

PLAN NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

COMPONENTE SECTORIAL MINERÍA

VICEMINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

2013

Contenido

| | | |
|--------|---|----|
| I. | GENERALIDADES..... | 1 |
| 1. | Antecedentes | 1 |
| 2. | Contextualización del sector de Minería, en concordancia con el marco legal normativo vigente | 1 |
| 3. | Diagnóstico de primera aproximación | 2 |
| 4. | Justificación | 3 |
| 4.1. | Justificación política | 3 |
| 4.2. | Justificación socioeconómica | 4 |
| 4.3. | Justificación técnico – operativa..... | 5 |
| 5. | Problemática a abordar en el Componente Sectorial | 6 |
| II. | COMPONENTE SECTORIAL | 10 |
| 6. | Objetivos de Desarrollo del Componente Sectorial en Minería | 10 |
| 7. | Líneas Estratégicas del Componente Sectorial de Minería..... | 10 |
| 7.1.1. | Programa 1: Geología, Minería y Metalurgia de yacimientos No tradicionales (Tierras Raras y uranio y transuránicos) | 10 |
| 7.1.2. | Programa 2: Tecnologías limpias para el Sector..... | 11 |
| 7.1.3. | Programa 3: Desarrollo de capacidades en servicios de caracterización mineralógica y análisis químico para el sector minero – metalúrgico..... | 11 |
| 7.2.1. | Programa 4: Explotación y Transformación de Recursos Evaporíticos..... | 11 |
| 7.2.2. | Programa 5: Explotación y Transformación de Minerales Ferrosos (Mutún, Hierro, Manganeseo y otros). | 12 |
| 7.2.3. | Programa 6: Tecnologías limpias para el Sector..... | 12 |
| 8. | Conclusiones y Recomendaciones..... | 13 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 14 |
| | Referencias generales | 14 |
| | Referencias específicas | 14 |
| | ANEXOS | 14 |
| | Anexo 1. Análisis FODA..... | 14 |
| | Anexo 2. Lista de instituciones participantes | 16 |
| | Anexo 3. Estadística de participantes | 16 |
| | Anexo 4. Mapa de intervención del Componente Sectorial..... | 17 |

Índice de figuras

| | |
|--|---|
| Figura 1. Relación Temporal de Volumen y Valor de las Exportaciones de Concentrados y Metales | 4 |
| Figura 2. Bases del Componente Sectorial de Minería | 6 |

Índice de cuadros

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Resumen sectorial de líneas y programas Sector Minería..... | 13 |
|---|----|

Siglas y Acrónimos

| | |
|----------|--|
| ACT | Actividades Científicas y Tecnológicas |
| CIMM | Investigaciones Minero Metalúrgica |
| COMIBOL | Corporación Minera de Bolivia |
| CPE | Constitución Política del Estado |
| CTI | Ciencia, Tecnología e Innovación |
| DS | Decreto Supremo |
| FNI | Facultad Nacional de Ingeniería |
| I+D | Investigación y Desarrollo |
| IDH | Impuesto Directo a los Hidrocarburos |
| IIMETMAT | Instituto de Investigaciones de Metalurgia y Materiales |
| MMM | Ministerio de Minería y Metalurgia |
| PEA | Población Económicamente Activa |
| PIB | Producto Interno Bruto |
| PNCTI | Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación |
| PND | Plan Nacional de Desarrollo |
| SBI | Sistema Boliviano de Innovación |
| USD | Dólares Americanos |
| UMSA | Universidad Mayor de San Andrés |
| UTO | Universidad Técnica de Oruro |
| VCyT | Viceministerio de Ciencia y Tecnología |
| VIPFE | Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo |

I. GENERALIDADES

1. Antecedentes

A partir de la aprobación de la Constitución Política del Estado se establece como cambio fundamental de la matriz productiva minera la industrialización de estos recursos cambiando el patrón primario exportador, estableciendo la soberanía no solo sobre los recursos sino sobre el desarrollo de la investigación y la innovación tecnológica necesaria para el desarrollo de nuevos proyectos que constituyan un hito no solo en la generación de regalías e impuestos sino de excedentes y capital humano.

2. Contextualización del sector de Minería, en concordancia con el marco legal normativo vigente

El año 2006 a través del Plan Nacional de Desarrollo “Bolivia, Digna, soberana, Productiva y Democrática para Vivir Bien”(DS No29272 de 12 de septiembre de 2007), el Estado establece una propuesta de cambio para el sector minero metalúrgico que se sustenta en la contribución de excedentes mediante políticas que impacten desde un nuevo marco jurídico favorable al país y a los socios inversionistas privados, cambiando el patrón primario exportador promoviendo la actividad minera con agregación de valor y contribuya a la industrialización.

En este contexto el Estado participa directamente mediante empresas e instituciones especializadas en el desarrollo de proyectos geológicos mineros y metalúrgicos estratégicos, y al mismo tiempo garantizando el desarrollo de la iniciativa privada y un mejor uso y destinos de los excedentes.

Las perspectivas del sector minero metalúrgico, en el marco de la Constitución Política del Estado, tienen relación ante todo con la administración de los recursos naturales y los lineamientos generales para el desarrollo de la actividad minero metalúrgica.



En el ámbito de la administración de los Recursos Naturales resalta que:

- Los Recursos Naturales son de carácter estratégico y de interés público para el desarrollo del país
- Que los Recursos Naturales son de propiedad y dominio directo, indivisible e imprescriptible del pueblo boliviano y corresponderá al Estado su administración en función del interés colectivo.
- La participación ciudadana en el proceso de gestión ambiental, promoviendo la conservación de los ecosistemas.
- El pueblo boliviano tendrá acceso equitativo a los beneficios provenientes del aprovechamiento de todos los Recursos Naturales.

El desarrollo y promoción estatal de la investigación y aprovechamiento de los Recursos Naturales y la biodiversidad.

En el ámbito minero metalúrgico se establece que el Estado promoverá y desarrollará políticas de administración, prospección, exploración, explotación, industrialización, comercialización, evaluación e información técnica geológica y científica de los Recursos Naturales no renovables para el desarrollo minero.

3. Diagnóstico de primera aproximación

En el Estado Plurinacional de Bolivia, el mandato social y político, en el campo de minería, promueve, el desarrollo industrial diversificado, desde la prospección hasta la fundición y refinación de minerales, complementada con procesos de transformación, industrialización y comercialización, consolidando en el país una minería racionalmente trabajada, adecuadamente tecnificada, ambientalmente sostenible y socialmente aceptada. En este marco, con el propósito de consolidar la Estrategia de Diversificación del potencial minero metalúrgico se promueve el desarrollo de la metalurgia – siderurgia y transformación industrial de los metales para desarrollar diversos proyectos, enmarcados en dos categorías: Minería tradicional y no tradicional. (Ref. Plan Quinquenal de Desarrollo Minero Metalúrgico – Ministerio de Minería y Metalurgia, PD - MMM).

En este marco, son insuficientes los esfuerzos realizados por el centro de investigaciones mineras que en un principio fue creado junto con GEOBOL para luego ser sustituido por el SERGEOMIN con la responsabilidad de elaborar la carta geológica nacional, realizar investigación científica y tecnológica en los campos de la geología, minería e hidrogeología y lo relativo al impacto ambiental de las actividades minero metalúrgicas.

Hasta el año de 1985, Bolivia contaba con el Instituto de Investigación Minero Metalúrgico que era el responsable de consolidar y desarrollar los conocimientos en el sector, desde entonces son más de treinta años que no se ha generado investigación, lo que da como resultado final un incipiente desarrollo no sólo de tecnología boliviana sino del sector productivo minero metalúrgico, aun cuando existen institutos dependientes de las universidades estatales (Facultad Nacional de Ingeniería (FNI) de la Universidad Técnica de Oruro (UTO), el Instituto de Investigaciones de Metalurgia y Materiales IIMETMAT – de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) y experiencias como las de Vinto estas no son suficientes dadas las expectativas de cambio de la matriz productiva a afrontar.

Tras el cierre del Instituto de Investigación Minero Metalúrgico, en el año 1985, la actividad extractiva se vio reducida al desarrollo empírico de los proyectos mineros. El Estado dejó de impulsar tanto el desarrollo tecnológico para el sector como la formación de expertos en el rubro en las universidades, lo que se traduce hoy en el escaso aprovechamiento de las altas cotizaciones de los minerales en el mercado internacional.



En los últimos años la cantidad de estudiantes que ingresan a las universidades para formarse en las áreas de ingeniería de minas, metalurgia y geología se ha reducido notablemente. Prácticamente no se cuenta con estudiantes en estas carreras, lo que ha hecho que el potencial desarrollado durante los años treinta y ochenta se vea disminuido y acaparado por la minería privada quedando la minería estatal, pequeña y cooperativizada reducida en su mayoría a emprendimientos de carácter artesanal con excepción de proyectos como “Vinto” quedando como conclusión que la actividad minera no cuenta con talentos humanos capacitados y menos especializados para consolidar megaproyectos de gran envergadura que le permitan elevar la productividad del sector.

El año 2011 se reactiva el Centro de Investigaciones Minero Metalúrgica (CIMM) que actualmente ofrece apoyo científico a los diferentes proyectos de desarrollo productivo de las empresas dependientes de la empresa minera estatal, así como a la minería cooperativizada.

Este Centro presta apoyo técnico en procesos de readecuación, ampliación y en el diseño de proyectos de instalación de plantas nuevas de concentración de minerales y la capacitación de profesionales del área de minería, así como al personal de apoyo de las diferentes áreas para labores de investigación minero metalúrgicas y tecnología de protección ambiental. (<http://www.comibol.gob.bo/cimm>)

El sector minero debe ser líder no sólo como sector generador de excedentes sino en investigación, desarrollo y transferencia tecnológica, todo esto aplicado a la innovación productiva y al cuidado del medio ambiente en la minería y la metalurgia, para alcanzar un modelo productivo sostenible.

El sector es consciente de la necesidad de contar no sólo con centros de investigación mineros metalúrgicos sino con centros de formación de talentos humanos altamente especializados como una respuesta a la necesidad de desarrollar, transferir y adaptar mejores prácticas a la investigación en minería.

4. Justificación

4.1. Justificación política

El sistema nacional boliviano es consciente de los retos a afrontar para garantizar la generación de excedentes que aseguren la calidad de vida de las bolivianas y bolivianos, tomando como base del cambio del desarrollo neoliberal la inversión estatal no sólo en proyectos sino en el campo de la formación e investigación para asegurar la soberanía del estado no solo en el recurso natural sino en el emprendimiento como tal. En el caso del sector minero la política nacional se refleja en los artículos ya mencionados (CPE Art. 369, al 372 minería y metalurgia y 348, al 358 Recursos Naturales) resaltando que se establece como prioridad el desarrollo y promoción estatal de la investigación relativa al manejo, conservación y aprovechamiento de los Recursos Naturales, así como en



políticas de administración, prospección, exploración, explotación, industrialización, comercialización, evaluación e información técnica geológica y científica de los Recursos Naturales no renovables para el desarrollo minero.

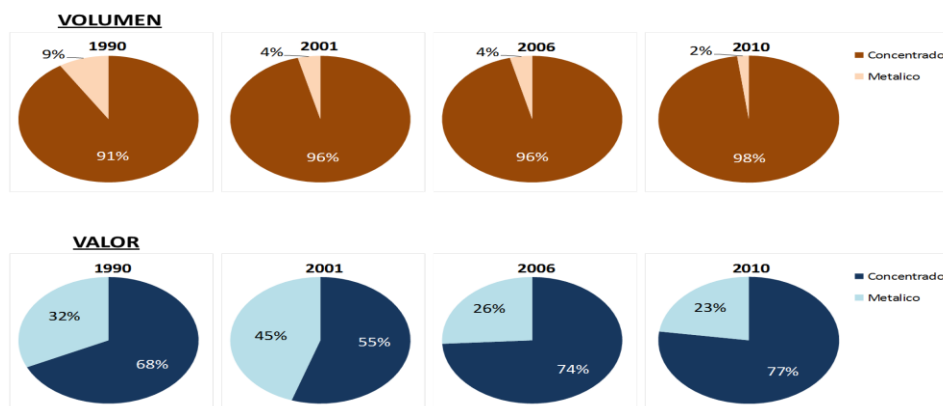
4.2. Justificación socioeconómica

En relación a la participación del sector minero sobre el empleo total directo, el aporte de la minería se ha mantenido sin variaciones desde el año 1980, y para el periodo del 2002 al 2005, se tiene en promedio una representación del 1,34% del PIB. Para el periodo 2006 a 2010, el promedio disminuyó a 1.29% del PIB; no obstante, para el 2010, se tiene una participación del 1.59% del PIB, lo que supone una nueva etapa de recepción de fuerza laboral directa por el sector minero que aseguraría no sólo mantener la actual producción minera sino se considera como punto de partida para incrementar la fuerza laboral en el sector (MMM-2012, documentos PDSM).

En la relación de exportación de producto concentrado y de producto metálico, en volumen el primero representa cerca del 98%, quedando sólo el 2% para el producto metálico exportado, en tanto que el valor del producto metálico se incrementa a casi 10 veces más su participación. Y esta composición se ha vuelto más estrecha en los últimos años en comparación a los años de 1990 y 2000 (Figura N° 1), lo que sugiere que la industrialización minera nacional, se ha reducido a exportación de materia prima, como concentrados de mineral.

Ambos panoramas referidos a la participación laboral y la generación de productos de alto valor agregado, muestran la necesidad inmediata de formación de recursos naturales que aseguren el cambio de la matriz productiva minero metalúrgico a través de la investigación y la innovación tecnológica en procesos aplicados al ámbito minero y que puedan a la vez desarrollar las cadenas productivas y aseguren la industrialización de los recursos.

Figura 1. Relación Temporal de Volumen y Valor de las Exportaciones de Concentrados y Metales



4.3. Justificación técnico – operativa

Es claro que el crecimiento del sector minero estará en función de los niveles de inversión que pueda generar desde la minería mediana, y sobre todo desde la estatal, tanto en exploración como explotación, así como del proceso de reconversión de la minería chica y cooperativa en una minería mediana. Sin dejar de atender, los procesos metalúrgicos con las plantas hidrometalurgias de zinc, la reactivación de Karachipampa, y la ampliación de la capacidad productiva de las plantas de fundición de estaño. Considerando además nuevos proyectos como: el desarrollo integral de los Recursos Evaporíticos (Litio, Potasio y otros), Cobre (Coro-coro) y Hierro (Mutún), y los nuevos emprendimientos como los que afronta la Empresa Boliviana de Oro, Mallku Khota con los retos de desarrollo de depósitos de indio, entre otros. Y que como un problema consecuente queda afrontar procesos de industrialización de los minerales producidos en el país de manera masiva y competitiva, y que este proceso de industrialización requiere también de fuertes inversiones de recursos económicos para la formación de capital humano que afronten a mediano y largo plazo no solo las necesidades emergentes de los proyectos principales mineros sino la transformación de la matriz productiva minero metalúrgica afrontando el reto de nuevos prospectos y proyectos.

Con el objetivo de ampliar el conocimiento del potencial geo mineralógico del territorio nacional que actualmente llega alrededor de 15%, se plantea la necesidad de crear condiciones necesarias para incrementar inversiones en prospección y exploración minera como base de desarrollo de nuevos proyectos enfocados no solo a la explotación de mineral sino a su transformación a productos de alto valor agregado, constituyéndose esta en una segunda transversal importante en el sector minero que asegura el desarrollo de nuevos proyectos al margen de los proyectados ya iniciados.

En base a esta propuesta de visión de desarrollo del sector, las acciones a realizar en la estrategia de formación de talentos humanos para cubrir la demanda de formación técnica, académica y científica de nuevos talentos humanos especializados, así como de líneas de investigación científica, tecnológica e innovación adecuadas a las demandas de desarrollo del sector consideran como transversales la prospección y exploración, el componente ambiental y el desarrollo tecnológico que como lineamiento fundamental apuntan al desarrollo de complejos productivos descritos en términos de minería tradicional y no tradicional.



Figura 2. Bases del Componente Sectorial de Minería



El Estado Plurinacional de Bolivia es un país de grandes recursos mineralógicos, por eso es conocido como un país eminentemente minero, con yacimientos polimetálicos de plata, estaño, tungsteno, antimonio, plomo, zinc, bismuto, cobre, cadmio y oro. Últimamente concretado los yacimientos de indio en Mallku Khota.

La minería boliviana afronta desde la década de los ochenta, una profunda crisis y para poder salir de la misma se debe atacar principalmente y adecuar sus operaciones hacia una minería sostenible y reducir sus costes de operación, esto requiere una base sustentable, aportado por la investigación, la tecnología y la innovación.

La ciencia y tecnología juega un papel fundamental en la prospección, exploración, cuantificación, explotación y beneficio de minerales. Se requiere incorporar alta tecnología al sector para permitir una recuperación adecuada de los minerales, reduciendo los costos de operación y dando un valor agregado al mineral.

5. Problemática a abordar en el Componente Sectorial

Desde esta visión de desarrollo el sector minero se hace necesario que se creen sinergias entre los sistemas netamente productivos y en el ámbito de la formación de talentos humanos y el desarrollo de la ciencia y tecnología, creando en la minería tradicional y la no tradicional, espacios de apoyo y fomento a la formación de talentos humanos enfocada a la investigación y el desarrollo de la nuevas tecnologías, siendo necesario el desarrollo de una estrategia en este ámbito que cubra dos sectores:

- a) La minería tradicional, donde se pretende el desarrollo industrial minero metalúrgico en plantas ya existentes de la Corporación Minera de Bolivia – COMIBOL, y la instalación de nuevas plantas para la explotación de recursos metálicos.



Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

- Reactivación Empresa Minera Huanuni: Con ampliación del Ingenio Santa Elena, la rehabilitación del Ingenio Machacamarca y la instalación de Nuevo Ingenio.
 - Rehabilitación Fundición de Bismuto Telamayu
 - Rehabilitación Planta Industrial de Pulacayo
 - Rehabilitación Fundición de Acero Catavi
 - Rehabilitación de la Planta de Ácido Sulfúrico Eucaliptus - Oruro.
 - Refinerías de Zinc (Potosí – Oruro)
- b) La minería no tradicional, donde se pretende lograr un aprovechamiento integral de los siguientes recursos:
- Desarrollo integral de los recursos Evaporíticos del Salar de Uyuni: Litio. Potasio, Magnesio y Boro, y el desarrollo de sales derivadas y productos de alto valor agregado de litio (materiales catódicos, y baterías de ion litio en Bolivia).
 - Hierro - Mutún
 - Cobre – Corocoro
 - Indio, Plata, Oro, Cadmio – Mallkhukota
 - Oro - Empresa Boliviana del Oro
 - No metálicos: Manganeso, Fosforo, Níquel
 - Complejos de Química Básica requeridos como insumos para el desarrollo de las cadenas productivas del sector.

Considerándose desde este enfoque como líneas transversales a estos proyectos productivos, la prospección y exploración, medio ambiente y desarrollo e intercambio de nuevas tecnologías.

En torno a la gestión de talentos y la difusión de la ciencia, tecnología e innovación relacionada con el sector

La gestión de talentos en el ámbito minero fue deprimida cuando se capitalizaron los emprendimientos mineros quedando el estado como mero administrador de contratos, el desarrollo productivo fue abarcado por el sector privado donde tanto el desarrollo tecnológico como la investigación fueron importados quedando como mano de obra la boliviana que trabajo en estos emprendimientos. Producto de esta depresión actualmente no se cuenta con personal formado que cubra las diferentes instancias del desarrollo de proyectos mineros que son uno de los objetivos principales dentro de la política de desarrollo productiva establecida por el gobierno nacional.

Por ello en diferentes tiempos los programas de formación, investigación, desarrollo e innovación deben cubrir de manera específica pero no limitativa las siguientes exigencias del sector:



Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

En el corto plazo:

- Exploración y prospección de nuevos yacimientos mineros.
- Ingresar en una nueva minería productiva bajo tecnología de punta y modera.
- Explotación inmediata aprovechando los recursos minerales, existentes en diferentes Distritos Mineros (Colas, desmontes, relaves, etc.).
- COMIBOL, proyectará operaciones futuras con economías de escala, con explotación de grandes volúmenes con bajas leyes.

En el mediano plazo:

- Industrialización de los recursos Evaporíticos (litio, potasio, magnesio y boro).
- Mayor producción de metales, industrialización:
 - Vinto – Ausmelt (estaño),
 - 2 Hidrometalúrgicas de Zinc,
 - Karachipampa
 - Malkukhota
 - Empresa Boliviana del Oro
 - Telamayu
- Mayor capacidad de tratamiento de concentrados en Huanuni
- Industria del Hierro: Empresa Siderúrgica del Mutún
- Desarrollo Integral de los Recursos Evaporíticos: Litio. Potasio y otros

En el mediano y largo plazo:

- Disminución de los pasivos ambientales
- Investigaciones minero metalúrgicas
- Sistema de información minero
- Industrialización en términos de todas las cadenas productivas.
- Refinación masiva de concentrados

En torno a la gestión del conocimiento

Los esfuerzos de investigación deberán estar orientados a satisfacer la demanda de conocimientos y tecnologías para cada uno de los subsectores en el entendido de cubrir los requerimientos tanto de la minería tradicional como no tradicional, siendo prioridad las siguientes temáticas:



- a. Estudios del mercado nacional e internacional.
- b. Diagnóstico y prospectivas tecnológicas sectoriales.
- c. Investigación y desarrollo de nuevas aplicaciones de productos minerales.
- d. Estudios de tipificación de minerales no-metalíferos.
- e. Estudios de sobre separación y cuantificación de compuestos que restringen el mercado de minerales por aplicación de normas de calidad.
- f. Investigación, desarrollo y aplicación de nuevas metodologías de prospección y exploración de recursos minerales.
- g. Estudios de impacto ambiental causado por la industria minera.
- h. Desarrollo de nuevas tecnologías de explotación y tratamiento de minerales adecuadas a las normas ambientales bolivianas.
- i. Estudios de reciclado y de sustancias minerales.
- j. Estudios sobre seguridad industrial y salud ocupacional en las explotaciones mineras.
- k. Evaluación integral de los recursos hídricos en zonas de exploración minera.
- l. Capacitación de recursos humanos para la implementación de programas de calidad y de reingeniería para todos los proyectos del sector.

Merece especial atención la problemática de capacitación en el sector minero, el atraso que por años mantiene la producción minera contribuye a desalentar las demandas de formación, tanto de personal técnico como de profesionales.

En torno a la gestión de los recursos

Si bien el sector minero es consciente de la necesidad de formación de talentos humanos, generalmente en los emprendimientos mineros se prioriza la capacitación de los trabajadores a nivel técnico y operativo y no se contempla la formación como tal siendo una falencia en la política actual, por los que para este proceso se atraviesa problemas de diferente índole:

- a. No existen aportes sectoriales para la formación de talentos humanos donde se desarrolle ciencia, investigación e innovación.
- b. No existen programas en el sistema educativo superior actual que oferten la formación en nuevas áreas de formación que se apliquen a los nuevos proyectos que se proyectan y que requieren de conocimientos y acceso a información renovados para el sector.

El sector privado importa profesionales y solo capacita personal técnico de rango medio.



II. COMPONENTE SECTORIAL

6. Objetivos de Desarrollo del Componente Sectorial en Minería

Línea estratégica 1:

Investigación básica para la identificación del potencial geológico, minero y metalúrgico en Bolivia: Dar respuestas puntuales a los problemas de investigación básica del sector.

Línea estratégica 2:

Investigación aplicada en geología, minería y metalurgia para la obtención de productos de alto valor agregado con interés industrial: Establecer mecanismos y procedimientos para desarrollar investigación aplicada a la transformación de minerales.

- Desarrollar estrategias de innovación basadas en la aplicación del conocimiento de los procesos productivos y la solución de problemas socioambientales.
- Establecer respuestas, mecanismos y procedimientos a través de los cuales se dé respuesta a los problemas de los sectores demandantes.

7. Líneas Estratégicas del Componente Sectorial de Minería

7.1. Línea 1: Investigación básica para la identificación del potencial geológico, minero y metalúrgico en Bolivia

La Ciencia, Tecnología e Innovación fortalecerá al sector minero desarrollando elementos para la Gestión del Conocimiento y la innovación tecnológica, la Gestión Pública y Administrativa y el desarrollo industrial.

7.1.1. Programa 1: Geología, Minería y Metalurgia de yacimientos No tradicionales (Tierras Raras y uranio y transuránicos)

Bolivia, cuenta con una de las mayores reservas de Indio y existen referencias de la presencia de otras tierras raras, así mismo, tiene una política nacional orientada a procesos de obtención de uranio, o elementos transuránicos para su aplicación en salud y en la generación de electricidad, uranio y transuránicos, se desarrolla el programa de investigación básica en la geología, minería y metalurgia asociada a minerales no tradicionales (tierras raras como ser Indio, Neodimio, Cerio y otros, y a Uranio y transuránicos – Torio, Radio, otros).

A través de este programa se pretende alcanzar un desarrollo de la investigación básica con fundamento científico tecnológico que permita contribuir a la identificación del potencial geológico (prospección, exploración y cuantificación) en estos minerales, así



como las características de su procesamiento (hidrometalúrgicos, pirometalúrgicos, y otros) que permitan llegar a productos concentrados.

7.1.2. Programa 2: Tecnologías limpias para el Sector

Bolivia se caracteriza por ser un país tradicionalmente minero, pero históricamente su desarrollo fue de forma artesanal, sin los cuidados ambientales adecuados, acumulándose grandes cantidades de pasivos ambientales. Bajo la política nacional de conservación de la Madre tierra, y de vivir en armonía con la misma, se desarrolla el presente programa que promociona la utilización de Tecnologías Limpias orientadas al campo de minería y metalurgia.

7.1.3. Programa 3: Desarrollo de capacidades en servicios de caracterización mineralógica y análisis químico para el sector minero – metalúrgico

Uno de los pilares fundamentales para poder tener una adecuada cuantificación de las reservas y de los productos obtenidos en los procesos de concentración o procesado es la capacidad de caracterización y cuantificación de minerales o productos primarios o secundarios obtenidos. Siendo necesario contar con talento humano altamente cualificado, capacidades de caracterización química y estructural de los minerales de partida, productos intermedios o finales, y capacidades en investigación y desarrollo para la ejecución de proyectos específicos dentro este programa.

7.2. Línea de acción 2: Investigación aplicada en geología, minería y metalurgia para la obtención de productos de alto valor agregado con interés industrial

Dirigido a la demanda y desarrollo de proyectos mineros asociados a investigación, desarrollo científico y tecnológico aplicado al sector minero comprendiendo la: geología, minería y metalurgia.



7.2.1. Programa 4: Explotación y Transformación de Recursos Evaporíticos

Una de las políticas nacionales define como prioridad nacional la industrialización de los Recursos Evaporíticos en Bolivia, este procesos implica el desarrollo de una minería relativamente nueva en Bolivia, que demanda procesos de Exploración, Explotación y Transformación de los Recursos Evaporíticos (establecidos principalmente en el salar de Uyuni y salar de Coipasa).

Así, ya se está operativizando un Plan Nacional de Industrialización, donde a mediano plazo se deberá concretar un desarrollo de la Química Básica de los compuestos existentes en el salar, así como productos de Química Fina, con alto valor agregado, para

llegar a aplicaciones más específicas en el campo de acumuladores de energía (baterías de ion litio), cerámicos, fertilizantes, y otros.

Este proceso de desarrollo industrial, demanda la formación de talentos humanos especializados en procesos de exploración, explotación y transformación de estos recursos, desarrollo de capacidades en investigación e innovación, y capacidades estructurales para la propuesta y ejecución de proyectos específicos en este campo, que permitan consolidar la generación de productos de alto valor agregado para su incorporación en los diferentes mercados.

7.2.2. Programa 5: Explotación y Transformación de Minerales Ferrosos (Mutún, Hierro, Manganeso y otros).

La zona del Mutún, del departamento de Santa Cruz en Bolivia, cuenta con aproximadamente 40.200 millones de toneladas de minerales ferrosos. Su explotación y transformación estos minerales a productos de alto valor agregado (hierro esponja, aceros, y otros) se constituye en un Proyecto estratégico para nuestro país.

Se han realizado diferentes estudios del yacimiento para la instalación de complejo siderúrgico del Mutún, de los mismos se ha concretado la potencialidad y necesidad de su transformación que tienen estos yacimientos. Por tanto, se constituye en una prioridad desarrollar estudios científicos y tecnológicos del yacimiento para poder tener el conocimiento exacto de sus volúmenes y distribución, así mismos de los procesos técnicos, y tecnológicos a desarrollar para consolidar productos de alto valor agregado (aceros especiales, y otros).

Estas demandas serán cubiertas con el presente programa, que adicionalmente permitirá consolidar la formación de talentos humanos especializados.

7.2.3. Programa 6: Tecnologías limpias para el Sector

El empleo de Tecnologías Limpias en el sector minero prevé la acumulación de pasivos ambientales; buscando obtener los minerales y sus correspondientes elementos metálicos con la mínima generación de residuos, implementando y desarrollando tecnologías que puedan coadyuvar a la minimización de los residuos que se producen en la explotación y transformación de los minerales.

La concepción de Tecnologías Limpias no solamente está relacionado con la innovación y el desarrollo de procesos menos contaminantes, sino también con el bienestar de las comunidades, particularmente las que habitan en lugares cercanos a los centros de explotación de minerales.



Cuadro 1. Resumen sectorial de líneas y programas Sector Minería



8. Conclusiones y Recomendaciones

El Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Sector de Minería, pretende a corto plazo cubrir las demandas de investigación, innovación y desarrollo tecnológico aplicadas a la geología, minería y metalurgia priorizadas para su aplicación a nuevos proyectos como el desarrollo de tierras raras, la exploración y transformación de minerales ferrosos y recursos Evaporíticos considerando el componente ambiental como transversal.

El Componente impulsará el Plan Nacional de Desarrollo y los planes de desarrollo Sectoriales, asegurando desde la ciencia y la investigación la Gestión del Conocimiento para fortalecer el desarrollo de proyectos mineros, por lo que se espera que el sector generador de conocimiento (universidades, institutos, y otros), pueda responder a las demandas sectoriales a través de diferentes estrategias como el desarrollo de las ciencias aplicadas y la formación de Redes de intercambio de Investigación y Desarrollo minero.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Referencias generales

- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO. La Paz-Bolivia. 2008.
- MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO. Plan Nacional de Desarrollo. La Paz. 2006
- COMITÉ EJECUTIVO DE LA UNIVERSIDAD BOLIVIANA-CEUB. Modelo Académico del Sistema de la Universidad Boliviana. La Paz-Bolivia. 2010
- PLANIFICACIÓN MD. El Plan Nacional de Desarrollo “Bolivia Digna, Soberana, Productiva y Democrática para Vivir Bien”, 2006 –2011. In: Bolivia Gd, editor. La Paz, Bolivia: Gaceta Oficial de Bolivia; 2007. p. 211.

Referencias específicas

- MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA. Plan de Universalización Bolivia con Energía 2010 – 2025.
- MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA. Plan de Desarrollo energético.
- MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA. Políticas Alternativas 2011.
- Fernández, Patricia (2012), “Guía para el relevamiento de información sectorial”. Ministerio de Educación, Viceministerio de Ciencia y Tecnología, La Paz. 15.
- Viceministerio de Ciencia y Tecnología. (2012), 'Portal de de información de Indicadores de Ciencia y Tecnología', Ministerio de Educación, Bolivia.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis FODA

| ANÁLISIS DE ENTORNO | OPORTUNIDADES | AMENAZAS |
|---------------------|--|--|
| | <p>O1 Políticas Nacionales establecidas para el Sector Minero, con programas específicos de desarrollo en Exploración, Explotación e Industrialización.</p> <p>O2 Programas específicos de Industrialización de los Recursos Evaporíticos</p> <p>O3 Programa específico de Industrialización de Minerales Ferrosos (Mutún).</p> <p>O4 Existe una alta demanda de Tierras Raras, y solo el mercado está restringido a muy pocos productores.</p> <p>O5 Existen fuentes de Financiamiento Nacional e Internacional orientadas a</p> | <p>A1 Los mecanismos de financiamiento son lentos y tediosos, falta de normativas que agilicen los mismos</p> <p>A2 No existe una ley que apoye al desarrollo de Ciencia y Tecnología en este sector.</p> <p>A3 Existen fondos del exterior orientados a Remediación Ambiental que no pueden ser aprovechados por falta de Normativas.</p> <p>A4 No existe una interacción operativa entre las diferentes instituciones estatales para el fortalecimiento y desarrollo del sector</p> <p>A5 Los acuerdos para el desarrollo de Ciencia y Tecnología entre el sector</p> |



Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

| | | |
|--|---|--|
| ANÁLISIS DE SITUACIÓN | fortalecer el Componente Ambiental dentro el sector Minero y Metalúrgico. | gubernamental, empresas estatales y el sector generador de conocimiento (universidades, institutos, otros) son muy burocráticos y difíciles de gestionar. |
| FORTALEZAS F1 Existen instituciones operativas estatales (COMIBOL, Cooperativas Mineras, otras) en el sector de Minería y Metalurgia que demandan capacitación, formación, y desarrollo de Ciencia y Tecnología. F2 Existen Centros de Investigación y Desarrollo en el Sector. F3 Existencia la Red de Materiales y la Plataforma de Innovación en Energías y Minería dentro el Sistema Boliviano de Innovación. F4 Existen fondos en las Universidades que contribuyen al desarrollo de proyectos en este sector. F5 Existe equipos de Investigación y Desarrollo que realizan sus actividades en el campo de Minería, Metalurgia y Materiales. | Desarrollar programas específicos en Ciencia y Tecnología que respondan a las demandas del estado (que articulen a empresas del sector minero y metalúrgico) a ser financiados por recursos estatales Nacionales o Internacionales. (F1, F2, O1, O2, O4, O5) Las redes nacionales de investigación en el sector, y las plataformas desarrollaran proyectos estratégicos en el campo de minería y metalurgia, y productos de valor agregado que aprovechen los recursos mineros y respondan a los cuidados ambientales, en base a las políticas y demandas del sector empresarial o industrial nacional. (F3, F5, O1, O4). Los Centros de Investigación y Desarrollo Universitarios en articulación con el Sector demandante, deben formular programas Universitarios orientados a Investigación y Desarrollo en procesos de transformación de productos Mineros o Metalúrgicos, a productos de valor agregado, que pueden ser financiados por fondos nacionales o internacionales, con un apalancamiento de fondos universitarios. (F4, F5, O2, O5) | Las redes Nacionales de Investigación en materiales, deberán promocionar la incorporación de todos los participantes en el sector, para favorecer las oportunidades de financiamiento. (F1, F3, A1, A2) Fortalecer las redes y plataformas para concretizar mecanismos de apoyo que contribuyan a consolidar fondos para programas y proyectos orientados al sector, que presenten un alto componente de Formación, Investigación y Desarrollo, coadyuvando a que los procesos sean operativos y viables en el tiempo (F1, F3, A2, A4) Fortalecimiento del Sistema Boliviano de Innovación, en el sector minero – metalúrgico y de productos de valor agregado, que promocióne mecanismos adecuados (leyes, procesos ágiles de financiamiento, rutas de acceso a fondos internacionales, generación de convenios estratégicos entre actores del sistema, otros) para captar recursos económicos nacionales e internacionales orientados al desarrollo de Programas y Proyectos del sector (F1,F4,A3, A4, A5) |
| DEBILIDADES D1 La plataforma está poco fortalecida, y no existe una Red específica. D2 Faltan mecanismos operativos para articular a los participantes de Sistema Boliviano de Innovación, en el sector de Minería. D3 Reducido número de Investigadores en el sector D4 Deficiencia en programas de Formación e Investigación en el sector para el sistema de formación superior D5 Deficiente Infraestructura y Equipamiento para Investigación en el Sector. | Las redes y plataformas deben ser fortalecidas desarrollando mecanismos operativos adecuados dentro el Sistema Boliviano de Innovación, que garanticen el Desarrollo de Programas y Proyectos a ser financiados con Fondos Nacionales o Internacionales, en el marco de las demandas nacionales, y del sector demandante. (D1, D2, O1, O2, O7) Es necesario consolidar nuevos programas de formación de talentos humanos y de investigadores, que fortalezcan la infraestructura para investigación y equipamiento en el sector, aprovechando las posibilidades de financiamiento, en función de las demandas de las empresas estatales o el sector gubernamental. (D3, D4, D5, O1, O4, O5) | Bajos mecanismos de articulación en el SBI debilitan la posibilidad de consolidar mecanismos de gestión de financiamiento para Programas y Proyectos en el Sector. (D1, D2, D3, A2, A4, A5) Bajo número de Investigadores en las redes, y deficiencia en programas de formación, favorecen a que instituciones o centros que no participan de las redes tengan un mayor acceso a los fondos nacionales o internacionales. (D1, D3, A3, A4, A5). |

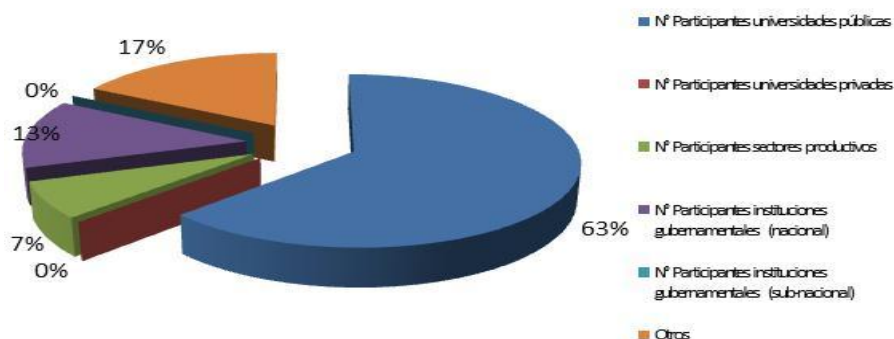


Anexo 2. Lista de instituciones participantes

La actividad científica y formación en el sector minero es muy poca, la principal está desarrollada fundamentalmente por el sector universitario:

- Instituto de Investigaciones Metalúrgicas y de Materiales (UMSA).
- Instituto de Metalurgia y Minas (UTO)
- Facultad de Ingeniería de Minas (UATF)
- Ministerio de Minería y Metalurgia
- Centro de Investigaciones Minero Metalúrgicas
- Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE)
- Dirección de Medio Ambiente Corporación Minera de Bolivia (DIMA-COMIBOL)
- Universidad Nacional de Siglo XX (UNSXX)

Anexo 3. Estadística de participantes



Anexo 4. Mapa de intervención del Componente Sectorial

