

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA TOMÁS FRÍAS
VICERRECTORADO
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA
FACULTAD DE INGENIERÍA MINERA
INGENIERÍA DE MINAS**



IMPLEMENTACIÓN DE LA MINA PILOTO EXPERIMENTAL "SAN INOCENCIO" EN EL CERRO RICO DE POTOSÍ

“INVESTIGACIÓN”

AUTOR: Ing. René Quispe López

Gestión: 2008

POTOSÍ - BOLIVIA

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
I MARCO TEÓRICO	6
1.1 Formación para el laboreo minero	6
1.1.1 Minería ó laboreo minero	6
1.1.2 Explotación minera	8
1.1.3 Subsectores de la minería nacional	9
1.1.4 Potencial minero boliviano	10
1.1.5 Formación Superior en la especialidad minera	11
1.1.6 Formación Mano de Obra Calificada en laboreo minero	12
1.2 El Proyecto de práctica experimental	13
II PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA MINA PILOTO EXPERIMENTAL “SAN INOCENCIO” EN EL CERRO RICO DE POTOSI	15
2.1 Antecedentes	15
2.1.1 Ubicación Geográfica de la Mina San Inocencio	15
2.1.2 Geología Regional	16
2.1.3 Descripción área del Proyecto	17
2.2. Levantamiento topográfico	19
2.3. Mensura subterránea	20
2.4. Diseño del Proyecto de Implementación de la Mina San Inocencio	21
2.4.1 Construcción de ambientes para sereno y depósito	21
2.4.2 Apertura de bocamina “bocamejora”	21
2.4.3 Recorte de comunicación	22
2.4.4 Labores de desquince en el XC principal	23
2.4.5 Desarrollo horizontal (XC)	23
2.4.6 Volumen total a generarse durante la implementación	24
2.5 Objetivos a lograrse en la 1era. Fase	25
2.6 Organigrama del Proyecto	27

III	CÁLCULO ECONÓMICO DEL PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN	29
3.1	ITEM 1. Construcción ambientes para sereno y depósito	29
3.2	ITEM 2: Personal para diferentes trabajos de la Implementación	29
3.3	ITEM 3: Implementos de seguridad	30
3.4	ITEM 4: Herramientas, materiales y accesorios de Perforación	30
3.5	ITEM 5: Materiales explosivos y accesorios	31
3.6	ITEM 6: Herramientas, materiales – accesorios para arme línea decauville de 30 Lb/Yd y arme servicios (aíre y agua)	31
3.7	ITEM 7: Materiales y herramientas para sostenimiento (fortificación de galerías)	32
3.8	ITEM 8: Herramientas para limpia y carroneo	32
3.9	ITEM 9: Mantenimiento parcial compresor de aíre YT 35 (Atlas Copco – F.I.M.)	32
3.10	ITEM 10: Aguzado de herramientas, incluye IVA (13 %)	33
3.11	ITEM 11: Combustible para equipo compresor de aíre	33
3.12	ITEM 12: Análisis de muestras Mina San Inocencio (Zn, Ag, Sn)	33
3.13	ITEM 13: Otros materiales	33
3.14	ITEM 14: Estipendio para estudiantes (refrigerio)	34
3.15	Resumen general de costos	34
3.16	Resumen del movimiento presupuestario	35
	CONCLUSIONES	36
	RECOMENDACIONES	39
	BIBLIOGRAFIA	41
	ANEXOS	
ANEXO 1:	PLANO TOPOGRÁFICO ÁREA BOCAMINA SAN INOCENCIO	
ANEXO 2:	TOPOGRAFÍA Y MENSURA SUBTERRÁNEA MINA SAN INOCENCIO	
ANEXO 3:	PROYECTO DE REHABILITACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA MINA SAN INOCENCIO	
ANEXO 4:	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	

R E S U M E N

Toda formación técnica se encuentra cimentada sobre un sistema de enseñanza fundamentada en dos aspectos; la teoría y la práctica que permiten competencias de acuerdo a las exigencias de la industria en general. La disponibilidad de una mina completamente implementada para la enseñanza, se constituye en el complemento práctico de la teoría, así cómo en el laboratorio para investigaciones mineras.

El presente estudio contempla la situación en la que se encuentra la mina San Inocencio, desde la ubicación, las condiciones de las labores existentes, hasta el diseño de la rehabilitación, presenta también el costo de los requerimientos para la realización del presente Proyecto en su fase inicial, estableciendo parámetros reales para su respectiva consideración, satisfaciendo de esta manera el objetivo del proyecto con el estudio de la implementación.

Sin embargo, la implementación, para su continuidad, requiere de otro presupuesto asegurado, antes de la iniciación de la presente fase, cuya continuidad consolidará el sueño anhelado de la Carrera de Ingeniería de Minas. En consecuencia, con el presente estudio y luego de un análisis de los detalles, corresponderá a la instancia respectiva la definición del Proyecto de Implementación, principalmente considerando la sostenibilidad del proyecto en el tiempo.

IMPLEMENTACIÓN DE LA MINA PILOTO EXPERIMENTAL “SAN INOCENCIO” EN EL CERRO RICO DE POTOSÍ

INTRODUCCIÓN

Al encontrarnos en pleno Siglo XXI, la comunidad en su conjunto está tomando conciencia del papel decisivo del avance de la tecnología, no existiendo otra opción que no sea la aplicación del conocimiento científico tecnológico más avanzado que conduzca a los países hacia el desarrollo humano.

El consumo de materia prima mineral en sus diferentes formas, aumentará en forma permanente en el futuro, básicamente, debido a la demanda de materia prima de la industria y sus nuevas formas de empleo en la fabricación de insumos diarios, no debemos olvidar que a través de los siglos hasta los niveles de sofisticación industrial actual, las tareas de socavación de la corteza terrestre para obtener recursos minerales con el fin de satisfacer las necesidades de la sociedad, son cada vez más grandes.

Muchos países se han convertido únicamente en productores de materia prima, sin haber impulsado un desarrollo técnico científico. En consecuencia, las nuevas tareas serán resueltas con ayuda de la ciencia y la **práctica**, implementando nuevas tecnologías de explotación. En los últimos años los métodos de explotación subterránea han sufrido muchos ajustes, como consecuencia de la ampliación de la capacidad de trabajo, sin embargo, no se han introducido métodos particularmente significativos.









En los últimos tiempos el sector de la minería ha experimentado un alto grado de mecanización, que ha hecho posible mover grandes volúmenes de rocas para extraer los minerales de los yacimientos de la corteza terrestre. En la actualidad, la preocupación por la calidad del Medio Ambiente ha trascendido al mundo científico y

técnico, para formar parte de las inquietudes cotidianas de todos los ciudadanos. Teniendo en cuenta que la sociedad debe conducirse sin poner en peligro su propia existencia y la vida que gira alrededor de ella. La minería es una de las actividades industriales que tiene un impacto directo sobre el entorno físico.

En la actualidad la caracterización de la minería boliviana viene relacionada desde la gran minería, la mediana, pequeña y las cooperativas mineras.

Tomando en cuenta estos actores mineros, es necesario fortalecer la experiencia práctica en las diferentes etapas del trabajo minero, donde la ***implantación de procesos experimentales en el laboreo minero*** permitirá importantes avances en el proceso enseñanza - aprendizaje optimizando las diferentes etapas del conjunto de labores mineros, para el excelente servicio profesional en la cadena productiva de explotación minera, siendo ésta una de las razones para cumplir los objetivos de una enseñanza integrada.

Las competencias del profesional Ingeniero de Minas, en resumen son las que a continuación se detallan:

-  Organizar y supervisar el proceso de explotación en superficie y subterráneo, tomando en cuenta el programa establecido de la unidad minera.
-  Planificar y supervisar las operaciones de perforación.
-  Planificar y supervisar las operaciones de voladura
-  Organizar y supervisar la construcción de instalaciones auxiliares para la explotación minera
-  Planificar y supervisar la extracción y acarreo de mineral.
-  Organizar y efectuar la disposición del personal
-  Respetar y supervisar las políticas de medio ambiente, seguridad industrial y salud ocupacional.
-  Diseño de proyectos alternativos para la mejora continua del proceso de explotación.

- 🌈 Calcular y conocer los índices técnicos para el control de costos de explotación.

Para cumplir estas y otras competencias, es necesario tomar en cuenta en la formación la experiencia práctica acorde con lo tradicional (conocido) y los adelantos tecnológicos en el laboreo minero

La **justificación** del presente trabajo de investigación se fundamenta, considerando que, en el interior de cualquier organización productiva y en el caso particular de la industria minera las personas constituyen el principal patrimonio de las organizaciones, compuesto de personas que van desde el más simple de los obreros hasta el principal ejecutivo. El capital humano es la principal diferencia competitiva de las organizaciones exitosas.

En un mundo variable y competitivo, en una economía sin fronteras, las organizaciones se deben preparar continuamente para enfrentar la innovación y la competencia. Para tener éxito las organizaciones deben contratar personas expertas, ágiles, emprendedoras y dispuestas a asumir riesgos.

Las personas conducen los negocios, fabrican los productos y prestan los servicios de manera excepcional; en consecuencia producen hechos, para conseguirlo es imprescindible el **entrenamiento y el desarrollo de las personas**.

Las organizaciones más exitosas invierten mucho en entrenamientos para obtener un retorno garantizado, con la filosofía de que el entrenamiento no es un simple gasto, sino una inversión valiosa en la organización y en el presente caso como parte del proceso enseñanza – aprendizaje, la **Implementación de la Mina Piloto Experimental San Inocencio en el Cerro Rico de Potosí**, contribuirá a complementar el conocimiento práctico de tecnologías conocidas de laboreo minero, y la aplicación de productos de reciente innovación para diferentes etapas de la explotación.

Los aspectos considerados, permiten identificar y plantear el **problema**, motivo de la presente investigación y que se sintetiza en la interrogante:

¿La Implementación de la Mina Experimental Piloto San Inocencio en el Cerro Rico de Potosí, contribuirá al proceso enseñanza – aprendizaje, en la formación del profesional Ingeniero de Minas?

Por tanto, el **objeto** de estudio estará dirigido a la Mina San Inocencio, cuyo **campo de acción** tendrá lugar en el Cerro Rico de Potosí.

El **objetivo del proyecto** de la investigación propuesta comprende, el estudio de implementación de la Mina Piloto San Inocencio.

Los **objetivos específicos** podemos mencionarlos de la siguiente manera:

- 📌 Complementar con la práctica en el proceso enseñanza – aprendizaje, realizando permanencia de mayor tiempo, además de dar continuidad a las prácticas respectivas por la disponibilidad propia de una mina para los fines y objetivos perseguidos.
- 📌 Realizar extensión universitaria realizando capacitación en laboreo minero a cooperativas y mineros chicos.
- 📌 Efectuar trabajos de investigación en laboreo minero.
- 📌 Estudiar tecnologías innovadoras para la aplicación industrial

En consecuencia la **hipótesis** que se plantea con la implementación de la Mina experimental Piloto San Inocencio, es fortalecer el conocimiento práctico del laboreo minero en el futuro profesional Ingeniero de minas.

La **operacionalización de la hipótesis**, considera las siguientes variables.

VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE
Implementación de Mina Piloto San Inocencio.	Se logrará fortalecer el Conocimiento práctico del Laboreo en el profesional Ingeniero de Minas.

El **diseño metodológico** empleado para la ejecución del presente trabajo de investigación, comprende cuatro componentes:

Teórico; que a su vez contempla lo **histórico – lógico**, que nos permitirá conocer los eventos históricos de la evolución del laboreo minero. La **inducción deducción**, permitirá la aplicación del conocimiento general del laboreo minero que será tomada en cuenta en la operación práctica a desarrollarse. **Hipotético - deductivo**, la información existente en laboreo minero será la base para implementar la Mina Piloto. Por **análisis síntesis**, se comprenderá el alcance del trabajo para lograr el objetivo propuesto de la Mina Piloto.

Empírico; que comprende la **observación** y será aplicada en todo el proceso de Implementación de la Mina Piloto.

La **novedad científica;** la aplicación de tecnologías en el laboreo de minas se encontrará sustentada en investigaciones, experiencia y conocimientos que pueden ser tomados como fuente confiable.

El aporte práctico; La experiencia de las prácticas en la mina San Inocencio, podrá ser adecuado en otros yacimientos mineros con similares características.

I. MARCO TEÓRICO

1.1. FORMACIÓN PARA EL LABOREO MINERO

1.1.1. Minería o laboreo minero

Una de las definiciones más sobresalientes del laboreo minero y desde el punto de vista económico es la que la define como “**el arte ó práctica de explotar minas con provecho¹**”, sin embargo es necesario definir al laboreo minero desde un punto de vista humano y racional, es decir qué; *La minería es la ciencia o arte de trabajar minas económicamente manteniendo las condiciones de seguridad, evitando la destrucción de reservas posibles*, en consecuencia se define como **ciencia** porque se basa en principios y leyes, **arte** porque interviene la habilidad humana en la aplicación de ambos.

En la naturaleza las concentraciones de los yacimientos minerales económicamente explotables que se encuentran en las partes accesibles de la corteza terrestre no se reproducen como las plantas o los animales, cada tonelada que se extrae (explota) es una tonelada menos que dispone la posteridad. Dada la creciente demanda de minerales, la minería moderna o la explotación a cielo abierto (explotación de volúmenes por sobre las 30 000 toneladas /día, tienden al total aprovechamiento de las reservas aunque se les opone algunos factores como por ejemplo el interés económico, la rentabilidad comercial de la inversión que ella representa, lo cual conduce inevitablemente al abandono de reservas que en el presente no pueden explotarse con beneficio.

Los esfuerzos de la ciencia y la tecnología buscan el óptimo aprovechamiento de las reservas en la explotación así como los procesos de concentración y en la fundición misma (metalurgia) siendo la meta ideal la recuperación total (100 %). Por otra parte, los países industrializados en la actualidad aplican técnicas para la recuperación de metales de los desechos y chatarras, cuidando que sus propias

reservas con disposiciones proteccionistas y sometiendo a los países poseedores de materias primas para mantener un flujo normal de sus requerimientos.

Los minerales que se explotan en mayor escala son el petróleo y el carbón, a continuación los minerales ferrosos y luego los no ferrosos, también debemos indicar la explotación de los minerales salinos, tierras y piedras o materiales de construcción.

Un axioma fundamental para llevar a cabo una explotación es. “*NO SE EXPLOTA SI NO SE PREPARA*”, es decir que la magnitud de la preparación tiene que responder a la cantidad de mineral que es necesario explotar. Para este efecto, es necesario establecer para cada gestión económica un plan de tiempos y labores a fin de garantizar una producción normal. A medida que la explotación progresa, las labores de acceso y preparación también deben hacerlo de manera que las reservas consumidas por la explotación sean reemplazadas por el desarrollo de nuevas reservas con las labores de desarrollo y preparación. Esta situación determina que, a parte del personal dedicado a la explotación tiene que haber el personal dedicado a las labores de acceso y preparación con un ritmo adecuado, si el desarrollo se atrasa, las reservas se agotan rápidamente acortando la vida de la mina, generando en consecuencia la necesidad de nuevas inversiones de capital para establecer nuevas reservas y posiblemente sin producción, por lo tanto la preparación de reservas debe anticiparse en forma conveniente.

Cada labor minera tiene un objeto y durante un tiempo determinado, cumplida su misión, se la abandona o se la utiliza simplemente para fines auxiliares, por consiguiente, deben reunir las condiciones de seguridad de los límites asignados. La cantidad de mineral ha transportarse por una determinada galería debe ser considerada para su adecuada fortificación, cuando ésta es necesaria, como su ubicación ventajosa, las interrupciones por derrumbes o desprendimientos inesperados, son siempre perjudiciales y costosas.

Las dimensiones de las galerías tienen que estar dadas por su importancia, sus secciones son funciones de las dimensiones de los carros y o medios de extracción que se han de utilizar, de la vía o el camino para tránsito del personal, conducción de cañerías de aire y agua, cables eléctricos, cunetas, como también la ventilación. El tamaño de los equipos que se han de utilizar influye en la sección de las galerías.

Por lo expuesto líneas arriba, podemos afirmar que, sin la dirección técnica y sin la mano de obra calificada, el laboreo minero deja de ser ciencia y arte, en consecuencia *“no existe explotación ventajosa, sin dirección técnica y mano de obra formada”*.

1.1.2. Explotación minera

La operación de explotación de una mina, es la culminación del trabajo conjunto bien ejecutado durante las operaciones de reconocimiento y preparación con conocimiento técnico, dedicación y visión minera. Su ejecución dentro de tales antecedentes, debe también estar encuadrada a normas y procedimientos técnicos que contribuyan favorablemente a completar toda la obra de conjunto en su fase final, cual es la explotación.

Una explotación minera se puede efectuar, en dependencia de la forma que se presenta un recurso natural explotable y económicamente favorable, por medio de una explotación subterránea y/o por explotación a cielo abierto, que contemplan aspectos técnicos particulares de planificación respectivamente.

La elección de explotación subterránea respecto a cielo abierto, toma en cuenta que cada yacimiento tiene una opción adecuada para su explotación, la decisión se adopta mediante un análisis económico, algunas veces se combinan métodos a cielo abierto con minería subterránea tal cual sucede en Kamiota mine en California, en Morenci mine de Arizona se cambio de explotación subterránea a cielo abierto, en el Perú Cerro de Pasco combina minería a cielo abierto con minería subterránea.

A fin de decidir sobre la rentabilidad de estos dos métodos se puede emplear la relación del “Stripping ratio” o relación de desbroce¹, cuya ecuación es:

$$Sr = \frac{\text{Costo} / t.ug - \text{costo} / t.op}{\text{Costo} / t.wop}$$

En donde:

Sr = “STripping ratio”
 Ug = “Underground” (subterráneo)
 Op = “open pit” (cielo abierto)
 wop = “waste open pit” (esteril)

Luego: Sí $Sr > 1$ se opta por cielo abierto
 Sí $Sr < 1$ se opta por subterráneo

1.1.3. Subsectores de la minería nacional

Mundialmente la industria minera ha experimentado en los últimos años importantes transformaciones estructurales que han configurado un nuevo escenario que el país debe enfrentar. La reducción de las tasas de crecimiento de la demanda de minerales y metales, originada después de un largo período de recesión en las economías industrializadas, ha provocado una sostenida caída de precios de los minerales, en un contexto de mercado de capitales de riesgo cada vez más restringido.

Una de las características fundamentales del sector minero en Bolivia a lo largo de su historia ha sido su estructura productiva. Con mayor o menor importancia relativa en su evolución, los subsectores de la minería han sido tradicionalmente agrupados en tres categorías:

¹ U.N del Altiplano, Instituto de Ingeniería de Minas del Perú. Pág. 34-35

- Minería estatal
- Minería mediana
- Minería chica y cooperativizada

La importancia que en los últimos años ha cobrado la minería cooperativizada muestra la necesidad que en el futuro probablemente tenga que ser tratada como un nuevo subsector en la estructura minera, en tanto que por la evolución y desarrollo tecnológico, también podamos referirnos en el futuro al sector de la mediana y gran minería.

Así mismo, en los últimos años se ha producido un importante proceso de diversificación productiva hacia otros minerales, resultando necesario tener que referirse hacia delante al subsector de minerales no tradicionales.

En consecuencia, el accionar de la cadena productiva del sector minero en su conjunto, a través del tiempo va a continuar, en tal sentido la formación de profesionales con incidencia permanente en la parte práctica y en la investigación va a ser un aporte fundamental en beneficio no sólo de las empresas o instituciones dedicadas a la explotación de los recursos mineralógicos sino a la forma de explotación sistemática y con mayor beneficio del recurso natural cuidando el medio ambiente, el aspecto social y sobre todo beneficiando al país.

1.1.4. Potencial minero boliviano

De manera simplificada y como respaldo de lo manifestado líneas arriba, en forma general podemos referirnos a las provincias metalíferas y a los últimos acontecimientos en materia de descubrimientos de exploración respectiva.

En tal sentido, en el Orógeno Andino (Cordillera Occidental, Altiplano y Subandino) boliviano cubre aproximadamente 42 % del territorio nacional y hospeda más de 2,200 prospectos y minas de Ag, Sn, W, Sb, Pb, Zn, Cu, Bi, Au, etc.; muchos de

ellos de clase mundial. Asimismo, el Precámbrico, con una cobertura de un 18 % del territorio boliviano, es otra importante provincia metalífera con más de 100 prospectos de oro, platino, níquel, tantalio, cobre, hierro, etc. La llanura chaco – Beniana, que ocupa el restante 40 % también hospeda depósitos tipo placer de oro y estaño principalmente. La extensión total de las áreas prospectivas para depósitos metalíferos en el territorio nacional es de aproximadamente 0,5 M de km², de los cuales más del 60 % al presente, se encuentra prácticamente inexplorado.

En los últimos veinte años en Bolivia, se han descubierto los yacimientos de: Puquio Norte (Au), Kori Kollo (Au, Ag), San Cristóbal (Zn – Ag), San Bartolomé (Ag-Zn) y Don Mario (Ag-Ag-Cu); además de Iroco (Kori Chaka), San Bernardino (Pederson), Amayapampa – Capacirca, Vinto, Orcko Piña, Los Magníficos, San Simón, Tigre, Miguela, etc. Asimismo se han identificado numerosos como variados estilos de mineralización: diseminados de Au, Sb hospedados en sedimentitas polimetálicos relacionados con intrusiones, polimetálicos vetiformes de tipo “boliviano. Además de los yacimientos metálicos existe un potencial geológico dentro del rubro de los recursos no metálicos, los conocimientos relacionados son bastante limitados².

Por tanto las perspectivas de continuar siendo un país minero esta confirmado, y los grandes desafíos para el profesional minero están dados, y la implementación de la mina experimental piloto tiene que ser un inicio de cuanto es necesario en la parte formativa de los futuros Ingenieros de Minas, actores indiscutibles de grandes emprendimientos mineros.

1.1.5. Formación Superior en la especialidad minera

En lo concerniente a la formación de profesionales en la carrera de Ingeniería de Minas, a nivel nacional son dos las universidades que tienen tradición nacional e internacional, es decir la Universidad Técnica de Oruro y la Universidad Autónoma

² Apemin II. Pág. 25

Tomás Frías, también se tiene la carrera de ingeniería minera en la Universidad Siglo XX con funcionamiento de más de una década.

1.1.6. Formación mano de obra calificada en laboreo minero

En el transcurso del desarrollo de la minería boliviana, solamente existió la Escuela de Minería Boliviana – Austriaca, gracias a un convenio de cooperación dirigido fundamentalmente a la organización y funcionamiento de una Escuela de Minería para la preparación de mano de obra calificada en laboreo de minas.

En el período de 1971 – 1975, se desarrollaron las dos fases iniciales del proyecto con la participación de la Corporación Minera de Bolivia como contraparte del gobierno boliviano. En base a los resultados obtenidos en las dos primeras fases, se programó la tercera, fijándose como meta, el funcionamiento permanente de la Escuela, para ese fin, se designó al Instituto de Investigaciones Minero-Metalúrgico como la nueva contraparte boliviana, por complementarse con otros proyectos de esta institución.

La Escuela como centro de capacitación técnica fue creada para servir a la industria minera del país, preparando mano de obra calificada y capacitando al personal en servicio, intentándose lograr con ello:

- Mejorar la tecnología y facilitar el laboreo minero.
- La mecanización de las operaciones mineras donde sea técnica y económicamente factible.
- Elevar el rendimiento de los obreros y paralelamente los niveles de producción.
- Trabajar de acuerdo a normas de la seguridad industrial.

Otra institución que de una u otra manera efectuó capacitación de manera discontinua fue FOMO (Formación de Mano de Obra). Se debe mencionar también

a la ONG CEPROMIN que contribuyo con literatura técnica y algunos cursos de capacitación. En la actualidad existen ONGs. Que de manera esporádica contribuyen en la capacitación en temas sobre todo de seguridad industrial y de medio ambiente, aspectos puntuales que no dejan de ser importantes.

Todas las actividades referidas a la capacitación tuvieron una caída, particularmente debido a la crisis minera (1985), que afectó de manera directa a toda la industria minera. Sin embargo, transcurrido esta recesión minera después de aproximadamente dos décadas, y aunque con un sorpresivo incremento en la cotización a nivel internacional de los minerales, se advierte la falta de mano de obra calificada, sobretudo en la pequeña minería y en la cooperativizada, aspecto que los ha hecho siempre vulnerables a los cambios de las cotizaciones de minerales.

1.2 EL PROYECTO DE PRÁCTICA – EXPERIMENTAL

El mundo moderno, actualmente está ávido de minerales para cubrir las necesidades del desarrollo social y técnico, la disminución gradual de leyes en los minerales bolivianos obligan a nuestras industrias a incrementar sus volúmenes del laboreo minero, como sucede con la modernización de la minería mediana que realiza inversiones para explotación por trackles o por la combinación de la explotación tradicional por rieles y la incorporación de camiones y cargadores de bajo perfil.

Sin embargo uno de los pilares de la economía minera y que representan a un considerable número de dependientes son los mineros chicos y las cooperativas que sin lugar a dudas continúan y continuarán trabajando con métodos tradicionales.

La formación superior en la especialidad de ingeniería minera requiere especial atención en el equipamiento de laboratorios y de manera particular la disponibilidad de una “mina” para efectuar prácticas diversas en; perforación y voladura, ventilación, fortificación, pruebas de explosivos, etc., fundamentalmente para dar

continuidad en las prácticas, ya que en la actualidad si bien es cierto se realizan visitas a minas en actual producción, las mismas no son ventajosas para efectuar prácticas específicas que puedan interrelacionar la teoría con las matemáticas y tener continuidad para obtener objetivos concretos.

Es en tal sentido que existiendo la posibilidad de efectuar el trámite de arrendamiento a la Empresa minera estatal Comibol de la mina “San Inocencio”, ubicada en las faldas del Cerro Rico de Potosí, para su implementación con una inversión procedente de los recursos IDH de la Gestión 2006, asignado a la carrera de Ingeniería de Minas se determina efectuar el estudio de la implementación, fundamentalmente para consolidar el objetivo general y los específicos referidos a la complementación teórico - práctico, del proceso enseñanza- aprendizaje.

El estudio será llevado a cabo considerando los detalles de la ubicación, el aspecto físico y las características del área de la bocamina y canchamina respectivamente, como también las labores de reconocimiento efectuados con anterioridad a la actual situación de los mismos, los aspectos técnicos empleados y utilizados en los desarrollos de reconocimiento existentes, también se tomará en cuenta las labores de explotación anteriores y actuales próximas al área de las galerías existentes en San Inocencio.

Con la información a obtenerse se procederá al diseño y cálculo económico del proyecto, tomando en cuenta el monto del recurso existente por concepto del IDH correspondiente a 160 692,00 bolivianos.

II. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN MINA PILOTO EXPERIMENTAL SAN INOCENCIO EN EL CERRO RICO DE POTOSÍ

2.1. ANTECEDENTES

En abril de 2007, el Decano de la Facultad de Ingeniería Minera y en cumplimiento a las normas vigentes para la petición de un socavón en inmediaciones del majestuoso Cerro Rico de Potosí (propiedad del Estado boliviano) bajo administración directa de la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL), remite el Informe Técnico de Cateo con la carta signada con el Cite FIM 041/07 dirigida al Presidente Ejecutivo de la COMIBOL, Ing. Hugo Miranda, en cumplimiento a la nota DIPY-0071/2007, suscribiéndose a disposición de la indicada autoridad para cualquier observación y/o enmienda que disponga, luego de la cual se procedería con la firma del Contrato de Arrendamiento, entre la autoridad y el señor Rector de la Universidad Autónoma Tomás Frías, para ejecutar los objetivos trazados.

Sin embargo del mismo a fecha 26 de Diciembre de 2008 aún no se llevó a cabo la firma del Contrato de Arrendamiento respectivo.

Con el Informe Técnico de Cateo, como base del presente trabajo, se efectuó la investigación de la Implementación de la Mina Piloto Experimental San Inocencio.

2.1.2 Ubicación Geográfica de la mina San Inocencio

El yacimiento del Cerro Rico de Potosí, pertenece a la COMIBOL y se encuentra dentro de la petición Minera La Boliviana, el mismo se halla ubicado en el Cantón Concepción de la provincia Tomás Frías del departamento de Potosí, en consecuencia la municipalidad a la que corresponde es a la ciudad de Potosí.

Asimismo se ha ubicado la bocamina de interés en base a las coordenadas del sistema local de la COMIBOL, del sistema del catastro minero de la Empresa Minera

Unificada del Cerro Rico de Potosí, cuyas coordenadas y elevación son las siguientes:

Coordenada NORTE	5820,995
Coordenada ESTE	4661,455
Elevación m.s.n.m.	4348,284

Datos establecidos para el mojón exprofesamente construido en la canchamina del socavón San Inocencio, ubicado en la falda NW del Cerro Rico.

2.1.3. Geología Regional.

De acuerdo a la geología regional en la que halla emplazada el Cerro Rico de Potosí, la misma pertenece a la Cordillera de los Frailes, donde las montañas se levantan formado por estratos Paleozoicos y Cretácicos conformando serranías subparalelas en los que se interrumpe intrusiones de cuerpos ígneos como el Guañaquino, Tollojchi, El Turquí, Porco, Colavi y otros.

El paisaje está formado por valles de erosión glacial y fluvial, presentando altos topográficos que en conjunto definen los ambientes climáticos variables desde el frígido al templado, cuyas temperaturas varían de 13° C a 18° C en época de verano y de -4° C a 10° C en época de invierno.

La región presenta rocas pertenecientes a la época geológica del Paleozoico, terciario, Cretácico y Cuaternario. En la región afloran rocas Pizarras y Cuarcitas en forma alternada, correspondientes a las formaciones del Ordovícico superior, como basamento plegado interrumpido por las intrusiones del terciario y entre ellos el intrusito del famoso Sumac Orcko. Detritos Fluvioglaciales, Eluviales y Coluviales cubren la superficie de los altos topográficos (serranías) formando materiales recientes cuaternarios de residuos rocosos de; lutitas, pizarras, areniscas, cuarcitas y granodioritas.

2.1.4. Descripción Área del Proyecto

La ubicación del Proyecto San Inocencio tiene lugar en el flanco NW del Cerro Rico de Potosí, aproximadamente a 8 km. del edificio de la Facultad de Ingeniería Minera cuyas características de acceso a partir de carreteras de primer orden de las proximidades del cerro son caminos vecinales de tierra por donde circulan vehículos de transporte de personal y de carga respectivamente, cuya representación se observa en la figura (2.1).

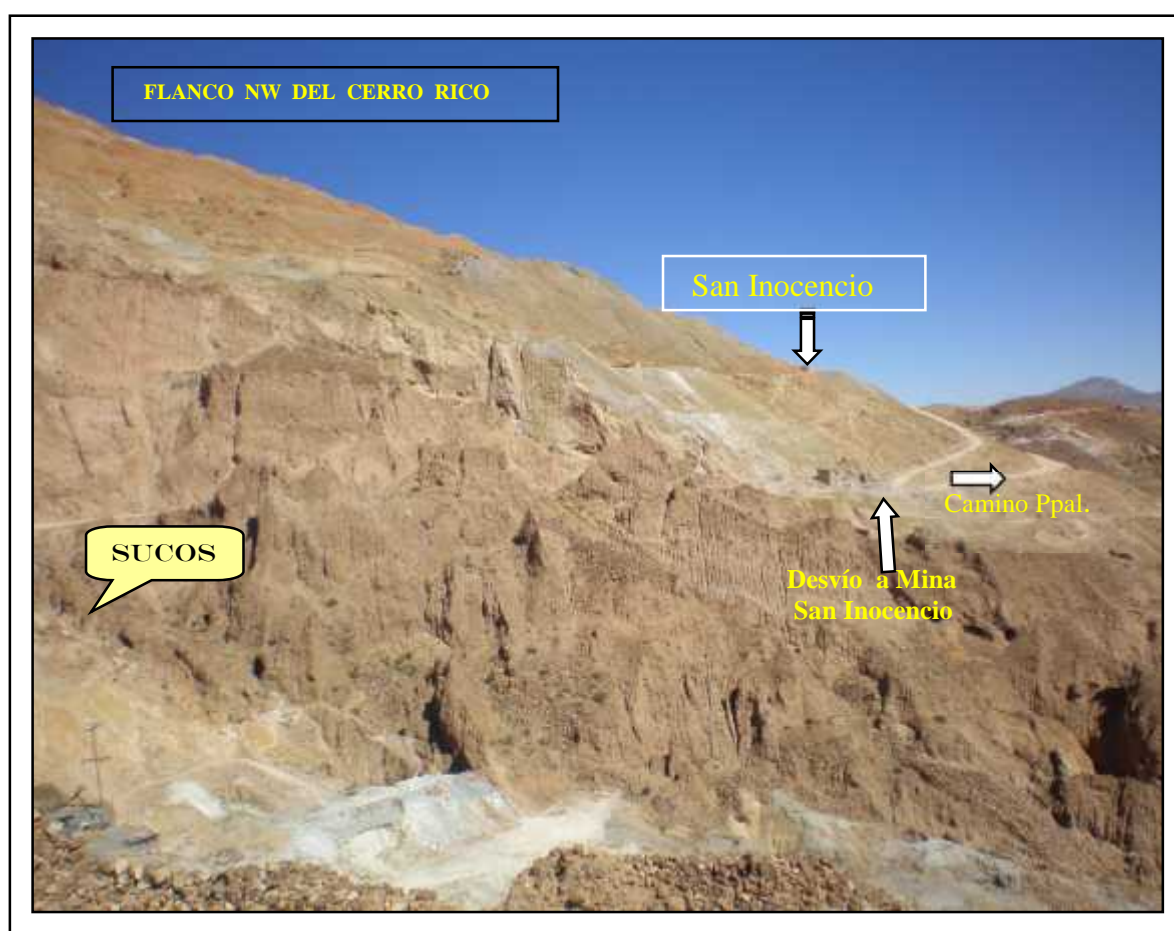


Fig. 2.1.- Vista fotográfica camino principal y ubicación Mina San Inocencio

El acceso principal cruza el Suco Santa Elena, en dirección NW de la que se desvía con pendiente positivo de 12° aproximadamente 100 m. cambiando en dirección NE

en una longitud próxima a 70 m en la que se sitúa la cancha mina respectiva. El panorama del área de la bocamina es como se observa en la figura (2.2) respectivamente.

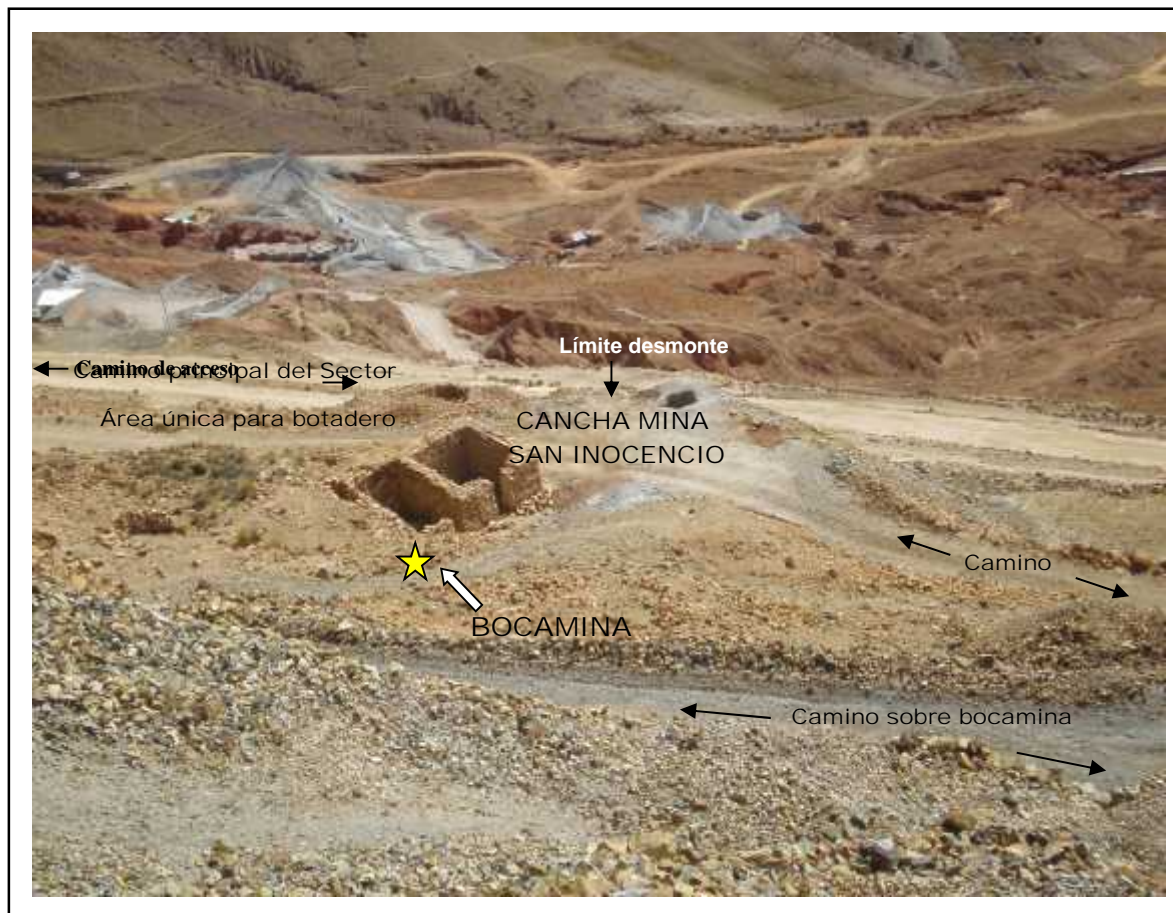


Fig. 2.2.- Vista fotográfica del área circundante de la bocamina San Inocencio y de las características topográficas

La bocamina San Inocencio presenta una característica muy particular de aspecto colonial, motivo por el cual por tratarse de un símbolo histórico en el majestuoso Sumac Orcko y declarado por la UNESCO Patrimonio Natural y Cultural de la Humanidad, no permite realizar modificaciones en la indicada bocamina fundamentalmente por el “poteado” (como se observa en la figura 2.3, respectivamente), en consecuencia y por la conservación de esta riqueza cultural, se mantendrá la forma de la presentación original sin modificación alguna.



Fig.2.3.- Bocamina “San Inocencio”, se observa el poteado y las ruinas de construcciones de piedra

2.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Todo emprendimiento minero requiere el establecimiento de un sistema de coordenadas, en el caso particular, se establece un mojón exprofesamente construido, entrelazada con el sistema de coordenadas local de la Empresa Minera Unificada, dependiente de la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL).

La determinación de las coordenadas N y E, como también la elevación respectiva del mojón San Inocencio se indica en el acápite 2.2 respectivamente, la ubicación del mismo se encuentra al Norte (en frente) de la bocamina y muy próximo al borde de la

canchamina, representando la misma como referencia inicial para el levantamiento topográfico del área circundante, para los fines y objetivos de la implementación.

La referencia planimétrica levantada se presenta en el ANEXO 1 (Plano topográfico). El estudio del mismo muestra limitaciones, desde la misma ubicación por encontrarse en medio de caminos circundantes, que sirve de acceso y transporte de carga mineralizada producida por las labores próximas al área del Proyecto, principalmente para el acopio de material estéril que se pueda generar durante la realización de la implementación es decir producto de los desquiches y labores de preparación horizontales y verticales.

2.3 MENSURA SUBTERRÁNEA

Como parte de los objetivos específicos del proyecto, el trabajo de mensura subterránea se llevo a cabo con la participación de los estudiantes de la materia de Mensuras Subterráneas I (MIN 330), las prácticas efectuadas en el mismo sitio después de los cálculos respectivos se presentan en el plano del ANEXO 2 (Mensura Subterránea Mina San Inocencio).

A la luz del trabajo efectuado se evidencia los diferentes y varios desarrollos de reconocimiento con que cuenta la mina, como también la sección de las mismas y de manera particular al recorte principal que presenta una sección inferior a 2,0 m X 2,20 m. que representa una sección mínima tradicional para la implementación de líneas decauville de 30 lbs.

El análisis de la mensura subterránea muestra en forma detallada un aspecto muy importante y fundamental para toda labor subterránea mínimamente mecanizada, es decir donde se tendrá en la preparación un sistema de aire comprimido y extracción por rieles. El punto observado tiene relación con la gradiente, principalmente desde el inicio del recorte (cambio de dirección de la bocamina N 32° E a S 52° E), de un total de aproximadamente 153 metros lineales mensurados reporta una gradiente de

5,08 %, detalle que represente un serio problema para la rehabilitación de la longitud del recorte mencionado, en el diseño del proyecto se definirá los trabajos a ser efectuados de acuerdo a los requerimientos para la implementación.

2.4. DISEÑO DEL PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA MINA SAN INOCENCIO

En consecuencia con la información obtenida por los trabajos indicados, se realiza el diseño de la propuesta del Proyecto de Implementación, tomando en cuenta el plano correspondiente al ANEXO 3, que representa la proyección vertical y el corte longitudinal del recorte principal, sobre la base del levantamiento topográfico, la mensura subterránea y los requerimientos básicos respectivamente.

2.4.1 Construcción de ambientes para sereno y depósito

La necesidad de contar con personal de resguardo (sereno) y de un depósito en el área de implementación requiere necesariamente la construcción de dos ambientes para los fines respectivos, por tales requerimientos se considera la construcción en el lado W de la bocamina y al inicio de la canchamina, las mismas se realizarán bajo un sistema de contrato con la empresa constructora adjudicataria de un proceso de licitación local, el costo de la construcción estimada se presenta en el cálculo económico del Proyecto.

2.4.2 Apertura de bocamina “Bocamejora”

Por la declaratoria, y justo reconocimiento, indicado líneas arriba del Cerro Rico de Potosí y por la conservación de accesos históricos, el Proyecto de Implementación no puede modificar la presentación original de la sección y la forma de construcción de la bocamina San Inocencio, en consecuencia el diseño del proyecto contempla la apertura de un acceso que se denominará “bocamejora”, que comunicará al inicio

del recorte principal, que tiene lugar aproximadamente a 19 metros de la bocamina San Inocencio, es decir en el primer cambio de dirección de la galería principal.

La apertura se realizará desde superficie (lado W de la bocamina, sobre camino de acceso a la mina) con una dirección de N 51° 30' W y con un Azimut de 308° 30', se considera también la posibilidad de realizar el mismo trabajo en sentido contrario, es decir desde el interior de la mina con una dirección S 51° 30' E y con un Azimut de 128° 30', la elevación del piso de la "bocamejora" contemplada en el diseño es de 4348, 502 m.s.n.m, ubicado en el nivel del camino de llegada a la mina.

La longitud de desencape para el afrontonamiento de la "bocamejora" tendrá una longitud de 8 metros lineales (triángulo achurado que se observa en el plano del Anexo 3). El volumen de material estéril es el siguiente:

$$\text{Volumen desencape-afrontonamiento} = 25,6 \text{ m}^3$$

Se considera un talud 15 % con respecto a las paredes verticales de la apertura del desencape que disminuye de manera proporcional hasta la elevación de la apertura inicial.

2.4.3. Recorte de comunicación

La realización del XC de comunicación a la galería principal, estableciendo la gradiente convencional de 0,5 % (establecido para labores mineras empleando línea de cauville), tiene una longitud de 12,20 metros lineales, la sección de avance será la de 2,0 m. X 2,20 m. (sección establecida para el presente Proyecto) y barrenos de 1,20 m por dispare, por tanto el volumen a generarse será:

$$\text{Volumen XC de comunicación} = 54 \text{ m}^3$$

El trabajo de comunicación puede ser realizado desde superficie con una dirección de N 51° 30' W, azimut de 308° 30' o desde interior mina con una dirección de S 51° 30' E cuyo Azimut es 128° 30', ésta última alternativa puede ser viable en función de las determinaciones que puedan resultar de varias consideraciones en el mismo sitio.

2.4.4. Labores de desquinche en el XC principal

A continuación de la comunicación, la labor siguiente continuará con la rehabilitación del XC principal, adecuándolo, en primera instancia a la gradiente establecida (0,5 %), para el efecto y en una longitud de 17,40 metros lineales se requiere realizar desquinces en el piso y en la pared lateral izquierda (NE) del recorte (1,0 m. en el piso y en el lateral con barreno de 1,20 m.) a partir de la comunicación, resultante de la gradiente y la sección definida el volumen a generarse es:

$$\text{Volumen resultante de los desquinces} = 55 \text{ m}^3$$

En el plano del anexo (Proyecto bocamejora y desquinces) se observa las deficiencias de la sección existente tanto en el ancho como en el alto, éste último se observa en el corte longitudinal proyectado en la parte superior del plano.

2.4.5. Desarrollo horizontal XC

A partir de la longitud indicada (labor de desquinche) y para la continuidad de la gradiente la sección de la galería y de la dirección cambiante a S 74° E y más adelante a S 54° E ya no se puede realizar desquinces al piso como en la pared lateral, por la única razón de que el frente se convierte en “tope” y conservando las direcciones indicadas, el XC se ubicará por debajo de la galería existente. En consecuencia y por las limitaciones del presupuesto con el avance de 12,80 metros lineales del XC se alcanza al total de 50 metros lineales de arme línea decauville en interior mina desde la apertura inicial del Proyecto, ya que se estima 22 metros de

arme en superficie para el depósito de estériles en el hechadero respectivo, 6 metros lineales dobles se emplearan en los aumentos que se utilizan en las aproximaciones de los topes y en la preparación de un cambio alternativo. El total de línea decauville estimado para el proyecto considerando el costo de línea de 30 lb/yd y sus accesorios respectivos ha determinado un total de 78 metros lineales dobles, aspecto que limita la continuidad de la implementación en ésta primera fase del Proyecto. Por lo tanto la ejecución de la labor de recorte (perforación con barreno de 1,20 m.) con sección establecido, hasta la longitud de 12,80 metros lineales generará el siguiente volumen:

$$\text{Volumen ejecución de XC} = 65 \text{ m}^3$$

Se observa en el plano respectivo la ubicación del XC (por debajo de la galería existente), considerando el último punto de la mensura y manteniendo la dirección de la galería existente, se puede estimar la diferencia de desnivel existente. Es evidente que se puede diseñar alternativas de continuidad para la realización del XC, sin embargo el requerimiento de mayor información de las labores aledañas tanto al Este, Oeste, Sud, como también hacia el piso y sobre el techo, son también muy importantes, aspecto que limita la proyección del diseño y establece un mayor riesgo en la ejecución del Proyecto.

2.4.6. Volumen total de carga estéril a generarse en la implementación (1era. Fase)

De acuerdo a la disponibilidad de fondos económicos para el presente Proyecto de Implementación y por todo lo indicado a partir del numeral 2.4, ésta 1ra. Fase de la implementación tendrá una importante generación de estériles que deben ser adecuadamente depositados en el botadero de la mina San Inocencio, que evidencia claramente la deficiencia para deposiciones posteriores, principalmente por la ubicación del área que presenta limitadas alternativas, particularmente por los

caminos circundantes utilizables, en consecuencia la volumen total resultante de la sumatoria de las labores anotadas líneas arriba es:

$$\text{VOLUMEN TOTAL (1ra. Fase)} = 199,6 \text{ m}^3$$

Éste volumen a generarse en ésta 1ra. Fase, no contempla preparación de labores de explotación que permitan coadyuvar en la práctica del proceso enseñanza aprendizaje, sin embargo contempla muchas actividades que pueden ser muy beneficiosos y aprovechables de acuerdo al siguiente acápite.

2.5. OBJETIVOS A LOGRARSE EN LA FASE

Sí la continuidad de la implementación contará con el respectivo presupuesto, es decir si la asignación de recursos económicos sería lo suficiente para llegar a una completa implementación y lograr tener la disponibilidad de una mina bajo administración directa de la carrera de Ingeniería Minera, con absoluta certeza se cumpliría todos los objetivos planteados en la presente investigación, sin embargo es de nuestro conocimiento sobre todo tratándose de una “rehabilitación” el emprendimiento resulta mucho más costoso respecto a la apertura de una nueva mina, principalmente por las condiciones diferentes que se tiene que readecuar a los requerimientos, como en el presente caso, para fines estrictamente de prácticas – educativas.

Sin embargo, y esperando la asignación de recursos para la continuidad de la implementación, ésta primera fase permitirá satisfacer objetivos muy importantes planteados en la presente investigación, tales como por ejemplo:

- Prácticas de perforación y voladura (medición estadística de las diversas etapas del procedimiento)
- Mensuras subterráneas; con brújula colgante y clinómetro, con teodolito, nivelación y colocación de gradiente.

- Prácticas de armado de línea decauville
- Diseños de sostenimiento con madera
- Organización y disposición de personal
- Planificación y diseño de labores futuras

Durante el estudio de la presente investigación, el trabajo de mensura subterránea se la realizó en tres etapas, siendo muy ventajoso la disposición de un centro de prácticas como la mina San Inocencio para dar continuidad a este tipo de levantamientos subterráneos, ya que en otras circunstancias, las limitaciones de permanencia son perjudiciales, principalmente donde existen labores de producción no es posible dar continuidad a las prácticas. En función de la programación del cronograma respectivo, también puede resultar beneficioso el conocimiento de diversas actividades complementarias del laboreo minero.

De manera muy clara se observa que la implementación , particularmente en interior mina en esta primera fase, comprenderá aproximadamente 50 metros lineales de rehabilitación, aspecto que limita sobremanera poder elaborar planes de prácticas, extensiones universitarias de capacitación en laboreo minero a cooperativas y mineros chicos, siendo también prematuro hablar de realización de estudios de tecnologías innovadoras para la aplicación industrial.

Sin embargo, todos los planteamientos realizados visionariamente, podrán ser llevados a cabo siempre y cuando la implementación contemple frentes de arranque, métodos de explotación preparados para fines de estudio, y otros tantos aspectos que requieren de infraestructura y apoyo logístico para su entendimiento y la realización práctica de los mismos. En función de la coordinación y planificación con los Docentes de las áreas respectivas, las prácticas se llevarán a cabo partiendo desde luego, del reglamento Interno de prácticas subterráneas que tendrá que ser elaborado conforme se determine las condiciones y exigencias de la rehabilitación a realizarse.

2.6. ORGANIGRAMA DEL PROYECTO

La administración de recursos económicos de nuestra Casa Superior de Estudios, obedece a regulaciones y reglamentaciones enmarcadas con el control fiscal, como la Ley N° 1178 de control gubernamental.

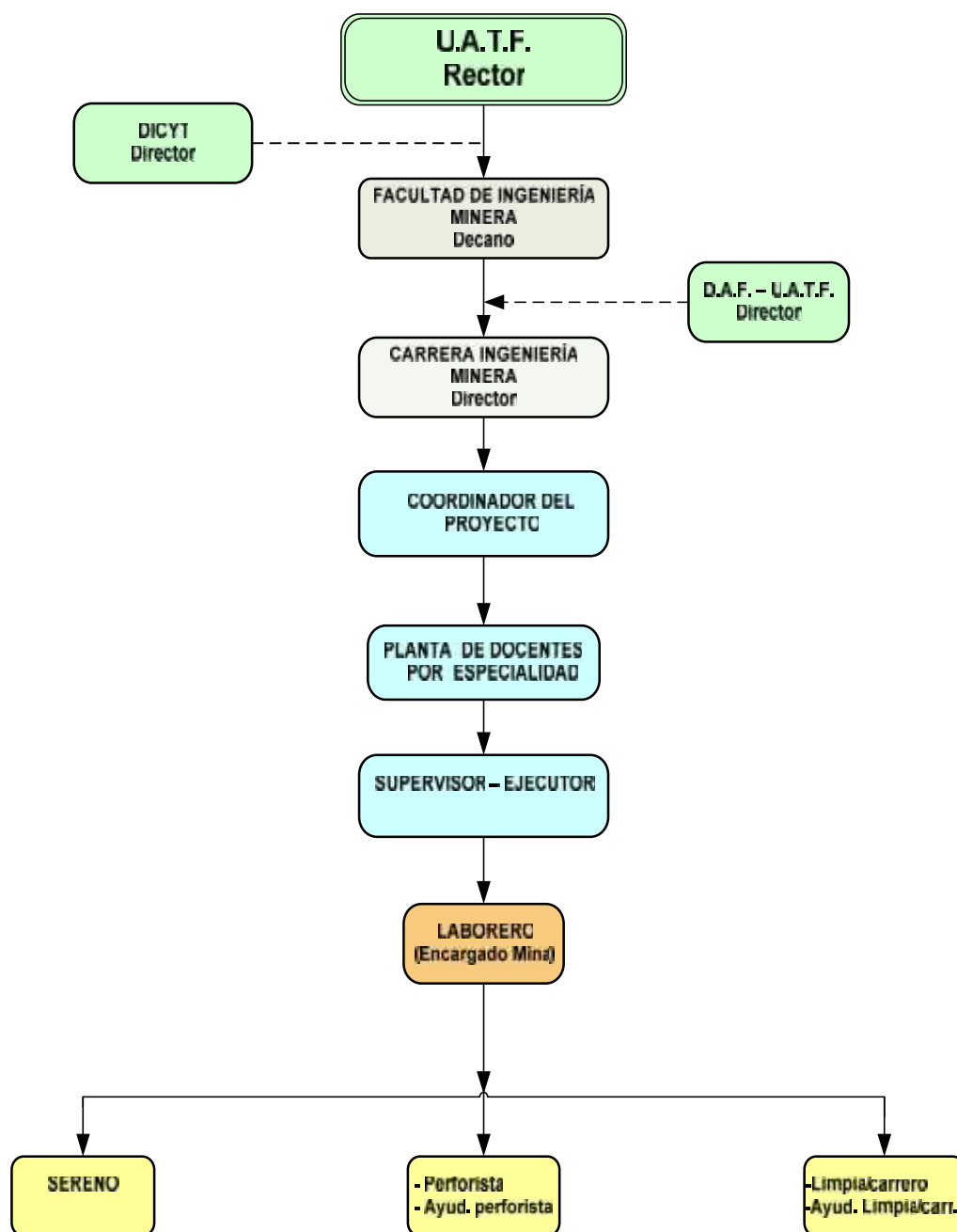
En consecuencia para fines de administración de los recursos IDH Gestión 2006, asignados a la carrera de Ingeniería Minera, se ha visto por conveniente establecer el Organigrama del Proyecto, que permita instancias de responsabilidad en la ejecución del mismo, sin embargo, si bien es cierto que todos los materiales y accesorios descritos en el cálculo económico responden a cotizaciones del mercado local como nacional, en última instancia el Departamento de adquisiciones de nuestra Casa Superior de Estudios será la encargada de efectuar las cotizaciones respectivas para su adquisición posterior.

El Organigrama elaborado responde a las instancias de responsabilidad de orden superior, por lo tanto en la página siguiente se presenta el respectivo Organigrama.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA TOMÁS FRÍAS
INGENIERÍA MINERA

ORGANIGRAMA DEL PROYECTO MINA EXPERIMENTAL PILOTO
"SAN INOCENCIO" EN EL CERRO RICO DE POTOSÍ

Página 1



III. CÁLCULO ECONÓMICO DEL PROYECTO

La ejecución y la administración del Proyecto de la Mina Experimental Piloto San Inocencio en el Cerro Rico de Potosí por la Carrera de Ingeniería de Minas, tiene la finalidad de llevar a cabo el complemento de la enseñanza en aula, con la aplicación práctica del conocimiento teórico. Es importante indicar que la presente implementación, es el inicio de un proyecto a largo plazo, direccionado a la participación principalmente de los estudiantes en su etapa práctica complementaria,.

El cálculo económico del Proyecto, por las características dinámicas del laboreo minero requiere de manera muy particular un singular estudio, principalmente por las permanentes variaciones del costo de materiales y accesorios mineros, por lo tanto a continuación se presenta los ítems que conforman la Implementación y el cálculo económico respectivo.

3.1 ITEM 1: Construcción ambientes para sereno y depósito

Se dispone en las proximidades de la bocamina 2 construcciones con paredes de piedra que se desea rehabilitar (no cuenta con revoque interno, externo, techo y puertas), principalmente con la finalidad de reducir costos. El trabajo de rehabilitación (trabajo por contrato) tendrá un costo de:

Costo Bs. 11438.66

3.2 ITEM 2: Personal para diferentes trabajos de la implementación

Descripción	Jornal Bs/día	Con IVA	Días/mes	Total días	Importe (Bs.)
1 Sereno	35.00	39.55	30	102	4034.10
1 Laborero	70.00	79.10	30	95	7514.50
1 Maestro perforista/varios	70.00	79.10	30	92	7277.20
1 Ayudante perforista/varios	65.00	73.45	30	92	6757.40
1 Maestro limpia/varios.	65.00	73.45	30	70	5141.50
1 Ayudante limpia/varios	60.00	67.8	30	70	4746.00
				Costo Bs.	35470.70

3.3 ITEM 3: Implementos de seguridad

Descripción	Cantidad	Unidad	P.Unit. (Bs.)	Importe (Bs.)
Cascos mineros	5	Pzas.	105.00	525.00
Overoles c/cinta reflectiva	5	Pzas.	116.00	580.00
Protectores visuales	5	Pzas.	22.00	110.00
Protectores auditivos	5	Pares	14.00	70.00
Guantes de cuero	15	Pares	28.00	420.00
Protectores contra el polvo	5	Pzas.	172.00	860.00
Chaleco c/cinta reflectiva	1	Pza.	99.00	99.00
Botas de goma c/punta acero	5	Pares	198.00	990.00
Pantalón impermeable	2	Pzas.	83.00	166.00
Saco impermeable	2	Pzas.	83.00	166.00
Calzados de seguridad (seren.	1	Par.	275.00	275.00
			Costo Bs.	4261.00

3.4. ITEM 4: Herramientas, materiales y accesorios de perforación

Descripción	Cantidad	Unidad	P.Unit. (Bs.)	Importe (Bs.)
Equipo compresor	Aporte propio			
Perforadora Jack Leg	Aporte propio			
Lubricadora para perforadora	Aporte propio			
Aceite para lubri. Nº30 espec.	100	Litros	19.00	1900.00
2 Juegos barrenos 0,6;1,20 y 1,80	Aporte propio			
Barreno Integral 0,60 m	1	Pzas.	911.00	911.00
Barreno Integral 1,20 m	4	Pzas.	950.00	3800.00
Afilador de barrenos integral.	Aporte propio			
Sacabarreno	Aporte propio			
Taqueador de madera de 2 m	Aporte propio			
Manguera antiestática	5	m.	20	100.00
Cargador de ANFO	2	Pza.	77.00	154.00
Llave crescent Nº 12	1	Pza.	50.00	50.00
Garras para manguera de 1"	4	Pzas.	39.00	156.00
Cañería de fierro para aire 2"	4	Pzas.	605.00	2420.00
Cañería de fierro para agua 1"	2	Pzas.	365.00	730.00
Reducciones de 2" a 1"	4	Pzas.	39.00	156.00
Reducciones de 1" a 1/2"	4	Pzas.	28.00	112.00
Politubo de 1era clase Ø 2"	50	m	8.00	400.00
Politubo de 1era clase Ø 1"	50	m	2.50	125.00
Water tank (tanque de agua)	1	Pza.	1012.00	1012.00
Cucharilla	1	Pza.	110.00	110.00
Manguera alta presión Ø 1"	30	m	61.00	1830.00

Manguera alta presión Ø 1/2"	30	m	42.00	1260.00
Unión patente Ø 2"	3	Pza.	77.00	231.00
Unión patente Ø 1"	3	Pza.	49.00	147.00
Pala punta huevo	2	Pzas.	55.00	110.00
Picota	2	Pzas.	50.00	100.00
Espadillas de 1,20 m	2	Pzas.	165.00	330.00
Espadilla de 1,80 m	1	Pza.	121.00	121.00
Combo de 6 lb	1	Pza.	58.00	58.00
Tanque de agua de 300 l	1	Pza.	386.00	386.00
Puntas	4	Pzas.	17.00	68.00
Flexómetro de 5 m	1	Pza.	35.00	35.00
			Costo Bs.	16812.00

3.5 ITEM 5: Materiales explosivos y accesorios

Descripción	Cantidad	Unidad	P.Unit. (Bs.)	Importe (Bs.)
Dinamita 7/8" x 8 (80 %)	3	Cajas	566.00	1698.00
ANFO (bolsa de 25 Kgr)	32	Bolsas	212.00	6784.00
Mecha de seguridad	2000	m.	1.50	3000.00
Capsula detonante Nº6	1000	u.	1.20	1200.00
			Costo Bs.	12682.00

3.6 ITEM 6: Herramientas, materiales y accesorios para arme línea decauville de 30 Lb/Yd y arme servicios

Descripción	Cantidad	Unidad	P.Unit. (Bs.)	Importe (Bs.)
Línea decauville de 30 lb/yd	156	m	225.00	35100.00
Eclisas para línea decauville	56	Pzas	44.11	2470.16
Pernos ecliseros 5/8" x 21/2"	56	Pzas.	10.17	569.52
Tuercas de 5/8"	56	Pzas.	1.27	71.12
Durmientes mad. 1mx3"x6"	95	Pzas.	10.50	997.50
Clavos rieleros 1/2"x1/2"x3"	380	Pzas.	5.91	2245.80
Llave crescent Nº 12	1	Pza.	48.00	48.00
Santiago línea 30 Lb/yd (esti.)	1	Pza	8500.00	8500.00
Llave Stylson Nº 18	1	Pza.	75.00	75.00
Llave Stylson Nº 24	1	Pza.	99.00	99.00
Alambre de amarre	5	Kgr.	19.00	95.00
Picota	1	Pza.	50.00	50.00
Pala punta huevo	1	Pza.	55.00	55.00
			COSTO Bs.	50376.10

3.7 ITEM 7. Materiales y herramientas para sostenimiento (Fortificación de galerías)

Descripción	Cant.	Unidad	P.Unit. (Bs.)	Importe (Bs.)
Callapos Ø 5"a7" x 2,5 m	30	Pzas.	25.00	750.00
Call.rallados Ø 5"-7" x 2,50 m	50	Pzas.	19.00	950.00
Bolillos Ø 3" para tirantes	30	Pzas.	13.00	390.00
Clavos de 7"	10	Kgr.	28.00	280.00
Clavos de 5"	10	Kgr.	21.00	210.00
Flexómetro de 5 m.	1	Pza.	35.00	35.00
Curvina Stanley 36" completo	1	Pza.	132.00	132.00
Sierra para curvina 36"	2	Pza.	64.00	128.00
Azuela Tramontina	1	Pza.	48.00	48.00
Espadilla de 1,50 m	2	Pzas.	145.00	290.00
Puntas	6	Pzas.	15.00	90.00
Combo de 6 lbs	1	Pza.	58.00	58.00
			Costo Bs.	3361.00

3.8 ITEM 8: Herramientas para limpia y carroneo

Descripción	Cantidad	Unidad	P.Unit. (Bs.)	Importe (Bs.)
Carro metalero 1m3 (estimad)	1	Pza.	8000.00	8000.00
Carretilla	4	Pza.	605.00	2420.00
Picota	4	Pza.	50.00	200.00
Pala	4	Pza.	55.00	220.00
			Costo Bs.	10840.00

3.9 ITEM 9: Mantenimiento parcial compresor de aire YT 35 (Atlas Copco – F.I.M.)

Descripción	Cantidad	Unidad	P.Unit. (Bs.)	Importe (Bs.)
Cambio aceite 1540 (diesel)	3	Gal.	104.50	313.50
Cambio filtro de aire Man filter C20325/2	1	Pza.	308.00	308.00
Cambio filtros Tecfil aceite PH 140	2	Pzas.	60	120.00
Aceite hidráulico (compresor)	5	Litros	22	110.00
			Costo Bs.	851.50

3.10 ITEM 10. Aguzado de herramientas, incluye IVA (13 %)

Descripción	Unit. Bs.	Con IVA	Unidad	Cantidad	Importe (Bs.)
Picotas	17.00	19.21	Pzas.	10	192.10
Puntas	7.00	7.91	Pzas.	20	158.20
Espadillas	12.00	13.56	Pzas.	10	135.60
Cucharilla	12.00	13.56	Pzas.	4	54.24
				Costo Bs.	540.14

3.11 ITEM 11: Combustible equipo compresor YT 35

Descripción	Cantidad	Unidad	P.Unit. (Bs.)	Importe (Bs.)
Diesel (40 litros/día)	3200	Litros	3.72	11904.00
			Costo Bs.	11904.00

3.12 ITEM 12. Análisis de muestras Mina San Inocencio (Zn, Ag y Sn)

Descripción	Cantidad	Unidad	P.Unit. (Bs.)	Importe (Bs.)
Muestras comunes de mena	10	Paquetes		1000.00
			Costo Bs.	1000.00

3.13 ITEM 13: Otros materiales

Descripción	Cantidad	Unidad	P.Unit. (Bs.)	Importe (Bs.)
Huinchas (cinta métrica 30 m.)	1	Pza.	95	95.00
Lienza (diámetro 5 mm)	30	m	0.83	24.90
Bidones de 20 litros	4	Pza.	35	140.00
Bidones de 40 litros	4	Pza.	60	240.00
Turril PVC de 100 litros	1	Pza.	165	165.00
Turril PVC de 200 litros	1	Pza.	250	250.00
Pinturas Spray (rojo, blanco)	20	Pzas.	23	460.00
			Costo Bs.	1374.90

3.14 ITEM 14. Estipendio para estudiantes (refrigerio)

Considerando importante todo incentivo que coadyuve en la práctica del proceso enseñanza – aprendizaje y más aún para el estudiante de Ingeniería Minera que debe acomodarse al medio ambiente en el cual desempeñará su función profesional, por lo tanto se ha visto por conveniente determinar refrigerios a todos los estudiantes que realicen prácticas programadas en la Mina Experimental Piloto San Inocencio.

Descripción	Cantidad	Unidad	P.Unit. (Bs.)	Importe (Bs.)
Estipendio para estudiantes	130	Estudiantes	6	780.00
			Costo Bs.	780.00

3.15 RESUMEN GENERAL DE COSTOS

ITEM	CONCEPTO	IMPORTE \$us.
1	Reconstrucción ambiente p/sereno y depósito	10438.66
2	Personal para diferentes trabajos de implement.	35470.70
3	Implementos de seguridad	4261.00
4	Herramientas, materiales y accesorios de perf.	16812.00
5	Material explosivo y accesorios	12682.00
6	Herramientas, materiales y accesorios para	
	arme línea decauville y arme servicios	50376.10
7	Materiales y herramientas para sostenimiento	3361.00
8	Herramientas para limpia y carroneo	10840.00
9	Mantto. Parcial compresor de aire YT 35	851.50
10	Aguzado de herramientas (incluye IVA)	540.14
11	Combustible equipo compresor YT 35	11904.00
12	Análisis muestras San Inocencio (Zn, Ag, Sn)	1000.00
13	Otros materiales	1374.90
14	Estipendio para estudiantes (refrigerio)	780.00
	GRAN TOTAL Bs.	160692.00

3.16 RESUMEN DEL MOVIMIENTO PRESUPUESTARIO

ITEM	CONCEPTO	INGRESO (Bs.)	EGRESO (Bs.)	SALDO (Bs.)
	PRESUPUESTO IDH	160692.00		160692.00
1	Reconstrucción ambiente p/sereno y depósito		10438.66	150253.34
2	Personal p/diferentes trabajos de implement.		35470.70	114782.64
3	Implementos de seguridad		4261.00	110521.64
4	Herramientas, materiales y accesorios de perf.		16812.00	93709.64
5	Material explosivo y accesorios		12682.00	81027.64
6	Herramientas, materiales y accesorios para arme línea decauville y arme servicios		50376.10	30651.54
7	Materiales y herramientas para sostenimiento		3361.00	27290.54
8	Herramientas para limpia y carroneo		10840.00	16450.54
9	Mantto. Parcial compresor de aire YT 35		851.50	15599.04
10	Aguzado de herramientas (incluye IVA)		540.14	15058.90
11	Combustible equipo compresor YT 35		11904.00	3154.90
12	Análisis de muestras mineralógicas San Inoc.		1000.00	2154.90
13	Otros materiales		1374.90	780.00
14	Estipendio para estudiantes (refrigerio)		780.00	0.00

CONCLUSIONES

Se concluye el presente trabajo considerando dos aspectos muy importantes para la ejecución del Proyecto: la primera; si bien es cierto que la administración y la disponibilidad de una mina experimental piloto, con la infraestructura y el equipamiento necesarios para la realización de prácticas y/o de investigación, traería consigo múltiples beneficios para docentes, estudiantes y porque no de extencionistas que se pueden capacitar en mandos medios. Para los docentes, la programación de prácticas significaría una segura continuidad de las mismas con la mayor libertad de mejorar parámetros de control, además de la disponibilidad de materiales y herramientas conforme a las necesidades de una determinada práctica. Para los estudiantes, con la mayor permanencia en un centro propio de prácticas y de investigación significaría un beneficio de vivencia y ambientamiento para un futuro desempeño en la industria minera, además de la continuidad de sus prácticas.

El segundo aspecto; El presente emprendimiento, si bien es cierto traería grandes beneficios (después de una segunda y talvez tercera fase) en lo académico – práctico, sin embargo requiere de una seria consideración sobre todo de inversión económica para la continuidad del Proyecto, tomando muy en cuenta las condiciones y las características con las que cuenta el medio en el que ubica la Mina San Inocencio.

Con los dos aspectos considerados, las conclusiones a las que se arriban en el estudio de la implementación de la Mina San Inocencio podemos indicar:

- Dadas las circunstancias y las condiciones en la que se encuentra la Mina San Inocencio, y por el resultado del estudio, sobre la base de la topografía, la mensura subterránea efectuada y el diseño del proyecto (consecuencia de los trabajos anteriores), requiere de un análisis que permita no solo aprobar el presente trabajo, sino proyectar la continuidad de la fase siguiente.

- Es evidente en el presente proyecto considerar la inversión hasta una tercera fase para una mayor implementación de la mina, cuyo resultado significaría la disponibilidad de un laboratorio para encontrar soluciones a innumerables problemas y desafíos de la industria minera.
- La consideración de la implementación y la continuidad de la misma, debe tomar muy en cuenta labores existentes en las cabeceras, en el mismo nivel como en el piso, ya que por las características de explotación en los socavones del Cerro Rico, las labores se realizan sin el menor reparo de seguridad y respeto en áreas de trabajo.
- La inversión de esta fase de acuerdo a la asignación por concepto de IDH (1606 92,00 Bs.), por el diseño del proyecto, sólo permitirá la rehabilitación de 50 metros subterráneos, que permitirán objetivos como los indicados en el numeral (2,5) respectivo, sin embargo los metros lineales rehabilitados no permitirán sobre todo la preparación de labores de explotación tales como la preparación de rajos, por la proximidad a las labores existentes muy próximos a la superficie.
- En el presente trabajo se ha detallado los requerimientos de una manera práctica, sin embargo por las características propias del laboreo minero existentes riesgos de imprevistos ya sean de equipos, materiales como también humanos, que por la forma de administración de recursos del IDH (previa aprobación del mismo por el Departamento de Planificación y Presupuestos de la U.A.T.F) no permitirá la inmediata solución del imprevisto que se presentara.
- La conclusión de ésta primera fase (tal cual se encuentra programada con relación al personal que se toma en cuenta) pone de manifiesto la necesidad de la contratación del siguiente personal: 2 serenos (para turnos de 12 hrs), 2 trabajadores (perforista y ayudante) para trabajos de

preparación de prácticas y permanente mantenimiento de la mina, personal cuya dependencia debe ser de la Universidad con carácter permanente dada la permanencia de equipo y materiales en la mina.

- La adquisición de explosivos debe ser bajo convenio con la sucursal de la fábrica FANEXA, para la utilización conforme a requerimiento del personal de voladura, como de las prácticas que así lo requieran, por el simple hecho de que no se podrá disponer de un polvorín (bodega exclusiva para explosivos, con normas y características de seguridad industrial) que permita el almacenamiento de los mismos, sin embargo por la ubicación de la sucursal de fábrica en la misma falda del Cerro Rico y la disponibilidad en sus predios de medios de almacenamiento se podría convenir el almacenamiento temporal de los explosivos que se adquieran, que si no son abundantes, los mismos por seguridad deben ser tomados con la más seria previsión.
- Aprobada la implementación, por conducto regular se debe tramitar al Departamento de Infraestructura el chofer permanente para la vagoneta de la carrera, para la coordinación del transporte de personal, supervisión, apoyo logístico y que sea responsable del mantenimiento del vehículo respectivamente.
- Se pone de manifiesto de manera evidente que la “rehabilitación” de una mina presenta mayores inconvenientes que abrir una nueva “Mina”

RECOMENDACIONES

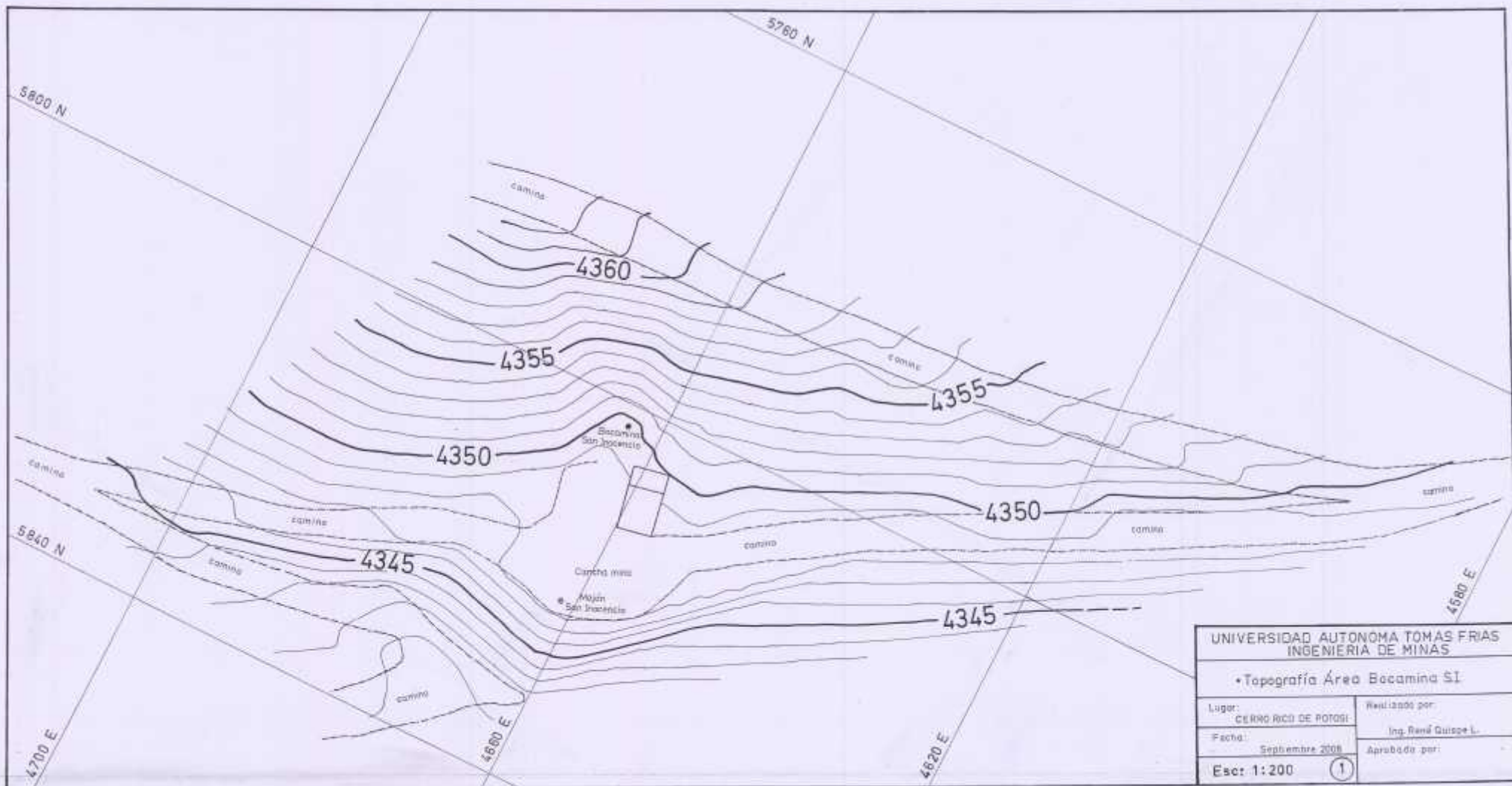
El presente proyecto es un desafío delicado y muy importante al mismo tiempo, principalmente por que la actividad minera es muy dinámica, y no se asemeja a la adquisición de un equipo, material u objeto alguno, sino que se interactúa con componentes que lo conforman, es decir con gente – equipos - materiales y resultados, que se los debe preparar con el mayor cuidado posible para obtener los resultados perseguidos.

Por estas consideraciones y por las características del presente Proyecto, las recomendaciones que se deben tomar muy en cuenta son las siguientes:

- La selección del personal que se hará cargo del presente Proyecto debe responder a las siguientes exigencias; experiencia en el laboreo minero, comprender y comprometerse en el corto tiempo de su contratación con los fines y objetivos del emprendimiento.
- Es importante para el inicio del proyecto la adquisición de ciertos materiales y herramientas, para evitar tiempos perdidos irre recuperables cuando se presentan estos retrasos.
- El personal (chofer) debe estar definido en tiempo completo para el apoyo respectivo al inicio específico del Proyecto.
- El personal post primera fase debe ser considerado y la solución encaminada por la Dirección de la Carrera de Ingeniería Minera.
- De acuerdo a lo programado, la construcción de los ambientes para sereno y depósito deben ser encarados cuando los materiales; línea decauville, accesorios, carro metalero, watertank, cañerías, mangueras, etc, ya se encuentren en el depósito de la carrera, para luego de

concluida las construcciones, se pueda instalar al sereno y proceder al traslado de los equipos y materiales para iniciar con los trabajos de apertura con el personal de perforación y después del tiempo establecido, la continuidad con el personal de apoyo en la limpia y carroneo de escombros.

- Las prácticas que se pueden realizar se debe programar detalladamente a objeto de no desplazar el cronograma de actividades, ya que el ajustado presupuesto no permite holgura en lo programado.
- Finalmente indicar que el apoyo con la mensura y la colocación de tarugos de gradiente, sostenimiento, etc., debe obedecer a la coordinación con los docentes de las áreas respectivas



CORTE LONGITUDINAL

