

# **IMPORTANCIA DE LA CONCENTRACION DE LOS DEPOSITOS DE BORATOS PARA EL DESARROLLO ECONOMICO DE LA REGION PUNO**

**Ing. Eugenio Araucano Domínguez**  
Profesor Principal de la Facultad Ingeniería de Minas  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

eugenioaraucano@hotmail.com

## **RESUMEN**

El objetivo del presente estudio es analizar la importancia de la explotación de la concentración de los depósitos geológicos de boratos para el desarrollo sostenido de la comunidad de Chilicolpa en la región Puno. Cuya extracción permitirá, la generación de sustento económico.

Los depósitos geológicos de boratos dependerá de la cantidad de aguas termales que llevan en solución oxido de boratos ( $B_2O_3$ ) que es de 50mg/lit en Chilicolpa y su explotación dependerá de la construcción de las lagunas artificiales para la evaporación y precipitación y la formación de costras de ulexita para promover su uso en el desarrollo económico e industrial en la Región Puno.

Una de las principales razones para promover la extracción de los depósitos de boratos, permitirá ser un medio de sustento para la comunidad de chilicolpa en el desarrollo económico sostenible de dicha comunidad campesina.

La calidad de concentración de boratos es de 16.20%  $B_2O_3$  en Chilicolpa , con un potencial de recursos minerales de 204 120 TM que ofrecen gran expectativa para su aprovechamiento por parte de dicha comunidad tratado en esta investigación.

Dentro de las principales conclusiones de la presente investigación se lograra una explotación económica de los boratos de acuerdo al precio en el mercado de US\$ 44.23 por Tonelada, generando ocupación directa de los habitantes de la comunidad de Chilicolpa, en el proceso de la extracción de las costras de boratos generando mayor bienestar económico y social.

## INTRODUCCION

En la región Puno los materiales más representativos correspondiente a los yacimientos de minerales no metálicos se tiene los boratos ubicados en el límite de Puno y Tacna en el cauce del Río Maure, conocido como la antigua boratera de la que se extraía Colemanita y Ulexita. Este conjunto de sales son depositadas por las aguas termales y fumarolas que surgen a lo largo de quebradas que terminan en el Río Maure.

Fig. No 01: Vista aerea de la ubicación de los boratos de chilicolpa



Los depósitos de boratos a nivel mundial según estudios realizados por; James M. Barker, en página 120 de Surface Mining Editado por Bruce A. Kennedy(1) son de:

- Boratos lacustrinos (lagos)
- Depósitos de playa
- Depósitos de fumarolas y aguas termales
- Depósitos de boratos de origen marino
- Depósitos pegmatíticos

A nivel de América del Sur se tiene la ocurrencia de boratos en:

**Chile:** depósitos de playa del cuaternario cuyo mineral económico es la Ulexita.

**Bolivia:** depósitos de playa y lacustre tales como: Salares de Uyuni, Coipasa, Empexa, (Oruro y Potosí) como mineral económico se tiene la Ulexita de alta ley.

**Argentina:** depósito de aguas termales y depósitos de playa de origen Cuaternario y terciario con minerales de Ulexita, Bórax, kernita y colemanita en Tinealayu.

**Perú:** depósitos de playa el caso Salinas (Arequipa) y depósitos de aguas termales y Fumarolas(Puno) de origen cuaternario con el mineral Ulexita.

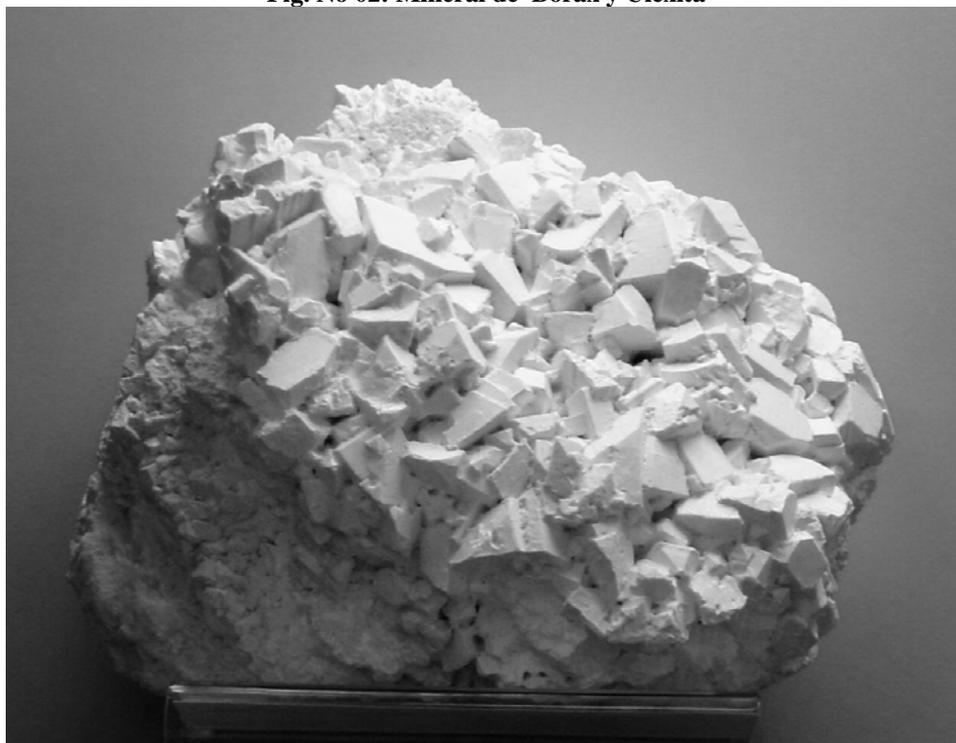
**CUADRO No 01: PRINCIPALES SALES EVAPORITICAS FORMADOS POR PRECIPITACION QUIMICA, FORMA PARTE DE DEPOSITOS DE BORATOS**

| CARBONATOS |                                                                | SULFATOS    |                                                                         | BORATOS       |                                                                   | CLORUROS  |                                            |
|------------|----------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------|
| Caliza     | $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$                                   | Anhidrita   | $\text{CaCO}_3$                                                         | Bórax         | $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$      | Carnalita | $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ |
| Dolomía    | $\text{MgCO}_3$                                                | Barita      | $\text{CaSO}_4$                                                         | Colemanita    | $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$    | Halita    | $\text{NaCl}$                              |
| Magnesita  | $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$            | Bloedita    | $\text{BaSO}_4$                                                         | Kermita       | $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$       | Silvina   | $\text{KCl}$                               |
| Natrón     | $\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | Celestina   | $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  | Probertita    | $\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$              |           |                                            |
| Trona      |                                                                | Epsomita    | $\text{SrSO}_4$                                                         | Ulexita       | $\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$              |           |                                            |
|            |                                                                | Glauberita  | $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$                               | Szaibelyita   | $\text{MgBO}_2(\text{OH})$                                        |           |                                            |
|            |                                                                | Kainita     | $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2$                                   | Ascharita     | $\text{MgHBO}_3$                                                  |           |                                            |
|            |                                                                | Kieserita   | $\text{KMg}(\text{SO}_4) \cdot \text{Cl} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$     | Boracita      | $\text{Mg}_3\text{B}_7\text{O}_{13}\text{Cl}$                     |           |                                            |
|            |                                                                | Langbeinita | $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$                                | Hidroboracita | $\text{MgCaB}_6\text{O}_{11} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$           |           |                                            |
|            |                                                                | Mirabilita  | $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4$                            | Pandermita    | $\text{Ca}_4\text{B}_{10}\text{O}_{19} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ |           |                                            |
|            |                                                                | Polialita   | $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$                     | Cotoita       | $\text{Mg}_3(\text{BO}_3)_2$                                      |           |                                            |
|            |                                                                | Tenadita    | $\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{SO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | Datolita      | $\text{Ca}_2\text{B}_2(\text{SiO}_4)_2(\text{OH})_2$              |           |                                            |
|            |                                                                | Yeso        | $\text{Na}_2\text{SO}_4$                                                | Boracita      | $\text{Mg}_3\text{B}_7\text{O}_{13}\text{Cl}$                     |           |                                            |
|            |                                                                |             | $\text{CaSO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$                               |               |                                                                   |           |                                            |

**Fuente: Geología económica de los recursos minerales, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas Madrid- España 1998**

la geología de depósitos evaporíticos y su importancia económica esta referida a boratos cuyo mineral de importancia es la Ulexita y sus propiedades que se presenta en forma de fibras sedosas, transparente de color blanco redondeado.

**Fig. No 02: Mineral de Borax y Ulexita**



Estos materiales salinos resultan de la precipitación de las sales disueltas en las aguas, las cuales incorporan los iones por proceso de meteorización de las rocas, transportados a las cuencas de sedimentación y otros por proceso de aguas termales y fumarolas en zonas volcánicas de Chilicolpa y salinas en Perú.

**Fig. No 03: Depósitos de Boratos (canchas de secado de ulexita) de Chilicolpa**



## **II.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

Los minerales “no metálicos”, también llamados minerales industriales, son explotados en el Perú en pequeña escala, a pesar de ser, muchos de ellos abundantes, a pesar de formar una pequeña parte de la tabla periódica de los elementos, son esenciales para la vida y comprenden elementos tan variados como el hidrogeno, el oxígeno, el nitrógeno, el azufre, el carbono y el boro por mencionar unos cuantos.

Los yacimientos de boratos presentan ventajas comparativas de tipo geológico, tecnológico y económico y son aprovechadas por sector químico –industrial. Dentro de los compuestos de boro, único mineral explotable es la ulexita ó boronatrocalcita, se encuentra asociada a la costra salina superficial, a partir de este mineral se fabrica ácido bórico y bórax.

Los minerales industriales pueden llegar a ser en el Perú una gran fuente de oportunidades debido a que no necesita de grandes inversiones, que el mercado sea amplio si los preparamos con buena calidad y que pudiera ser un gran complemento en la economía peruana.

La industrialización de minerales no metálicos lo cual generaría muchas fuentes de trabajo y de posibilidades serias y concretas de desarrollo para las comunidad de Chilicolpa.

En caso de minerales industriales el valor agregado se obtienes a partir de sus especificaciones físicas químicas y reológicas, así como también de su proceso industrial.

La madures económica de un país se obtiene cuando el valor de los minerales industriales excede a la de los recursos minerales metálicos básicos y preciosos. Las especificaciones de minerales no metálicos varían de acuerdo: aplicaciones, equipos utilizados y proceso de producción.

***“Los productos boratados se usa principalmente como insumos en pinturas, detergentes, fibra de vidrio, fundentes en cerámica, micros nutrientes en fertilizantes y otros”.<sup>(2)</sup>***

***“ La explotación de depósitos de minerales de boratos se han registrado de acuerdo a los estudios de yacimientos de minerales no metálicos realizados por la Misión Española de cooperación técnica geológica – minera mediante Instituto geológico minero y metalúrgico del Perú, donde se tiene los “hallazgos por boratos en el cause del río Maure denominado como la antigua boratera de la que se extraía colemanita y ulexita, que se encuentra entre los límites del departamento de Puno – Tacna.”<sup>(3)</sup>***

***Minerales Industriales del Perú, “los boratos se concentra partir de los líquidos residuales y escapa con las exhalaciones volcánicas o es disuelta en las soluciones hidrotermales. El borato hidrotermal volcánico se concentra en aguas salobres de algunos lagos y sus sedimentos, se tiene depósitos de Taruca ni de 14 x 8 Km. ubicado en una depresión ovalada y rodeada de volcanes, que se encuentra en la provincia y región de Arequipa, segundo deposito de boro en importancia es el deposito de Chili colpa de una extensión de 3 x 0.5 Km. cortado por el río Maure.”<sup>(4)</sup>***

***“Los productos no metálicos por lo general son de bajo costo de extracción y están orientados a industrias y consumo local, por lo que su aprovechamiento puede ser muy significativo para el desarrollo de las economías locales y regional”<sup>(5)</sup>***

---

<sup>2</sup> www. Sernageomin.cl/publicaciones/ rocas y minerales industriales

<sup>3</sup> Inventario Nacional de Sustancias No Metálicas –INGEMMET - 1982

<sup>4</sup> Minerales Industriales del Perú - Estanislao Dunin Borkowski – 1996

## **2.2.- ANTECEDENTES DE LA OCURRENCIA DE BORATOS.**

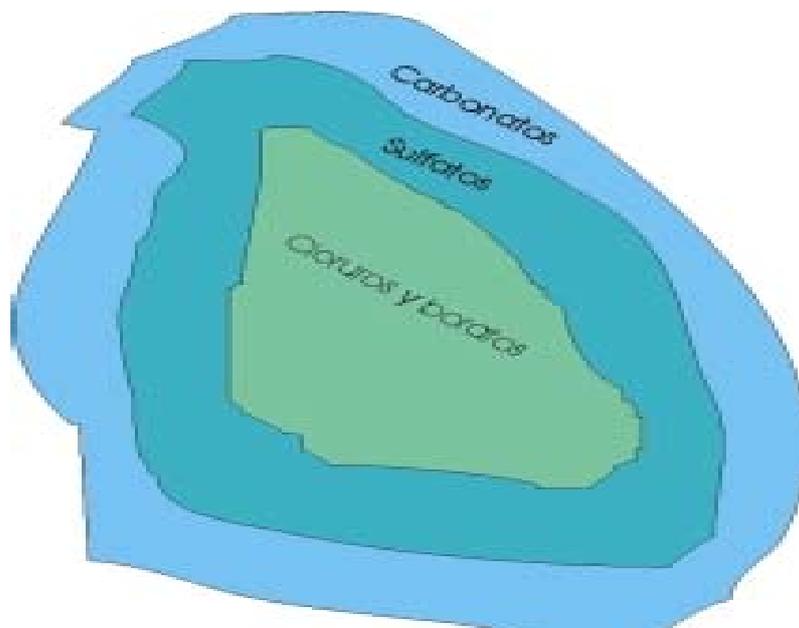
La evaporación es un proceso importante en la formación de diversos minerales no metálicos, que actúa en climas calidos y regiones áridas. El proceso consiste en que las aguas subterráneas son arrastradas a cuencas o áreas secas, por el excesivo calor dichas aguas con sales en solución se evaporan dejando a sus minerales valiosos.

Para la formación de minerales por evaporación se tiene las siguientes condiciones:

- 1). Disponibilidad de masas de agua salina concentrada de sales solubles.
- 2) Sobresaturación de una determinada sal y su precipitación
- 3). Las sales menos solubles precipitan antes que las sales mas solubles.
- 4). La solubilidad de una determinada sal se afecta por la temperatura ó por la presencia de otras sales en solución
- 5). El tiempo es factor determinante en la formación de sales complejas
- 6). Los cambios de temperatura y grado de salinidad durante la evaporación puede producir inversiones en el orden de deposición diaria, periódica ó cíclica.
- 7). Algunas sales experimentan cambios en el proceso ó después de la precipitación.
- 8). La deposición por evaporación se produce solo cuando la concentración salina del agua se haya reducido a la mitad del volumen inicial de la solución (aumentando la solución al doble). Como la sal gema y los boratos se depositan al reducirse el volumen a 1/10. Algunos boratos precipitan junto a los minerales de potasio, otros tienen un típico medio ambiente marino y unas terceras son de origen lacustre. Podemos citar el origen de los boratos:
  - a) Condiciones áridas conjuntamente con Potasio – Boracita:  $B_7 O_{13} Ca_2 Cl$
  - b). Condiciones marinas: Boratos de Mg
  - c). Condiciones lacustre, en capas de borato de calcio(  $B_6 O_{11} Ca_2 \cdot 5H_2 O$ )

**“La mayor parte de los boratos comerciales se obtienen de capas lacustre como resultado de la evaporación de marismas salinas, que al concentrar las soluciones se forman se forman salinas estratificadas, con una composición de Ulexita, colemanita, borax, junto con otros minerales secundarios de boro” Tal como indica en su texto de minerales no metalicos Buistamante Borda Jose de Universidad tecnica de Oruro-Bolivia.**

**Fig. No 03: Vista de la formación de boratos de Chilicolpa**



**Figura No 04: Zonación típica en de depósitos salinos en salares. Las sales más solubles (cloruros, boratos) se depositan en la parte más profunda de la cuenca, seguidas de los sulfatos y de los carbonatos; estos últimos por ser menos solubles son los primeros en precipitar. Las condiciones locales de las cuencas pueden modificar la distribución de sales, pero las más solubles se depositarán siempre en la porción más profunda.**

La mayoría de los salares andinos tiene presencia de boratos, pero sólo algunos presentan volúmenes de reservas adecuados para constituir yacimientos. A ello, debe agregarse factores negativos de accesibilidad y de condiciones de explotación, ambos fuertemente limitados por las condiciones climáticas lo que permite solamente su explotación estacional.

En caso de costras boratadas de yeso y de halita. En cada una de estas unidades hay una distribución de ulexita, como único mineral de boro asociados en los bordes de todos los salares.

La costra boratada de yeso es como consecuencia la 'interrumpida ocasionalmente por la presencia de montículos de algunos centímetros de alto, por 1 a 1,5 m de diámetro, constituidos por un agregado de calcita y material detrítico que están rodeados por bolsones de ulexita'. Es la interpretación de la génesis de los boratos por precipitación a partir de aguas calientes de géiseres o fuentes termales.

### 2.3.- Depósitos de chilicolpa

Es el segundo depósito más importante de boratos en el Perú, que tiene una extensión de de 3 \* 0.50 Km. según los análisis de laboratorio realizado indican:

Muestra cruda

$B_2O_3 = 16.20 \%$

Muestra calcinada

$B_2O_3 = 54.60 \%$

La fuente de aguas termales caliente pueden llegar hasta 50 mg/ lt

de  $B_2O_3$ , los boratos se han formado como producto de la intensa actividad termal relacionado con el vulcanismo, las soluciones boratados son directamente acezadas a una laguna de precipitación donde se tiene la formación de ulexita, tiene una costra de 0.50 a 1.00 mts de espesor con un contenido promedio de 30% de ulexita.

## III.- FUNDAMENTOS TEORICOS DE LA INVESTIGACION

### 3.1.-Objetivo general

Establecer de qué manera la extracción de boratos puede generar el Bienestar económico para las comunidades Chilicolpa.

### 3.2.- Objetivos específicos

- A.- Promover la explotación racional de los depósitos de boratos como medio de sustento de la comunidades de Chilicolpa.
- B.- Realizar su extracción y producción de boratos para desarrollo Económico e industrial.
- C.- Determinar la calidad de boratos para su aprovechamiento de la Comunidad Chilicolpa

### 3.3.- HIPÓTESIS Y VARIABLES

#### Hipótesis General

¿Si se logra una explotación económica de boratos se generara bienestar económico, que implique mayor ocupación directa e indirecta en la comunidad de Chilicolpa?

### Hipótesis Específicos

- a.- Si se analiza su explotación de los depósitos de boratos de Chilicolpa Entonces se lograra bienestar económico favorable para la población?
- b- Si se analiza el consumo de boratos para consumo industrial entonces se lograra Bienestar económico para las comunidades de Chilicolpa?
- c.- Si se logra producir una mejor calidad de los boratos entonces será mayor la Participación de la comunidad?

### Variables e Indicadores

- a) Variable independiente  
Estará en función del estudio estudios de los depósitos geológicos de boratos de Chilicolpa y las técnicas de explotación.
- b)- Variable dependiente  
La calidad de concentración de Boratos referidos a las reservas minables y su ley en porcentaje de  $B_2O_3$ .  
Las técnicas aplicadas en el proceso de la extracción de los depósitos de boratos

## IV.-ANALISIS DE INTERPRETACION Y CONTRASTACION

### 4.1.- ANALISIS Y CARACTERISTICAS

De acuerdo a los estudios geológicos realizados la calidad de formación de los boratos de Chilicolpa estará en función de la deposición de aguas termales que tiene disuelto  $B_2O_3$  que son llevados a una laguna de evaporación, cuya precipitación esta de acuerdo a las condiciones de la temperatura del medio para la formación de Ulexita en forma de costras de espesor variable.

En el sur del Perú, se cuenta con depósitos de boratos con la producción de Ulexita que en los últimos años se viene produciendo entre 17 000 y 41 000 toneladas por año, Cuyo mineral comercial es oxido de boro ( $B_2O_3$ ), que tiene muchos usos y siendo insustituibles. Por ello el precio de los boratos depende de su contenido de óxidos de boro, que varia de acuerdo al contenido mineralógico y pureza del producto.

La Ulexita ( $Na Ca B_5 O_9 \cdot 8 H_2 O$ ) cuando es pura contiene 43% de oxido de boro ( $B_2O_3$ ), cuyo precio aproximado es 282 US\$/TM.

Con estas premisas en el presente investigación se cumple con el objetivo general y los objetivos específicos de que la extracción de boratos generará bienestar económico para la comunidad campesina de Chilicolpa, que es posible la explotación económica de boratos para obtener mayor ingreso económico y ocupación directa e indirecta por parte de la población, lo cual contrasta con la hipótesis general y hipótesis específicos propuesto para la investigación.

Las industrias en el Perú pagan los siguientes precios por tonelada de boratos, cuya fuente es el Reporte de Ministerio de Energía y Minas,

**CUADRO No 02 : Precios de boratos por tipo de consumo industrial**

| INDUSTRIA                                | PRECIO US\$/TM |
|------------------------------------------|----------------|
| Fabricación productos farmacéuticos      | 700 – 770      |
| Fabricación Jabones y similares          | 600 – 700      |
| Fabricación de productos químicos        | 210 – 440      |
| Fabricación de objetos de loza           | 232 – 270      |
| Fabricación de pinturas barnices y lacas | 150 – 200      |
| Fabricación de vidrio                    | 65 - 120       |

**CUADRO No 03: DE PRODUCCIÓN DE BORATOS EN EL PERU**

| AÑO          | TM BORATOS Y ULEXITA |
|--------------|----------------------|
| 1990         | 17 210               |
| 1991         | 19 644               |
| 1992         | 26 613               |
| 1993         | 36 472               |
| 1994         | 41 987               |
| 1995         | 26 767               |
| <b>TOTAL</b> | <b>168 693</b>       |

De donde podemos traducir que esta producción esta referido a los depósitos de salares de salinas – Arequipa con una producción promedio de: 28 115 TM/año. Que implica determinar el valor agregado al producir y procesar una tonelada de mineral industrial y proporcionar la verdadera importancia de minerales de boratos en la Región Puno.

Costo de producción de boratos: US\$ 4,00

Precio de los boratos por tonelada: US\$ 44.23

**CONSUMO NACIONAL POR GRUPO DE INDUSTRIAS**

|                                                             | No EMPRESAS |
|-------------------------------------------------------------|-------------|
| Fabrica de vajillas de loza vitrificada:                    | 02          |
| Fabrica de refractarios y mayólica vidriada:                | 02          |
| Fabrica de embaces de vidrio, cristalería y vidrios planos: | 08          |
| Fabrica de luna de vidrio                                   | 01          |
| Fundición y Laminación y fábrica perfiles de metales:       | 02          |
| <b>TOTAL</b>                                                | <b>15</b>   |

**CUADRO No 04: DE RESERVAS POTENCIALES DE BORATOS Y SUS ESPECTATIVAS GEOLOGICAS**

| UNIDADES                        | CHILICOLPA     | TARUCANI         |
|---------------------------------|----------------|------------------|
| Área Km. <sup>2</sup>           | 3 * 0.5        | 14 * 8           |
| ESPESOR(m )                     | 0.20           | 0.50             |
| COLUMEN(m )                     | 1 500 000      | 112 000 000      |
| % B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 16.20          | 30               |
| PESO ESPECIFICO                 | 1.40           | 1.40             |
| TM DE BORATOS                   | 340 200        | 47 040 000       |
| 60% de Recuperación             | 204 120        | 28 224 000       |
| *@44.23 US\$/TM                 | 9 028 227 US\$ | 124 834 520 US\$ |

|                          |    |     |
|--------------------------|----|-----|
| Soluto de boro en mg/lit | 50 | 120 |
|--------------------------|----|-----|

Fuente: elaboración del autor

\*Se considera el precio de compra de mineral bruto de ulexita sin procesamiento extraído de la mina o salar de evaporación.

#### 4.2.- Análisis de los Métodos de evaluación de los depósitos de boratos de chili colpa.

De acuerdo a la investigación la evaluación del desempeño se ha desarrollado en base a los estudios de la formación de los depósitos de salares, cuya concentración de oxido de boro forma las costras salinas que podrían ser extraídas para generar posible bienestar económico para el desarrollo de la comunidad de Chilicolpa.

CUADRO No 05: Ingresos y costos

| <b>Chilicolpa</b>                                                    |         |
|----------------------------------------------------------------------|---------|
| Concentración B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                          | 16.20   |
| Reservas de Boratos en TM                                            | 204 120 |
| Concentracio de solutoa<br>( mg B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / Lt ) | 50      |
| Precio del boro (US\$/Ton)                                           | 44.23   |
| Costo de producción (US\$/Ton)                                       | 4.00    |
| Producción artesanal estimada<br>(Por tonelada/per./mes)             | 30.00   |
| Actividad agraria/persona (US\$)                                     | 800.00  |
| Ingresos por boratos/ persona (US\$)                                 | 1322    |
| Utilidad neta/persona (US\$)                                         | 402     |
| Factibilidad                                                         | viable  |

Fuente: Elaborado por el autor

#### 4.3.- Análisis Técnicas de explotación

La explotación será efectuada por los habitantes de la comunidad de Chilicolpa, teniendo en cuenta la explotación tradicional que consiste en:

Construcción de Laguna de Precipitación evaporítica

La cosecha es extraer en forma manual las costras salinas de boratos

Secado natural del material extraído

Ensacado

Venta al mercado de consumo

Se tiene en consideración la ocupación directa de 50 personas de la comunidad de chilicolpa, donde se tiene expectativas de obtener ingresos por los habitantes del lugar teniendo en cuenta.

Vida del negocio : 12 años

Producción anual : 17 000 TM

Producción mensual : 1 416 TM

Ingreso bruto por mes: US\$ 62 304

Ingreso por persona : US\$ 13.40 / día

**CUADRO No 06: CONTRASTACIÓN Y VERIFICACIÓN**

| <b>HIPOTEISI GENERAL</b>                                                                                                                                                               | <b>OBJETIVO GENERAL</b>                                                                                                                   | <b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>CONCLUSIONES PARCIALES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>¿Si se logra una explotación económica de boratos se generara bienestar económico, que implique mayor ocupación directa e indirecta en las comunidad de Chilicolpa? Región Puno</p> | <p>Establecer de que manera la extracción de boratos puede generar bienestar económico para la comunidad Chilicolpa en la Región Puno</p> | <p>a.-Promover la explotación racional de los depósitos de boratos como medio de sustento de la comunidad de Chilicolpa : Región Puno</p> <p>b.-Realizar su producción y extracción de boratos para desarrollo económico e industrial</p> <p>c.-Determinar la calidad de boratos para su aprovechamiento de la Comunidad de Chilicolpa.</p> | <p><b>a.-La promoción de la explotación de los depósitos de boratos será promovido por Dirección Regional de Minería incidirá significativamente en la generación de ingresos por explotación de boratos como medio de económico para las comunidades de Chilicolpa en la Región Puno</b></p> <p><b>b.-Para realizar la extracción de boratos, se efectuara por método tradicional, mediante lagunas de evaporación y precipitación para formar costras de boratos, de acuerdo a los precios expectantes del borato en el mercado permitirá el desarrollo económico e industrial en la Región Puno.</b></p> <p><b>c.- La determinación de la calidad de concentración de boratos para su aprovechamiento y su consumo en el mercado industrial estará de acuerdo a las fuentes de aguas termales que tienen en solución óxidos de boratos de 50 mg/ Lt en Chilicolpa que son depositados en las lagunas de precipitación y evaporación para formar costras de mineral extraíble. Que servirá para su desarrollo sostenido de la comunidad.</b></p> |

## CONCLUSIONES

1.- Se lograra una explotación económica de los boratos de acuerdo al precio de los boratos (cuadro No 02) por tipo de industria, reservas potenciales de boratos, y la evaluación económica de ingresos y costos por la extracción (cuadro No 05) se ha establecido por esta actividad de la explotación de boratos puede generar bienestar económico dando mayor ocupación directa e indirecta para la comunidad de Chilicolpa en al Región Puno.

2.- El aprovechamiento de los recursos minerales, será promovido por la Dirección Regional de Energía y Minas de la Región Puno, en la explotación de los depósitos de Boratos como medio de sustento para la comunidad de Chilicolpa, con lo que se generara bienestar económico.

3.- Para realizarla la extracción de la ulexita se efectuara de acuerdo a la técnica de explotación mediante el método tradicional construyendo lagunas de evaporación y precipitación, que posibilite la cosecha de las costras de boratos para consumo industrial que permitirá generar utilidades económicas.

4.- La determinación de la calidad de concentración de los boratos para su aprovechamiento están expresados en el contenido de óxidos de boratos ( $B_2O_3$ ), para Chilicolpa es de 16.20% con potencial de 204 120 TM, que ofrecen una gran expectativa para su explotación que implicara mayor participación de la comunidad en la Región Puno.

## BIBLIOGRAFIA

**BATEMAN M., Alan:** Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico editorial Omega S.A.- 1973

**BRUCE A., Kennedy:** SURFACE MINING, editorial AIME-1990.

**BUSTAMANTE BORDA, José:** Minerales no-metálicos; editorial Universidad Técnica de Oruro-Bolivia.- 1989

**BUSTILLO REVUELTA MANUEL:** Recursos Minerales, editorial facultad de Ciencias Geológicas, Universidad de Complutense – Madrid 1996

**DUNIN BORKOWSKI, E.;** Minerales industriales del Perú; editorial. INGEMMET- LIMA – 1996.

**INGEMMET:** Inventario Nacional de Sustancias No-Metálicos, 1982

**TAFUR H., Isaac;** Geología Económica de Yacimientos minerales No-Metálicos. Editorial UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. – 1998

**VASQUEZ GUZMAN FERNANDO:** Geología Económica de los Recursos Minerales: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid- España 1998

### INFORMACION ELECTRONICA

1. [WWW.minem.gob.pe/archivos/dgm/](http://WWW.minem.gob.pe/archivos/dgm/)
2. [WWW.ingemmet.gob.pe/publicaciones/](http://WWW.ingemmet.gob.pe/publicaciones/)
3. [www.sernageomin.cl/boratos/](http://www.sernageomin.cl/boratos/)
4. [www.Segemar.ar/boratos/](http://www.Segemar.ar/boratos/)

**ANEXO No 01: UBICACIÓN DE LA PROVINCIA BORATERA CENTRO ANDINA – AMÉRICA DEL SUR**



## ANEXO No 2

## APLICACIONES Y USOS DE LOS MINERALES INDUSTRIALES

| MINERAL INDUSTRIAL | APLICACIONES INDUSTRIALES                                                                  | USOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Arcilla            | Cerámica. Ladrillo. Construcción. Cemento.                                                 | Revestimiento de pared y piso, sanitarios, cerámica mixta, esmaltes, engobes, ladrillos y ladrillos refractarios, cemento portland, tubos de alcantarilla, tejas, baldosas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Arena y Grava      | Construcción.                                                                              | Vaciado de techos, paredes, pisos, estabilizaciones de caminos, concretos, morteros. Reutilización de hormigones de cemento y asfalto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Baritina           | Química, Petrolera, Farmacéutica, etc.                                                     | Fabricación de sustancias químicas, taladros para pozos de petróleo, farmacéuticos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Bentonita          | Farmacéutica, Imprenta, Agroindustria, Química, Metalúrgica, Alimentaria, Petrolera.       | Arenas de moldeo, Lodos de perforación, Peletización, Absorbentes, Material de Sellado, cementar fisuras y grietas de rocas, <b>Alimentación animal</b> , <b>Catálisis</b> , fabricación de pinturas, grasas, aceites, papeles, mejorar las propiedades de los suelos, en la obtención de la membrana de osmosis inversa.                                                                                                                                                                                                      |
| Boratos            | Agroindustria, Vidrio, Química, Alimentaria, Textil, Cerámica, Mecánica.                   | Arenas de moldeo, Lodos de perforación, Peletización, Absorbentes, Material de Sellado, cementar fisuras y grietas de rocas, <b>Alimentación animal</b> , <b>Catálisis</b> , fabricación de pinturas, grasas, aceites. Para aumentar el color en papeles autocopiativos. Mejorar las propiedades de los suelos, en la obtención de la membrana de osmosis inversa.                                                                                                                                                             |
| Cal                | Metalúrgica, Agroindustrial, Química, Construcción, Hidroeléctricas, Papelera, Metalurgia. | pH de los procesos metalúrgicos, dolomita refractaria. Refinería de azúcar, producción de acero en hornos, producción de magnesio y refractarios. Remediaciones medioambientales, suavizante y clarificante del agua potable, neutralización de agua ácida producida en mina, desulfurización del tubo de gas, papeles, producción de calcio hipoclorado, gaseosas, fertilizantes.                                                                                                                                             |
| Calcita            | Química, Metalúrgica, Agroindustrial, Vidrio, Construcción, Cerámica.                      | Construcción y mantenimiento de edificaciones, cemento, agricultura, refinación del azúcar, vidrio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Caliza             | Química, Metalúrgica, Caucho, Pintura, Papel, Agroindustrial, Vidrio, Cerámica.            | Construcción y mantenimiento de edificaciones, en química y metalurgia, cemento, agricultura, refinación del azúcar, vidrio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Caolín             | Papel, Pintura, Caucho, Cerámico, Refractarios, Química, Farmacéutica, Medicina.           | Acabado de papeles, porcelana, loza sanitaria, electro cerámica, aislantes térmicos y cementos, pinturas aislantes cauchos. Abonos, pesticidas y alimentos de animales. Sulfato, fosfato y cloruro de aluminio. Cosméticos y absorbentes estomacales. Catalizadores y fibras de vidrio.                                                                                                                                                                                                                                        |
| Cuarcita           | Química, Metalúrgica, Agroindustrial, Vidrio, Refractaria.                                 | Agricultura, refinación del azúcar, vidrio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Diatomitas         | Medicina, Agroindustrial, Cemento, Petrolera, Mecánica, Explosivos.                        | Usada para la filtración, diatomita de varios grados en polvos calcinados. Absorciones, aislamientos, filtración de la sangre humana, insecticidas, cementos Pórtland usados con diatomita impura con arcillas. Buen depósito para hidrocarburos. Estabilizador de la nitroglicerina. Pinturas para secar sustancias químicas. Abrasivo suave de pulido.                                                                                                                                                                       |
| Feldespatos        | Vidrio, Cerámica, Química, Caucho.                                                         | Fabricación de vidrios, en cerámicos y como aditivo en pinturas, plásticos y el caucho.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Mármol             | Construcción, Cerámicos.                                                                   | Edificaciones y monumentos, estructuras y sanitarios. Baldosas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Mica               | Plástico, Refractario, Química, Mecánica, Construcción, Cosméticos, Papelera, Electrónica. | Pigmentos de esencia de perla, reemplazamiento de asbestos, productos de asfalto, plásticos, recubrimiento exterior, arandelas, recubrimientos marinos, componentes para realizar moldes, insolación de cables, trabajo junto al yeso en recubrimiento de paredes, aditivo en la industria de las perforadoras, aditivo de gomas, como llantas y techado, frenos de automóviles, cosméticos, papeles, equipos electrónicos.                                                                                                    |
| Sal Común          | Química, Agroindustrial, Alimentaria.                                                      | Minado del carbón, químicos, control del hielo, distribuidores, procesamiento de comidas, tratamiento de aguas primarias, estabilización de carreteras.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Sílice             | Vidrio, Metalúrgica, Mecánica, Química, Petrolera, Cerámicos, Electrónica, Óptica.         | Fabricación del vidrio, filtración abrasivos, fundición, fracturamiento hidráulico, aplicaciones del metal silicota, cerámicos, sanitarios, urinarios, baños, químicos, rellenos, filtraciones, cementantes, materiales de construcción. Fibra óptica, sílice de alta pureza fundido es usado en equipos electrónicos. Es mezclado con zirconio para formar estructuras de fundición (capitas). El cristal de cuarzo es usado en piezas eléctricas y en aplicaciones ópticas usado en la industria de dispositivos de cristal. |
| Talco              | Construcción, Cerámicos, Química, Cosméticos.                                              | Cerámicos, (sanitarios y baldosas), pinturas, papeles, plásticos, gomas, cosméticos y productos refractarios.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Yeso               | Hidroeléctricas, Construcción, Agroindustrial, Alimentaria, Química, Farmacéutica.         | Desfluorización del tubo de gas, construcción enyesado de casas, oficinas y edificios comerciales, cemento Pórtland, acondicionador de largos territorios en áreas sub-urbanas y en regiones agrícolas, neutralizar tierras ácidas. Comidas, vidrio, papel y farmacéuticos.                                                                                                                                                                                                                                                    |

ANEXO No 03:VISTA PANORAMICA DE LOS DEPOSITOS DE BORATOS DE CHILICOLPA



***ANEXO No 04: VISTADE LA EXPLOTACION DE EVAPORITAS DE CLORUROS -  
SALINAS AZANGARO - PUNO***

