminuir las pérdidas dinámicas en la cámara de bombeo N°01.

El limitante de la bomba Flygt y Grindex de la cámara de bombeo N°01 es que no tienen un mayor rango en el caudal. Ante un futuro incremento del caudal estas bombas no tendrán la capacidad de bombeo y quedarán obsoletas dentro del sistema.

b. Cámara de Bombeo N°02

La cámara de bombeo N°02 consta de dos bombas de alta presión como son la bomba Flygt (2201.011 HT) y la bomba Grindex (Matador H). En la Tabla 11 se detallan los cálculos teóricos que se desarrolló en la cámara de bombeo N°02.

Tabla 11: Cálculos hidráulicos de la cámara de Bombeo N°02

Descripción	Símbolo	Unidades	Cámara de Bombeo N°02	
			Bomba Flygt (2201.011. HT)	Bomba Grindex (Matador H)
Caudal Teórico	QT	l/s	28.00	20.00
Densidad del fluido	ρ	kg/m ³	1033	1033
Velocidad de Flujo	v	m/s	5.47	3.91
Diámetro Nominal	Dn	inch	4.00	4.00
Espesor de tubería	SDR	-	11.0	11.0
Tipo de Tubería			HDPE	HDPE
Diámetro interno	Di	inch	3.18	3.18
Longitud de tubería	Lt	m	209.0	209.00
Presión de trabajo Normal	Pp	PSI	182.2	182.23
Hazen & William	H&W	-	150.0	150.00
Altura estática	He	m	21.00	21.00
Altura dinámica	Hd	m	59.94	32.40
Altura total (TDH/ADT)	HT	m	87.17	56.11
Altura total (TDH/ADT)	HT	PSI	124.1	80.08
Eficiencia de bomba	n	-	0.67	0.67
Potencia de bomba calculada	P	HP	49.49	22.75
Motor en Operación		HP	58	27
Corriente de Placa	Ip	A	68	39
Voltaje de Placa	Vp	V	440.0	440.00
Corriente medida	Im	A	(*)	(*)

FUENTE: SRK Consulting (Peru) S.A

En la Tabla 11 se aprecia que las velocidades de flujos en las tuberías son muy elevadas, tanto para la bomba Flygt (2201.011 HT) como la bomba Grindex (Matador H), normalmente las velocidades de los sistemas de bombeo del agua deben estar entre 0.5 a 4 m/s según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Estos tipos de bombas normalmente se utilizan, si se tiene un caudal de bombeo menor (< 60 l/s) y alturas geométricas de nivel considerables (>50 m) hasta una ADT de 100 m. Estas bombas son denominadas bombas de alta presión.

Una mayor velocidad implica una mayor pérdida de carga dinámica en el sistema de bombeo, en consecuencia, una mayor altura dinámica total (ADT) y por lo tanto un menor caudal de bombeo.

Los motores de las bombas están trabajando no muy cercanas a su potencia Nominal 58 HP y 27 HP, pero igualmente se recomienda aumentar el diametro de la tubería para disminuir a las pérdidas dinámicas en la cámara de bombeo N°02.

El limitante de la bomba Flygt y Grindex de la cámara de bombeo N°02 es que no tiene un mayor rango en el caudal. Ante un futuro incremento del caudal estas bombas no tendrán la capacidad de bombeo y quedarán obsoletas dentro del sistema.

c. Cámara de Bombeo N°03

La cámara de bombeo N°03 consta de la bomba de alta presión de la marca Tigre V3 (Tomocorp). En la Tabla 10 se detallan los cálculos teóricos que se desarrolló en la cámara de bombeo N°03.

El caudal de ingreso del agua proviene de la cámara de bombeo N°01 eventualmente, ya que normalmente la bomba flygt de la cámara N°01 bombea hasta la cámara de bombeo N°04.

Tabla 12: Cálculos hidráulicos de la cámara de Bombeo N°03

Descripción	Símbolo	Unidades	Cámara de Bombeo N°03
			Bomba Tigre (V3-Tomocorp)
Caudal Teórico	Q _T	l/s	30.00
Densidad del fluido	ρ	kg/m ³	1033
Velocidad de Flujo	v	m/s	5.86
Diámetro Nominal	D _n	inch	4.00
Espesor de tubería	SDR	-	11.0
Tipo de Tubería			HDPE
Diámetro interno	D _i	inch	3.18
Longitud de tubería	L _t	m	61.00
Presión de trabajo Normal	P _p	PSI	182.23
Hazen & William	H&W	-	150.00
Altura estática	H _e	m	7.00
Altura dinámica	H _d	m	19.85
Altura total (TDH/ADT)	H _t	m	31.40
Altura total (TDH/ADT)	H _t	PSI	43.75
Eficiencia de bomba	n	-	0.67
Potencia de bomba calculada	P	HP	19.10
Motor en Operación		HP	58
Corriente de Placa	I _p	A	(*)
Voltaje de Placa	V _p	V	440.00
Corriente medida	I _m	A	(*)

(*) Información Pendiente

Fuente: SRK Consulting (Peru) S.A

En la Tabla 12 se aprecia que las velocidades de flujos en las tuberías son muy elevadas, normalmente las velocidades de los sistemas de bombeo del agua deben estar entre 0.5 a 4 m/s según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Una mayor velocidad implica una mayor pérdida de carga dinámica en el sistema de bombeo, en consecuencia, una mayor altura dinámica total (ADT) y por lo tanto un menor caudal de bombeo.

Los motores de las bombas están trabajando no muy cercanas a su potencia Nominal 58 HP, pero igualmente se recomienda aumentar el diámetro de la tubería para disminuir a las pérdidas dinámicas en la cámara de bombeo N°03, con la finalidad de ganar más caudal de bombeo.

d. Cámara de Bombeo N°04

La cámara de bombeo N°04 consta de bombas de alta presión de la marca Tigre V3 (Tomocorp) y de la marca Flygt (2201.011.HT)

En la Tabla 13 se detallan los cálculos teóricos que se desarrolló en la cámara de bombeo N°04.

Tabla 13: Cálculos hidráulicos de la cámara de Bombeo N°04

Descripción	Símbolo	Unidades	Camara de Bombeo N°04			
			Bomba Flygt (2201.011.HT)	Bomba Tigre (V3-Tomocorp)		Total
				Primera Tubería	Segunda Tubería	
Caudal Teórico	QT	l/s	37.00	17.50	17.50	35.00
Densidad del fluido	ρ	kg/m ³	1033	1033	1033	1033
Velocidad de Flujo	v	m/s	7.23	3.42	3.42	-
Diámetro Nominal	Dn	inch	4.00	4.00	4.00	-
Espesor de tubería	SDR	-	11.0	11.0	11.0	-
Tipo de Tubería			HDP E	HDP E	HDPE	-
Diámetro interno	Di	inch	3.18	3.18	3.18	-
Longitud de tubería	Lt	m	116.00	116.00	116.00	-
Presión de trabajo Normal	Pp	PSI	182.23	182.23	182.23	-
Hazen & William	H&W	-	150.00	150.00	150.00	-
Altura estática	He	m	10.00	10.00	10.00	-
Altura dinámica	Hd	m	55.44	14.10	14.10	-
Altura total (TDH/ADT)	HT	m	75.10	25.67	25.67	-
Altura total (TDH/ADT)	HT	PSI	105.73	36.46	36.46	-
Eficiencia de bomba	n	-	0.67	0.67	0.67	-
Potencia de bomba calculada	P	HP	56.36	9.11	9.11	18.21
Motor en Operación		HP	58	-	-	58
Corriente de Placa	Ip	A	68	-	-	(*)
Voltaje de Placa	Vp	V	440.00	-	-	440.00
Corriente medida	Im	A	(*)	-	-	(*)

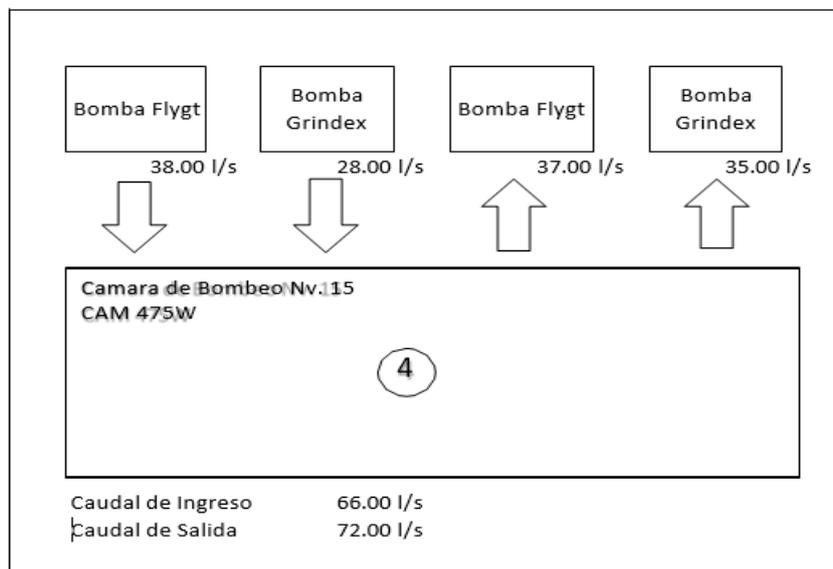
Fuente: SRK Consulting (Peru) S.A

En la Tabla 12 se aprecia que las velocidades de flujos en las tuberías. se encuentran en el rango de operación en sistemas de bombeo del agua, pero resulta más factible cambiar por sólo una tubería de mayor diámetro

Estos tipos de bombas normalmente se utilizan, si se tiene un caudal de bombeo menor (< 60 l/s) y alturas geométricas de nivel considerables (>50 m) hasta una ADT de 100 m. Estas bombas son denominadas bombas de alta presión. Se requiere las curvas características de la bomba Tigre V3 (Tomocorp) para su mejor evaluación, por otro lado, se observó que existen dos líneas de tuberías es esta bomba, se recomienda cambiar por solo una línea de tubería. El limitante de la bomba Flygt de la cámara de bombeo N°04, no tiene un mayor rango en el caudal. Ante un futuro incremento del caudal esta bomba no tendrá la capacidad de bombeo y quedarán obsoletas dentro del sistema.

A continuación, se muestra un diagrama de balance de agua de la cámara de bombeo N°04.

FIGURA N° 32: Balance de agua de Cámara de Bombeo N°04



Fuente: Propia.

En la Figura 32 se observa que el caudal de ingreso es menor que el caudal de salida, en consecuencia, no tendría problemas de derrames en esta cámara de bombeo

e. Cámara de Bombeo N°05

La cámara de bombeo N°05 consta de las bombas de alta presión de la marca Tigre V3 (02 Unidades) y de la marca Flygt (2201.011 HT-01 Unidad) y una bomba sumergible estándar de la Marca Flygt (2400.402 MT)

En la Tabla 14 se detallan los cálculos teóricos que se desarrolló en la cámara de bombeo N°05.

Tabla 14: Cálculos hidráulicos de la cámara de Bombeo N°05

Descripción	Símbolo	Unidades	Camara de Bombeo N°05							Total
			Bomba Tigre (V3-Tomocorp)	Bomba Flygt (2201.011 HT)	Bomba Tigre (V3-Tomocorp)	Bomba Flygt (2400.402 MT)				
						Primera Tubería	Segunda Tubería	Tercera Tubería	Cuarta Tubería	
Caudal Teórico	QT	l/s	25.00	23.00	25.00	20.00	20.00	20.00	20.00	80.00
Densidad del fluido	ρ	kg/m ³	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033
Velocidad de Flujo	v	m/s	4.88	4.49	4.88	3.91	3.91	3.91	3.91	-
Diámetro Nominal	Dn	inch	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	-
Espesor de tubería	SDR	-	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	-
Tipo de Tubería			HDPE	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE	HDPE	-
Diámetro interno	Di	inch	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18	-
Longitud de tubería	Lt	m	294.00	294.00	294.00	294.00	294.00	294.00	294.00	-
Presión de trabajo Normal	Pp	PSI	182.23	182.23	182.23	182.23	182.23	182.23	182.23	-
Hazen & William	H&W	-	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	-
Altura estática	He	m	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	-
Altura dinámica	Hd	m	68.53	58.84	68.53	45.58	45.58	45.58	45.58	-
Altura total (TDH/ADT)	HT	m	108.20	97.43	108.20	82.83	82.83	82.83	82.83	82.83
Altura total (TDH/ADT)	HT	PSI	154.78	139.42	154.78	118.63	118.63	118.63	118.63	-

Camara de Bombeo N°05										
Descripción	Símbolo	Unidades	Bomba Tigre (V3-Tomocorp)	Bomba Flygt (2201.011 HT)	Bomba Tigre (V3-Tomocorp)	Bomba Flygt (2400.402 MT)				Total
						Primera Tubería	Segunda Tubería	Tercera Tubería	Cuarta Tubería	
Eficiencia de bomba	n	-	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	-
Potencia de bomba calculada	P	HP	54.86	45.45	54.86	33.60	33.60	33.60	33.60	134.40
Motor en Operación		HP	58	58	58	-	-	-	-	140
Corriente de Placa	Ip	A	(*)	68	(*)	-	-	-	-	(*)
Voltaje de Placa	Vp	V	440.00	440.00	440.00	-	-	-	-	440.00
Corriente medida	Im	A	(*)	(*)	(*)	-	-	-	-	(*)

(*) Información Pendiente

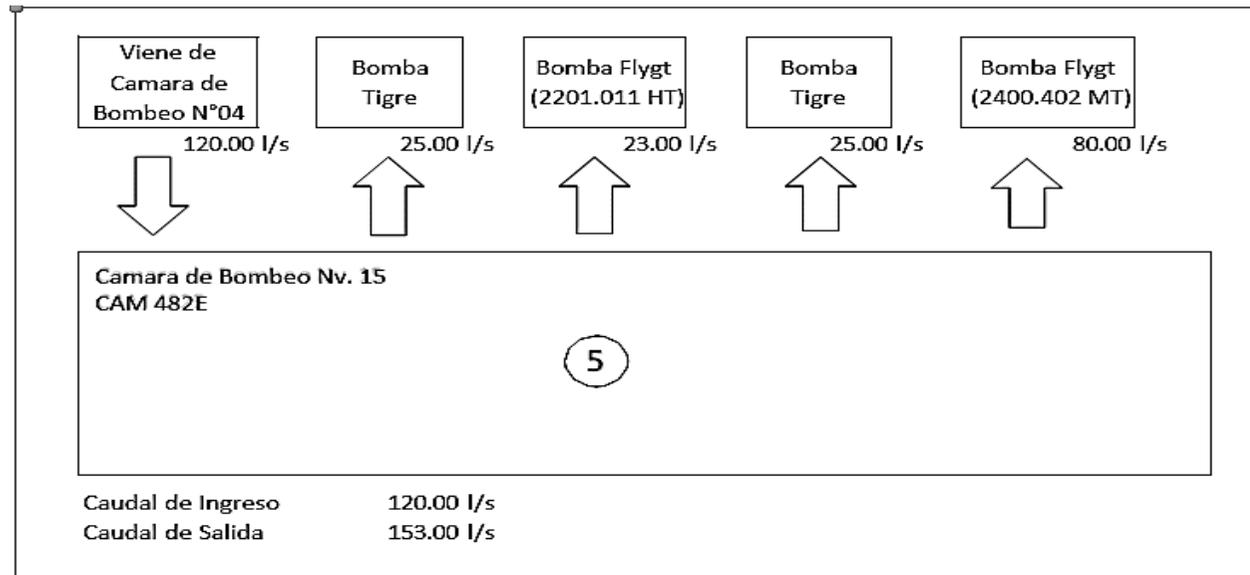
Fuente: SRK Consulting (Peru) S.A.

En la Tabla 14 se aprecia que las velocidades de flujos en las tuberías son muy elevadas, tanto para la bomba Flygt (2201.011 HT) como la bomba Tigre V3 (Tomocorp), normalmente las velocidades de los sistemas de bombeo del agua deben estar entre 0.5 a 4 m/s según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Estos tipos de bombas Tigre y Flygt (2201.011 HT) normalmente se utilizan, si se tiene un caudal de bombeo menor (< 60 l/s) y alturas geométricas de nivel considerables (>50 m) hasta una ADT de 100 m. Estas bombas son denominadas bombas de alta presión. En la Bomba Flygt (2400.402 MT), a pesar de tener cuatro tuberías de 4" SDR 11, las velocidades están al límite según el RNE, se recomienda colocar solo una tubería de HDPE, para disminuir las pérdidas dinámicas y aumentar el caudal del bombeo.

A continuación, se muestra un diagrama de balance de agua de la cámara de bombeo N°05:

FIGURA N° 33: Balance de agua de Cámara de Bombeo N°05



Fuente: Propia

En la Figura 33 se observa que el caudal de ingreso es menor que el caudal de salida, en consecuencia, no tendría problemas de derrames en la cámara de bombeo N°05

f. Cámara de Bombeo N°06

La cámara de bombeo N°06 consta de las bombas de alta presión de la marca Tigre V3 (01 Unidades) y de la marca Flygt (2201.011 HT-01 Unidad) y una bomba sumergible estándar de la Marca Flygt (2400.402 MT)

En la Tabla 15 se detallan los cálculos teóricos que se desarrolló en la cámara de bombeo N°06.

Tabla 15: Cálculos hidráulicos de la cámara de Bombeo N°06

Descripción	Símbolo	Unidades	Cámara de Bombeo N°06						
			Bomba Flygt (2400.402 MT)				Total	Bomba Tigre	Bomba Flygth (2201.011 HT)
			Primera Tubería	Segunda Tubería	Tercera Tubería	Cuarta Tubería			
Caudal Teórico	QT	l/s	22.50	22.50	22.50	22.50	90.00	28.00	28.00
Densidad del fluido	ρ	kg/m ³	1033	1033	1033	1033	1033	1033	1033
Velocidad de Flujo	v	m/s	4.40	4.40	4.40	4.40	-	5.47	5.47
Diámetro Nominal	Dn	inch	4.00	4.00	4.00	4.00	-	4.00	4.00
Espesor de tubería	SDR	-	11.0	11.0	11.0	11.0	-	11.0	11.0
Tipo de Tubería			HDPE	HDPE	HDPE	HDPE	-	HDPE	HDPE
Diámetro interno	Di	inch	3.18	3.18	3.18	3.18	-	3.18	3.18
Longitud de tubería	Lt	m	158.00	158.00	158.00	158.00	-	158.00	158.00
Presión de trabajo Normal	Pp	PSI	182.23	182.23	182.23	182.23	-	182.23	182.23
Hazen & William	H&W	-	150.00	150.00	150.00	150.00	-	150.00	150.00
Altura estática	He	m	42.00	42.00	42.00	42.00	-	42.00	42.00
Altura dinámica	Hd	m	30.37	30.37	30.37	30.37	-	45.31	45.31
Altura total (TDH/ADT)	HT	m	75.53	75.53	75.53	75.53	75.53	92.72	92.72
Altura total (TDH/ADT)	HT	PSI	108.65	108.65	108.65	108.65	-	132.95	132.95
Eficiencia de bomba	n	-	0.67	0.67	0.67	0.67	-	0.67	0.67
Potencia de bomba calculada	P	HP	34.46	34.46	34.47	34.47	137.85	52.64	52.66

Camara de Bombeo N°06									
Descripción	Símbolo	Unidades	Bomba Flygt (2400.402 MT)				Total	Bomba Tigre	Bomba Flygth (2201.011 HT)
			Primera Tubería	Segunda Tubería	Tercera Tubería	Cuarta Tubería			
Motor en Operación		HP	-	-	-	-	140	58	58
Corriente de Placa	Ip	A	-	-	-	-	(*)	(*)	68
Voltaje de Placa	Vp	V	-	-	-	-	440.00	440.00	440.00
Corriente medida	Im	A	-	-	-	-	(*)	(*)	(*)

Fuente: SRK Consulting (Peru) S.A.

En la Tabla 15 se aprecia que las velocidades de flujos en las tuberías son muy elevadas, normalmente las velocidades de los sistemas de bombeo del agua deben estar entre 0.5 a 4 m/s según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

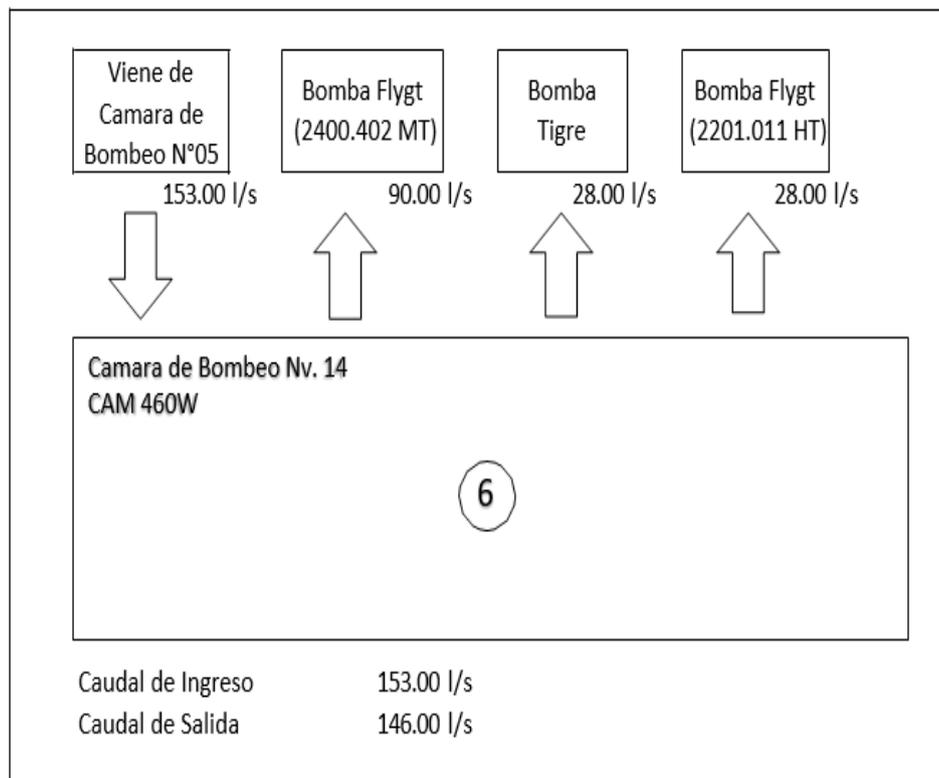
Una mayor velocidad implica una mayor pérdida de carga dinámica en el sistema de bombeo, en consecuencia, una mayor altura dinámica total (ADT) y por lo tanto un menor caudal de bombeo.

En la Bomba Flygt (2400.402 MT), a pesar de tener cuatro tuberías de 4" SDR 11, las velocidades son altas según el RNE, se recomienda colocar solo una tubería de HDPE, para disminuir las pérdidas dinámicas y aumentar el caudal del bombeo.

El motor de la Bomba Flygt (2400.402 MT) está trabajando muy cercana a su potencia Nominal 140 HP, se recomienda aumentar el diametro de la tubería para disminuir a las pérdidas dinámicas en la cámara de bombeo N°06 para aumentar un mayor caudal de bombeo.

A continuación, se muestra un diagrama de balance de agua de la cámara de bombeo N°06:

FIGURA N° 34: Balance de agua de Cámara de Bombeo N°06



Fuente: Propia.

En la Figura 34 se observa que el caudal de ingreso es mayor que el caudal de salida, en consecuencia, podría tener problemas de derrames en esta cámara de bombeo.

g. Cámara de Bombeo N°07

La cámara de bombeo N°07 consta de las bombas centrífugas de la marca Hidrostral (Una en stand by y la otra en operación) En la Tabla 16 se detallan los cálculos teóricos que se desarrolló en la cámara de bombeo N°07.

Tabla 16: Cálculos hidráulicos de la cámara de Bombeo N°07

Descripción	Símbolo	Unidades	Cámara de Bombeo N°07	
			Bomba Hidrostral (EQ. 150-400)	Bomba Hidrostral (EQ. 150-400)
Caudal Teórico	QT	l/s	180.00	180.00
Densidad del fluido	ρ	kg/m ³	1033	1033
Velocidad de Fluido	v	m/s	3.80	3.80
Diámetro Nominal	Dn	inch	12.00	12.00
Espesor de tubería	SDR	-	11.0	11.0
Tipo de Tubería			HDPE	HDPE
Diámetro interno	Di	inch	9.69	9.69
Longitud de tubería	Lt	m	97.00	97.00
Presión de trabajo Normal	Po	PSI	170.56	170.56
Hazen & William	H&W	-	150.00	150.00
Altura estática	He	m	93.00	93.00
Altura dinámica	Hd	m	4.06	4.06
Altura total (TDH/ADT)	HT	m	98.15	98.15
Altura total (TDH/ADT)	HT	PSI	143.69	143.69
Eficiencia de bomba	n	-	0.67	0.67
Potencia de bomba calculada	P	HP	358.35	358.35
Motor en Operación		HP	375	375
Corriente de Placa	Ip	A	(*)	(*)
Voltaje de Placa	Vp	V	440.00	440.00
Corriente medida	Im	A	(*)	(*)

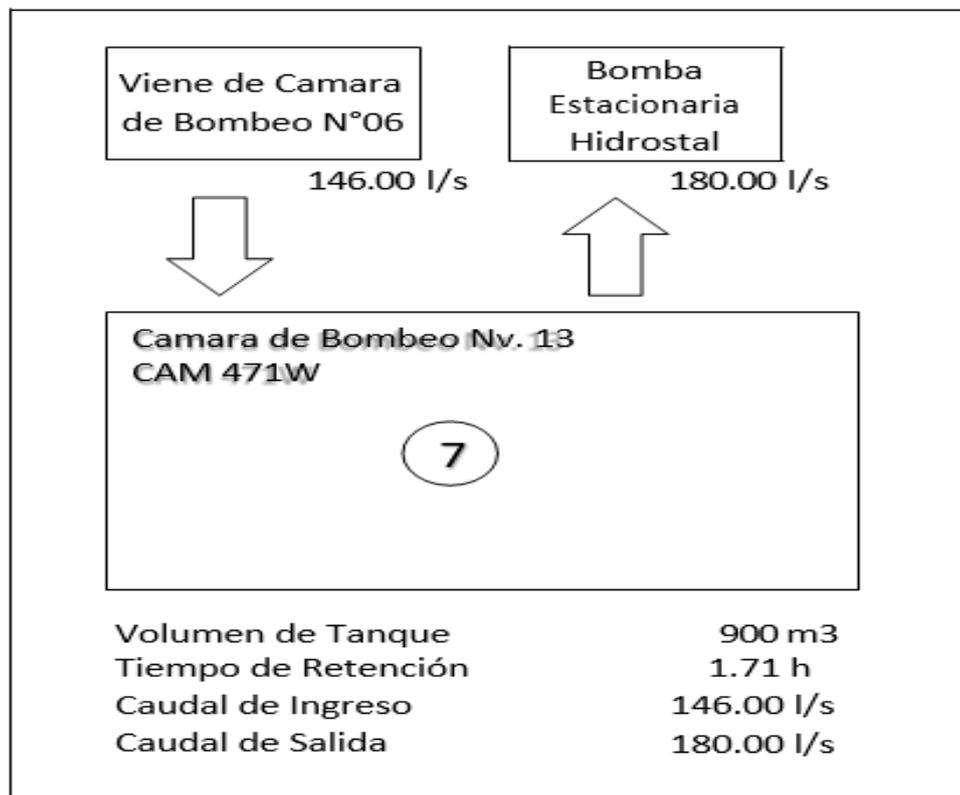
Información Pendiente

Fuente: SRK Consulting (Peru) S.A.

En la Tabla 16 se aprecia que las velocidades de flujos en las tuberías son muy elevadas, normalmente las velocidades de los sistemas de bombeo del agua deben estar entre 0.5 a 4 m/s según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), se recomienda una velocidad de 2 a 2.5 m/s Una mayor velocidad implica una mayor pérdida de carga dinámica en el sistema de bombeo, en consecuencia, una mayor altura dinámica total (ADT) y por lo tanto un menor caudal de bombeo.

A continuación, se muestra un diagrama de balance de agua de la cámara de bombeo N°07:

FIGURA N° 35: Balance de agua de Cámara de Bombeo N°07

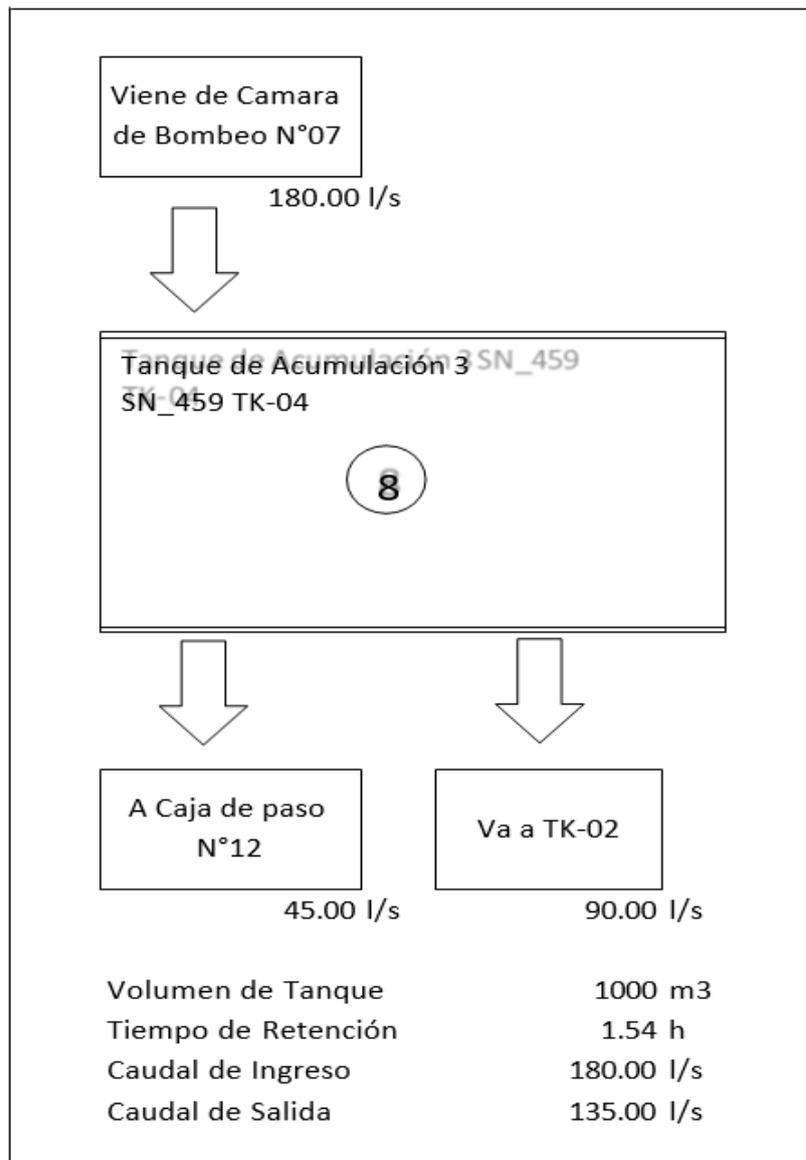


Fuente: Elaboración Propia.

En la Figura 35 se observa que el caudal de ingreso es menor que el caudal de salida, en consecuencia, no tendría problemas de derrames en la cámara de bombeo N°07.

h. Tanque de Almacenamiento (TK-04 y TK-02)

FIGURA N° 36: Balance de agua de tanque de almacenamiento (TK-04)



Fuente: Propia.

En la Figura 36 se observa que el caudal de ingreso es mayor que el caudal de salida, en consecuencia, tendría problemas de derrames en este tanque de almacenamiento (TK-04).

FIGURA N° 37: Tanque de almacenamiento (TK-04) de 1000 m3 Nivel 11)



FUENTE: Propia.

En el tanque de almacenamiento en el nivel 11, se observa que el agua del tanque está rebalsando, en forma de catarata a lo largo del tanque.

El caudal de salida fue medido en base a los históricos que se tiene de la salida del agua hacia la bocamina.

De manera provisional se podrían instalar dos bombas Grindex (Matador N) con sus respectivas tuberías de HDPE de 6" SDR 11.

A continuación, se detallan los cálculos de las Bombas Grindex Provisionales.

La selección de estas bombas será validada con los caudales tomados en la segunda visita.

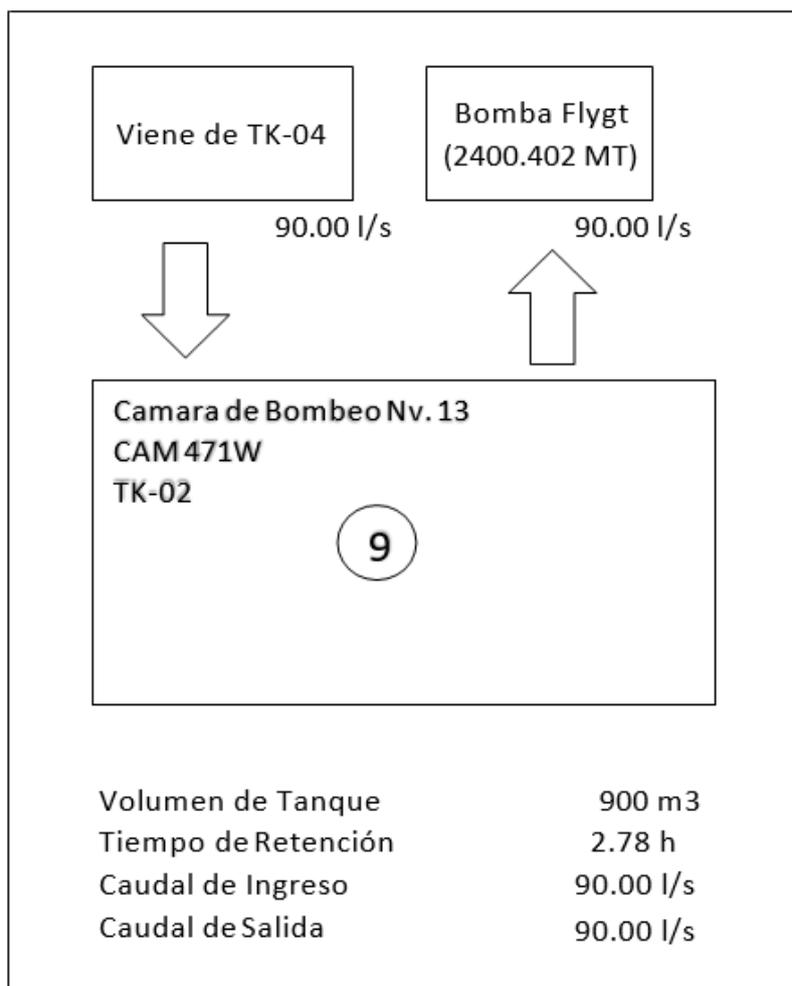
Tabla 17: Cálculos hidráulicos en el TK-04

Descripción	Símbolo	Unidades	Cámara de Bombeo N°08	
			Bomba Grindex (Matador N)	Bomba Grindex (Matador N)
Caudal Teórico	QT	l/s	22.50	22.50
Densidad del fluido	P	kg/m ³	1033	1033
Velocidad de Flujo	V	m/s	1.93	1.93
Diámetro Nominal	Dn	inch	6.00	6.00
Espesor de tubería	SDR	-	11.0	11.0
Tipo de Tubería			HDPE	HDPE
Diámetro interno	Di	inch	4.80	4.80
Longitud de tubería	Lt	m	846.00	846.00
Presión de trabajo Normal	Pp	PSI	177.12	177.12
Hazen & William	H&W	-	150.00	150.00
Altura estática	He	m	0.00	0.00

Descripción	Símbolo	Unidades	Cámara de Bombeo N°08	
			Bomba Grindex (Matador N)	Bomba Grindex (Matador N)
Altura dinámica	Hd	m	27.22	27.22
Altura total (TDH)	HT	m	28.24	28.24
Altura total (TDH)	HT	PSI	40.70	40.70
Eficiencia de bomba	N	-	0.67	0.67
Potencia de bomba calculada	P	HP	12.9	12.9
Motor Seleccionado		HP	27	27

Fuente: SRK Consulting (Peru) S.A.

FIGURA N° 38: Balance de agua de tanque de almacenamiento (TK-02)



Fuente: Propia.

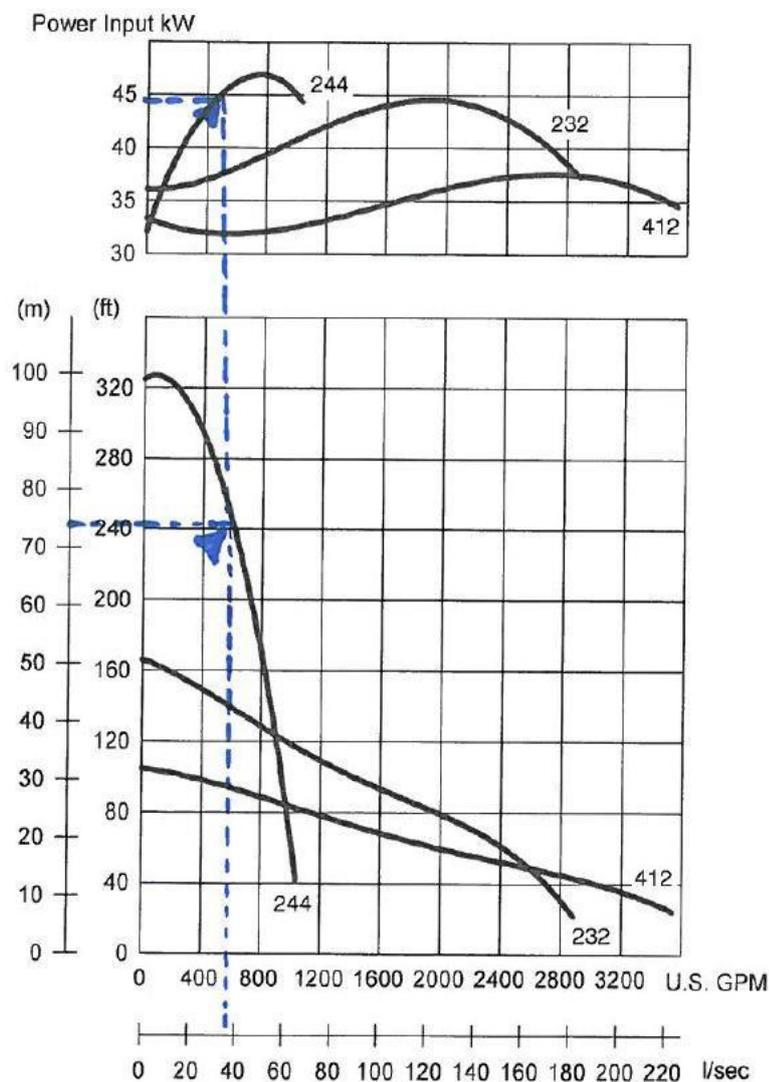
En la Figura 38 se observa que el caudal de ingreso es igual que el caudal de salida, en consecuencia, no tendría problemas de derrames en este tanque de almacenamiento (TK-02).

3.1.2. SELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE BOMBAS

En base a los cálculos hidráulicos previos y a las curvas características proporcionadas por la empresa, se procede a realizar el seleccionamiento y dimensionamiento de los sistemas de bombeo con los caudales teóricos del sistema de drenaje que serán validados.

a. Cámara de Bombeo N°01

FIGURA N° 39: Cámara de Bombeo N°01-Bomba Flygt (2201.011 HT)

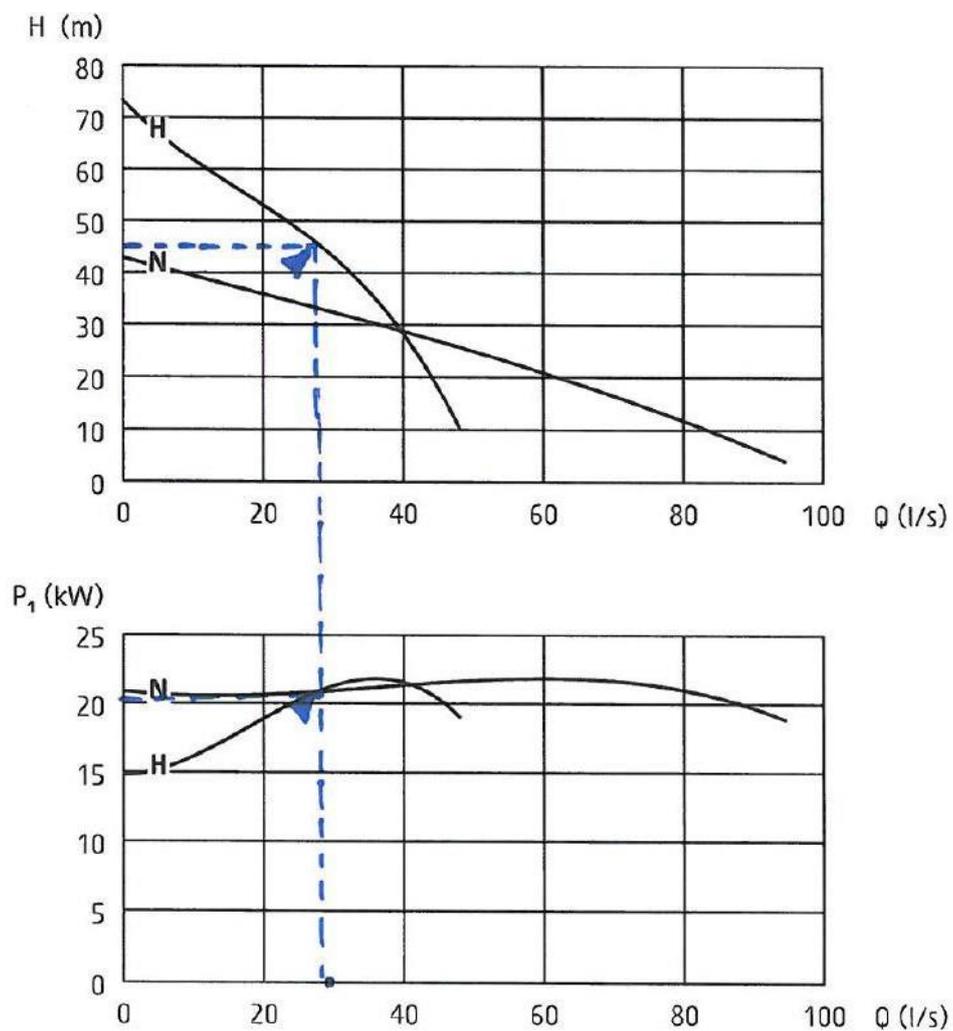


Fuente: Propia.

En la Figura 39 se aprecia que con el caudal teórico de 38 l/s y las pérdidas totales (ADT) de 74.65m se obtiene una potencia de 44 kW equivalente a 58 HP, en consecuencia, esta bomba está operando a su capacidad máxima y a una eficiencia asumida del 67 %.

Para un caudal entre 40 y 50 l/s existirá una sobrecarga de potencia, ya que la potencia del motor es de 58 HP.

FIGURA N° 40: Cámara de Bombeo N°01-Bomba Grindex (Matador H)

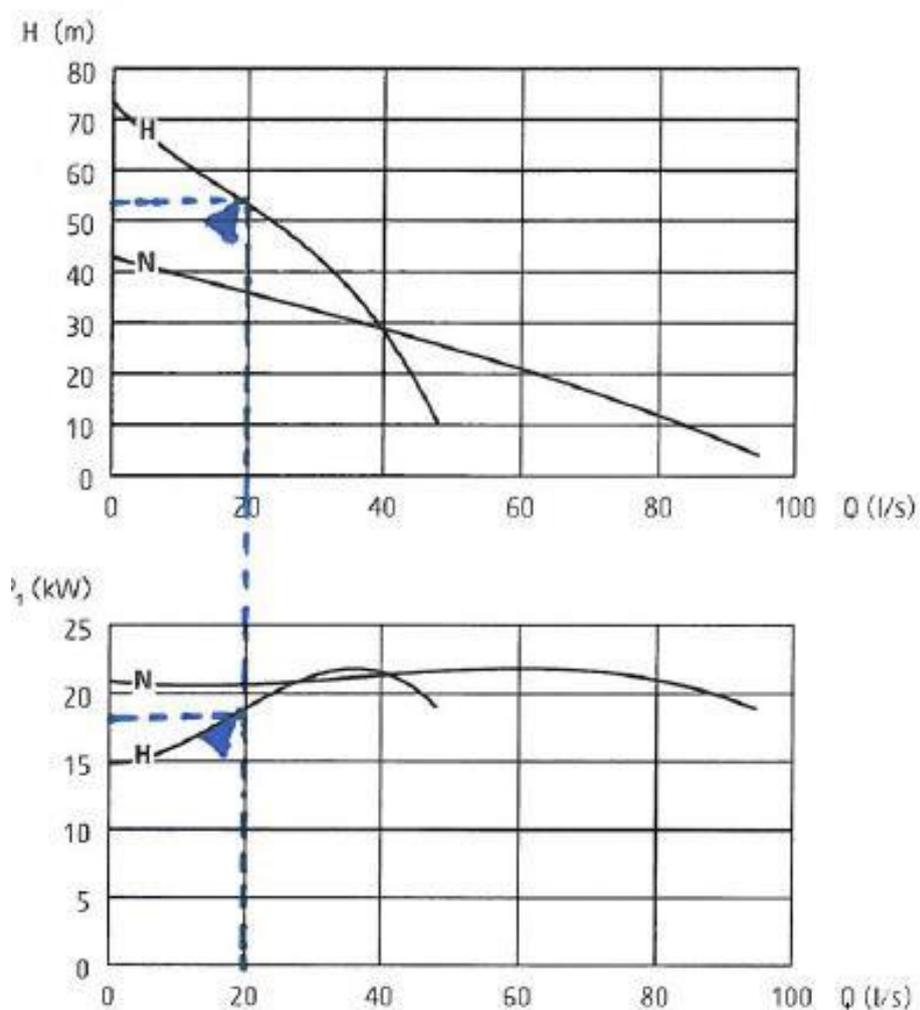


Fuente: Propia.

En la Figura 40 se aprecia que con el caudal teórico de 28 l/s y las pérdidas totales (ADT) de 46.67m se obtiene una potencia de 20 kW equivalente a 27 HP, en consecuencia, esta bomba está operando a su capacidad máxima y a una eficiencia asumida del 67 %. Para un caudal entre 28 y 35 l/s aproximadamente existirá una sobrecarga de potencia, ya que la potencia del motor es de solo 27 HP.

b. Cámara de Bombeo N°02

FIGURA N° 41: Cámara de Bombeo N°01-Bomba Grindex (Matador H)



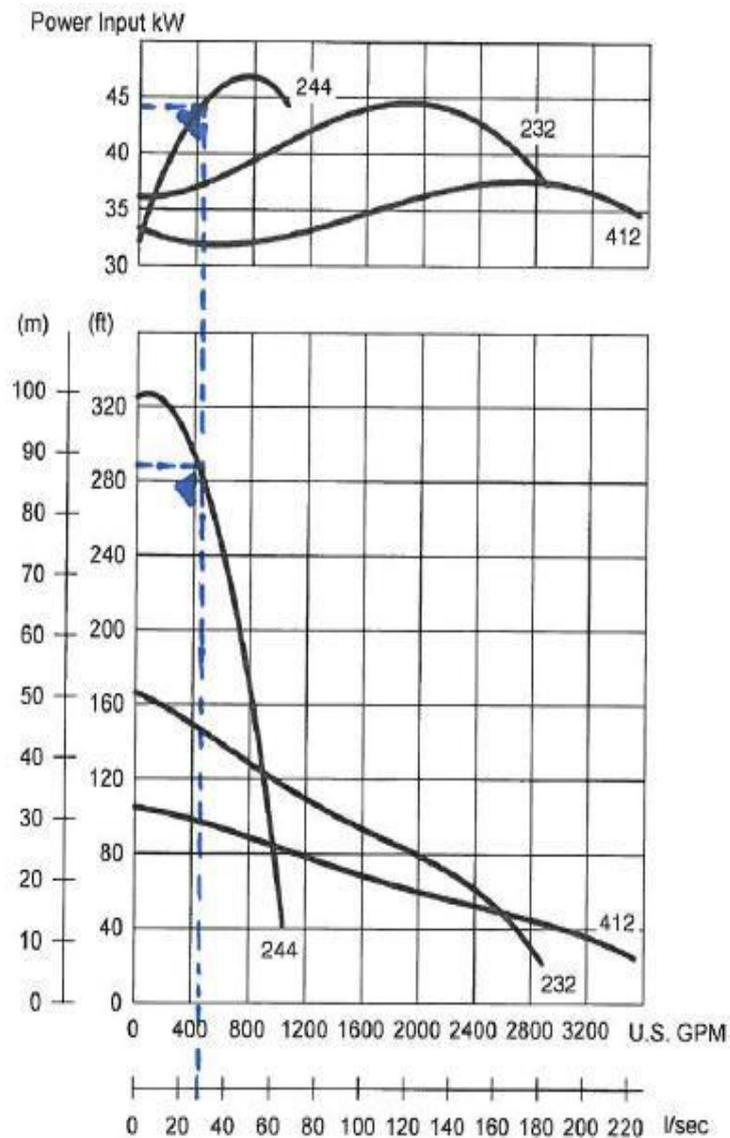
Fuente: Propia.

En la Figura 41 se aprecia que con el caudal teórico de 20 l/s y las pérdidas totales (ADT) de 56.11 m se obtiene una potencia de 17 kW equivalente a 22.75 HP, en

consecuencia, esta bomba está operando cerca a su capacidad máxima y a una eficiencia asumida del 67 %.

A lo máximo puede llegar a bombear 25 l/s debido a que cuenta con un motor de 27 HP.

FIGURA N° 42: Cámara de Bombeo N°02- Bomba Flygt (2201.011 HT)



Fuente: Propia.

En la Figura 42 se aprecia que con el caudal teórico de 28 l/s y las pérdidas totales (ADT) de 87.17m se obtiene una potencia de 37 kW equivalente a 49.49 HP en

consecuencia, esta bomba está operando a su capacidad máxima y a una eficiencia asumida del 67 %.

El valor obtenido no cuadra con el valor de la gráfica 43 kW, eso quiere decir que la bomba esté operando menor del 67 % de eficiencia.

Para un caudal entre 40 y 50 l/s existirá una sobrecarga de potencia, ya que la potencia del motor es de 58 HP.

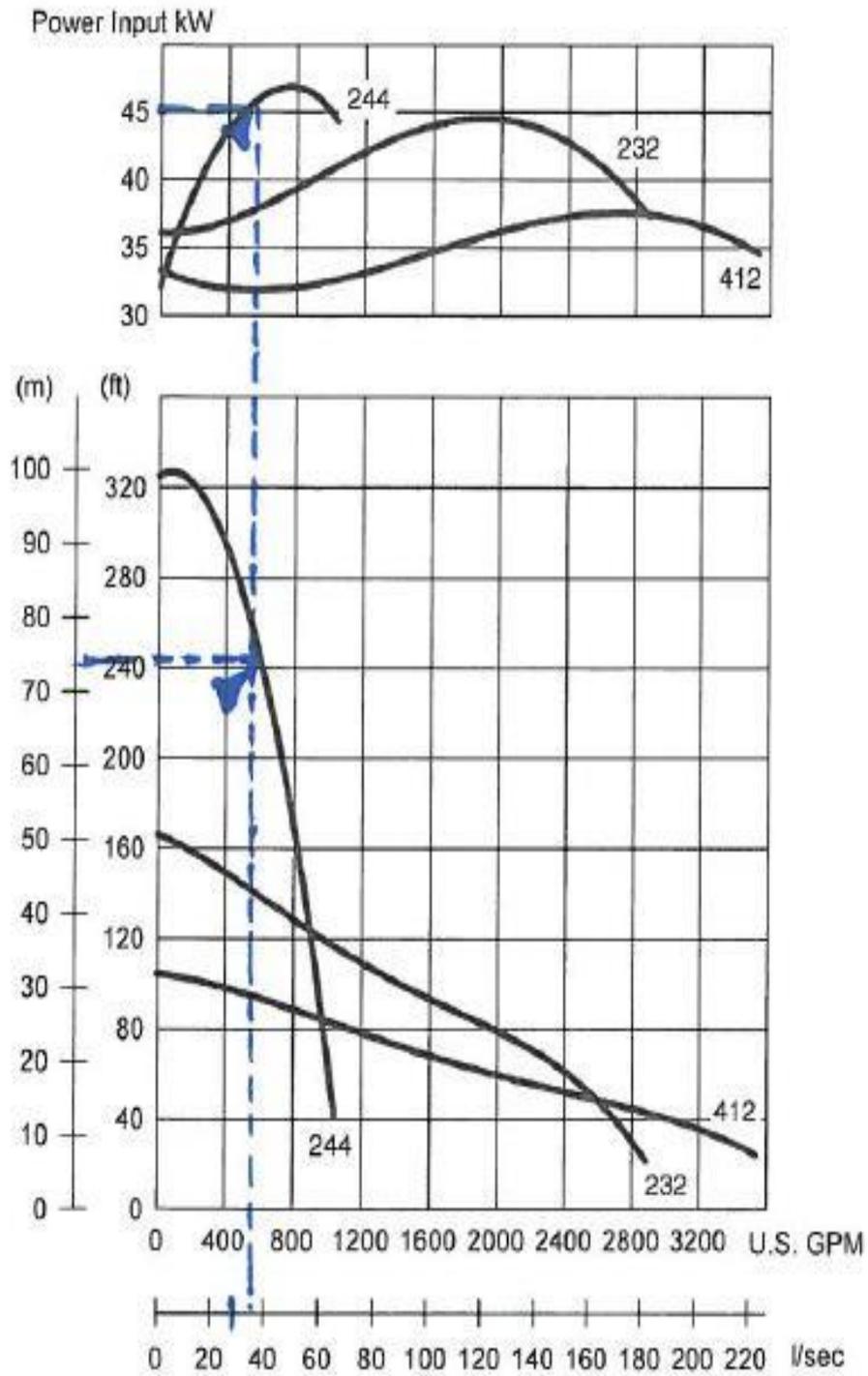
c. Cámara de Bombeo N°03

No se cuenta con las curvas características de las curvas de las bombas tigre V3 (Tomocorp). Para realizar el análisis de las curvas características.

d. Cámara de Bombeo N°04

En la Figura 8-5 se aprecia que con el caudal teórico de 37 l/s y las pérdidas totales (ADT) de 75.10 m se obtiene una potencia de 42 kW equivalente a 56.36 HP en consecuencia, esta bomba está operando a su capacidad máxima y a una eficiencia asumida del 67 %

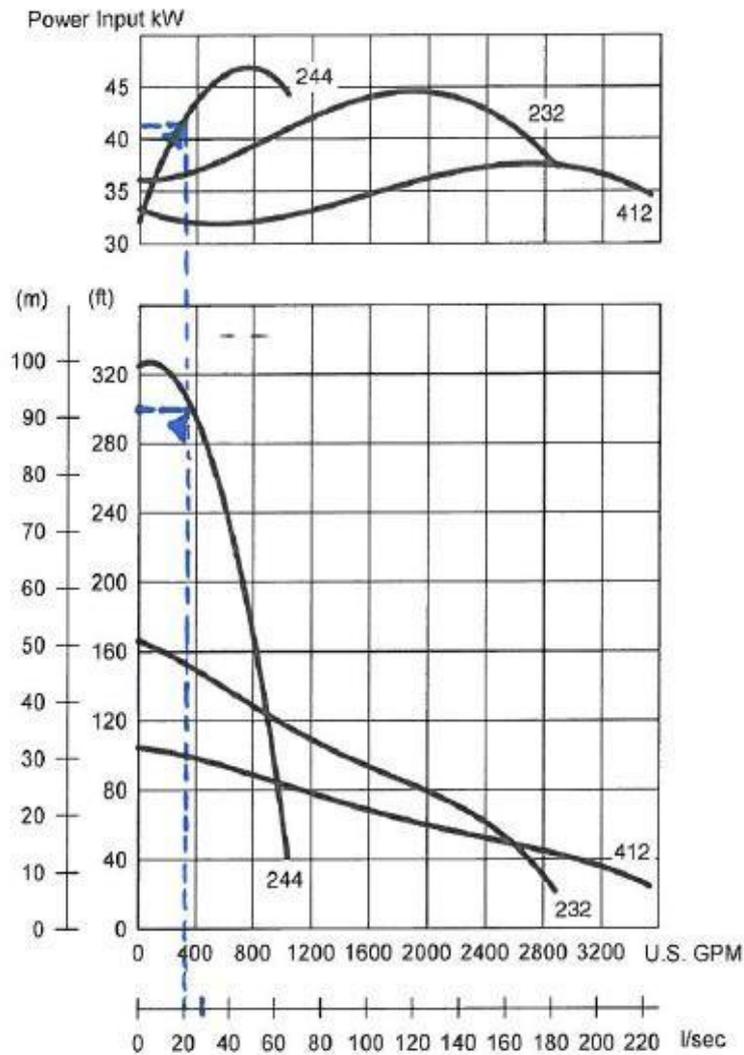
FIGURA N° 43: Cámara de Bombeo N°04- Bomba Flygt



Fuente: Propia.

e. Cámara de Bombeo N°05

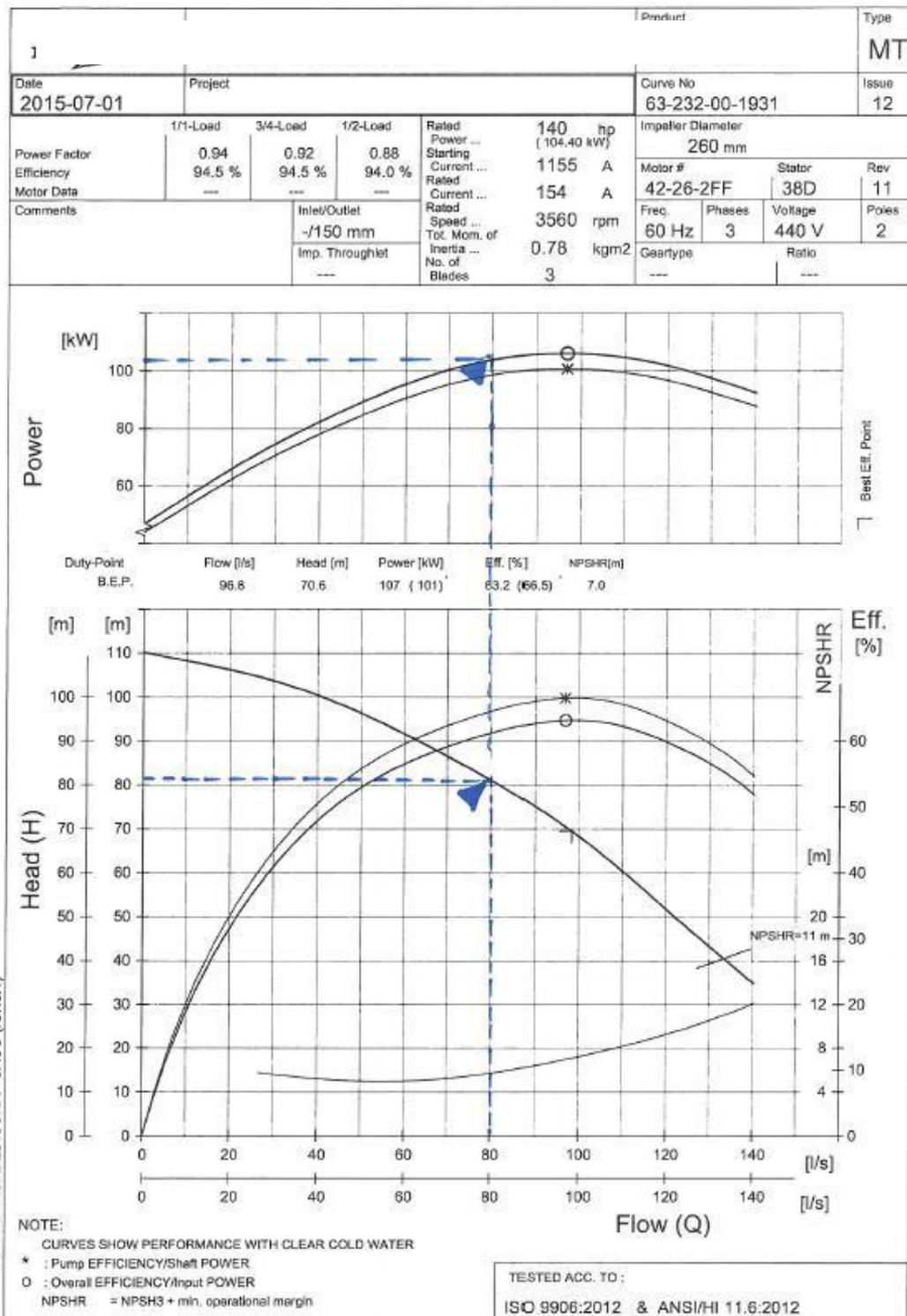
FIGURA N° 44: Cámara de Bombeo N°05- Bomba Flygt



Fuente: Propia.

En la Figura 44 se aprecia que con el caudal teórico de 37 l/s y las pérdidas totales (ADT) de 75.10 m se obtiene una potencia de 33.8 kW equivalente a 45.45 HP en consecuencia, esta bomba está operando a su capacidad máxima y a una eficiencia asumida del 67 %. El valor obtenido no cuadra con el valor de la gráfica 43 kW, eso quiere decir que la bomba esté operando menor del 67 % de eficiencia. Para un caudal entre 40 y 50 l/s existirá una sobrecarga de potencia, ya que la potencia del motor es de 58 HP.

FIGURA N° 45: Cámara de Bombeo N°05- Bomba Flygt (2400.402 MT)



Fuente: Propia.

En la Figura 45 se aprecia que con el caudal teórico de 80 l/s y las pérdidas totales (ADT) de 82.83m se obtiene una potencia de 100 kW equivalente a 134.40 HP, en consecuencia, esta bomba opera a su capacidad máxima y a una eficiencia asumida del 67 %.

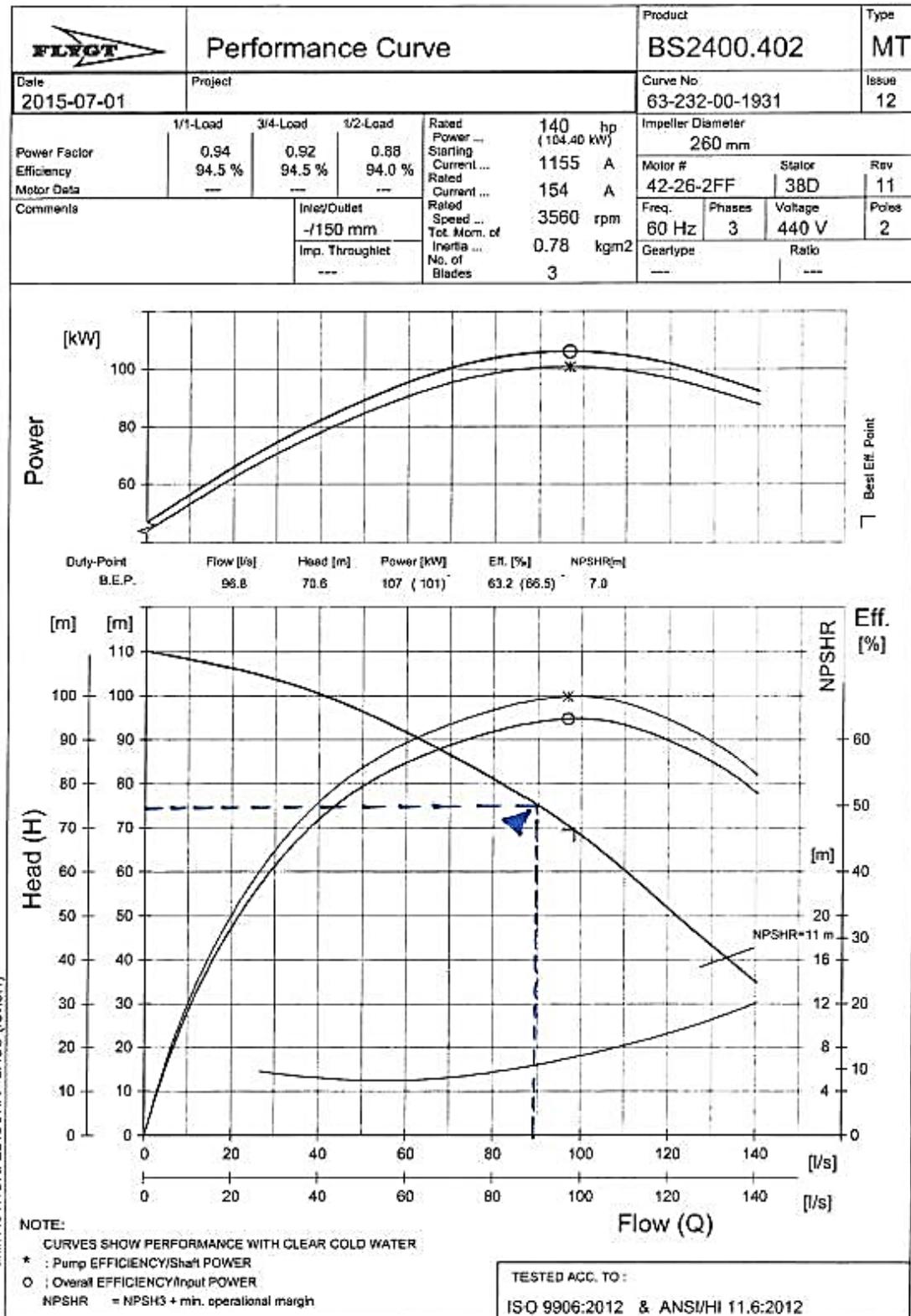
El valor obtenido no cuadra con el valor de la gráfica 110 kW, eso quiere decir que la bomba opera menor del 67 % de eficiencia (En la figura se observa que esté operando con una eficiencia del 55%.

f. Cámara de Bombeo N°06

En la Figura 46 se aprecia que con el caudal teórico de 80 l/s y las pérdidas totales (ADT) de 82.83m se obtiene una potencia de 100 kW equivalente a 134.40 HP, en consecuencia, esta bomba opera a su capacidad máxima y a una eficiencia asumida del 67 %.

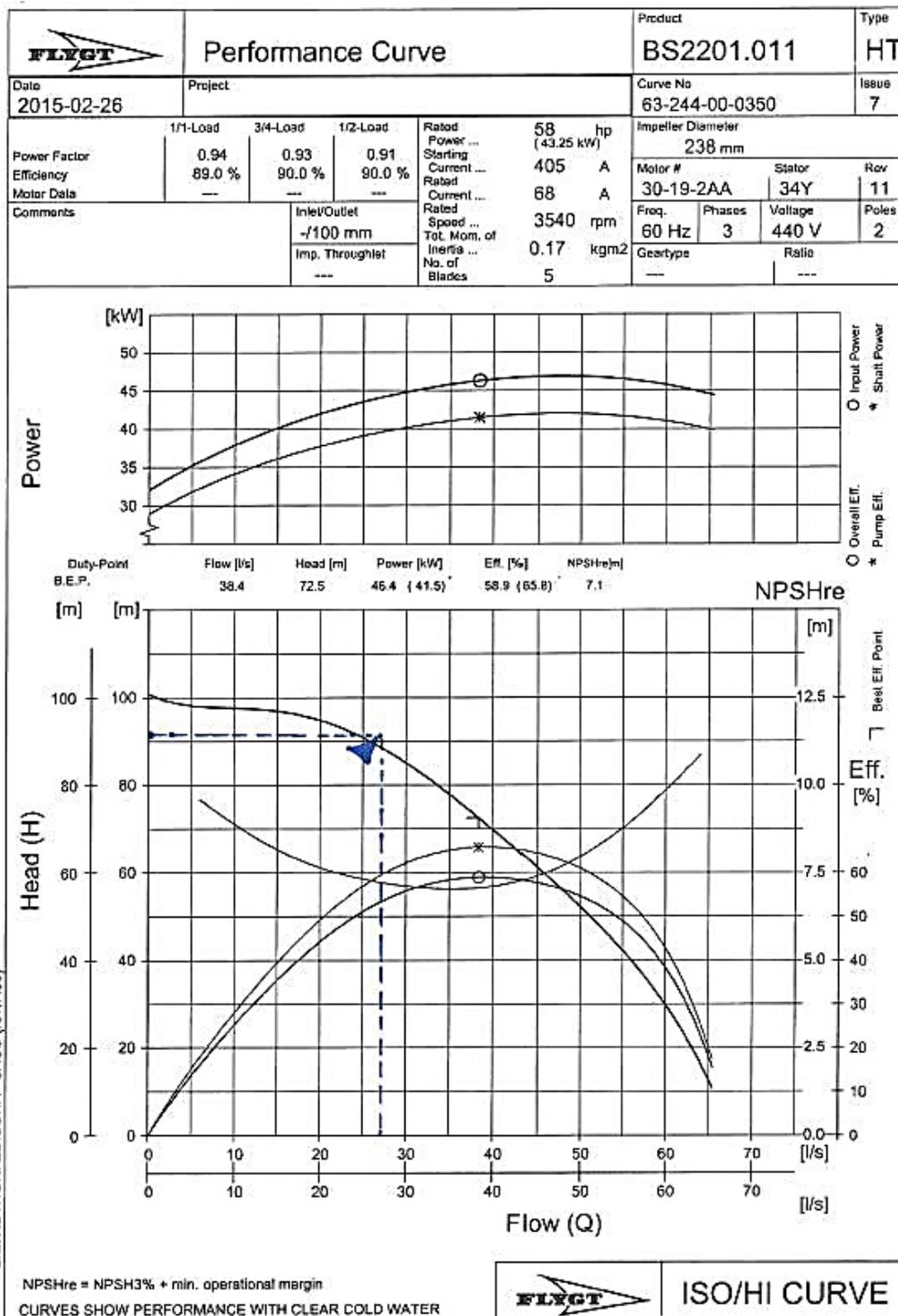
El valor obtenido no cuadra con el valor de la gráfica 110 kW, eso quiere decir que la bomba se encuentra operando menor del 67 % de eficiencia (En la figura se observa que opera con una eficiencia del 55%.

FIGURA N° 46: Cámara de Bombeo N°06- Bomba Flygt (2400.402 MT)



Fuente: Propia.

FIGURA N° 47: Cámara de Bombeo N°06- Bomba Flygt (2201.011 HT)

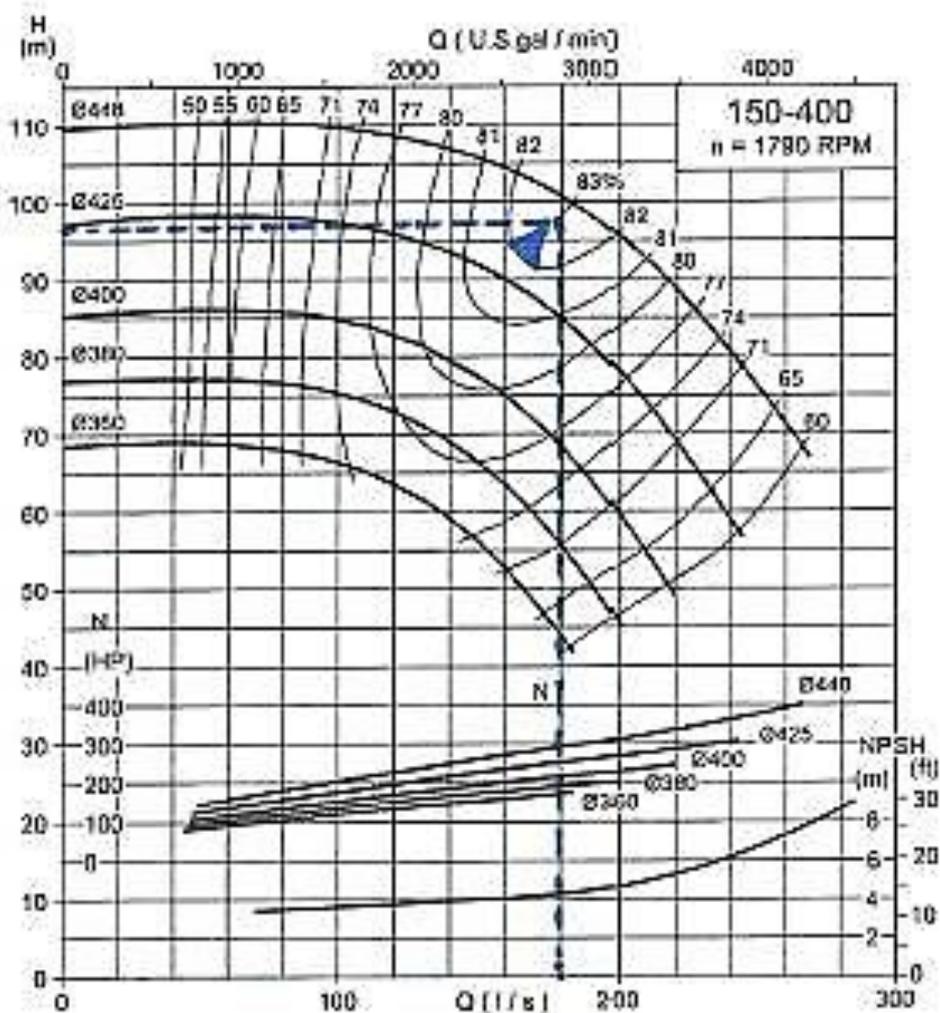


Fuente: Propia.

En la Figura 47 se aprecia que con el caudal teórico de 28 l/s y las pérdidas totales (ADT) de 92.72m se obtiene una potencia de 392 kW equivalente a 52.66 HP.

El valor obtenido no cuadra con el valor de la gráfica 43 kW, eso quiere decir que la bomba se encuentra operando menor del 67 % de eficiencia (En la figura se observa que la bomba opera con una eficiencia del 55%.

FIGURA N° 48: Cámara de Bombeo N°07- Bomba Hidrostal



Fuente: Propia.

g. Cámara de Bombeo N°07

En la Figura 48 se aprecia que con el caudal teórico de 180 l/s y las pérdidas totales (ADT) de 98.15m se obtiene una potencia de 267 kW equivalente a 358.3 HP.

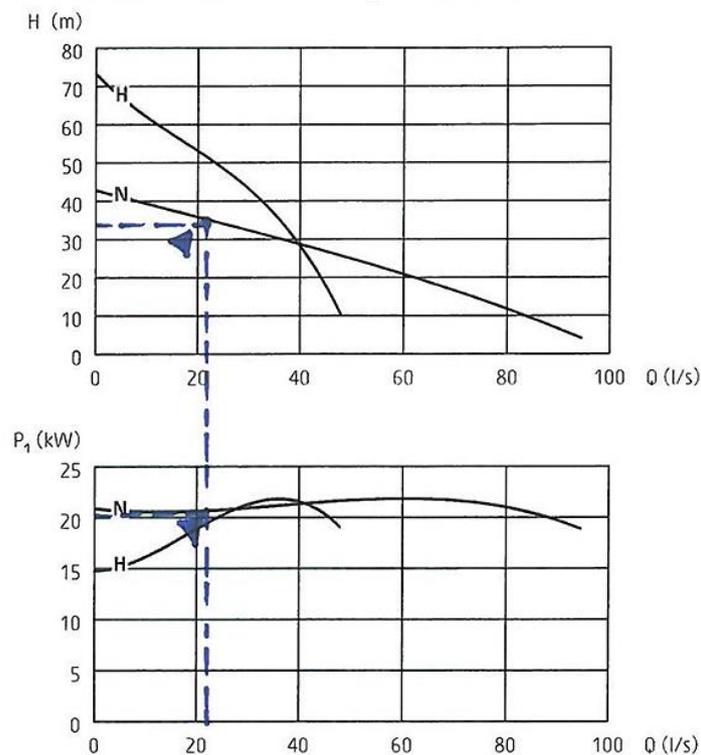
El valor obtenido no cuadra con el valor de la gráfica 43 kW, eso quiere decir que la bomba se encuentra operando mayor del 67 % de eficiencia

(En la figura se observa que la bomba opera con una eficiencia del 83%.

h. Bombas Provisionales

La selección de estas bombas será validada con los caudales tomados a futuro.

FIGURA N° 49: TK-02- Bomba Grindex (Matador N)



Fuente: Propia.

3.1.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación del plan de gestión de agua subterránea en la explotación de la veta Ánimas de minera Bateas, generó 4 alternativas de inversión con sus respectivos detalles, siendo sus inversiones de: alternativa 1 de US \$ 7'105,076; alternativa 2 de US \$ 7'017,423; alternativa 3 de US \$ 6'759 y la alternativa 4 de US \$ 7'437,171.

Los costos operacionales de los equipos de bombeo en los niveles de producción futuros de las 4 alternativas fueron de: alternativa 1 de US \$ 6'764,508; alternativa 2 de US \$ 6'684,827; alternativa 3 de US \$ 6'311,078 y la alternativa 4 de US \$ 6'262,806.

La alternativa seleccionada en la evaluación del plan de gestión de agua subterránea en la explotación de la veta Ánimas fue la alternativa 3, el cual consideró las siguientes características: estación de bombeo 01: 03 bombas horizontales centrífuga, capacidad de diseño de 125 lt/seg – 102 m y 01 bomba sumergible vertical, capacidad de diseño de 40 m³/hr – 25 m; potencia total absorbida de 422 kw y de potencia instalada de 652 kw y estación de bombeo 02: 03 bombas de alta presión, capacidad de diseño de 125 lt/seg – 186 m y 01 bomba sumergible vertical, capacidad de diseño de 40 m³/hr – 25 m; potencia total absorbida de 736 kw y de potencia instalada de 1162 kw.

La alternativa seleccionada permitirá el incremento de la productividad en el sistema de bombeo y drenaje de agua en la veta Ánimas de minera bateas, controlando el incremento de la gradiente hidráulica en labores de profundización subterránea, cumpliendo el plan de avance de labores de desarrollo y preparación.

- **Matriz de Evaluación de Alternativas**

Tabla 18: Matriz de evaluación de alternativas

N°	Criterio de Evaluación	Alternativa N°01	Puntaje	Alternativa N°02	Puntaje	Alternativa N°03	Puntaje	Alternativa N°04	Puntaje
1	N° de Estaciones de Bombeo	3	3	1	10	2	5	2	5
2	Longitud de la Línea de Impulsión	1500	10	1500	10	1500	10	1550	8
3	Potencia a utilizar	1470	6	1442	10	1466	8	1442	10
4	Long. de chim. a excavar	132	10	132	10	132	10	157	6
5	Longitud de cruceros a excavar	0	10	0	10	0	10	128	0
6	Inicio de la Construcción	Inmediata	10	A largo plazo	2	A corto plazo	6	Inmediata	10
7	Culminación y operación del Proyecto	Mediano plazo	6	A largo plazo	2	Mediano plazo	6	A muy largo plazo	0
8	Facilidad de construcción vs operaciones	Poca interferencia	10	Poca interferencia	10	Mediana interferencia	6	Mayor interferencia	0
9	Numero de estaciones provisionales	Muy Pocas estaciones	9	Mayor numero de estaciones	2	Pocas estaciones	8	Significativo numero de estaciones	0
10	Numero de Sedimentadores definitivos	3	0	1	10	2	8	2	8
11	Facilidad de evacuación de lodos	Mayor facilidad	10	menor facilidad	0	media facilidad	5	media facilidad	5
12	CAPEX (US\$)	7,105,076	8	6,510,180	10	6,759,242	9	7,436,717	7
13	OPEX Anual (US\$)	676,451	6	668,483	10	631,108	8	626,281	8
	Calificación General		98		96		99		67

Descripción General de la alternativa	Utiliza EL RB 463 existente de 85 m de longitud, desde el nivel 4,422, además de 2 RB con una longitud de 52 y 82 m, recorrido en rampa de 334 m tiene 3 estaciones con 3 equipos de 275 HP. Longitud total de tubería de 1,398 m		El mismo recorrido que la alternativa N°01 (2A), con una sola estación de bombeo, con 3 equipos de 800 hp		El mismo recorrido que la alternativa N°01 (2A) con dos estaciones de bombeo. Una con equipos de 500 hp y una con equipos de 275 HP		Utiliza el sistema del nivel 14 en construcción, utiliza el RB 470N de 104, y la construcción de otro de 183 m, requiere de un crucero en el nivel 17, de 128 m. Tiene dos estaciones, una con tres bombas de 500 hp y otra con tres bombas de 350 hp. Longitud total de 1,347 m	
Costo Actual Neto	-11,261,573		-11,124,959		-10,637,126		-11,285,394	
Tasa de Índice de Retorno (TIR)	10%		10%		10%		10%	

Fuente: Elaboración propia.

- **Costos de Inversión (Capex) – Alternativas**

Tabla 19: Estudio del sistema de bombeo y drenaje futuro. Capex +/- 35%

Ítem	Descripción	ALTERNATIVA N°01	ALTERNATIVA N°02	ALTERNATIVA N°03	ALTERNATIVA N°04
1.0	Civil / Estructural	77,082	31,160	62,319	62,319
2.0	Mecánica	574,200	637,650	588,300	640,050
3.0	Tuberías	497,116	638,000	482,400	476,200
4.0	Eléctrica	1,478,736	1,456,916	1,445,758	1,577,263
5.0	Instrumentación	175,281	68,783	121,354	121,354
6.0	Minería	2,375,465	1,914,128	2,218,707	2,611,283
1	COSTO DIRECTO TOTAL (CDT)	5,177,881	4,746,637	4,918,839	5,488,469
2	COSTOS INDIRECTOS (CI)	1,927,195	1,763,543	1,840,403	1,948,248
	Ingeniería	258,894.03	237,331.84	245,941.93	274,423.45
	Administración de la construcción	414,230.45	379,730.95	393,507.09	439,077.51
	Flete	131,040.00	133,380.00	130,260.00	27,300.00
	Precommissioning & Commissioning	61,567.08	60,516.48	60,934.74	66,229.89
	Gastos generales	636,878.19	571,550.53	605,855.79	684,730.34
	Utilidades	424,585.46	381,033.69	403,903.86	456,486.89
3	TOTAL U\$	7,105,076	6,510,180	6,759,242	7,436,717
4	Costo Actual Presente (\$) TOTAL U\$	(11,261,573)	(11,124,959)	(10,637,126)	(11,285,394)

Notas:

- 1.- No se incluye el costo del dueño.
- 2.- Los equipos principales son compras por parte de Compañía Minera Bateas
- 3.- No incluye costos de contingencias

Fuente: Elaboración propia.

- **Costos de Inversión (Capex) – Alternativas**

Tabla 20: Comparación - Nivel de Inversión - Capex Opex - Valor Presente

Alternativa N° 01		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CAPEX		-7,105,076										
OPEX		0	-676,451	-676,451	-676,451	-676,451	-676,451	-676,451	-676,451	-676,451	-676,451	-676,451
CAPEX y OPEX VP		-7,105,076	-614,955	-559,050	-508,228	-462,025	-420,023	-381,839	-347,126	-315,569	-286,881	-260,801
VALOR PRESENTE			-4,156,497									
CAPEX + OPEX VP		-11,261,573										
Tasa de Retorno	10%											
Alternativa N°02		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CAPEX		-7,017,423										
OPEX		0	-668,483	-668,483	-668,483	-668,483	-668,483	-668,483	-668,483	-668,483	-668,483	-668,483
CAPEX - OPEX VP		-7,017,423	-607,712	-552,465	-502,241	-456,583	-415,075	-377,341	-343,037	-311,852	-283,502	-257,729
VALOR PRESENTE			-4,107,537									
CAPEX + OPEX VP		-11,124,959										
Tasa de Retorno	10%											
Alternativa N°03		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CAPEX		-6,759,242										
OPEX		0	-631,108	-631,108	-631,108	-631,108	-631,108	-631,108	-631,108	-631,108	-631,108	-631,108
CAPEX - OPEX VP		-6,759,242	-573,734	-521,577	-474,161	-431,055	-391,868	-356,244	-323,858	-294,416	-267,651	-243,319
VALOR PRESENTE			-3,877,884									
CAPEX + OPEX VP		-10,637,126										
Tasa de Retorno	10%											
Alternativa N°04		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CAPEX		-7,437,171										
OPEX		0	-626,281	-626,281	-626,281	-626,281	-626,281	-626,281	-626,281	-626,281	-626,281	-626,281
CAPEX - OPEX VP		-7,437,171	-569,346	-517,587	-470,534	-427,758	-388,871	-353,519	-321,381	-292,165	-265,604	-241,458
VALOR PRESENTE			-3,848,223									
CAPEX + OPEX VP		-11,285,394										
Tasa de Retorno	10%											

Fuente: Elaboración propia.

Mayor detalle en Anexo E.

- **Programa de Adquisición de bombas estacionarias e instalaciones:**

Beneficios:

- Garantizar el desarrollo de RP 462 al NV 16 - 17 y el Bypass en NV 15 hacia la zona NE Animas.
- Reducir el consumo de energía, mantenimientos, reparaciones, e instalaciones de bombas.
- Cumplir con el DS 024 Art. 260 - 261 diseño del sistema de drenaje.
- Contar con un eje de bombeo principal.

Tabla 21: Presupuesto sistema de bombeo

Presupuesto Sistema De Bombeo Cerrado NV15 Animas						
HIDROSTAL 200 l/s						
Item.	Descripcion	Unidad	PU (US\$)	Cant.	Dscto %	(US\$)
1	EQ. B16H-H01+B16C-L-03W-12X2.3/16-12-S-T1-500-4	UN	120,000.00	2	0.15	204,000.00
2	TABLERO ARRANCADOR MEDIANTE SOFT STARTER 500HP 440V 3F 60 HZ 4600 MSNM	UN	30,000.00	2	0.00	60,000.00
3	KIT DE REPUESTOS RECOMENDADOS PARA UN AÑO DE OPERACIÓN (PARA 01 EQUIPO)	UN	10,434.00	1	0.15	8,868.90
4	CUERPO DE BOMBA TURBINA VERTICAL MARCA HIDROSTAL B16H-H-01+B16C-L-03-W	UN	19,079.00	1	0.15	16,217.15
5	SERVICIOS DE IMGENIERIA	UN	2,300.00	1	0.00	2,300.00
6	SERVICIO DE SUPERVISION EN EL MONTAJE DE DOS EQUIPOS HIDROSTAL X 05 DIAS	UN	1,500.00	1	0.00	1,500.00
7	SERVICIO DE REPARACION GENERAL PARA 01 EQUIPO HIDROSTAL	UN	5,890.00	1	0.00	5,890.00
8	Accesorios y ferreteria	UN	521,402.80	1	0.00	521,402.80
9	MO (20 personal*30 dias)	UN	54,000.00	1	0.00	54,000.00
10	Concreto muros	UN	2,300.00	1	0.00	2,300.00
11	CONTINGENCIA + 10%	UN	28,885.14	1	0.00	28,885.14
					(US\$)	905,364

Fuente: Elaboración propia.

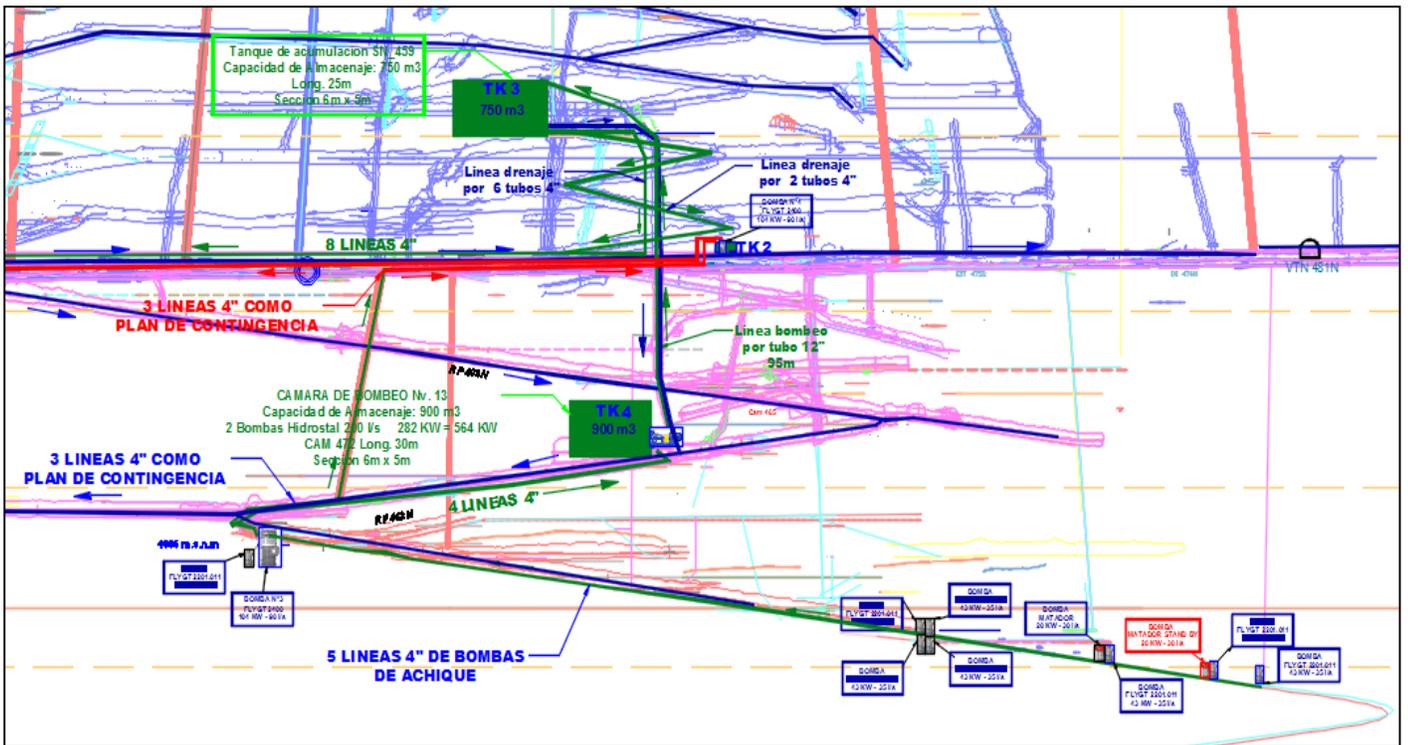
Sistema de bombeo Actual RP 462

Actualmente el sistema de bombeo en RP 462 se realiza con bombas de achique en un sistema enseriado de bombas y cámaras, tal como se aprecia en el unifilar. No se

cuenta con más equipos de bombeo que garantizan la continuidad del avance de la RP 462 al NV 16 – 17.

Se requiere la ejecución de la poza de bombeo principal en NV 15 y garantizar el desarrollo de la RP 462 hasta NV 17, con las bombas de achique y estacionarias que se tienen actualmente.

FIGURA N° 50: Diagrama de bombeo actual



Consumo de Energía del Sistema de Bombeo Actual

Debido a la falta de una estación de bombeo principal en RP 462 NV 15, actualmente se tienen instalados 14 equipos de bombeo, teniendo un consumo de energía 1,152 KW - US\$ 49.6K /mes.

Tabla 22: Consumo de energía actual

UBICACIÓN DE BOMBAS 2017- MINERA BATEAS									CONSUMO DE ENERGIA						
ITEM	VETA	NIVEL	UBICACIÓN	CONDICION	DESCRIPCION	TIPO	MARCA	MODELO	POTENCIA		KWHora	Horas/día	US\$/día	US\$/mes	US\$/año
									KW	HP					
1	ANIMAS	12	BP396 CAM470	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	FLYGT	2400.402MT	104	139.36	0.089	20	185.1	5,553.6	66,643.2
2	ANIMAS	13	RP 462 CAM 4555	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	FLYGT	2400.402MT	104	139	0.089	24	222.1	6,664.3	79,971.8
3	ANIMAS	13	RP 462 CAM 4555	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	FLYGT	2201.011 HT	43.00	58	0.089	14	53.6	1,607.3	19,288.1
4	ANIMAS	13	CAM 472	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	ESTACIONARIA	HIDROSTAL	EQ. 150-400	280	375.2	0.089	19	473.5	14,204.4	170,452.8
5	ANIMAS	13	CAM 472	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	ESTACIONARIA	HIDROSTAL	EQ. 150-400	280	375.2	0.089	0	0.0	0.0	0.0
6	ANIMAS	14	RP 462 POZA ACHIQUE	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	FLYGT	2201.011 HT	43.00	58	0.089	24	91.8	2,755.4	33,065.3
7	ANIMAS	14	RP 462 POZA ACHIQUE	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	FLYGT	2201.011 HT	43.00	58	0.089	24	91.8	2,755.4	33,065.3
8	ANIMAS	14	RP 462 POZA ACHIQUE	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	FLYGT	2201.011 HT	43.00	58	0.089	24	91.8	2,755.4	33,065.3
9	ANIMAS	14	RP 462 POZA ACHIQUE	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	FLYGT	2201.011 HT	43.00	58	0.089	24	91.8	2,755.4	33,065.3
10	ANIMAS	15	RP462 POZA ACHIQUE CAM 476S	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	FLYGT	2201.011 HT	43.00	58	0.089	24	91.8	2,755.4	33,065.3
11	ANIMAS	15	RP462 POZA ACHIQUE CAM 476S	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	GRINDEX	MATADOR H	20.00	27	0.089	24	42.7	1,281.6	15,379.2
12	ANIMAS	15	RP 462 POZA ACHIQUE	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	FLYGT	2201.011 HT	43.00	58	0.089	24	91.8	2,755.4	33,065.3
13	ANIMAS	15	RP 462 POZA ACHIQUE	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	GRINDEX	MATADOR H	20.00	27	0.089	24	42.7	1,281.6	15,379.2
14	ANIMAS	16	RP462 TOPE	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	FLYGT	2201.011 HT	43.00	58	0.089	22	84.2	2,525.8	30,309.8
									1,152.0	1,543.7	1.2	291.0	1,655.0	49,651.3	595,815.8

FIGURA N° 51: Sistema Bombeo 2018 - 2019

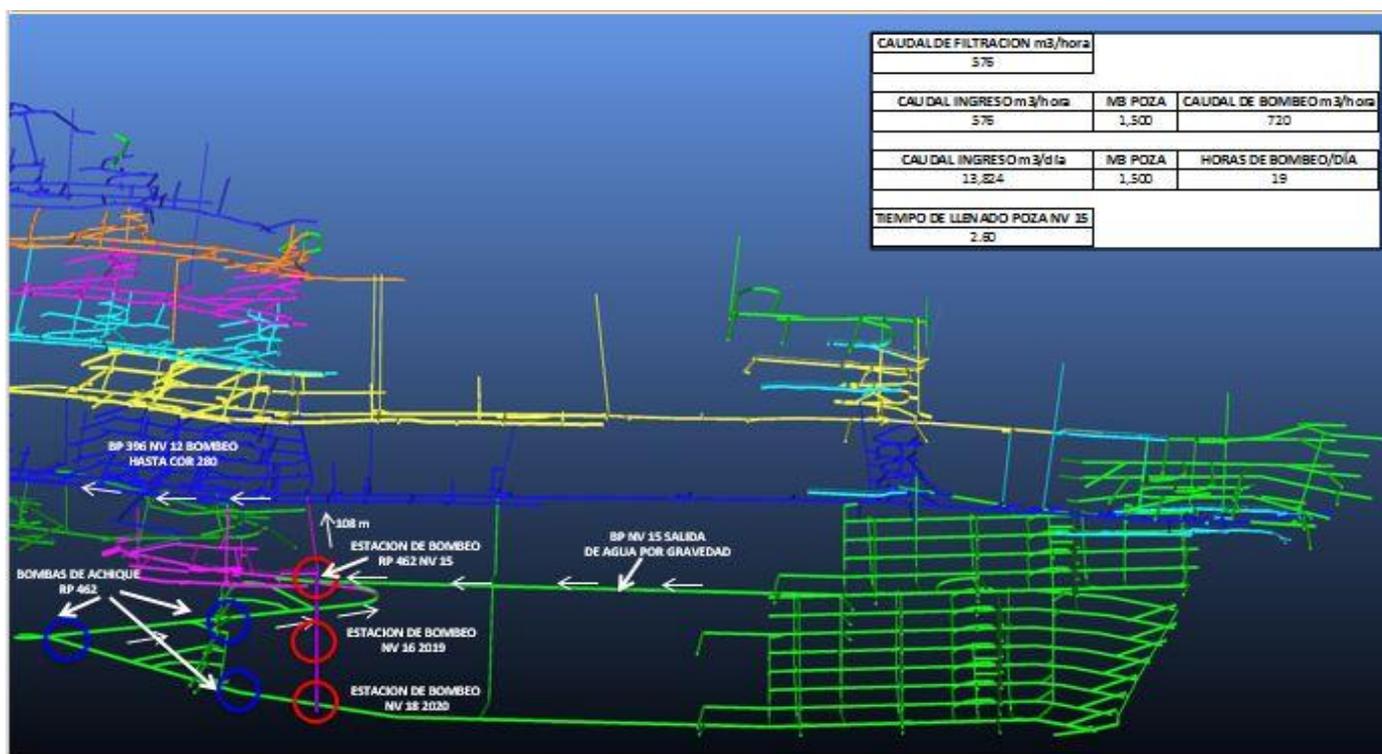


Tabla 23: Consumo de energía sistema bombeo 2018 - 2019

UBICACIÓN DE BOMBAS 2018- MINERA BATEAS									CONSUMO DE ENERGIA								
ITEM	VETA	NIVEL	UBICACIÓN	CONDICION	DESCRIPCION	TIPO	MODELO	MARCA	POTENCIA		KWHor ^a	Horas/di ^a	US\$/di ^a	US\$/mes	US\$/año		
									KW	HP							
1	ANIMAS	15	EST. BOMBEO PRINCIPAL	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	ESTACIONARIA	R4-365/600B	HIGRA	448	600.32	0.089	19	757.6	22,727.0	272,724.5		
2	ANIMAS	15	EST. BOMBEO PRINCIPAL	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	ESTACIONARIA	R4-365/600B	HIGRA	448	600.32	0.089	0	0.0	0.0	0.0		
3	ANIMAS	16	POZA AUXILIAR RP 462	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	2400.402 MT	FLYGT	104	139.36	0.089	24	185.1	5,553.6	66,643.2		
4	ANIMAS	16	POZA AUXILIAR RP 462	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	2400.402 MT	FLYGT	104	139.36	0.089	24	222.1	6,664.3	79,971.8		
5	ANIMAS	16	POZA AVANCE RP 462	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	2400.402 MT	FLYGT	104	139.36	0.089	20	185.1	5,553.6	66,643.2		
6	ANIMAS	16	POZA AVANCE RP 462	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	2201.011 HT	FLYGT	43.00	57.62	0.089	24	91.8	2,755.4	33,065.3		
9	ANIMAS	17	RP 462 TOPE	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	2201.011 HT	FLYGT	43.00	57.62	0.089	24	91.8	2,755.4	33,065.3		
10	ANIMAS	17	RP 462 TOPE	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	2201.011 HT	FLYGT	43.00	57.62	0.089	20	76.5	2,296.2	27,554.4		
												1,610.2	48,305.6	579,667.7			
												CONSUMO ENERGIA 2017			1,655.0	49,651.3	595,815.8
												AHORRO ENERGIA 2018			44.9	1,345.7	16,148.2

UBICACIÓN DE BOMBAS 2019- MINERA BATEAS									CONSUMO DE ENERGIA									
ITEM	VETA	NIVEL	UBICACIÓN	CONDICION	DESCRIPCION	TIPO	MODELO	MARCA	POTENCIA		KWHor ^a	Horas/di ^a	US\$/di ^a	US\$/mes	US\$/año			
									KW	HP								
1	ANIMAS	15	EST. BOMBEO PRINCIPAL	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	ESTACIONARIA	R4-365/600B	HIGRA	448	600.32	0.089	19	757.6	22,727.0	272,724.5			
2	ANIMAS	15	EST. BOMBEO PRINCIPAL	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	ESTACIONARIA	R4-365/600B	HIGRA	448	600.32	0.089	0	0.0	0.0	0.0			
3	ANIMAS	16	POZA AUXILIAR RP 462	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	2400.402 MT	FLYGT	104	139.36	0.089	24	185.1	5,553.6	66,643.2			
4	ANIMAS	16	POZA AUXILIAR RP 462	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	2400.402 MT	FLYGT	104	139.36	0.089	24	222.1	6,664.3	79,971.8			
5	ANIMAS	16	POZA AVANCE RP 462	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	2400.402 MT	FLYGT	104	139.36	0.089	20	185.1	5,553.6	66,643.2			
6	ANIMAS	16	POZA AVANCE RP 462	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	2201.011 HT	FLYGT	43.00	57.62	0.089	24	91.8	2,755.4	33,065.3			
9	ANIMAS	17	RP 462 TOPE	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	2201.011 HT	FLYGT	43.00	57.62	0.089	24	91.8	2,755.4	33,065.3			
10	ANIMAS	17	RP 462 TOPE	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	SUMERGIBLE	2201.011 HT	FLYGT	43.00	57.62	0.089	20	76.5	2,296.2	27,554.4			
11	ANIMAS	17	EST. BOMBEO PRINCIPAL	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	ESTACIONARIA	HIDROSTAL	EQ. 150-400	280	375.2	0.089	19	473.5	14,204.4	170,452.8			
12	ANIMAS	17	EST. BOMBEO PRINCIPAL	OPERATIVA	EQUIPO DE BOMBEO	ESTACIONARIA	HIDROSTAL	EQ. 150-400	280	375.2	0.089	0	0.0	0.0	0.0			
												1,897.0	2,542.0	0.9	174.0	2,083.7	62,510.0	750,120.5
												CONSUMO ENERGIA 2018			1,610.2	48,305.6	579,667.7	
												ENERGIA 2019			-473.5	-14,204.4	-170,452.8	

CONCLUSIONES

1. Mejorar la productividad incorporando un plan de gestión de agua subterránea en la explotación de la veta Ánimas de minera Bateas, consistió, en evaluar y clasificar técnica y económicamente la selección de bombas futuras en labores de profundización subterránea.
2. El consumo de energía para el sistema de bombeo del año 2017 fue de US \$ 595,815.8 y del año 2018 fue de US \$ 750,120.5, lo que el incremento de costos en el sistema de bombeo de la veta Ánimas es sustancial en el descenso de la productividad.
3. La evaluación del plan de gestión de agua subterránea en la explotación de la veta Ánimas de minera Bateas, generó 4 alternativas de inversión con sus respectivos detalles, siendo sus inversiones: Alternativa 1 de US \$ 7'105,076; Alternativa 2 de US\$ 7'017,423; Alternativa 3 de US \$ 6'759 y la Alternativa 4 de US \$ 7'437,171.
4. Los costos operacionales de los equipos de bombeo en los niveles de producción futuros de las 4 alternativas fueron: Alternativa 1 de US \$ 6'764,508; Alternativa 2 de US\$ 6'684,827; Alternativa 3 de US \$ 6'311,078 y la Alternativa 4 de US \$ 6'262,806.
5. La alternativa seleccionada en la evaluación del plan de gestión de agua subterránea en la explotación de la veta Ánimas fue la Alternativa 3 considerando: Estación de Bombeo 01: 03 bombas horizontales centrífuga, capacidad de diseño de 125 lt/seg – 102 m y 01 bomba sumergible vertical, capacidad de diseño de 40 m³/hr – 25 m; potencia total absorbida de 422 Kw y de potencia instalada de 652 Kw y Estación de Bombeo 02: 03 bombas de alta presión, capacidad de diseño de 125 lt/seg – 186 m y 01 bomba sumergible vertical, capacidad de diseño de 40 m³/hr – 25 m; potencia total absorbida de 736 Kw y de potencia instalada de 1162 Kw.
6. La alternativa seleccionada permitirá el incremento de la productividad en el sistema de bombeo y drenaje de la veta Ánimas en minera Bateas, controlando el incremento de la gradiente hidráulica en labores de profundización subterránea, cumpliendo el plan de avance de labores de desarrollo y preparación.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar y confirmar si la calidad del agua que se expulsa al ambiente por bombeo es óptima para reciclar en las operaciones de mina.
2. Según el punto anterior, si se determina que la calidad del agua es óptima para rehusar en las operaciones mineras, evitar el ingreso de agua fresca para las operaciones.
3. Los sedimentadores y cámaras de bombeos deben contar con sistemas de limpieza eficientes.
4. Los sedimentadores, deben contar con unidad alterna o canal by pass para mantenimiento.
5. Los sedimentadores y cámaras de bombeo en los que se realiza la limpieza con bomba de lodos sumergible deben contar con puente grúa que permita el acceso de la bomba a todos los espacios interiores.
6. Evaluar la alternativa de reemplazar varias tuberías de diámetros menores por una de mayor diámetro.
7. Adaptar los manifolds de tal forma que el área que alimenta a las tuberías que abastece sea mayor al área total de estas.
8. Colocar los soportes de tuberías con espacios entre estos según la recomendación de los fabricantes para evitar la flexión, pandeo.
9. Se recomienda evaluar la instalación de estaciones de bombeo estacionarias (Bombas horizontales centrífugas), debido a que tienen mayor altura de impulsión y un mayor caudal de bombeo, en comparación de las bombas de Alta presión que operan en el sistema de actual de drenaje (HT o H).
10. Los espacios entre soportes de las tuberías de 4" de diámetro, son mayores a los recomendados, la tubería se flexiona, pandea.
11. Evaluar programas de optimización y reducción de costos en labores de avance, incrementando la variable agua en el modelo geomecánico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

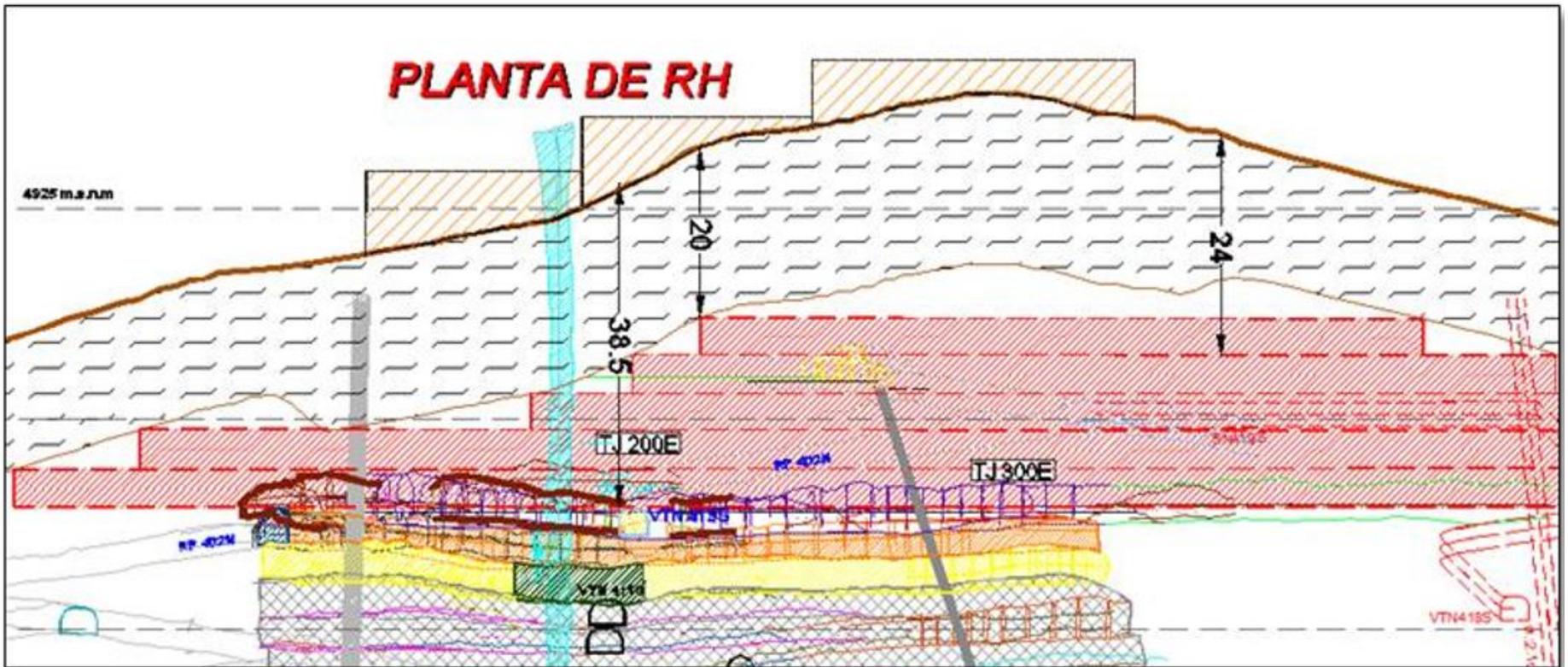
1. **DEPARTAMENTO GEOLOGIA, MINERA BATEAS SAC. 2017.** GEOLOGIA LOCAL Y REGIONAL DE LA UEA SAN CRISTOBAL - MINA CAYLLOMA, Lima: s.n., 2017. pág. 16, Informe Interno.
2. **SRK CONSULTING. 2017.** EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA PARA EL SISTEMA DE DRENAJE DE LA MINA CAYLLOMA. Lima : s.n., 2017. pág. 33, Informe Interno.
3. **SRK CONSULTING. 2018.** ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE VETA ANIMAS - MINA CAYLLOMA. Minera Bateas SAC. Lima : s.n., 2018. pág. 63, Informe Interno.
4. **CENGEL, Y. y CIMBALA. 2012.** MECANICA DE FLUIDOS: FUNDAMENTOS Y APLICACIONES (2DA EDIC.). MC GRAW HILL, España., 2012.
5. **CUNDU, P. COHEN. 2012.** FLUID MECHANICS (5TA. EDICION). ELSEVIER,.
6. **EVERETT, Adam y EBERT, Ronald. 1991.** ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y LAS OPERACIONES. Cuarta. Mexico : Prentice Hall, 1991.
7. **STREETER, V., WYLIE, B. 1999.** MECANICA DE FLUIDOS (9NA. EDICIÓN). España. Mc Graw Hill.
8. **ARELLANO, Jose. 2016.** PRODUCTIVIDAD EN LA MINERIA CHILENA. Santiago de Chile : s.n., Octubre de 2016, CEPLAN, pág. 11.
9. **CHAPMAN, E.N., GUTIERREZ, E., 2016** Technical Report, Caylloma, August 31, 2016.
10. **CHAPMAN, E.N., CARO, B, 2014.** Internal Technical Report, February 22, 2014.
11. **CHAPMAN, E.N., KELLY, T., 2013.** Technical Report, Caylloma Property, Caylloma District, Peru. April 15, 2013.
12. **VARGAS, C., 2011,** Vein Paragenesis, Breccias stages, Structural Geology and Volcanic Lithostratigraphy of the Animas Vein , Caylloma PB-ZN-CU-AG District, Southern Peru, Degree of Master of Science in Mineral Engineering, New Mexico Institute of Mining and Technology, Sonora, New Mexico.
13. **CHLUMSKY, ARMBRUST, AND MEYER, 2005.** Technical Report, Caylloma Project, Arequipa, Peru. Prepared for Fortuna Silver Mines Inc., October 3, 2006.
14. **CHLUMSKY, ARMBRUST, AND MEYER, 2006.** Technical Report, Caylloma Project, Arequipa, Peru. Prepared for Fortuna Silver Mines Inc., October 3, 2006.
15. **CHLUMSKY, ARMBRUST, AND MEYER, 2009.** Technical Review (NI 43-101), Caylloma Project, Peru. Prepared for Fortuna Silver Mines Inc., August 11, 2009.
16. **CHLUMSKY, ARMBRUST, AND MEYER, 2012.** CAM – Metal Price Summary as of 31 December 2011.
17. **CIM DEFINITION STANDARDS, 2010.** CIM Definition Standards on Mineral Resources and Mineral Reserves. Prepared by the CIM Standing Committee on Reserve Definitions. Adopted by the CIM Council, November 27, 2010.
18. **CORBETT, G., 2002.** Epithermal Gold for Explorationists, in AIG Journal- Applied geoscientific practice and research in Australia, pp26.
19. **COX, D.P., SINGER, D.A., 1992.** Mineral deposit models, in U.S. Geological Survey bulletin; 1693:145-149.
20. **COMPAÑÍA MINERA ARES S.A.C., 2004.** Reporte Inventario de Mineral Mina Caylloma, Arequipa – Perú. Internal report, June 2004.
21. **ECHAVARRIA, L., NELSON, E., HUMPHREY, J., CHAVEZ, J., ESCOBEDO, L., IRIONDO, A., 2006.** Geological evolution of the Caylloma epithermal vein district, in Economic Geology, 101:843-863.
22. **FORTUNA SILVER MINES INC., 2012.** Press release entitled “Fortuna Reports Updated Reserves and Resources”. Vancouver, Canada, March 27, 2012.

23. **FORTUNA SILVER MINES INC., 2013.** Press release entitled "Fortuna Silver Updates Reserves and Resources; Silver in Inferred Resources Increases 38%, Gold 26%". Vancouver, Canada, March 5, 2013.
24. **MCKEE, E.H., NOBLE, D.C., 1989.** Cenozoic tectonic events, magmatic pulses, and base – precious metal mineralization in the Central Andes: Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources Earth Science Series, v. 11, pp. 189-194.
25. **NOBLE, D.C., 1981A.** Preliminary report on four radiometric ages from the Cailloma-Sucuitambo region, Peru: Unpublished report for Mauricio Hochschild Company.
26. **NOBLE, D.C., 1981B.** Age of the Caylloma calders: Unpublished report for Mauricio Hochschild Company.
27. **PETERSON, P.S., NOBLE, D.C., MCKEE, E.H., AND EYZAGUIRRE, V.R., 1983.** A resurgent mineralized caldera in southern Peru: Preliminary report: EOS, American Geophysical Union Transactions, v. 64, pp.884.
28. **SILBERMAN, M.L., MCKEE, E.H., AND NOBLE, D.C., 1985.** Age of mineralization at the Caylloma and Orcopampa silver districts, southern Peru: Isochron/West, v. 43, pp.17-18.

ANEXOS

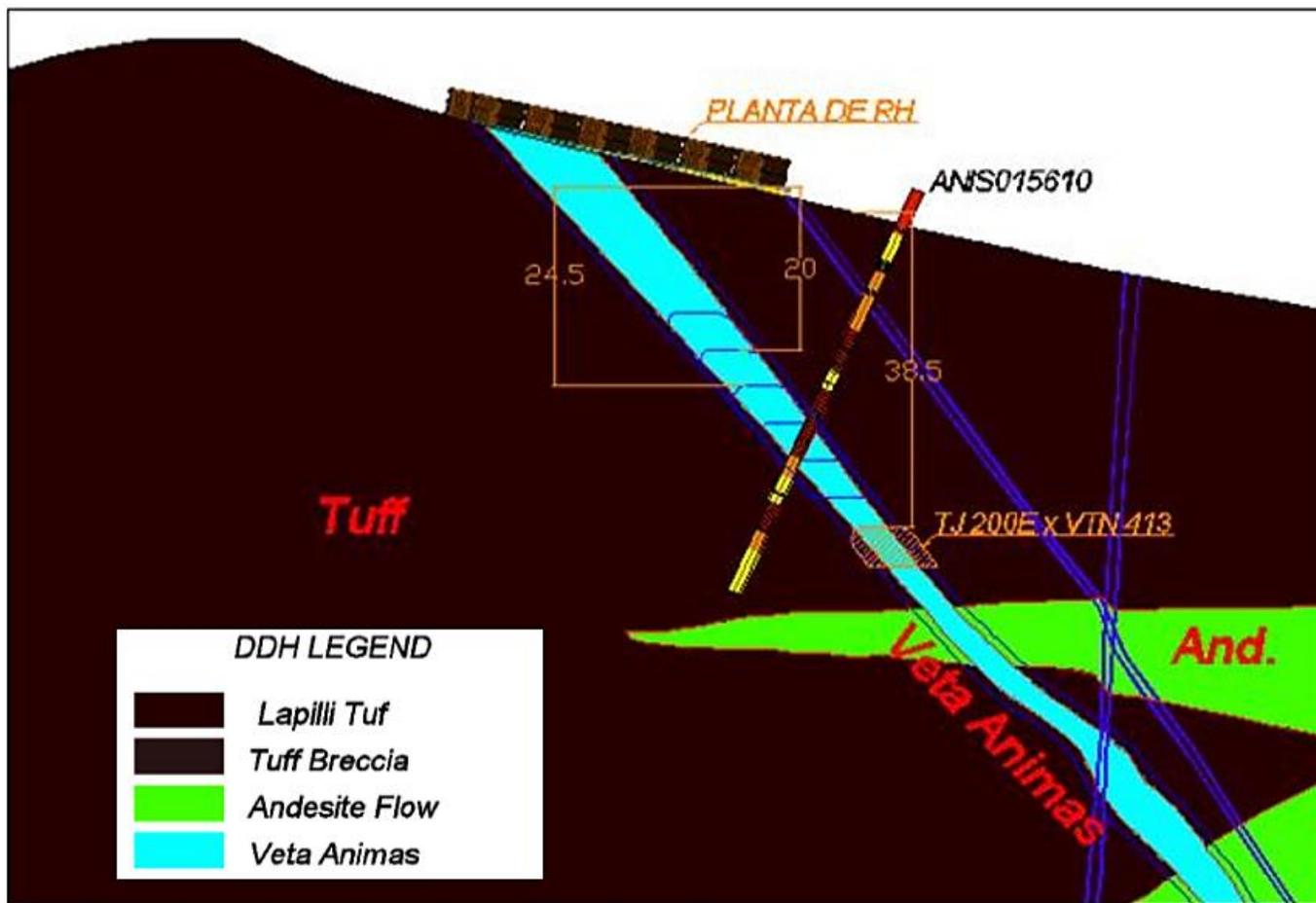
ANEXOS A
PLANOS EN SECCION PLANTA Y TRANVERSAL

FIGURA N° 52: Vista longitudinal de los tajos.



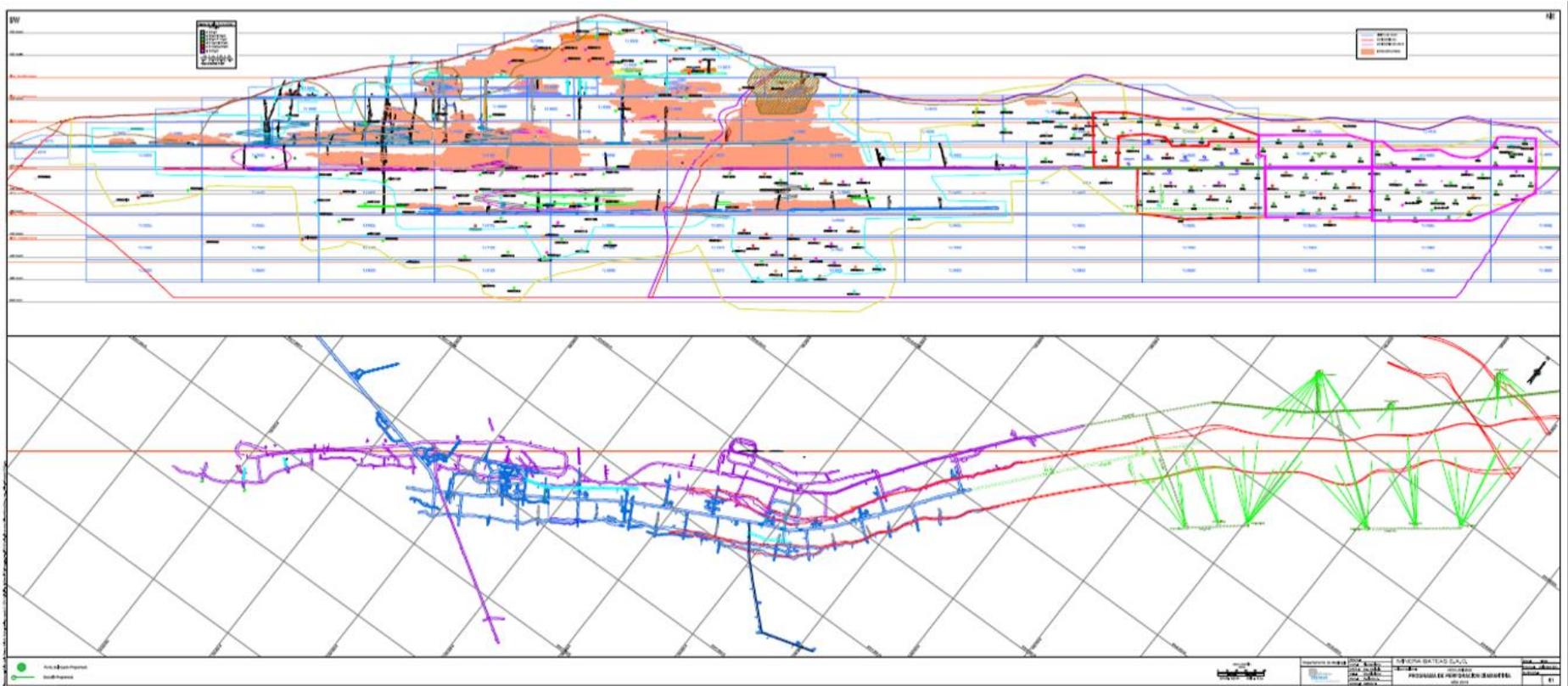
Fuente: Departamento de Geología

FIGURA N° 53: Sección transversal y ubicación del taladro ANIS015610



Fuente: Departamento de Geología

FIGURA N° 54: Sección longitudinal Veta Ánimas



Fuente: Departamento de Geología

ANEXO B
BALANCE HIDRICO CLIMATICO.

Tabla 24: Balance hídrico, 4475 msnm.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AÑO
Promedio T (C)	3.3	3.4	3.3	2.6	0.9	-0.3	-0.7	0.4	1.6	2.9	3.5	3.6	2.1
Índice Calor I	0.5	0.6	0.5	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.6	0.6	3.9
PE In	0.7	0.7	0.7	0.5	0.2	0.0	0.0	0.1	0.3	0.6	0.7	0.7	5.2
Adj Latitúd	33.6	29.4	31.5	29.4	29.4	28.2	29.1	30.0	30.0	32.1	32.1	33.6	
PE Adj	22.3	20.1	20.9	15.7	6.3	0.0	0.0	3.5	10.4	18.9	22.5	24.2	165
P	262	249	198	63	10	4.1	5.9	8.0	28	39	68	147	1081
I	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
P + I	262	249	198	63	10	4	6	8	28	39	68	147	1081
P+I-PE	239	229	177	47	4	4	6	4	17	20	45	123	916
APWL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
S	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
dS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
AE	22.3	20.1	20.9	15.7	6.3	0.0	0.0	3.5	10.4	18.9	22.5	24.2	165
D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Q	239	229	177	47	4	4	6	4	17	20	45	123	916

todos los parámetros están en mm, a menos que se indique lo contrario

Reserva de Agua Utilizable = 100 mm

T = promedio de la temperatura máxima por día
 PE = evapotranspiración potencial (datos ajustados de un tanque de per
 P = precipitación
 I = irrigación
 P + I = precipitación + irrigación
 P-I-PE = precipitación + irrigación - evapotranspiración potencial ajustada

APWL = pérdidas potenciales de agua acumuladas
 S = almacenamiento
 dS = cambio en almacenamiento
 AE = evapotranspiración real
 D = déficit
 Q = excedente
 Q = escorrentía + recarga de agua subterránea

Fuente: Departamento de Geología

Tabla 25: Cálculos de recarga

		Reserva Útil de Agua (mm)	Factor Topográfico	Factor del Suelo	Factor de Cobertura	Factor de Infiltración
Área A	Topes de Montañas	100	0.1	0.15	0.15	0.4
Área B	Fondo de los Valles	100	0.15	0.1	0.05	0.3
Factor de Conversión			0.4	0.4	0.2	

Mes	Excedente (Área A) (mm)	Excedente (Área B) (mm)	Recarga (Área A) (mm)	Recarga (Área B) (mm)
Enero	239	184	96	72
Febrero	229	177	91	69
Marzo	177	132	71	53
Abril	47	25	19	14
Mayo	4	0	2	1
Junio	4	0	2	1
Julio	6	0	2	2
Agosto	4	0	2	1
Septiembre	17	0	7	5
Octubre	20	0	8	6
Noviembre	45	0	18	14
Diciembre	123	85	49	37
Total	916	603	366	275
% of MAP			34%	30%

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO C
REGISTRO DE PÉRDIDAS DE CIRCULACIÓN.

Tabla 26: Registros de pérdidas de circulación

Sondaje	Elevación de Collar	Inclinación	Guardia	Fecha	Profundidad	Perdida de Circulación (% re-circulado)	Litología	Classification	Comentarios
ANIMAS 034316			Noche	05-03-2016	77.8-78.10	Vacio	Andesita brechada en la parte superior e inferior del vacio	Andesita - drilled from fw, ug - mineralized breccia with rhodonite on footwall side of orebody alteration	
ANIMAS 034616			DIA	13-03-2016	0-34.05			I don't think this is a real circulation loss?	FALTA DE AGUA? Cámara 536E NV 12
ANIM 034916			Noche	28-03-2016				Same here?	Perdida de presión de agua
ANIM036016			Noche	05-02-2016	68.00	Perdida de retorno de agua	Estructura brechada con matriz cuarzoza. Se reporta una falla a los 65.4.	Drilled from ug, fw -In footwall just before alteration envelope, not far from orebody	Estructura a 69.6
ANIM 036416			dia	13-05-2016	88-158.8	0	Zona fallada con presencia de estructura brechada, anfibolita.	Drilled from ug, fw - Anfibolita - started in fault in footwall with propylitic alteration, continued through entire hole	
ANIM 036716			DIA	17-05-2016	17.9-164	Perdida de retorno de agua	Andesita porfirítica fuertemente fracturada, con presencia de falla a os 78 m a 80 m	Andesita porfirítica - drilled from ug, fw - loss started in andesite a long way from orebody and continued through orebody	Recuperación de agua 0%
ANIM 036816			Noche	20-05-2016	54.00	Perdida de retorno de agua	Estructura brechada.	Drilled from ug - fw -In zone of propylitic and siliceous alteration, mineralized	

Sondaje	Elevación de Collar	Inclinación	Guardia	Fecha	Profundidad	Perdida de Circulación (% re-circulado)	Litología	Classification	Comentarios
ANIM 036916			Noche	22-05-2016	32?		Falla a los 32.25 y 33.7, pero también se evidencia una zona de falla desde 10 m a 17.6	Drilled from ug, fw - Faults long way from orebody or alteration	No menciona profundidad de perdida de agua.
ANIM 037016	4502.209	-25.345	DIA	23-05-2016	15.4-21	50%	Falla y roca triturada	Drilled from ug, fw - Footwall, long way from orebody	
					21-34.5	30%	Brecha y falla a 29.85-31.10	Drilled from ug, fw - Footwall, long way from orebody	
					34.5-173.6	0	Estructura brechada. Andesita porfirítica	Drilled from ug, fw - Andesita porfirítica - long way from orebody	A la profundidad de 135.8 se perfora un vacío de 15 cm.
ANIM 037416	4502.241	-26.087	noche	30-05-2016	0-191.95	0	Andesita porfirítica, fracturada y con zona de falla 130.75-131.65	Drilled from ug, fw - Andesita porfirítica - lost circulation from start a long way from orebody	Terreno fracturado todo el tramo de la perforación.
ANIM 037516	4516.168	-21.345	Dia	06-04-2016	100.20	Perdida de presión de agua y retorno	Estructura brechada desde 81.3-98.3	Drilled from ug, fw - Lost circulation at start of alteration envelope through orebody	No mencionan profundidad cuando empieza los problemas con agua.
ANIM 037616	4516.25	-23.342	Dia	06-08-2016	13.30-103.5	0	Andesita porfirítica silicificada con estructura brechada y zonas de falla a lo largo de la perforación.	Drilled from ug, fw - Andesita porfirítica - lost circulation from near start a long way from orebody	Mencionan pérdida de agua durante la perforación, pero no hay especificaciones si estas son se pierden con el avance.

Sondaje	Elevación de Collar	Inclinación	Guardia	Fecha	Profundidad	Perdida de Circulación (% re-circulado)	Litología	Classification	Comentarios
ANIM 037716	4501.007	22.13	Noche	06-08-2016	46.9-185.9	0	Andesita porfirítica silicificada con estructura brechada	Drilled from ug, fw - Andesita porfirítica - drilled from hanging wall well above- suggests loss in tuff, not andesite, a long way from orebody	Perdida de agua
ANIM 038016	4516.038	-27.377	Día	14-06-2016	62.2	0	Falla a los 54 m. Debajo de eso sigue la andesita porfirítica, con tramos brechados	Drilled from ug, fw - Andesita porfirítica - fault described not in section	Baja la presión del agua
ANIM 038216	4594.241	-64.66	Noche	16-06-2016	34.8-183.3	0	Zona de Tufo lapillítico, fracturado y fragmentado. Los últimos tramos zona fallada y con zonas brechadas de qz	Tufo lapillítico - drilled from hanging wall - circulation lost in tuff a long way from orebody	Perdida de aguas
ANIM 039116	4593.945	-60.044	Día	18-07-2016	151.30-199.7	0	Zona de falla, con zona brechada de CA-Q	Lost just above alteration envelope in hanging wall	Perdida de agua, igual que al anterior tuvieron muchos problemas perforando con toda la pérdidas de agua
ANIM 039416	4593.899	-45.754	Noche	27-07-2016	132.2-193.9	0	Andesita porfirítica, zona brechada y con fallas	Andesita porfirítica - drilled from hanging wall - lost at base of tuff unit in hanging wall - suggesting andesite more permeable? Or contact permeable	Terreno muy fracturado.
ANIM 039716	4594.098	-51.037	Día	08-02-2016	49.7-175.5	0	Tufo, con algunas zonas falladas	Tufo - drilled from hanging wall, lost well above orebody in faults	Se pierde recuperación de agua.

Sondaje	Elevación de Collar	Inclinación	Guardia	Fecha	Profundidad	Perdida de Circulación (% re-circulado)	Litología	Clasificación	Comentarios
ANIM 039816	4594.052	-49.283	Dia	08-07-2016	80.80-180.0		Zona de falla y tufo, con la estructura brechada de CA-Q	Tufo - drilled from hw - lost at base of tuff unit in andesite, well away from orebody	Terreno fracturado
ANIM 040416	4462.61	-14.086	Dia	09-05-2016	78.57	Vacio	Zona de estructura brechada, pero no se evidencia vacio en el logueo.	drilled from fw, lost in andesite below alteration envelope	Se encuentra una zona de vacio de 85 cm
ANIM 04116	4515.807	-72.454		22-09-2016	50-69.1		A la profundidad marcada, comienza la estructura brechada. Andesita porfirítica.	Andesita porfirítica	Se tiene problemas con el agua, perdidas?
ANIS 033116	4726.2	-11.51	Dia	13-01-2016	64.45-79.4		Falla a los 66 m. Andesita porfirítica moderadamente fracturada	Andesita porfirítica - drilled from hw - lost in andesite well above orebody - fault not indicated on section	Se tienen problemas con las presiones de agua. Incrementa la presión de agua.
ANIS 033416	4757.468	18.461	Dia	29-01-2016	125.5-138.8		Andesita porfirítica fracturada y con oxidación	Andesita porfirítica - section doesn't help with placement - but well above orebody	Se reporta presencia de óxidos en la estructura.
ANIS 040516	4698.042		DIA	09-03-2016	14-24.9		Andesita porfirítica, zona intensamente fracturada.	Andesita porfirítica - drilled from surface in hw; both times. Lost in faultsdipping sub-parallel to orebody, well	Terreno fracturado y con recuperación de fluidos de 70%
			noche		24.9-47.20	0			Terreno fracturado y con nada de recuperación de agua

Sondaje	Elevación de Collar	Inclinación	Guardia	Fecha	Profundidad	Perdida de Circulación (% re-circulado)	Litología	Classification	Comentarios
					47.2-127.1	75	Presencia de óxidos	above orebody - good example section	terreno fracturado con una recuperación promedio de 75%
					127.1-351.7	0			
					127.9-422.10	0			Terreno fracturado
ANIS 040916A			Dia	28-09-2016	424.9-636.4	0	Andesita fracturada	Andesita - mineralized breccia with rhodnite on footwall side of orebody alteration - drilled from surface, hw - lost well above orebody, regained below orebody, then lost again through lower andesite into Yura Gp	Terreno fracturado
ANIS041316	4698.089	-63.855	Dia	24-09-2016	34.5-47.10	80	Andesita porfirítica zona de fallas y brechadas	Andesita porfirítica - drilled from surface, hw - progressive water loss through hole	Semi-compactado terreno
				47.10-65.1	70				
				65.1-86.1	50				Terreno fracturado
				86.1-396.4	0				
ANIS 041716			Dia	10-08-2016	50-350	0	¿Zona de brecha? Andesita fina?	Andesita - drilled from surface, hw - lost early in faults? Subparallel to orebody	Terreno fracturado
ANIS 041916	4643.473	-60	Noche	18-10-2016	103.6-290.4	0	Autobrecha con zonas de falla	Autobrecha - drilled from surface, hw - lost early in Animas Ramal Techo vein just below subcrop, maintained through to Gpo Yura	Terreno fracturado
ANIS 042116	4691.177	-54.787	Noche	25-10-2016	91.8-106.4	60		Andesita - drilled from surface hw - progressive	
					106.4-126	50			

Sondaje	Elevación de Collar	Inclinación	Guardia	Fecha	Profundidad	Perdida de Circulación (% re-circulado)	Litología	Classification	Comentarios
					152.8-350	0	Lavas andesíticas con zona de falla	loss, likely through faults parallel to orebody	Intercalación de terreno fracturado con compacto?
ANIS042416	4691.177	-69	Dia	11-02-2016	26.1-35.1	0	Andesita porfiritica, brechada y fallada	Andesita porfiritica - drilled from surface hw - 1st key loss in veins just below subcrop, then at base of tuff layer at contact with andesite, brecciated	Semi fracturado
					35.1-96.2	60			Fracturado
					96.2-110.1	30			Compacto
					110.1-364.1	0			Terreno fracturado
ANIS042716			Dia	11-12-2016	102.3-107.3	80	Brecha, lutita, limolita	Lutita, limolita - drilled from surface, hw - lost progressively through Veta animas Ramal techo	
					107.3-110.4	70			
					110.4-113.8	50			Terreno fracturado
					113.8-363.2	0			Terreno muy fracturado
ANIS042816				11-12-2016	25.9-50.1	60	Andesita porfiritica brechada con zonas de Tobas al final del taladro evidencia de una falla	Andesita porfiritica con tobas - drilled from surface, hw - first water loss at subcrop, then at major fault, further below in calcite veins	Terreno fracturado
					50.1-77.9	80			????
					77.9-123.8	45			
					126-135.4	0			
					135.4-164.6	50			
					164.6-197.5	20			
					197.5-224.5	40			Terreno compacto
					224.5-226.2	0			
					226.2-308.4	10			
					308.4-371.3	0			Mezcla de terreno fracturado con compacto

Sondaje	Elevación de Collar	Inclinación	Guardia	Fecha	Profundidad	Perdida de Circulación (% re-circulado)	Litología	Classification	Comentarios
ANIS043016			Noche	15-11-2016	58.9-350.5	0	Andesita porfirítica Toba, brecha y falla	Andesita porfirítica con toba - drilled from surface, hw - lost early - possibly due to sub-vertical faults	
ANIS043116	4691.097	-68.892		22/11/2016	33.3-407.7	0	Andesita porfirítica Toba, brecha y falla	Andesita porfirítica con toba - lost early in faults subparallel to Animas vein	Todo el tramo fracturado.
ANIS043216			Noche	27-11-2016	80.6-92.6	0	Andesita porfirítica con partes de arenisca, lutitas y brecha	Andesita porfirítica con areniscas y lutitas	Tramo muy fracturado
ANIS043216A			Noche	12-02-2016	82.4-134.4	0	Andesita porfirítica intercalación de areniscas con lutitas	Andesita porfirítica con areniscas y lutitas - drilled from surface, hw, lost early in vein parallel to Animas, progressively gained back, lost again in vein, gained back at top of tuff unit. Moderate loss through to base of hole.	
					147.6-158.6	45			Muy fracturado
					159.4-163.1	80			
					163.1-172.6	0			
					172.6-179.9	75			
					179.9-182.25	50			
					182.25-184.75	70			
					184.75-185.95	50			
					185.95-189.2	70			
					189.2-190.4	50			
					190.4-221	80			
					221-231.5	40			
					231.5-259.15	70			

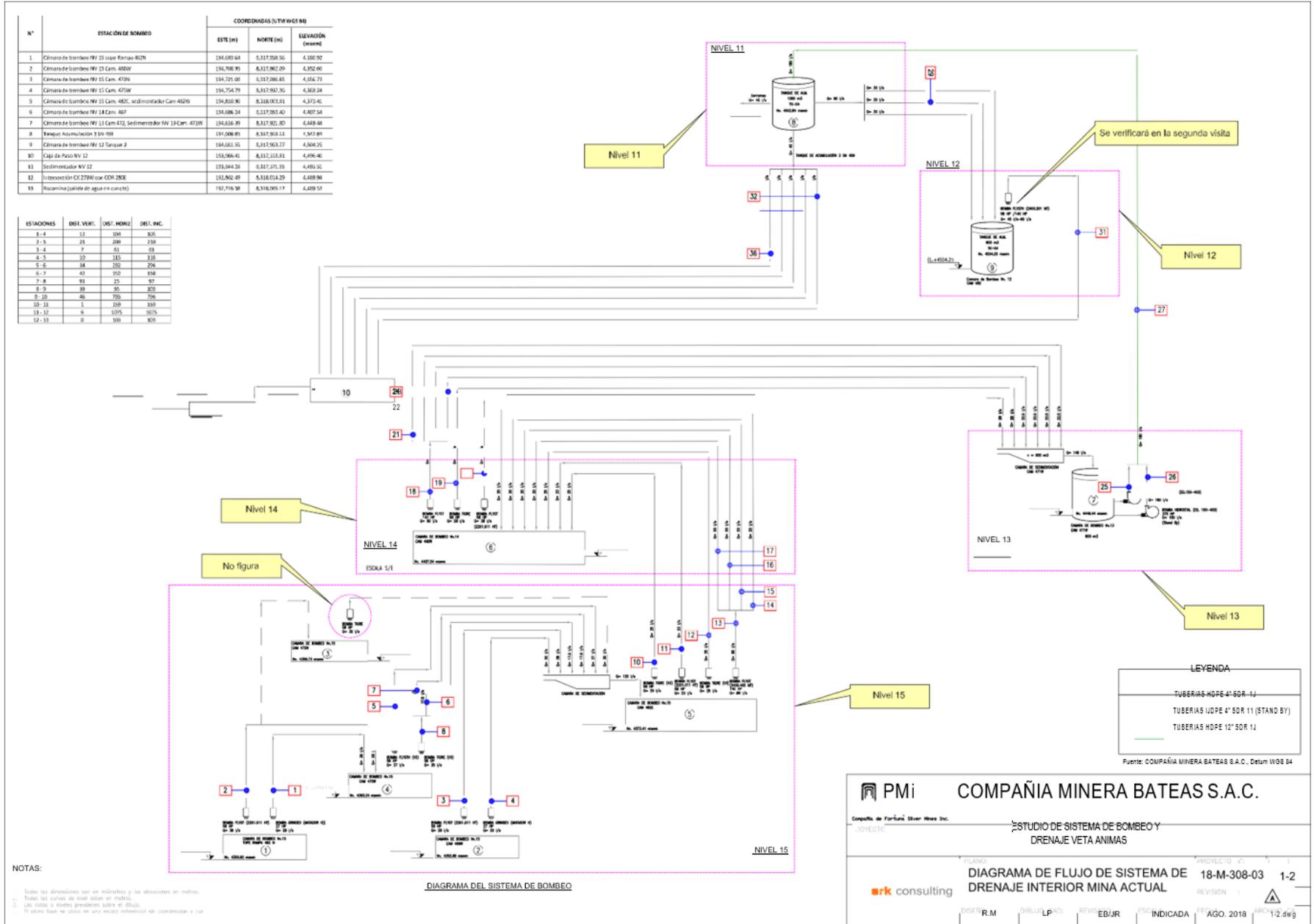
Sondaje	Elevación de Collar	Inclinación	Guardia	Fecha	Profundidad	Perdida de Circulación (% re-circulado)	Litología	Clasificación	Comentarios
					297.5-397.6	50			
ANIS043516				27-11-2016	74.4-419.2	0	Andesita porfírica y Toba	Andesita porfírica con toba - drilled from surface - lost early, well above vein or alteration.	
ANIS043816				12-04-2016	9.3-24.4	70	Andesita porfírica brechada y Toba	Andesita porfírica con toba - drilled from surface, hw - lost early	
					71.4-450	0			Terreno fracturado
ANIS044016			Noche	14-12-2016	124.9-400.5	0	Andesita porfírica brechada (autobrechada?) y con toba	Andesita porfírica con toba - lost at base of tuff layer at contact with andesite	
ANIS044416			Noche	01-06-2016	56.9-502.1	0	Intercalación de andesita porfírica y tobas lapiliticas	Andesita porfírica con toba - drilled from surface, hw - lost early in andesite	
ANIS044516			Noche	30-12-2016	223.7-500.6	0	Andesita porfírica, con zonas de falla, brechadas y tobas.	Andesita porfírica con toba - lost early in andesite, well above vein	

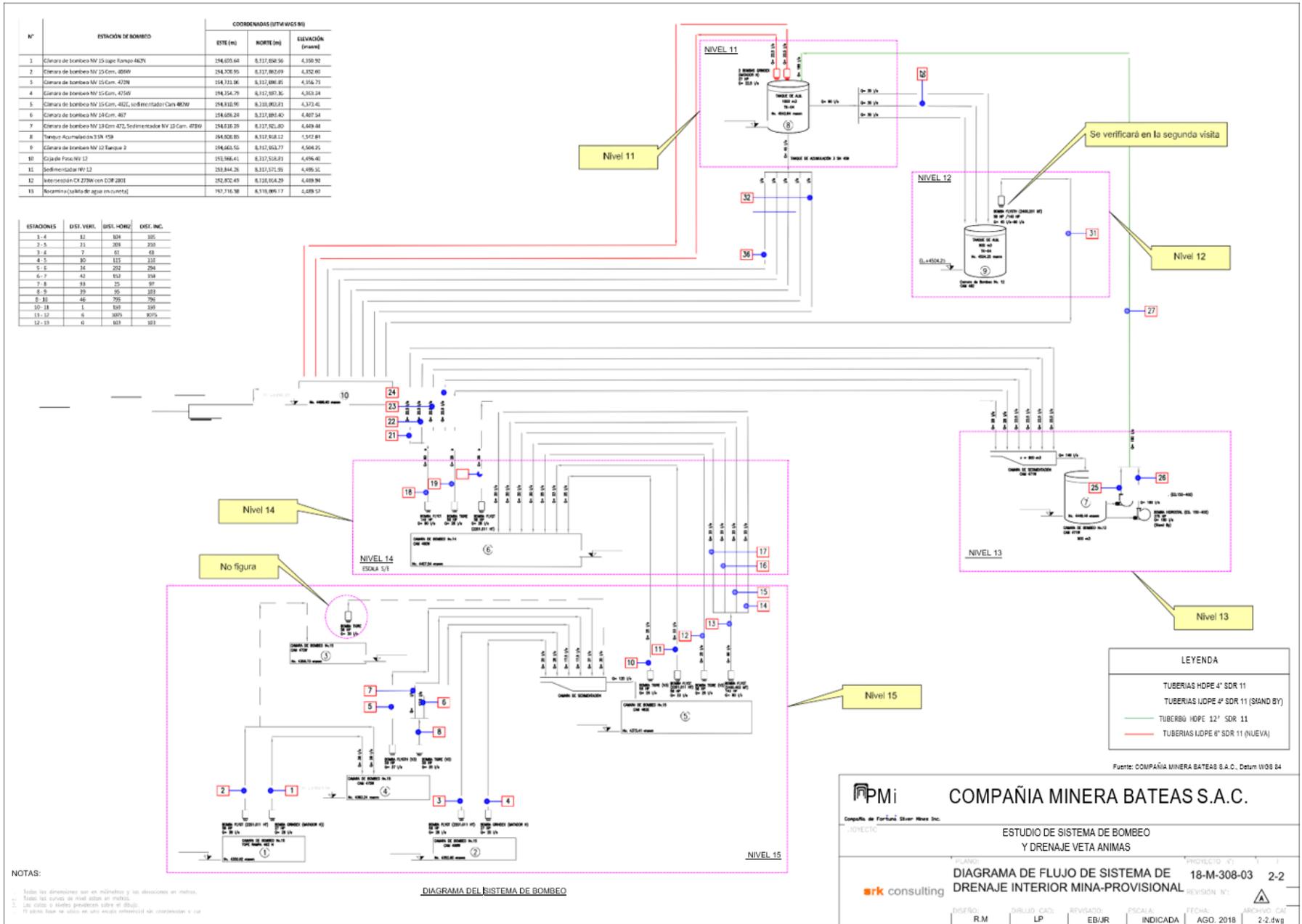
Fuente: Departamento de Geología

ANEXOS D

DIAGRAMA DE FLUJOS DEL SISTEMA DE BOMBEO.

FIGURA N° 55: Estudio de sistema de bombeo y drenaje Veta Ánimas:





Fuente: Departamento de Geología

ANEXO E
RESUMEN COSTOS DE INVERSIÓN (CAPEX) – OPEX

Tabla 27: Resumen de costos de inversión (Capex) - Alternativa 01



Costos de Inversión - Capex +/-35%
Resumen por Areas
Alternativa N°01
ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE FUTURO

Ítem	Descripción				Precio total (US\$)
1.0	Civil / Estructural				77,082
2.0	Mecánica				574,200
3.0	Tuberías				497,116
4.0	Eléctrica				1,478,736
5.0	Instrumentación				175,281
6.0	Minera				2,375,465
1	COSTO DIRECTO TOTAL (CDT)				5,177,881
2	COSTOS INDIRECTOS (CI)				1,927,195
	Ingeniería	glb	5.0%	% Costo directo	258,894.03
	Administración de la construcción	glb	8.0%	% Costo directo	414,230.45
	Flete	glb	26.0%	% costo de equipo mecánico	131,040.00
	Precommissioning & Commissioning	glb	3.0%	% Costo suministro equipos + inst.+Conex Eléctrico	61,567.08
	Gastos generales	glb	15.0%	% Costo instalación mec + tubería+civil+eléctrica	636,878.19
	Utilidades	glb	10.0%	% Costo instalación mec + tubería+civil+eléctrica	424,585.46
3	TOTAL US\$				7,105,076

Notas:

- 1.- No se incluye el costo del dueño.
- 2.- Los equipos principales son compras por parte de Compañía Minera Bateas

Tabla 28: Lista de equipos mecánicos - Alternativa 01

**LISTA DE EQUIPOS MECÁNICOS
ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE FUTURO**



ALTERNATIVA N°01

Ítem	Descripción del equipo	Estado	Capacidad de diseño	Desempeño	Cantidad	Potencia Absorbida kW	Potencia instalada [kW] (Ver Nota 1)	Tipo de arranque [VFD]	P.F.D. Referencia P. & I.D. Referencia	Comentarios	Rev.
ESTACIÓN DE BOMBEO N°01											
1	Bomba Horizontal Centrifuga	ON	125 L/seg-104m	Continuo	1	194.00	205.00	No		Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Horizontal Centrifuga	ON	125 L/seg-104m	Continuo	1	194.00	205.00	No		Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Horizontal Centrifuga	STB	125 L/seg-104m	Intermitente	1		205.00	No		Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Sumergible Vertical	INT	40 m3/h-25m	Intermitente	1	34.00	37.00	No		Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
					Total	422.00	652.00				
ESTACIÓN DE BOMBEO N°02											
1	Bomba Horizontal Centrifuga	ON	125 L/seg-87 m	Continuo	1	194.00	205.00	No		Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Horizontal Centrifuga	ON	125 L/seg-87 m	Continuo	1	194.00	205.00	No		Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Horizontal Centrifuga	STB	125 L/seg-87 m	Intermitente	1		205.00	No		Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Sumergible Vertical	INT	40 m3/h-25m	Intermitente	1	34.00	37.00	No		Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
					Total	422.00	652.00				
ESTACIÓN DE BOMBEO N°03											
1	Bomba Horizontal Centrifuga	ON	125 L/seg-100m	Continuo	1	194.00	205.00	No		Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Horizontal Centrifuga	ON	126 L/seg-100m	Continuo	1	194.00	205.00	No		Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Horizontal Centrifuga	STB	127 L/seg-100m	Intermitente	1		205.00	No		Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Sumergible Vertical	INT	40 m3/h-25m	Intermitente	1	34.00	37.00	No		Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
					Total	422.0	652.0				

POTENCIA TOTAL INSTALADA - (kW)	1956
POTENCIA TOTAL ABSORBIDA - (kW)	1266

Nota 1 : La Potencias estimadas son las requeridas a 4400-4500 msnm

Tabla 29: Costos de inversión (Capex) - Alternativa 01

Costo de Inversión - ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE FUTURO
 Capex 4- 35%
 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
 ALTERNATIVA N°01



	Descripción	Tamaño	Unidad	Cantidad	%	Precio Unitario (US\$)				Costo Directo Unitario (US\$)	Costo Directo Total (US\$)	Modelo	Proveedor
						Suministro (Sum)	Factor de Instalación (Inst)	Instalación (Inst.)	CDT Instalación (US\$)				
1.0													
1.1	Equipamiento Mecánico					504,000				70,200	574,200		
1.1.1	Estacion de bombeo N°1					168,000				23,400	191,400		
1.1.1.1	Bomba Centrífuga Horizontal	125 L/seg-104m	EA	1		50,000	15%	7,500	7,500	57,500	57,500	S/E	S/E
1.1.1.2	Bomba Centrífuga Horizontal	125 L/seg-104m	EA	1		50,000	15%	7,500	7,500	57,500	57,500	S/E	S/E
1.1.1.3	Bomba Centrífuga Horizontal	125 L/seg-104m	EA	1		50,000	15%	7,500	7,500	57,500	57,500	S/E	S/E
1.1.1.4	Bomba Sumergible Vertical	40 m3/h-25m	EA	1		18,000	5%	900	900	18,900	18,900	S/E	S/E
1.1.2	Estacion de bombeo N°2					168,000				23,400	191,400		
1.1.2.1	Bomba Centrífuga Horizontal	125 L/seg-87m	EA	1		50,000	15%	7,500	7,500	57,500	57,500	S/E	S/E
1.1.2.2	Bomba Centrífuga Horizontal	126 L/seg-87m	EA	1		50,000	15%	7,500	7,500	57,500	57,500	S/E	S/E
1.1.2.3	Bomba Centrífuga Horizontal	127 L/seg-87m	EA	1		50,000	15%	7,500	7,500	57,500	57,500	S/E	S/E
1.1.2.4	Bomba Sumergible Vertical	40 m3/h-25m	EA	1		18,000	5%	900	900	18,900	18,900	S/E	S/E
1.1.3	Estacion de bombeo N°3					168,000				23,400	191,400		
1.1.3.1	Bomba Centrífuga Horizontal	125 L/seg-100m	EA	1		50,000	15%	7,500	7,500	57,500	57,500	S/E	S/E
1.1.3.2	Bomba Centrífuga Horizontal	126 L/seg-100m	EA	1		50,000	15%	7,500	7,500	57,500	57,500	S/E	S/E
1.1.3.3	Bomba Centrífuga Horizontal	127 L/seg-100m	EA	1		50,000	15%	7,500	7,500	57,500	57,500	S/E	S/E
1.1.3.4	Bomba Sumergible Vertical	40 m3/h-25m	EA	1		18,000	5%	900	900	18,900	18,900	S/E	S/E
1.2	Tubería			3025						191,940	497,116		
1.2.1	Estacion de bombeo N°1			1005						50,500	15,100		
1.2.1.1	Tubería 12" - ASTM A53 SCH 40	14" Sch40	m	5		120,00		100	500	220	1,100	S/E	S/E
1.2.1.2	Tubería HDPE 14" SDR 11	14" sdr11	m	1000		76,00		50	50,000	126	126,000	S/E	S/E
1.2.1.3	Accesorios de Tuberías - Válvulas		Gbl	1		20,000	20%	4,000	4,000	24,000	24,000	S/E	S/E
1.2.2	Estacion de bombeo N°2			209						17,840	54,396		
1.2.2.1	Tubería 14" - ASTM A53 SCH 40	4" Sch40	m	8		32,00		80	640	112	896	S/E	S/E
1.2.2.2	Tubería HDPE 14" SDR 11	4" sdr11	m	200		82,00		66	13,200	148	20,600	S/E	S/E
1.2.2.3	Accesorios de Tuberías - Válvulas		Gbl	1		20,000	20%	4,000	4,000	24,000	24,000	S/E	S/E
1.2.2	Estacion de bombeo N°3			1811						123,600	291,520		
1.2.2.1	Tubería 14" - ASTM A53 SCH 40	4" Sch40	m	10		32,00		80	320	112	1,120	S/E	S/E
1.2.2.2	Tubería HDPE 14" SDR 11	4" sdr11	m	1800		82,00		66	118,800	148	266,400	S/E	S/E
1.2.2.3	Accesorios de Tuberías - Válvulas		Gbl	1		20,000	20%	4,000	4,000	24,000	24,000	S/E	S/E
1.3	Facilidades eléctricas										1,478,736		
1.3.1	Estacion de bombeo N°1y2,3										1,478,736		
1.3.1.1	Sistemas eléctricos para las bombas-Conexión (Ver Lista de Equipos- Potencia Instalada Total) Estacion de Bombeo N°1-2-3	US\$756/kW instalado	kW	1956.0		756	-	-	-	756	1,478,736	S/E	S/E
1.4	Civil-Estructural										77,082		
1.4.1	Alternativa 2a										77,082		
1.4.1.1	Excavaciones simples		m3	63.69		250	-	-	-	250	15,923	S/E	S/E
1.4.1.2	Solado 110 kg/cm2		m2	63.69		15	-	-	-	15	955	S/E	S/E
1.4.1.3	Concreto 210 kg/cm2		m3	103.62		120	-	-	-	120	12,435	S/E	S/E
1.4.1.4	Encofrado y desencofrado		m2	399.99		25	-	-	-	25	10,000	S/E	S/E
1.4.1.5	Acero de refuerzo		Kg	12583.95		3	-	-	-	3	37,770	S/E	S/E
1.5	Instrumentación					69,500				52,431	175,281		
1.5.1	Estacion de bombeo N°1					45,950				21,477	67,427		
1.5.1.1	Sensor de nivel ultrasónico, con indicador de nivel		EA	1		1,800	60%	1,080	1,080	2,880	2,880	S/E	S/E
1.5.1.2	Transmisor de presión con sello de diafragma, clase 150		EA	2		1,500	60%	900	1,800	2,400	4,800	S/E	S/E
1.5.1.3	Flujómetro magnético		EA	2		12,500	25%	3,125	6,250	15,625	31,250	S/E	S/E
1.5.1.4	Interruptor de nivel alto-bajo		EA	1		1,200	30%	360	360	1,560	1,560	S/E	S/E
1.5.1.5	Manómetro Bourdon con sello de diafragma, clase 150		EA	3		450	12%	54	162	504	1,512	S/E	S/E
1.5.1.6	Caja de conexiones		EA	1		1,100	75%	825	825	1,925	1,925	S/E	S/E
1.5.1.7	Tablero de control (incluye controlador y HMI)		EA	1		7,500	80%	6,000	6,000	13,500	13,500	S/E	S/E
1.5.1.8	Cables, conduit, soporteria		EA	1		5,000	100%	5,000	5,000	10,000	10,000	S/E	S/E
1.5.2	Estacion de bombeo N° 2					23,550				15,477	53,927		
1.5.2.1	Sensor de nivel ultrasónico, con indicador de nivel		EA	1		1,800	60%	1,080	1,080	2,880	2,880	S/E	S/E
1.5.2.2	Transmisor de presión con sello de diafragma, clase 150		EA	2		1,500	60%	900	1,800	2,400	4,800	S/E	S/E
1.5.2.3	Flujómetro magnético		EA	2		12,500	25%	3,125	6,250	15,625	31,250	S/E	S/E
1.5.2.4	Interruptor de nivel alto-bajo		EA	1		1,200	30%	360	360	1,560	1,560	S/E	S/E
1.5.2.5	Manómetro Bourdon con sello de diafragma, clase 150		EA	3		450	12%	54	162	504	1,512	S/E	S/E
1.5.2.6	Caja de conexiones		EA	1		1,100	75%	825	825	1,925	1,925	S/E	S/E
1.5.2.7	Cables, conduit, soporteria		gbl	1		5,000	100%	5,000	5,000	10,000	10,000	S/E	S/E
1.5.3	Estacion de bombeo N° 3					23,550				15,477	53,927		
1.5.3.1	Sensor de nivel ultrasónico, con indicador de nivel		EA	1		1,800	60%	1,080	1,080	2,880	2,880	S/E	S/E
1.5.3.2	Transmisor de presión con sello de diafragma, clase 150		EA	2		1,500	60%	900	1,800	2,400	4,800	S/E	S/E
1.5.3.3	Flujómetro magnético		EA	2		12,500	25%	3,125	6,250	15,625	31,250	S/E	S/E
1.5.3.4	Interruptor de nivel alto-bajo		EA	1		1,200	30%	360	360	1,560	1,560	S/E	S/E
1.5.3.5	Manómetro Bourdon con sello de diafragma, clase 150		EA	3		450	12%	54	162	504	1,512	S/E	S/E
1.5.3.6	Caja de conexiones		EA	1		1,100	75%	825	825	1,925	1,925	S/E	S/E
1.5.3.7	Cables, conduit, soporteria		gbl	1		5,000	100%	5,000	5,000	10,000	10,000	S/E	S/E
1.6	Minera										2,375,465		
1.6.1	Alternativa 2a										2,375,465		
1.6.1.1	RB 1 Propuesto 6 2 m		ml	89.1		1250	-	-	-	1,250	111,375	S/E	S/E
1.6.1.2	RB 2 Propuesto 6 2 m		ml	57.2		1250	-	-	-	1,250	71,500	S/E	S/E
1.6.1.3	Caja de succión		m3	277.2		96	-	-	-	96	265,112	S/E	S/E
1.6.1.4	Cámara de bombas		m3	1173.15		96	-	-	-	96	112,622	S/E	S/E
1.6.1.5	Sedimentador		m3	13948.967		96	-	-	-	96	1,329,501	S/E	S/E
1.6.1.6	Sostentamiento shotcrete y pemos		m2	9687.0994		50	-	-	-	50	484,355	S/E	S/E
1.6	COSTO DIRECTO TOTAL (CDT)					573,500					5,177,881		
1.7	COSTO INDIRECTO TOTAL (CIT)										1,927,135		
1.7.1	Ingeniería	% Costo directo					5.0%				258,894	S/E	S/E
1.7.2	Administración de la construcción	% Costo directo					8.0%				414,230	S/E	S/E
1.7.3	Financiamiento	% costo de equipo mecánico					26.0%				131,040	S/E	S/E
1.7.4	Precomissioning & Comissioning	% Costo suministro equipos + Inst.+Conex Eléctrico					3.0%				61,567	S/E	S/E
1.7.5	Cuentas generales	% Costo instalación mec + tuberías+civil+eléctric+inst					15.0%				636,778	S/E	S/E
1.7.6	Utilidades	% Costo instalación mec + tuberías+civil+eléctric+inst					10.0%				424,585	S/E	S/E
1.8	CAPEX - Sin Contingencia										7,105,076		

Capex no incluye Contingencias

Tabla 30: Costos operativo (Opex) - Alternativa 01

COSTO OPERATIVO (±35%)

**ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE FUTURO
ALTERNATIVA N° 1**



Ítem	Costo operativo	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo anual total	Costo operativo unitario
	Flujo promedio de agua bombeado 24 horas		m3/hora	900.0			
	Flujo promedio de agua bombeado diaria		m3/día	21,600.0			
	Flujo promedio de agua bombeado anual		m3/año	7,884,000	-	-	
I	Consumo energético						0.07
	Costo estimado de consumo eléctrico	0,0726 US\$/kWh.(*)	kW/año	7,292,160	0.0726	529,411	0.07
II	Operadores						0.01
	Supervisor	10 hr por turno (6 US\$/hh)(**)	und	1.00	21,900	21,900	0.00
	Operadores	10 hr por turno (4 US\$/hh)(**)	und	4.00	14,600	58,400	0.01
	Ingeniero	10 hr por turno (20 US\$/hh)(**)	und	0.5	73,000	36,500	0.00
III	Mantenimiento						0.00
	Costo anual de mantenimiento	5% del costo de equipos	Lote	1		25,200	0.00
IV	Eventualidades						0.001
	Costo anual por eventualidades en operación	1% del costo de equipos	Lote	1		5,040	0.001
Costo operativo total anual						676,451	
Costo unitario de operación (US\$ / m3)							0.09

Dato Proporcionado por Compañía Minera Bateas (*)

Dato establecido - SRK (**)

Tabla 31: Resumen de costos de inversión (Capex) - Alternativa 02

Costos de Inversión - Capex +/-35%
Resumen por Areas
Alternativa N°02
ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE FUTURO



Ítem	Descripción				Precio total (US\$)
1.0	Civil / Estructural				31,160
2.0	Mecánica				637,650
3.0	Tuberías				638,000
4.0	Eléctrica				1,456,916
5.0	Instrumentación				68,783
6.0	Minera				1,914,128
1	COSTO DIRECTO TOTAL (CDT)				4,746,637
2	COSTOS INDIRECTOS (CI)				1,763,543
	Ingeniería	glb	5.0%	% Costo directo	237,331.84
	Administración de la construcción	glb	8.0%	% Costo directo	379,730.95
	Flete	glb	26.0%	% costo de equipo mecánico	133,380.00
	Precommissioning & Commissioning	glb	3.0%	% Costo suministro equipos + inst.+Conex Eléctrica	60,516.48
	Gastos generales	glb	15.0%	% Costo instalación mec + tubería+civil+eléctrica	571,550.53
	Utilidades	glb	10.0%	% Costo instalación mec + tubería+civil+eléctrica	381,033.69
3	TOTAL US\$				6,510,180

Notas:

- 1.- No se incluye el costo del dueño.
- 2.- Los equipos principales son compras por parte de Compañía Minera Bateas

Tabla 32: Lista de equipos mecánicos - Alternativa 02

**LISTA DE EQUIPOS MECÁNICOS
ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE FUTURO**



ALTERNATIVA N°02

Ítem	Descripción del equipo	Tamaño	Estado	Capacidad de diseño	Desempeño	Cantidad	Potencia Absorbida kW	Potencia instalada [kW] (Ver Nota 1)	Tipo de arranque [VFD]	Comentarios	Rev.
ESTACIÓN DE BOMBEO N°01											
1	Bomba Alta Presion		ON	125 L/seg-294m	Continuo	1	536.00	597.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Alta Presion		ON	125 L/seg-294m	Continuo	1	536.00	597.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Alta Presion		STB	125 L/seg-294m	Intermitente	1		597.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Sumergible Vertical		INT	40 m3/h-25m	Intermitente	1	34.00	37.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
						Total	1106.00	1828.00			

POTENCIA TOTAL INSTALADA - (kW)	1828
POTENCIA TOTAL ABSORBIDA - (kW)	1106

Nota 1 : La Potencias estimadas son las requeridas a 4600 msnm

Tabla 33: Costos de inversión (Capex) - Alternativa 02

Costo de Inversión - ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE FUTURO
 Capex +/- 35%
 ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE FUTURO
 ALTERNATIVA N°02



Código	Descripción	Tamaño	Unidad	Cantidad	Precio Total (US\$)					Modelo	Proveedor	
					Precio Unitario (US\$)			CDT instalación (US\$)	Costo Directo Unitario (US\$)			Costo Directo Total (US\$)
					Suministro (Sum)	Factor de Instalación (Unit)	Instalación (Inst.)					
1.0												
1.1	Equipamiento Mecánico				513,000			124,650		637,650		
1.1.1	Estacion de Bombeo Unica				513,000			124,650		637,650		
1.1.1.1	Bomba Alta Presion	125 L/seg-294 m	EA	1	165,000	25%	41,250	41,250	206,250	206,250	S/E S/E	
1.1.1.2	Bomba Alta Presion	125 L/seg-294 m	EA	1	165,000	25%	41,250	41,250	206,250	206,250	S/E S/E	
1.1.1.3	Bomba Alta Presion	125 L/seg-294 m	EA	1	165,000	25%	41,250	41,250	206,250	206,250	S/E S/E	
1.1.1.4	Bomba Sumergible Vertical	40 m3/h-25m	EA	1	18,000	5%	900	900	18,900	18,900	S/E S/E	
1.2	Tubería				3001			262,000		638,000		
1.2.1	Estacion de Bombeo Unica				3001			262,000		638,000		
1.2.1.1	Tubería 12" - ASTM A53 SCH 40	12" Sch40	m	2000	120.00		100	200,000	220	440,000	S/E S/E	
1.2.1.2	Tubería HDPE 14" SDR 11	14" sdr11	m	1000	76.00		50	50,000	126	126,000	S/E S/E	
1.2.1.3	Accesorios de Tuberías - Válvulas		Gbl	1	60,000	20%	12,000	12,000	72,000	72,000	S/E S/E	
1.3	Facilidades eléctricas									1,456,916		
1.3.1	Estacion de Bombeo Unica									1,456,916		
1.3.1.1	Sistemas eléctricos para las bombas-Conexionado (Ver Lista de Equipos- Potencia Instalada Total) Estacion de Bombeo Nv 17	USS797/kW instalado	kW	1828.0	797	-	-	-	797	1,456,916	S/E S/E	
1.4	Civil-Estructural									31,160		
1.4.1	Estacion de Bombeo Unica									31,160		
1.4.1.1	Excavaciones simples		m3	21.23	250	-	-	-	250	5,308	S/E S/E	
1.4.1.2	Solado 110 kg/cm2		m2	21.23	15	-	-	-	15	318	S/E S/E	
1.4.1.3	Concreto 210 kg/cm2		m3	41.86	120	-	-	-	120	5,023	S/E S/E	
1.4.1.4	Encofrado y desencofrado		m2	167.20	25	-	-	-	25	4,180	S/E S/E	
1.4.1.5	Acero de refuerzo		Kg	5443.57	3	-	-	-	3	16,331	S/E S/E	
1.5	Instrumentación				47,300			21,483		68,783		
1.5.1	Estacion de Bombeo Unica				47,300			21,483		68,783		
1.5.1.1	Sensor de nivel ultrasónico, con indicador de nivel		EA	1	1,800	60%	1,080	1,080	2,880	2,880	S/E S/E	
1.5.1.2	Transmisor de presión con sello de diafragma, clase 300		EA	2	1,800	50%	900	1,800	2,700	5,400	S/E S/E	
1.5.1.3	Flujómetro magnético		EA	2	12,500	25%	3,125	6,250	15,625	31,250	S/E S/E	
1.5.1.4	Interruptor de nivel alto-bajo		EA	1	1,200	30%	360	360	1,560	1,560	S/E S/E	
1.5.1.5	Manómetro Bourdon con sello de diafragma, clase 300		EA	3	700	8%	56	56	756	2,268	S/E S/E	
1.5.1.6	Caja de conexiones		EA	1	1,100	75%	825	825	1,925	1,925	S/E S/E	
1.5.1.7	Tablero de control (incluye controlador y HMI)		EA	1	7,500	80%	6,000	6,000	13,500	13,500	S/E S/E	
1.5.1.8	Cables, conduit, soportería		Gbl	1	5,000	100%	5,000	5,000	10,000	10,000	S/E S/E	
1.6	Mineria									1,914,128		
1.6.1	Alternativa N°02 (2C)									1,914,128		
1.6.1.1	RB 1 Propuesto Ø 2 m		ml	89.1	1250	-	-	-	1,250	111,375	S/E S/E	
1.6.1.2	RB 2 Propuesto Ø 2 m		ml	57.2	1250	-	-	-	1,250	71,500	S/E S/E	
1.6.1.3	Poza de succión		m3	924	96	-	-	-	96	88,704	S/E S/E	
1.6.1.4	Cámara de bombas		m3	391.05	96	-	-	-	96	37,541	S/E S/E	
1.6.1.5	Sedimentador		m3	12464.0703	96	-	-	-	96	1,196,551	S/E S/E	
1.6.1.6	Sostenimiento shotcrete y pernos		m2	8169.1533	50	-	-	-	50	408,458	S/E S/E	
1.6	COSTO DIRECTO TOTAL (CDT)				560,300					4,746,637		
1.7	COSTO INDIRECTO TOTAL (CIT)									2,270,786		
1.7.1	Ingeniería	% Costo directo		5.0%	4,746,637					237,332	S/E S/E	
1.7.2	Instalación de estaciones de avance				507,242					507,242	S/E S/E	
1.7.3	Administración de la construcción	% Costo directo		8.0%	4,746,637					379,731	S/E S/E	
1.7.4	Flete	% costo de equipo mecánico		26.0%	513,000					133,380	S/E S/E	
1.7.5	Precommissioning & Commissioning	% Costo suministro equipos + inst.+Conex Eléctrico		3.0%	2,017,216					60,516	S/E S/E	
1.7.6	Gastos generales	% Costo instalación mec + tubería+civil+eléctrica+instr+min		15.0%	3,810,337					571,551	S/E S/E	
1.7.7	Utilidades	% Costo instalación mec + tubería+civil+eléctrica+instr+min		10.0%	3,810,337					381,034	S/E S/E	
1.8	CAPEX - Sin Contingencia									7,017,423		

Capex no incluye Contingencias

Tabla 34: Costo operativo (Opex) - Alternativa 02

COSTO OPERATIVO (±35%)



**ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE FUTURO
ALTERNATIVA N°02**

Ítem	Costo operativo	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo anual total	Costo operativo unitario
		Flujo promedio de agua bombeado 24 horas	m3/hora	900.0			
		Flujo promedio de agua bombeado diaria	m3/día	21,600.0			
		Flujo promedio de agua bombeado anual	m3/año	7,884,000	-	-	
I	Consumo energético						0.06
		Costo estimado de consumo eléctrico	0,0726 US\$/kWh. (*)	kW/año	6,370,560	0.073	462,503
II	Operadores						0.02
		Supervisor	10 hr por turno (6 US\$/hh)(**)	und	2.00	21,900	43,800
		Operadores	10 hr por turno (4 US\$/hh)(**)	und	4.00	14,600	58,400
		Ingeniero	10 hr por turno (20 US\$/hh)(**)	und	1	73,000	73,000
III	Mantenimiento						0.00
		Costo anual de mantenimiento	5% del costo de equipos	Lote	1		25,650
IV	Eventualidades						0.001
		Costo anual por eventualidades en operación	1% del costo de equipos	Lote	1		5,130
Costo operativo total anual				US\$/año		668,483	
Costo unitario de operación (US\$ / m3)				US\$/m3			0.08
Dato Proporcionado por Compañía Minera Bateas (*)							
Dato establecido - SRK (**)							

Tabla 35: Resumen costos de inversión (Capex) - Alternativa 03

Costos de Inversión - Capex +/-35%
Resumen por Areas
Alternativa N°03
ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE FUTURO



Ítem	Descripción				Precio total (US\$)
1.0	Civil / Estructural				62,319
2.0	Mecánica				588,300
3.0	Tuberías				482,400
4.0	Eléctrica				1,445,758
5.0	Instrumentación				121,354
6.0	Minera				2,218,707
1	COSTO DIRECTO TOTAL (CDT)				4,918,839
2	COSTOS INDIRECTOS (CI)				1,840,403
	Ingeniería	glb	5.0%	% Costo directo	245,941.93
	Administración de la construcción	glb	8.0%	% Costo directo	393,507.09
	Flete	glb	26.0%	% costo de equipo mecánico	130,260.00
	Precommissioning & Commissioning	glb	3.0%	% Costo suministro equipos + inst.+Conex Eléctrico	60,934.74
	Gastos generales	glb	15.0%	% Costo instalación mec + tubería+civil+eléctrica+instr++	605,855.79
	Utilidades	glb	10.0%	% Costo instalación mec + tubería+civil+eléctrica+instr++	403,903.86
3	TOTAL U\$				6,759,242

Notas:

- 1.- No se incluye el costo del dueño.
- 2.- Los equipos principales son compras por parte de Compañía Minera Bateas

Tabla 36: Lista de equipos mecánicos - Alternativa 03

LISTA DE EQUIPOS MECANICOS
ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE FUTURO



ALTERNATIVA N°03

Ítem	Descripción del equipo	Tamaño	Estado	Capacidad de diseño	Desempeño	Cantidad	Potencia Absorbida kW	Potencia instalada [kW] (Ver Nota 1)	Tipo de arranque [VFD]	Comentarios	Rev.
ESTACIÓN DE BOMBEO N°01											
1	Bomba Horizontal Centrífuga		ON	125 L/seg-102m	Continuo	1	194.00	205.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Horizontal Centrífuga		ON	125 L/seg-102m	Continuo	1	194.00	205.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Horizontal Centrífuga		STB	125 L/seg-102m	Intermitente	1		205.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Sumergible Vertical		INT	40 m3/h-25m	Intermitente	1	34.00	37.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
						Total	422.00	652.00			
ESTACIÓN DE BOMBEO N°02											
1	Bomba Alta Presion		ON	125 L/seg-186m	Continuo	1	351.00	375.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Alta Presion		ON	125 L/seg-186m	Continuo	1	351.00	375.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Alta Presion		STB	125 L/seg-186m	Intermitente	1		375.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Sumergible Vertical		INT	40 m3/h-25m	Intermitente	1	34.00	37.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
						Total	736.00	1162.00			

POTENCIA TOTAL INSTALADA - (kW)	1814
POTENCIA TOTAL ABSORBIDA - (kW)	1158

Nota 1 : La Potencias estimadas son las requeridas a 4600 msnm

Tabla 37: Costos de inversión (Capex) - Alternativa 03

Costo de Inversión - ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE FUTURO
 Capex +/- 35%
 ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE FUTURO
 ALTERNATIVA N°03



	Descripción	Tamaño	Unidad	Cantidad	%	Precio Total (US\$)					Modelo	Proveedor	
						Suministro (Sum)	Factor de instalación (Unit)	Instalación (Inst.)	CDT instalación (Instalación)	Costo Directo Unitario (US\$)			Costo Directo Total (US\$)
1.0													
1.1	Equipamiento Mecánico					501,000			87,300		588,300		
1.1.1	Estacion de bombeo N°1					168,000			23,400		191,400		
1.1.1.1	Bomba Centrífuga Horizontal	125 L/seg-102m	EA	1		50,000	15%	7,500	7,500	57,500	57,500	S/E	S/E
1.1.1.2	Bomba Centrífuga Horizontal	125 L/seg-102m	EA	1		50,000	15%	7,500	7,500	57,500	57,500	S/E	S/E
1.1.1.3	Bomba Centrífuga Horizontal	125 L/seg-102m	EA	1		50,000	15%	7,500	7,500	57,500	57,500	S/E	S/E
1.1.1.4	Bomba Sumergible Vertical	40 m³/h-25m	EA	1		18,000	5%	900	900	18,900	18,900	S/E	S/E
1.1.1	Estacion de bombeo N°2					333,000			63,900		396,900		
1.1.1.1	Bomba Alta Presión	125 L/seg-186m	EA	1		105,000	20%	21,000	21,000	126,000	126,000	S/E	S/E
1.1.1.2	Bomba Alta Presión	125 L/seg-186m	EA	1		105,000	20%	21,000	21,000	126,000	126,000	S/E	S/E
1.1.1.3	Bomba Alta Presión	125 L/seg-186m	EA	1		105,000	20%	21,000	21,000	126,000	126,000	S/E	S/E
1.1.1.4	Bomba Sumergible Vertical	40 m³/h-25m	EA	1		18,000	5%	900	900	18,900	18,900	S/E	S/E
1.2	Tubería								188,000		482,400		
1.2.1	Estacion de Bombeo N° 1 y2			3001					188,000		482,400		
1.2.1.1	Tubería 12" - ASTM A53 SCH 40	12" Sch40	m	900		120.00		100	60,000	220	132,000	S/E	S/E
1.2.1.2	Tubería HDPE 14" SDR 11	14" sdr11	m	2400		76.00		50	120,000	126	302,400	S/E	S/E
1.2.1.3	Accesorios de Tuberías - Válvulas		gbl	1		40,000	20%	8,000	8,000	48,000	48,000	S/E	S/E
1.3	Facilidades eléctricas										1,445,758		
1.3.1	Estacion de Bombeo N° 1 y2										1,445,758		
1.3.1.1	Sistemas eléctricos para las bombas-Conexionado (Ver Lista de Equipos- Potencia Instalada Total) Estacion 1 y 2	US\$797/kw instalado	kW	1814.0		797	-	-	-	797	1,445,758	S/E	S/E
1.4	Civil-Estructural										62,319		
1.4.1	Estacion de Bombeo N° 1 y2				Cant.						62,319		
1.4.1.1	Excavaciones simples		m3	42.46		250	-	-	-	250	10,615	S/E	S/E
1.4.1.2	Solado 110 kg/cm2		m2	42.46		15	-	-	-	15	637	S/E	S/E
1.4.1.3	Concreto 210 kg/cm2		m3	83.71		120	-	-	-	120	10,046	S/E	S/E
1.4.1.4	Encofrado y desencofrado		m2	334.41		25	-	-	-	25	8,360	S/E	S/E
1.4.1.5	Acero de refuerzo		Kg	10887.15		3	-	-	-	3	32,661	S/E	S/E
1.5	Instrumentación					84,400			36,954		121,354		
1.5.1	Estacion de Bombeo N° 1					45,950			21,477		67,427		
1.5.1.1	Sensor de nivel ultrasónico, con indicador de nivel		EA	1		1,800	60%	1,080	1,080	2,880	2,880	S/E	S/E
1.5.1.2	Transmisor de presión con sello de diafragma, clase 150		EA	2		1,500	60%	900	1,800	2,400	4,800	S/E	S/E
1.5.1.3	Flujómetro magnético		EA	2		12,500	25%	3,125	6,250	15,625	31,250	S/E	S/E
1.5.1.4	Interruptor de nivel alto-bajo		EA	1		1,200	30%	360	360	1,560	1,560	S/E	S/E
1.5.1.5	Manómetro Bourdon con sello de diafragma, clase 150		EA	3		450	12%	54	162	504	1,512	S/E	S/E
1.5.1.6	Caja de conexiones		EA	1		1,100	75%	825	825	1,925	1,925	S/E	S/E
1.5.1.7	Tablero de control (incluye controlador y HMI)		EA	1		7,500	80%	6,000	6,000	13,500	13,500	S/E	S/E
1.5.1.8	Cables, conduit, soportería		gbl	1		5,000	100%	5,000	5,000	10,000	10,000	S/E	S/E
1.5.2	Estacion de Bombeo N° 2					38,450			15,477		53,927		
1.5.2.1	Sensor de nivel ultrasónico, con indicador de nivel		EA	1		1,800	60%	1,080	1,080	2,880	2,880	S/E	S/E
1.5.2.2	Transmisor de presión con sello de diafragma, clase 150		EA	2		1,500	60%	900	1,800	2,400	4,800	S/E	S/E
1.5.2.3	Flujómetro magnético		EA	2		12,500	25%	3,125	6,250	15,625	31,250	S/E	S/E
1.5.2.4	Interruptor de nivel alto-bajo		EA	1		1,200	30%	360	360	1,560	1,560	S/E	S/E
1.5.2.5	Manómetro Bourdon con sello de diafragma, clase 150		EA	3		450	12%	54	162	504	1,512	S/E	S/E
1.5.2.6	Caja de conexiones		EA	1		1,100	75%	825	825	1,925	1,925	S/E	S/E
1.5.2.7	Tablero de control (incluye controlador y HMI)		EA	1		7,500	80%	6,000	6,000	13,500	13,500	S/E	S/E
1.5.2.8	Cables, conduit, soportería		gbl	1		5,000	100%	5,000	5,000	10,000	10,000	S/E	S/E
1.6	Minería										2,218,707		
1.6.1	Alternativa 2D										2,218,707		
1.6.1.1	RB 1 Propuesto Ø 2 m		ml	89.1		1250	-	-	-	1,250	111,375	S/E	S/E
1.6.1.2	RB 2 Propuesto Ø 2 m		ml	57.2		1250	-	-	-	1,250	71,500	S/E	S/E
1.6.1.3	Pozo de succión		m3	1848		96	-	-	-	96	177,408	S/E	S/E
1.6.1.4	Cámara de bombas		m3	782.1		96	-	-	-	96	75,082	S/E	S/E
1.6.1.5	Sedimentador		m3	13848.967		96	-	-	-	96	1,329,501	S/E	S/E
1.6.1.6	Sostenimiento shotcrete y pernos		m2	9076.837		50	-	-	-	50	453,842	S/E	S/E
1.6	COSTO DIRECTO TOTAL (CDT)					585,400					4,918,839		
1.7	COSTO INDIRECTO TOTAL (GIT)										1,840,463		
1.7.1	Ingeniería	% Costo directo				5.0%					4,918,839	S/E	S/E
1.7.2	Administración de la construcción	% Costo directo				8.0%					4,918,839	S/E	S/E
1.7.3	Flete	% costo de equipo mecánico				26.0%					501,000	S/E	S/E
1.7.4	Precommissioning & Commissioning	% Costo suministro equipos + inst.+Conex Eléctrica				3.0%					2,031,158	S/E	S/E
1.7.5	Gastos generales	% Costo instalación mec + tubería+civil+eléctrica+				15.0%					4,039,039	S/E	S/E
1.7.6	Utilidades	% Costo instalación mec + tubería+civil+eléctrica+				10.0%					4,039,039	S/E	S/E
1.8	CAPEX - Sin Contingencia										6,759,242		
Capex no incluye Contingencias													

Tabla 38: Costo operativo (Opex) - Alternativa 03

COSTO OPERATIVO (±35%)

**ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE FUTURO
ALTERNATIVA N°03**



Ítem	Costo operativo	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo anual total	Costo operativo unitario
	Flujo promedio de agua bombeado 24 horas		m3/hora	900.0			
	Flujo promedio de agua bombeado diaria		m3/día	21,600.0			
	Flujo promedio de agua bombeado anual		m3/año	7,884,000	-	-	
I	Consumo energético						0.06
	Costo estimado de consumo eléctrico	0,0726 US\$/kWh. (*)	kW/año	6,670,080	0.073	484,248	0.06
II	Operadores						0.01
	Supervisor	10 hr por turno (6 US\$/hh)(**)	und	1.00	21,900	21,900	0.00
	Operadores	10 hr por turno (4 US\$/hh)(**)	und	4.00	14,600	58,400	0.01
	Ingeniero	10 hr por turno (20 US\$/hh)(**)	und	0.5	73,000	36,500	0.00
III	Mantenimiento						0.00
	Costo anual de mantenimiento	5% del costo de equipos	Lote	1		25,050	0.00
IV	Eventualidades						0.001
	Costo anual por eventualidades en operación	1% del costo de equipos	Lote	1		5,010	0.001
Costo operativo total anual						631,108	
Costo unitario de operación (US\$ / m3)							0.08
Dato Proporcionado por Compañía Minera Bateas (*)							
Dato establecido - SRK (**)							

Tabla 39: Resumen costos de inversión (Capex) - Alternativa 04

Costos de Inversión - Capex +/-35%
Resumen por Areas
Alternativa N° 04
ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE FUTURO



Ítem	Descripción				Precio total (US\$)
1.0	Civil / Estructural				62,319
2.0	Mecánica				640,050
3.0	Tuberías				476,200
4.0	Eléctrica				1,577,263
5.0	Instrumentación				121,354
6.0	Minería				2,611,283
1	COSTO DIRECTO TOTAL (CDT)				5,488,469
2	COSTOS INDIRECTOS (CI)				1,948,248
	Ingeniería	glb	5.0%	% Costo directo	274,423.45
	Administración de la construcción	glb	8.0%	% Costo directo	439,077.51
	Flete	glb	5.0%	% costo de equipo mecánico	27,300
	Precommissioning & Commissioning	glb	3.0%	% Costo suministro equipos + inst.+Conex Eléctrico	66,229.89
	Gastos generales	glb	15.0%	% Costo instalación mec + tubería+civil+eléctrica+instr+min	684,730
	Utilidades	glb	10.0%	% Costo instalación mec + tubería+civil+eléctrica+instr+min	456,487
3	TOTAL U\$				7,436,717

Notas:

- 1.- No se incluye el costo del dueño.
- 2.- Los equipos principales son compras por parte de Compañía Minera Bateas

Tabla 40: Lista de equipos mecánicos - Alternativa 04

LISTA DE EQUIPOS MECANICOS
ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE FUTURO



ALTERNATIVA N°04

Ítem	Descripción del equipo	Tamaño	Estado	Capacidad de diseño	Desempeño	Cantidad	Potencia Absorbida kW	Potencia instalada [kW] (Ver Nota 1)	Tipo de arranque [VFD]	Comentarios	Rev.
ESTACIÓN DE BOMBEO N°01											
1	Bomba Alta Presion		ON	125 L/seg-165m	Continuo	1	310.00	375.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Alta Presion		ON	125 L/seg-165m	Continuo	1	310.00	375.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Alta Presion		STB	125 L/seg-165m	Intermitente	1		375.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Sumergible Vertical		INT	40 m3/h-25m	Intermitente	1	34.00	37.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
						Total	654.00	1162.00			
ESTACIÓN DE BOMBEO N°02											
1	Bomba Horizontal Centrifuga		ON	125 L/seg-120.m	Continuo	1	226.00	260.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Horizontal Centrifuga		ON	125 L/seg-120.m	Continuo	1	226.00	260.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Horizontal Centrifuga		STB	125 L/seg-120.m	Intermitente	1		260.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
1	Bomba Sumergible Vertical		INT	40 m3/h-25m	Intermitente	1	34.00	37.00	No	Consideraciones a ser confirmada con el proveedor	A
						Total	486.00	817.00			

POTENCIA TOTAL INSTALADA - (kW)	1979
POTENCIA TOTAL ABSORBIDA - (kW)	1140

Nota 1 : La Potencias estimadas son las requeridas a 4600 msnm

Tabla 41: Costos de inversión (Capex) - Alternativa 04

Costo de Inversión - ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE FUTURO
 Capex +/- 35%
 ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE FUTURO
 ALTERNATIVA N° 04



	Descripción	Tamaño	Unidad	Cantidad	Precio Total (US\$)					Modelo	Proveedor	
					Suministro (Sum)	Factor de Instalación (Unit)	Instalación (Inst.)	CDT instalación (US\$)	Costo Directo Unitario (US\$)			Costo Directo Total (US\$)
1.0												
1.1	Equipamiento Mecánico				546,000			94,050		640,050		
1.1.1	Estacion de bombeo N°1				333,000			63,900		396,900		
1.1.1.1	Bomba Alta Presión	125 L/seg-165 m	EA	1	105,000	20%	21,000	21,000	126,000	126,000	S/E	S/E
1.1.1.2	Bomba Alta Presión	125 L/seg-165 m	EA	1	105,000	20%	21,000	21,000	126,000	126,000	S/E	S/E
1.1.1.3	Bomba Alta Presión	125 L/seg-165 m	EA	1	105,000	20%	21,000	21,000	126,000	126,000	S/E	S/E
1.1.1.4	Bomba Sumergible Vertical	40 m3/h-25m	EA	1	18,000	5%	900	900	18,900	18,900	S/E	S/E
1.1.2	Estacion de bombeo N°2				213,000			30,150		243,150		
1.1.2.1	Bomba Centrífuga Horizontal	125 L/seg-120m	EA	1	65,000	15%	9,750	9,750	74,750	74,750	S/E	S/E
1.1.2.2	Bomba Centrífuga Horizontal	125 L/seg-120m	EA	1	65,000	15%	9,750	9,750	74,750	74,750	S/E	S/E
1.1.2.3	Bomba Centrífuga Horizontal	125 L/seg-120m	EA	1	65,000	15%	9,750	9,750	74,750	74,750	S/E	S/E
1.1.2.4	Bomba Sumergible Vertical	40 m3/h-25m	EA	1	18,000	5%	900	900	18,900	18,900	S/E	S/E
1.2	Tubería							183,000		476,200		
1.2.1	Estacion de bombeo N°1 y2			3101				183,000		476,200		
	Favallon											
1.2.1.1	Tubería 12" - ASTM A53 SCH 40	12" Sch40	m	400	120,000		100	40,000	220	88,000	S/E	S/E
1.2.1.2	Tubería HDPE 14" SDR 11	14" sdr11	m	2700	76,000		50	135,000	126	340,200	S/E	S/E
1.2.1.3	Accesorios de Tuberías - Válvulas		Gbl	1	40,000	20%	8,000	8,000	48,000	48,000	S/E	S/E
1.3	Facilidades eléctricas									1,577,263		
1.3.1	Estacion de bombeo N°1 y2									1,577,263		
1.3.1.1	Sistemas eléctricos para las bombas-Conexionado (Ver Lista de Equipos- Potencia Instalada Total)	USS797/kW instalado	kW	1979.0	797	-	-	-	797	1,577,263	S/E	S/E
1.4	Civil-Estructural									62,319		
1.4.1	Estacion de bombeo N°1 y2									62,319		
1.4.1.1	Excavaciones simples		m3	42.46	250	-	-	-	250	10,615	S/E	S/E
1.4.1.2	Solado 110 kg/cm2		m2	42.46	15	-	-	-	15	637	S/E	S/E
1.4.1.3	Concreto 210 kg/cm2		m3	83.71	120	-	-	-	120	10,046	S/E	S/E
1.4.1.4	Encofrado y desencofrado		m2	334.41	25	-	-	-	25	8,360	S/E	S/E
1.4.1.5	Acero de refuerzo		Kg	10887.15	3	-	-	-	3	32,661	S/E	S/E
1.5	Instrumentación				84,400			36,954		121,354		
1.5.1	Estacion de bombeo N°1				45,950			21,477		67,427		
1.5.1.1	Sensor de nivel ultrasónico, con indicador de nivel		EA	1	1,800	60%	1,080	1,080	2,880	2,880	S/E	S/E
1.5.1.2	Transmisor de presión con sello de diafragma, clase 150		EA	2	1,500	60%	900	1,800	2,400	4,800	S/E	S/E
1.5.1.3	Flujómetro magnético		EA	2	12,500	25%	3,125	6,250	15,625	31,250	S/E	S/E
1.5.1.4	Interruptor de nivel alto-bajo		EA	1	1,200	30%	360	360	1,560	1,560	S/E	S/E
1.5.1.5	Manómetro Bourdon con sello de diafragma, clase 150		EA	3	450	12%	54	162	504	1,512	S/E	S/E
1.5.1.6	Caja de conexiones		EA	1	1,100	75%	825	825	1,925	1,925	S/E	S/E
1.5.1.7	Tablero de control (incluye controlador y HMI)		EA	1	7,500	80%	6,000	6,000	13,500	13,500	S/E	S/E
1.5.1.8	Cables, conduit, soportería		gbl	1	5,000	100%	5,000	5,000	10,000	10,000	S/E	S/E
1.5.2	Estacion de bombeo N°2				38,450			15,477		53,927		
1.5.2.1	Sensor de nivel ultrasónico, con indicador de nivel		EA	1	1,800	60%	1,080	1,080	2,880	2,880	S/E	S/E
1.5.2.2	Transmisor de presión con sello de diafragma, clase 150		EA	2	1,500	60%	900	1,800	2,400	4,800	S/E	S/E
1.5.2.3	Flujómetro magnético		EA	2	12,500	25%	3,125	6,250	15,625	31,250	S/E	S/E
1.5.2.4	Interruptor de nivel alto-bajo		EA	1	1,200	30%	360	360	1,560	1,560	S/E	S/E
1.5.2.5	Manómetro Bourdon con sello de diafragma, clase 150		EA	3	450	12%	54	162	504	1,512	S/E	S/E
1.5.2.6	Caja de conexiones		EA	1	1,100	75%	825	825	1,925	1,925	S/E	S/E
1.5.2.7	Cables, conduit, soportería		gbl	1	5,000	100%	5,000	5,000	10,000	10,000	S/E	S/E
1.6	Minería									2,611,283		
1.6.1	Alternativa 3B									2,611,283		
1.6.1.1	RB 1 Propuesto Ø 2 m		ml	200.2	1250	-	-	-	1,250	250,250	S/E	S/E
1.6.1.2	RB 2 Propuesto Ø 2 m		ml	0	1250	-	-	-	1,250	-	S/E	S/E
1.6.1.3	Poza de succión		m3	1201.2	96	-	-	-	96	115,315	S/E	S/E
1.6.1.4	Cámara de bombas		m3	508.365	96	-	-	-	96	48,803	S/E	S/E
1.6.1.5	Sedimentador		m3	12464.0703	96	-	-	-	96	1,196,551	S/E	S/E
1.6.1.6	Sostenimiento shotcrete y pemos		m2	18317.673	50	-	-	-	50	915,884	S/E	S/E
1.6.1.6	Crucero 2.5 x 2.5		m3	880	96	-	-	-	96	84,480	S/E	S/E
1.6	COSTO DIRECTO TOTAL (CDT)				630,400					5,488,469		
1.7	COSTO INDIRECTO TOTAL (CIT)									1,948,702		
1.7.1	Ingeniería	% Costo directo			5.0%				5,488,469	274,423	S/E	S/E
1.7.2	Instalación de estaciones de avance	% Costo directo			8.0%				507,242	454	S/E	S/E
1.7.3	Administración de la construcción	% Costo de equipo mecánico			5.0%				546,000	27,300	S/E	S/E
1.7.5	Precomissioning & Commissioning	% Costo suministro equipos + inst.+Conex Eléctrico			3.0%				2,207,663	66,230	S/E	S/E
1.7.5	Gastos generales	% Costo instalación mec + tubería+civil+eléctrica+instr++			15.0%				4,564,869	684,730	S/E	S/E
1.7.6	Utilidades	% Costo instalación mec + tubería+civil+eléctrica+instr++			10.0%				4,564,869	456,487	S/E	S/E
1.8	CAPEX - Sin Contingencia									7,437,171		

Capex no incluye Contingencias

Tabla 42: Costo operativo (Opex) - Alternativa 04

COSTO OPERATIVO (±35%)



**ESTUDIO DEL SISTEMA DE BOMBEO Y DRENAJE FUTURO
ALTERNATIVA N°04**

Ítem	Costo operativo	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo anual total	Costo operativo unitario
	Flujo promedio de agua bombeado 24 horas		m3/hora	900.0			
	Flujo promedio de agua bombeado diaria		m3/día	21,600.0			
	Flujo promedio de agua bombeado anual		m3/año	7,884,000	-	-	
I	Consumo energético						0.06
	Costo estimado de consumo eléctrico	0,0726 US\$/kWh.(*)	kW/año	6,566,400	0.0726	476,721	0.06
II	Operadores						0.01
	Supervisor	10 hr por turno (6 US\$/hh)(**)	und	1.00	21,900	21,900	0.00
	Operadores	10 hr por turno (4 US\$/hh)(**)	und	4.00	14,600	58,400	0.01
	Ingeniero	10 hr por turno (20 US\$/hh)(**)	und	0.5	73,000	36,500	0.00
III	Mantenimiento						0.00
	Costo anual de mantenimiento	5% del costo de equipos	Lote	1		27,300	0.00
IV	Eventualidades						0.001
	Costo anual por eventualidades en operación	1% del costo de equipos	Lote	1		5,460	0.001
Costo operativo total anual						626,281	
Costo unitario de operación (US\$ / m3)							0.08
Dato Proporcionado por Compañía Minera Bateas (*)							
Dato establecido - SRK (**)							

