

Universidad Nacional de Ingeniería
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y
METALURGICA



**Tendencias del Mercado Mundial y
Perspectivas de Crecimiento para la
Minería del Cobre en el Perú**

Informe de Ingeniería

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

LUIS AGUSTIN PRADO ALEGRE

Lima-Perú
1996

ÍNDICE

| | Página |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN..... | 01 |
| CAPÍTULOS | |
| I. HISTORIA | 02 |
| 1.1 El Cobre en el desarrollo de la Humanidad | 02 |
| 1.2 El Cobre en la historia del Perú | 03 |
| II. GENERALIDADES..... | 05 |
| 2.1 Propiedades | 05 |
| 2.2 Definiciones | 05 |
| 2.3 Especificaciones | 07 |
| III. ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA DEL COBRE | 09 |
| 3.1 La Producción Minera y el Comercio de Concentrado..... | 09 |
| 3.2 La Producción de Cobre Refinado | 10 |
| 3.3 El Consumo de Refinados | 11 |
| IV. FASES DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN | 13 |
| 4.1 La Geología | 13 |
| 4.2 Minado | 14 |
| 4.3 Concentración..... | 15 |
| 4.3.1 Lixiviación..... | 16 |
| 4.3.2 Flotación..... | 16 |
| 4.4 Fundición | 17 |
| 4.5 Refinación | 18 |
| 4.5.1 Refinación a Fuego | 19 |
| 4.5.2 Refinación Electrolítica | 19 |

| | |
|--|-----------|
| V. FACTORES ECONÓMICOS Y OPERATIVOS..... | 21 |
| 5.1 Factores Económicos..... | 21 |
| 5.1.1 Formas de Comercialización | 22 |
| 5.1.1.1 Concentrados | 22 |
| 5.1.1.2 Wirebars y Cátodos | 24 |
| 5.1.2 Las Bolsa de Metales | 25 |
| 5.1.2.1 Mercados de Futuro | 26 |
| 5.1.2.1 Utilización de los Mercados de Futuro | 27 |
| 5.2 Factores Operativos..... | 28 |
| 5.2.1 Los Costos De Producción | 28 |
| 5.2.2 Los Requerimientos Ambientales..... | 28 |
| 5.2.3 Requerimientos Energeticos..... | 29 |
| | |
| VI. TENDENCIAS DEL MERCADO..... | 30 |
| 6.1 Precios..... | 30 |
| 6.2 Consumo | 31 |
| 6.3 Oferta | 31 |
| 6.3.1 Exploración..... | 31 |
| 6.3.2 Capacidad Minera | 32 |
| 6.4 Políticas Mineras | 33 |
| 6.5 La Internacionalización de la Minería | 33 |
| | |
| VII. EL COBRE EN LA MINERÍA PERUANA | 35 |
| 7.1 Marco Legal y Tributario | 35 |
| 7.2 Producción Actual | 36 |
| 7.3 Proyectos de Inversión | 36 |

CONCLUSIONES..... 38

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 41

ANEXOS : PRESENTACIÓN DE CUADROS Y GRÁFICOS..... 43

INTRODUCCIÓN

La industria del cobre en el mundo ha presentado en los últimos años un crecimiento muy importante, siendo alentada por el descubrimiento de ricos yacimientos explotados con nuevas tecnologías, teniendo como resultado operaciones muy eficientes y originando la competencia de los países productores por atraer inversión extranjera. Por otro lado el auge de la economía en los países consumidores de cobre, es también un factor relevante. Por lo tanto, las proyecciones indican que ésta tendencia continuará en los próximos años.

El presente estudio, pretende ser un aporte actualizado, acerca de las tendencias del mercado mundial y perspectivas de crecimiento para la minería del cobre en el Perú. Exponiendo, en el último capítulo los planes diseñados por la actual administración de nuestro país y la implicancia para nuestra economía.

Finalmente, es interesante destacar, que el auge del sector minero y el desarrollo de nuestro país, dependerán también, del adecuado recurso humano que garantice y sostenga en el tiempo este crecimiento.

CAPITULO I. HISTORIA

Por el aporte que ha tenido en el desarrollo de la humanidad, el cobre es considerado por muchos como el material que ha tenido mayor impacto en la historia de las civilizaciones. Los registros históricos indican que fue el primer metal usado con fines prácticos; sin embargo a nivel de consumo de metales durante toda la historia, es el tercer metal más usado, siendo en la actualidad muy importante durante la generación y distribución de energía.

1.1 El Cobre en el Desarrollo de la Humanidad

La información revisada señala que por intermedio de varios descubrimientos arqueológicos se ha sido establecido que el hombre usó cobre y bronce en muchos países (Babilonia, Mesopotamia, Egipto, India, China y Japón). Esto es conocido como la Edad de Bronce, donde por los descubrimientos realizados el ser humano más antiguo en utilizar cobre, estaría en los valles de los ríos Tigris y Eufrates, entre los 8000 y 7000 Antes de Cristo.

Posteriormente, la historia registra apreciable actividad minera en tiempos medievales, basado principalmente en el Norte de Europa. Las obras literarias dejadas por Georgius Agricola, evidencia los métodos empleados en esa era. Asimismo por el Siglo XVI, Londres se convirtió en un centro importante de fábrica de armas, mientras que otros países Europeos exportaron otros productos de bronce, que no eran abastecidos por Inglaterra.

Luego, la revolución Industrial, inició el momento de una presencia importante de Inglaterra y otros países Europeos, el uso del cobre y sus aleaciones progresaron unidos al avance de la tecnología. Desde las fundiciones y refinerías iniciaron rápidamente incrementos en la oferta de productos de cobre como hojas de bronce, alambre de fundición hacia las fábricas e industrias de otros países. Las fábricas de laminación, produciendo flejes y hojas metálicas comenzaron a aparecer en los inicios del siglo XVIII. Como la demanda se

incrementó, comenzó la exploración en otras partes del mundo, sentándose las bases de la industria que conocemos hoy.

1.2. El Cobre en la Historia del Perú

En relación al uso del cobre en América y específicamente en Perú, la literatura revisada señala que la metalurgia tuvo un desarrollo tardío si se le compara con el Viejo Mundo.

Las aleaciones de cobre con oro y plata eran objetos comunes en la cultura pre-Inca Chavin alrededor de 1000 años Antes de Cristo, donde estos objetos simbólicos representaban el poder político y religioso de quien los portaba.

A continuación se presentan un resumen de los trabajos más importantes realizados, de acuerdo a publicaciones revisadas¹; los escasos análisis de la metalurgia Chavín fueron publicados por Lothrop en la década de los 50, tres objetos eran de oro puro, una cabeza de alfiler de Chongoyape resultó ser de plata con un 20% de oro y ciertos objetos del altiplano eran de oro con una elevada cantidad de plata y algo de cobre. En Pacopampa, se localizó un alambre de cobre probablemente de procedencia Chavín; en Puémape un disco de cobre quizá dorado y finalmente un abalorio con la superficie enriquecida con una aleación de cobre y plata procedente de Malpaso, en el valle de Lurín.

En la costa Norte se han hallado objetos de metal pertenecientes a Gallinazos, Moche y Vicús, hechos de aleaciones ternarias de cobre, oro y plata.

En Moche, las piezas describen escenas de la vida de sus habitantes, tocados de metal laminado, narigueras, espaldares, cascabeles, destacando entre ellas los cinceles de cobre con remate de escenas en miniatura, realizadas por fundición, que representan escenas de seres humanos y divinidades. Es en 1987, cuando con el descubrimiento del conocido local y folklóricamente "Señor de Sipán" en Huaca Rajada, en el valle de Lambayeque, (Cultura Moche) que se encontró gran cantidad de ofrendas funerarias de extraordinaria calidad, que permiten conocer mundialmente la importancia de la Metalurgia Prehispánica Peruana".

¹ Publicación con ocasión de la Exposición de "El Cobre en el Perú", ACPB-Mayo/95

En general todos estos hallazgos indican una relación muy íntima en la metalurgia del cobre, del oro y la plata. El cobre era la materia básica para la fabricación de herramientas pero también formaba parte de las aleaciones de orfebrería con las que se elaboran artículos suntuarios.

CAPITULO II. GENERALIDADES

El cobre es comercializado de muchas formas que se relacionan a sus diferentes etapas de procesamiento, además posee características físicas y químicas que hacen de él un metal básico de amplio consumo en el mundo siendo solo superado por el hierro y el aluminio.

2.1 Propiedades

El cobre es de color rojizo cuando está puro, sus principales características son:

- **Peso específico : 8.95**
- **Temperatura de Fundición: 1084°C**
- **Número Atómico: 29**
- **Peso Atómico: 63.64**
- **Es un metal con notables cualidades para la conductividad eléctrica, es extremadamente dúctil y maleable pudiendo extenderse en delgadas láminas. Además tiene buena resistencia a la acción de la atmósfera, el agua y el mar. El cobre puede ser aleado con otros metales originando importantes productos para el consumo industrial.**

2.2 Definiciones

De acuerdo a su grado de elaboración el cobre puede clasificarse en:

1. **Mineral de cobre, es cualquier compuesto metálico de cobre asociado a las sustancias con las cuales se encuentra en la naturaleza pudiendo contener entre 0.4% y 10% de contenido metálico.**

2. Los concentrados de cobre, son producidos por molienda y concentración del mineral de cobre y puede contener entre 18% y 40% de cobre metálico.
3. El cemento de cobre, es el cobre precipitado obtenido a partir de soluciones ácidas que en contacto con chatarras de hierro precipitan el cobre; estos productos pueden variar dependiendo de las técnicas usadas entre 50 y 90% de ley.
4. Los productos de fundición incluyen al cobre mate, el blister, la escoria, y los ánodos. La escoria es el desecho formado durante la fundición por la combinación de fundentes (tal como caliza o sílice) con los desechos de mineral; aunque puede contener pequeñas cantidades de cobre, es alto en contenidos de sílice y hierro.
 - a) El cobre mate o mata de cobre, es el producto obtenido por fusión de las menas de cobre sulfurado o de sus concentrados con la eliminación de la ganga, contiene entre 15% y 65% de cobre, y se compone principalmente de sulfuros de cobre y hierro.
 - b) Cobre Blister, es el producto obtenido por oxidación de matas de cobre a alta temperatura (el azufre y el hierro son oxidados y eliminados como gas en forma de dióxido de azufre y escoria respectivamente), obteniéndose productos con 97% a 98.5% de cobre.
5. Dentro de los productos refinados, el cátodo es un material que puede ser obtenido por medio de refinación al fuego o refinación electrolítica, obteniéndose productos con leyes de cobre de 99.9%, los metales valiosos contenidos en él, son recuperados en un proceso posterior. También pueden obtenerse cátodos desde procesos de electrodeposición.

Además existen en el mercado otras presentaciones de cobre refinado los cuales estarán en función de los semi-elaborados a producirse:

 - a) Cobre de alta conductividad eléctrica, es el cobre obtenido por cualquier proceso, que en estado recocido tiene una conductividad eléctrica mínima de 100% IACS.

- b) Cobre refundido, es el cobre obtenido generalmente de cobre secundario, moldeado en lingotes o barras lingotes empleado en aleaciones para fundición y no en aleaciones para transformación.
- c) Cobre refinado a fuego, es el producto obtenido a partir de cobre primario, impuro refinado por un proceso metalúrgico a alta temperatura y vaciado para darle las formas usuales.
- d) Cobre tenaz, es el cobre moldeado a partir de cobre electrolítico, cobre refinado a fuego o cobre químico que contiene una cantidad controlada de oxígeno y bajo la forma de óxido cuproso.
- e) Cobre exento de oxígeno, es el cobre moldeado a partir de cobre electrolítico procesado posteriormente sin uso de desoxidantes de tal manera que no contenga óxido cuproso.
- f) Cobre desoxidado, es el cobre moldeado exento de óxido cuproso. Obtenido mediante el empleo de un desoxidante metálico o no metálico.

2.3 Especificaciones

Existiendo en el mercado algo más de 370 productos de productos y aleaciones de cobre, los países en donde se comercializan han creado sistemas normalizados que permiten su identificación. Tanto ASTM, JIS e ISO (por citar algunos organismos especializados y pertenecer a los países más desarrollados) han adoptado similares sistemas identificación.

Por ejemplo, para este propósito ASTM ha hecho la clasificación en los grupos señalados a continuación

- Productos con contenidos de cobre mayores a 99.3 %
- Aleaciones ricas en cobre, que contienen al menos 94% de cobre
- Latones que contienen zinc como el agente aleado dominante
- Bronces que contienen normalmente estaño como el agente aleado dominante, pero también pueden contener otros metales como aluminio, plomo, fósforo, y silicio, pero solo pequeñas cantidades de zinc

- **Cobres-niquelados, que contiene níquel como el metal de aleación principal; el niquelado, el cual contiene cobre, níquel, y el zinc como los principales metales**
- **Las aleaciones especiales, los cuales son aleaciones de cobre con composiciones no incluidos en los grupos antedichos. Las aleaciones principales y endurecidas son aleaciones a base de cobre fundidas con un alto contenido de elementos aleantes y son usados en la producción de aleaciones de cobre. La aleación principal de cobre berilio, conteniendo 7% a 10% de berilio, y el cobre- fósforo contiene 10% a 14% de fosforoso, por citar algunos ejemplos.**

CAPITULO III. ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA

3.1 La Producción Minera y la Comercialización de Concentrados.

El Cobre fue producido en 1994 en las minas de 50 países, con las 10 mayores naciones produciendo en países con economías de mercado, responsables casi del 70 % de producción mundial (ver Cuadro Nro 1). Casi 7.6 millones de toneladas de cobre, fue minado en estos países siendo los mayores contribuyentes: Chile y los Estados Unidos con el 53 % de la producción mundial, para 1995 se esperaba un incremento en la producción mundial de cerca a 600,000 TMF casi 7.5% más que 1994 de los cuales 300,000 TM deberlan ser producidas en Chile, 100,000 en Canadá y el resto en Indonesia, EE.UU., Perú, México y Sudáfrica.

La mayor parte de los productores de minas de cobre exportan algo de concentrados a otros países para su tratamiento, pero la cantidad disponible para exportación varía considerablemente entre los productores. Los mayores exportadores de concentrado para el año 1991 son presentados en el Gráfico Nro.1, con Canadá, Chile, Indonesia, Papua Nueva Guinea, y los Estados Unidos como los mayores productores.

En promedio solo algo más del 20% de los concentrados producidos en el mundo, fue comercializado de esa forma por los países. La disponibilidad de concentrados en el mundo para la fundición y refinación ha variado en el tiempo, debido a muchos factores tales como los:

- Costos de transporte
- El cierre de minas como ocurrió en los Estados Unidos durante las décadas de los 70 y 80
- El desarrollo de nueva capacidad de fundición y refinación en los países productores tales como Chile, Perú, Indonesia y las Filipinas.

El caso de los Estados Unidos merece destacarse como un significativo exportador de concentrados desde 1980, debido a su posición renovada como un dominante productor minero así como a su insuficiente capacidad de fundición interna. Los países africanos Zaire y Zambia no exportaron mucho en forma de concentrados debido principalmente a su posición geográfica, mayores gastos por el transporte a granel, y

disponibilidad de energía barata para el tratamiento en las plantas. La República de Sudáfrica también exportó cobre sin refinar, pero consumió refinado de cobre tanto como exportó.

Los mayores importadores de concentrado en 1991, fueron Japón (61%), Alemania (8.6%), Corea Sur (7.1%), España (7.6%), y Finlandia (5%); estas proporciones se han mantenido con ligeras variaciones en los años siguientes.

3.2 Producción y Comercio del Cobre Refinado

Históricamente, los mayores fundiciones y refinerías de cobre han estado cerca de los grandes países industrializados consumidores de cobre refinado, para mantener sus industrias de transformación. Con una tasa de utilización del 82% de su capacidad instalada el cobre refinado alcanzó los 10.9 millones de toneladas en 1994, Estados Unidos, Japón y Chile, continuaron liderando en producción de cobre.

El Gráfico Nro.2 muestra el dominio de los países industrializados de América del Norte y Europa como productores de cobre refinado. Pero merece destacarse que desde 1971, como se observa en el Gráfico Nro.3, varios países Asiáticos y Sudamericanos han estado incrementando su capacidad de producción de refinados.

En América Del Sur, el mayor productor de refinado de cobre es Chile. De hecho, CODELCO- Chile, el productor de cobre de propiedad del Gobierno, es la mayor compañía de refinación en el mundo. Australia también ha estado desarrollando su industria de cobre en los recientes años. El mayor productor de cobre refinado en Asia fue Japón, seguido por un rápido crecimiento de China.

Por otra parte, factores tales como capacidad naviera para el transporte y la carencia de recursos energéticos necesarios que compensen las operaciones de fundición y refinería, da lugar a que muchos países productores optan inicialmente por no desarrollar un eslabonamiento hacia adelante. Esto con frecuencia fue promovido por los países industrializados los cuales no tenían las reservas mineras de cobre, pero tradicionalmente invirtieron en forma importante en desarrollar minas en otros países para garantizar el suministro de concentrados a largo-plazo. De esto resultó una

significativa pertenencia de las minas de cobre y fundiciones del mundo en poder de Japoneses y Europeos.

El cobre refinado, en sus diversas formas, es una mercadería comercializada internacionalmente vendido a través de contratos establecidos en lugares de ventas como las Bolsas de Metales de Nueva York y Londres. El Gráfico Nro. 4 compara la producción mundial de cobre refinado por zonas de exportación en 1991, donde casi un tercio de producción mundial de cobre refinado fue exportado; asimismo una tercera parte del cobre refinado fue producido en Sudamérica, mientras que las producciones en Europa y América del Norte representaron más del 60% de la producción total.

El alambroón de cobre es la forma dominante de comercio dentro de países desarrollados, donde casi el 60% del cobre minado y refinado fue utilizada en alambroón. El comercio del alambroón de cobre se ha incrementado en los últimos años, pero el transporte de grandes distancias de estos productos han sido un impedimento por problemas de calidad. Nuevas plantas de colada continua de alambroón fueron construidas recientemente en muchos países industrializados, mayormente para abastecer sus mercados locales.

Siguiendo la necesidad para la expansión de las capacidades eléctricas en los países con mayor crecimiento, se espera un significativo incremento para el futuro. Los mayores importadores de cobre refinado en el mundo en 1991 fueron como sigue: Japón (16.8%), Alemania (15%), Francia (11.8%), Italia (11%), Taiwan (10.7%), EE.UU.(8%), Bélgica (6.4%), y el Reino Unido (6.5 %).

3.3 El Consumo de Cobre Refinado

El consumo mundial de cobre refinado registro en 1994 un récord de 11.5 millones de TMF entre cobre primario y secundario, lo que represento un aumento de cerca al 2.8% comparado con 1993.

Las mayores naciones consumidoras de cobre refinado han sido largamente los países industrializados con diversos grados de elaboración. En el mundo los principales países consumidores de cobre fueron en 1991 por áreas geográficas Europa

Occidental (29.2%), los Estados Unidos (19.7%), Japón (15%), la (6.5%), y China (5.4%). Un estimado de 10.7 millones de toneladas de cobre refinado primario y secundario fue consumido en 1991. El Gráfico No. 5 presenta las cantidades de cobre consumido por los países con economía de mercado. Europa y los Estados Unidos consumieron cerca del 60% del cobre producido en estas economías.

Pero desde la década de los años de 1960, la tendencia ha sido el incremento del consumo de los países Asiáticos, particularmente Japón, Corea del Sur, y Taiwán. Recientemente China ha construido nuevas fábricas de alambre y latón para incrementar su capacidad de consumo de cobre. En 1991 China importó 114,000 toneladas de cobre refinado, comparado con las 40,000 toneladas en 1990 y 75,500 toneladas en 1987, contribuyendo al mercado al comprar cerca de 500,000 TM de cobre en 1993, este hecho fue considerado por algunos como un hecho especulativo. Asimismo, Taiwán en 1991 importó 397,900 toneladas, comparadas con las 253,100 toneladas en 1990 y las 161,400 toneladas en 1987.

Este crecimiento importante en los países asiáticos como también el consumo de cobre en la India junto con los consumos en los países desarrollados, permiten estimar el incremento del consumo en los próximos años (en el Gráfico Nro. 6 se aprecia este fenómeno).

CAPITULO IV. FASES DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

En esta parte se describen brevemente las diferentes etapas del proceso de transformación, resaltando cuando es necesario los hechos que han afectado a la industria del cobre en los últimos años.

4.1 Geología

Los principales tipos de yacimientos de cobre explotados en el mundo según su génesis son:

- a) Pórfidos. Generalmente Chalcopirita diseminada en roca ígnea. Frecuentemente estos depósitos son grandes y con leyes bajas, pudiendo contener hasta 2% más de cobre.
- b) Sedimentarios
- c) Vulcanogénéticos
- d) Vetas o Filones

La mayor concentración de los yacimientos de cobre está en la franja geológica a lo largo del lado occidental del continente americano; desde Chile atravesando Perú y México dentro de los E.E.U.U. (Arizona, Nuevo México, Nevada y Utha) y finalmente Canadá (La Colombia Británica).

Otros yacimientos porfiríticos ocurren en la cadena de islas a lo largo del borde Sur-Oeste del Océano Pacífico, particularmente en Indonesia, Papua, Nueva Guinea y las Filipinas; como también en la banda con dirección Sur-Este Europa atravesando Irán y Pakistán.

Los yacimientos porfiríticos aportan cerca del 60% de la producción de cobre primario en el mundo y la proyección es a aumentar su participación en la producción de cobre primario.

Después de los depósitos porfiríticos en el Continente americano, otra área importante en este siglo han sido los yacimientos sedimentarios de la faja de cobre en África Central. Hasta hace 10 años la producción conjunta de Zaire y Zambia representaba más del 17% de la producción primaria de cobre en el mundo, en la actualidad representa menos que el 10%.

Es obvio que esta distribución de yacimientos de cobre se ve reflejada en la ubicación de los mayores proyectos de cobre que se manejan en la actualidad, obsérvese los Cuadros Nro. 2 y 4.

4.2 Minado

Desde inicios de siglo, la evolución de la tecnología en la explotación minera a gran escala, molienda, y la concentración de mineral de baja ley; han dado como resultado continuos cambios dejándose de lado las operaciones a pequeña escala, de altas leyes y métodos subterráneos de laboreo complicado.

Hoy, la minería a tajo abierto representa más del 60% de la producción de cobre primario en el mundo. Los métodos de tajo abierto se desarrollan con ratios típicos de desbroces (relación estéril a mineral) 1:1 y 2:1. En las operaciones de una mina superficial de cobre normalmente se utiliza perforadoras rotativas para los taladros de voladura y una combinación de palas y camiones para las labores de cargulo y acarreo.

Los métodos mineros subterráneos varían con la naturaleza física del mineral y la roca encajonante, pero con frecuencia tienen baja relación de estéril- a- mineral y altas leyes empleando alguna forma de minado a gran escala como los métodos de hundimiento por bloques.

Los progresos tecnológicos están incluyendo una mejor fragmentación en el tajo y el reemplazo del acarreo de camiones al molino por sistemas de cintas transportadoras; o en su defecto equipos de mayores dimensiones, incluyendo camiones controlados por sistemas computarizados. Asimismo la tecnología ha dado aportes importantes en lo referente a los sistemas de comunicación.

4.3 Concentración

Esta fase productiva consiste en extraer de los minerales, sulfurados u oxidados, la cantidad máxima posible de cobre.

El proceso metalúrgico dependerá del tipo de mineral que se someta a tratamiento, los sulfuros y óxidos de cobre de alta ley pueden pasar directamente al proceso de fundición. En cambio, los óxidos de baja ley deben ser sometidos a un proceso de concentración denominado "lixiviación", y los sulfuros de baja ley, a otro conocido como "flotación".

El proceso de lixiviación permite obtener el cobre mediante procedimientos químicos (disolución del material en una solución ácida), mientras que en los minerales sulfurados el uso de estos métodos es más complicado por lo que, en este caso, la concentración debe realizarse mediante procedimientos físicos.

Los continuos avances en los métodos de lixiviación han permitido sustanciales incrementos en la producción de cobre desde sus inicios a mediados de los años '70, la producción estimada en 1991 fue de 1.1 millones de toneladas, proyectándose en más de 2 millones de toneladas para el año 2000. El incremento de los métodos de lixiviación han sido principalmente importantes en Chile y EE.UU.

Recientemente nuevas técnicas de lixiviación amoniacal para el tratamiento de sulfuros han sido desarrolladas por BHP en Minera La Escondida en Chile, con buenos resultados; lo cual es una recompensa por los esfuerzos dedicados a la investigación y desarrollo.

El resultado de estas innovaciones ha ocasionado importantes reducciones en los costos de producción en niveles menores a 0.45 \$U.S por libra, comparado con los costos promedios de 0.60 \$U.S por libra de cobre para los procesos de minado, flotación, fundición y refinación.

A continuación se presentan las definiciones de los métodos de lixiviación y flotación de acuerdo al Manual de Comercialización del Cobre²:

² Manual de Comercialización del Cobre por JUNAC-1988

4.3.1. Lixiviación (tratamiento de los óxidos)

El proceso de lixiviación es un sistema de concentración líquida que consiste en la separación de los minerales valiosos mediante su disolución a través de solventes apropiados, los que son recuperados posteriormente mediante la Precipitación Química o la Deposición Electrolytica (Electrodeposición). El solvente utilizado es el ácido sulfúrico, cuya aplicación permite formar una solución rica en sulfato de cobre.

Los óxidos extraídos de la mina son reducidos considerablemente mediante operaciones de chancado. El cobre, que aparece combinado con oxígeno, es sometido a la acción del ácido sulfúrico para lograr su separación. Al mezclarse el cobre con dicho ácido se obtiene un líquido azulino verdoso denominado Sulfato de cobre.

En las operaciones de lixiviación en botaderos y en pilas, la recuperación total de la planta se define por lo que ocurre en la pila de lixiviación y nada que se realice después de la lixiviación puede mejorarla. Los procesos de extracción por solventes y electrodeposición proporcionan poco espacio para el mejoramiento de la recuperación neta.

Las operaciones de las unidades en plantas modernas de extracción por solventes y electrodeposición son esencialmente las mismas que aquellas que practicadas al inicio del proceso a fines de la década de los sesenta. Sin embargo, estos procesos han evolucionado enormemente, dando como resultado plantas que son más económicas en términos de construcción y operación. Los desarrollos actuales están dirigidos a las reducciones de capital y de costos de operación y al mejoramiento de la calidad del producto.

4.3.2. Flotación (Tratamiento de los sulfuros)

Este procedimiento permite obtener el cobre de los minerales que lo contienen en combinación con el azufre.

El proceso se inicia con las operaciones de chancado, luego viene la molienda húmeda, por medio de molinos de barras y bolas, que permiten desagregar el mineral sulfurado en partículas microscópicas. En este momento comienza la etapa de separación de contenido de cobre en la

mena, para la cual minúsculos gránulos de mineral de cobre son mezclados con agua y una serie de reactivos especiales formando una masa húmeda llamada pulpa, la cual es colocada en unos recipientes especiales interconectados entre sí denominados celdas de flotación. Lo que fundamenta este procedimiento es el principio de que los componentes del mineral de cobre tienen diferentes características de flotación en el agua, por lo que si el mineral es tratado con un reactivo químico adecuado es posible que, en medio acuoso, dicho mineral se adhiera a burbujas de aire y tienda a subir a la superficie.

La pulpa que se deposita en las celdas de flotación es constantemente inyectada de aire, desde abajo, para producir una gran agitación del líquido. Esto junto con la aplicación de alcoholes a la pulpa, permite la incesante formación de burbujas de aire que son las que llevan a la superficie el contenido fino, formándose así una espuma de sulfuro de cobre concentrado con una ley que fluctúa entre 20 % y 50% mientras que otros contenidos (relaves) permanecen en el fondo de las celdas, los que son extraídos y depositados posteriormente en tanques.

Los concentrados de cobre que se obtienen tienen una gran cantidad de agua. Para eliminar parte de ella, se les introduce en un estanque cilíndrico llamado “espesador”, donde las partículas sólidas quedan depositadas en un carro inferior. Posteriormente, los concentrados son sometidos a un “filtro” que elimina gran parte de la humedad.

4.4 Fundición

El proceso de fundición consiste en eliminar el azufre, hierro y otros elementos no deseados que contiene los concentrados de cobre.

Este proceso tiene tres etapas: tostación, fundición de reverbero u conversión, aunque en muchos casos el concentrado pasa directamente al horno de reverbero.

Durante la etapa de “tostación”, el concentrado de cobre es calentado en la atmósfera hasta producir la oxidación del azufre y del hierro, y remover impurezas como las de arsénico, antimonio y bismuto. La disminución del contenido sulfúrico del concentrado permite que éste pueda pasar al horno de reverbero, que alcanza temperatura de fusión gracias a combustibles como el petróleo, gas o carbón. el tratamiento en el horno permite quebrar la estructura cristalina de los sulfuros, de modo que el cobre, el

hierro y el azufre se separan. Se produce luego una fusión de sulfuro de cobre y otra de sulfuro de hierro, obteniéndose dos productos.

- a) La escoria o ganga, que contiene pequeñísimas cantidades de cobre
- b) El compuesto llamado mata de cobre con un contenido fino que puede llegar al 80%, que está acompañando de cantidades menores de otros contenidos tales como, arsénico, plomo, antimonio, selenio, telurio, bismuto y níquel. La mata de cobre, debido a su mayor densidad, se va al fondo del horno de donde fluye a través de unas canaletas, en estado líquido y se deposita en un recipiente de gran tamaño para luego ser transportada a un horno cilíndrico llamado Convertidor.

La etapa de conversión consiste en la separación del hierro y del azufre de la mata de cobre. Esto se logra mediante la oxidación, primero, del sulfuro de hierro y luego del azufre. En este proceso se inyecta aire permanente y se utiliza piedra caliza para poder formar una escoria con el hierro y los silicatos oxidados. Resulta así un material con una ley no mayor de 99.5% denominado cobre Blister.

Actualmente el horno de reverbero viene perdiendo importancia en la fundición de cobre debido a la elevada contaminación ambiental que producen este tipo de hornos derivada de las emanaciones de dióxido y trióxido sulfúricos.

Cabe indicar que la concentración de los contenidos sulfurosos no es suficiente para lograr una recuperación eficiente y económica del ácido sulfúrico. En tal sentido, muchos productores han sustituido, con éxito, los hornos de reverbero por hornos eléctricos adoptando el proceso de "Flash Smelting". Este proceso consiste en el uso del calor, originado por la oxidación del mineral, y la inyección continua de aire u oxígeno para poder separar la escoria de la mata de cobre. Adicionalmente, este proceso, elimina un azufre que permite una eficiente producción de ácido sulfúrico.

4.5 Refinación

En esta fase del proceso productivo se obtiene el cobre de más alta ley. La refinación del cobre se utiliza en dos modalidades: Refinación a Fuego (Raf) y Refinación electrolítica.

4.5.1. Refinación a Fuego

Este proceso se utiliza con frecuencia para el tratamiento del cobre blister de bajo contenido polimetálico y con impurezas en las que predominan oxígeno y azufre. El cobre blister es colocado en hornos especiales y sometidos a temperaturas de oxidación, mediante la constante inyección de aire a presión. El óxido de cobre tiende a salir a la superficie eliminando el azufre, debido a la formación de anhídrido sulfuroso, produciéndose óxidos con los otros metales. Estos últimos se forman como escoria cuando se le agrega sílice a la mezcla.

El óxido de cobre que queda se reduce a cobre metálico mediante la combustión en el horno de troncos verdes o gas natural. En este proceso se obtiene cobre con una impurezas de 99.9%.

4.5.2. Refinación Electrolítica

Este proceso utiliza el cobre blister como ánodo, depositándolo en celdas que contienen una solución de ácido sulfúrico con sulfato de cobre diluido. Paralelamente se colocan láminas delgadas de cobre puro electrolítico, que actúan como cátodos. Al pasar la energía eléctrica, el electrolito disuelve el ánodo y el cobre se deposita en los cátodos, obteniendo un cobre refinado electrolítico con una pureza superior al cobre refinado a fuego, y cuyo contenido alcanza a 99.9%. Las impurezas contenidas en los ánodos, al ser este disuelto, caen en el fondo de las celdas formándose un lodo llamado barro anódico, que contiene, entre otros minerales, oro, plata, selenio, telurio, que son tratados y recuperados en las plantas de refinación.

El cátodo de cobre así obtenido tiene la forma de una plancha y puede ser comercializado en esta forma o moldeado como wirebars (barras). Ambos productos se utilizan, fundamentalmente, para la fabricación de alambrión de cobre, existiendo para tal fin dos procesos: el proceso convencional o tradicional que utiliza el wirebars y el nuevo proceso de colada continua, que es actualmente el preponderante. En este método utiliza directamente el cátodo, no siendo necesario la obtención previa del wirebar.

Es importante recalcar los esfuerzos realizados por los productores de cobre en el mundo, por disminuir los efectos de la contaminación ambiental, siendo los costos absorbidos principalmente por las fundiciones en lo que se conoce por reconversión tecnológica de las fundiciones, implicando esto inicialmente el enriquecimiento por oxígeno durante la fundición y posteriormente el desarrollo de los procesos "flash" y sus variaciones.

CAPITULO V. FACTORES ECONÓMICOS Y OPERATIVOS

El cobre es una materia prima comercializada internacionalmente. Los precios del cobre en las 02 Bolsas de Metales más importantes (el COMEX-Commodity Exchange Inc. con sede en Nueva York y el LME-London Metal Exchange en Londres), reflejan la oferta y demanda por este metal.

Las decisiones correctas en el análisis de los factores económicos y operativos serán importantes en el vida de una empresa, por este motivo a continuación se exponen los aspectos más importantes.

5.1 Factores Económicos

Los precios de cobre han tenido históricamente muchas variaciones, estando afectados por factores tales como:

- a) La marcha de las economías en el mundo y las condiciones políticas presentes
- b) La relación entre la oferta y la demanda
- c) La disponibilidad y costos de los sustitutos del cobre
- d) Los niveles de inventario mantenido en las bolsas, consumidores y productores de cobre
- e) En menor grado, los costos de transporte y los tipos de cambio internacionales.

Históricamente, ha ocurrido frecuentemente una relación inversa entre el stock de refinados disponibles y los precios de cobre, esto se presenta en el Gráfico Nro.7.

El precio del cobre no solo responde a los cambios en la economía mundial, sino también a la acumulación de inventarios de cobre, a la acción de los carteles para restringir el producto y de tiempo en tiempo a influencias especulativas en las Bolsas de Metales.

Sin embargo es cierto que los costos de producción tienen menos influencia en los precios del cobre que lo que sucede en las mercados terminales. Los precios del cobre frecuentemente han caído por debajo del promedio de los costos a nivel mundial durante tiempos de sobreoferta, causando muchos problemas financieros y dificultades a los productores, incentivando con esto la investigación de desarrollo de nuevas tecnologías. Contrariamente cuando los mercados están balanceados, los precios pueden estar considerablemente más altos que los costos promedios de producción, causando con esto efectos especulativos.

Las formas de comercialización y los mecanismos de las Bolsas de Metales son presentados a continuación.

5.1.1 Formas de Comercialización

Cada producto de cobre, desde los elaborados en la mina y pasando por las fundiciones tienen distintos precios, donde el mercado pagara un mejor precio por un mayor contenido de cobre.

5.1.1.1 Los Concentrados

Estos pueden contener entre 20% y 40% de cobre, y las compras son basadas en la recuperación del contenido de cobre (deducciones metalúrgicas) y descontándose anticipadamente las cargas por los procesos de fundición y refinación. Al existir concentrados con diferentes contenidos metálicos, da lugar a diferentes calidades según las impurezas presentes (concentrados "limpios" o "sucios")

Los concentrados de cobre son vendidos predominantemente bajo contratos a largo plazo, incluyéndose cláusulas para la entrega de cantidades específicas y una fórmula por el precio a pagarse.

Estos contratos tienden a ser de períodos largos (como de 10 años), aunque diversos términos pueden ser renegociados entre las entregas; estas condiciones proporcionan seguridad de materia prima a las fundiciones. Por

otro lado, sin estos contratos, las nuevas minas podrían encontrar dificultades financieras para su desarrollo.

Los contratos incluyen dos tipos de carga. La carga de tratamiento para cada tonelada de concentrado hecho por la fundición y la carga de refinación para cada libra de cobre recuperado. El nivel de estas cargas serán reflejo de la interacción de las fuerzas de oferta y demanda existentes.

También se incluyen cláusulas donde se penalizan las impurezas no deseables, tales como antimonio, arsénico y bismuto. Asimismo mencionan los pagos adicionales por metales preciosos en los concentrados.

Este mercado se caracteriza por un número relativamente pequeño de compradores potenciales (los mayores compradores localizados en Japón y Corea), razón por la cual estas fundiciones tienen una gran capacidad de negociación, lo cual permite en gran medida que compradores fijen las condiciones de compra y venta.

En general, en las cláusulas en un contrato de Compra -Venta de concentrado de cobre se incluyen:

- 1) Producto y Calidad
- 2) Cantidad
- 3) Duración del Contrato
- 4) Entrega
- 5) Embarque
- 6) Precio
 - Maquila
 - Gastos de Refinación
 - Penalidades
- 7) Período de Cotizaciones
- 8) Conversiones Monetarias
- 9) Pagos
- 10) Pesaje, Muestreo y Determinación de Humedad para el Pago Final
- 11) Ensayes
- 12) Seguro

13)Derechos e Impuestos

14)Arbitraje

15)Fuerza Mayor

16)Definiciones (Unidad monetaria, formula para pérdida metalúrgica, cargo de tratamiento, elementos pagables y otros)

Sobre lo anterior, es conveniente señalar que el contenido metálico de un concentrado de cobre es calculado sobre la base de tres parámetros básicos como son el peso húmedo, el contenido de humedad y la ley del mismo, donde cada una estas determinaciones estarán en función de la exactitud y precisión de los métodos utilizados; en ocasiones esto constituye un elemento muy importante del proceso de comercialización de concentrados; estando la ejecución de estos controles encomendada a empresas internacionales especializadas.

5.1.1.2 Los Wirebars y Cátodos

Hasta comienzos de la década del 70 el cobre era transado en las Bolsas de Metales (tanto la Bolsa de Metales de Londres como el COMEX) bajo dos formas de presentación, el wirebars y la otra forma era el cátodo standard. En efecto, la industria consumidora se dividía en dos grandes sectores: el sector eléctrico, fabricante de cables y alambres de cobre y el sector de brass- mills, fabricante de tubos, planchas y flejes de cobre y sus aleaciones.

En el sector eléctrico, la forma principal de consumo de cobre era el wirebar, a partir del cual se fabricaba el alambrón por el método de laminación convencional (hot- rolling). Pero a partir de mediados de los años setenta, esa tecnología comienza a ser reemplazada rápidamente por el proceso de colada continua en la fabricación de alambrón, cuya materia prima es el cátodo de cobre, evitándose la necesidad de fundir wirebars a partir de ellos.

Como resultado de este cambio tecnológico, el cátodo pasa a ser la forma principal de comercio del cobre refinado en casi todo el mundo, a excepción de mercados de países subdesarrollados.

A pesar de este cambio, los productores continuaron utilizando la cotización para wirebars de la BML. Lo anterior se debió a que el contrato de cátodos existente en la BML estipulaba especificaciones técnicas demasiado amplias que más bien reflejan las características del cobre utilizado por los brass- mills. De hecho esta cotización era utilizada para preciar el cobre vendido a este sector, principalmente cátodos de refinación secundaria y RAF. Dado que los cátodos vendidos por los productores para el proceso de colada continua constituyen un producto de alta pureza química, no era conveniente utilizar la cotización de cátodos de la BML por su menor valor.

En consecuencia, el comercio de cátodos de alta pureza no tenía una base representativa de precios. Esta situación se vio agravada porque, al disminuir el consumo de wirebars, los stocks de este producto en la BML tendieron a estancarse, impactando negativamente en el precio.

Como consecuencia de lo anterior los productores se organizaron y buscaron acuerdos con las principales empresas semifabricantes para introducir contratos más representativos de las condiciones del mercado de cobre refinado. El resultado fueron nuevas condiciones en los contratos eliminando las distorsiones existentes. Lográndose la introducción del denominado Copper High Grade en los contratos en 1981 y posteriormente en Junio de 1986 el reconocimiento en los contratos del cobre denominado Grado A por los High Grade, lo cual hizo más exigente las especificaciones tanto de los cátodos y los wirebars.

Debido a un mayor número de consumidores finales, la comercialización de cobre refinado se realiza en un mercado con mayor competencia, comparado con lo que sucede en los concentrados y el blister.

5.1.2 LAS BOLSAS DE METALES ³

Las Bolsas de Metales fueron concebidas por la acción conjunta de grupos de comerciantes e intermediarios interesados en cubrirse de los riesgos inherentes a

³ Resumen realizado del Manual de Comercialización del Cobre, JUNAC-1988

productos con una gran movilidad internacional. En este sentido, se trataba de organizar una institución que, bajo reglas y operaciones pre-determinadas, permitiera a los operadores del mercado reducir o eliminar riesgos vinculados a las variaciones de precios como resultado de cambios en las disponibilidades del producto o en los niveles de demanda.

Las Bolsas de Metales pueden considerarse, como mercados auxiliares de los llamados "mercados de físicos", en la medida que determinan criterios para cubrirse de los riesgos originados en estos mercados.

Posteriormente, las Bolsas de Metales han permitido el desarrollo de un "mercado de futuro" como forma de protección a las transacciones efectuadas o para especular con las fluctuaciones de los precios.

5.1.2.1 Mercado de Futuro⁴

No es lo mismo comprar un "Producto" hoy para entrega y pago hoy, que comprar un "Producto" hoy para entrega y pago en el futuro.

La diferencia se establece en el costo de mantener el inventario que tiene tres componentes:

- a) Tasa de Interés
- b) Costo de Almacenaje
- c) Seguro

El Principal de estos tres componentes es la tasa de interés que representa el 95 - 98% del costo de mantención del inventario. de esta forma se deriva que la relación entre los precios actuales y futuros los determine la tasa de interés existente en el "Mercado"

5.1.2.1.1 Contango y Backwardation.

Cuando el precio futuro es superior al precio actual se le denomina un mercado de "Contango" un mercado normal. La mayor diferencia ente el

⁴ Resumen del Seminario de Comercialización, CIP Marzo de 1995

precio actual y el futuro está limitado por la tasa de interés existente en el mercado internacional.

Sin embargo existen situaciones en el mercado cuando el precio a futuro es menor que el precio actual. A esta situación se le llama "Backwardation" y es originada por una escasez del "Producto" en el momento actual por lo que los participantes de los mercados están dispuestos a pagar más hoy por el producto que en el futuro cuando la situación de escasez puede estar solucionada. El Backwardation no tiene límites y el valor de éste dependerá de la interpretación que tenga el "Mercado" de la magnitud de la escasez.

5.1.2.2 UTILIZACIÓN DE LOS MERCADOS DE FUTUROS

La Cobertura para el Productor de Metales.-

Mediante la utilización del mercado de futuros el productor minero puede asegurar el precio actual del "metal" para producciones futuras. A esta operación se le llama cobertura o "Hedge" y se realiza mediante la venta de futuros en las Bolsas de Metales.

La Cobertura para el Intermediario Industrial/ Comercial.-

El intermediario industrial no siempre compra la materia prima al mismo tiempo que vende el producto manufacturado. Existen algunos productos manufacturados a base de metales en los que el componente metal representa el 80- 90% del valor del producto.

El comercializador de metales no siempre vende el producto que compra en el mismo momento.

En ambos casos el intermediario industrial y comercial tienen un "riesgo de fluctuación" del precio de los metales entre el momento de la compra y la venta. Para estos dos la cobertura es una necesidad; de otra forma estarían especulando.

5.2 Factores Operativos

Estando la actividad minera dependiendo de los precios internacionales, variable sobre la cual no hay forma de control, las empresas ligadas a la industrias del cobre realizan muchos esfuerzos en lograr los menores costos para poder mantenerse en un mercado cada vez más competitivo. Por otra parte las exigencias ambientales y los recursos energéticos significaron nuevos escenarios para las empresas de este sector.

5.2.1 Los Costos de Producción

En los últimos años todos los productores en el mundo se esforzaron en reducir sus costos de producción en un esfuerzo para hacerse competitivos durante los periodos de precios deprimidos. Tal como se sucedió durante mediados de los años 80, ante este escenario muchos productores de cobre de mina entendieron que la única forma de mantener rentable las operaciones era logrando los menores costos de producción. Los programas de investigación y desarrollo jugaron roles importantes en este aspecto, implementándose los métodos de Extracción por Solventes y Electrodeposición, las inversiones en ampliaciones de las capacidades de chancado y molienda, como también los acuerdos pactados con los gremios laborales incentivando la productividad, etc.

5.2.2 Los Requerimientos Ambientales

Muchas leyes de protección ambiental han sido promulgadas en el mundo desde los años 60, que han afectado de muchos modos a la industria del cobre.

En general, los mayores costos relacionados con las regulaciones ambientales fueron absorbidos por las fundiciones. Aunque algunas regulaciones dieron como resultado compensaciones en la producción de elementos negociables, como ácido sulfúrico y reducción de costos operativos al modernizarse las fundiciones; pero generando finalmente fuertes inversiones.

Desde finales de los años '80, las fundiciones han abandonado los hornos de reverbero, adoptando uno de los varios métodos flash con enriquecimiento de azufre

los cuales requieren menor energía; esto ha permitido una mayor concentración del dióxido de azufre en la corriente del gas capturado.

Por otro lado los avances tecnológicos están dirigidos al desarrollo de procesos eficientes en términos ambientales y operativos; además las consideraciones ambientales forman parte en la actualidad de los acuerdos entre los países así como para la obtención de financiamiento internacional.

5.2.3 Requerimientos de Energéticos

En las minas a tajo abierto que operan a profundidades mayores de 500 metros de la superficie, la energía necesaria para acarrear la roca o mineral fragmentado desde esos lugares representa un factor importante del costo.

Las estimaciones indican que el acarreo de camiones consume cerca al 54% del total de la energía consumida en la operación de tajo incluyendo: la perforación, voladura, carguío, acarreo y servicios auxiliares.

La molienda y concentración consumen cerca del 45% de la energía necesaria durante el proceso metalúrgico. Entonces a menor ley en el mineral, tendrá que procesarse mayor cantidad de estos, consumiéndose por ende mayor energía.

Importantes mejoras en el uso de energía han sido hechos en los últimos años, mejorando las estrategias de molienda, concentración y transporte de mineral. El uso de grandes celdas de flotación han logrado mayor eficiencia con menores consumo de energía.

Las capacidades energéticas de los países con potenciales depósitos de cobre, serán evaluados por los inversionistas en tiempos donde existe una fuerte competencia entre ellos por atraer inversión extranjera.

CAPITULO VI. TENDENCIAS DEL MERCADO

6.1 Precios

Las publicaciones realizadas por organismos especializados en el tema, estiman que en los próximos cinco años el valor de este recurso minero tenderá a la baja, principalmente debido a una mayor producción mundial, lo que revierte la tendencia al alza que habla mostrado en los últimos tiempos.

Es posible que durante 1996 el metal rojo mostrará un precio promedio que fluctuará entre 115 y 120 centavos de dólar por libra, precio menor al promedio estimado para 1995: 133 centavos por libra.

Asimismo, para la temporada 1997 se espera que el valor del cobre fluctúe entre 100 y 105 centavos de dólar por libra y que muestre una nueva baja durante el período 1998-2000, en que el precio de este recurso podría llegar a los 95 ó 100 centavos.

En relación a la producción se espera que en 1996 se producirá una leve sobreoferta en la producción mundial- con respecto a la demanda- cercana a las 100 mil toneladas métricas.

Es decir, casi se llegará al equilibrio, lo cual originará que la creciente disponibilidad del recurso metálico está llevando los precios a la baja.

Hay que destacar que en 1995 se llegó a un déficit mundial de cobre que bordeó las 200 mil toneladas, cifra notablemente inferior a las 491 mil toneladas métricas de déficit que se registraron durante 1994.

Para el período 1996-2000, se espera que el mercado entre en una fase de sobreoferta, originada por el ingreso de nueva producción de mina proveniente especialmente de Chile e Indonesia.

El comportamiento del consumo de cobre refinado en el mundo occidental será decisivo en la magnitud de sobreoferta que experimentará el mercado.

En ese sentido, jugará un papel muy importante el ritmo de crecimiento que estará mostrando el consumo en el continente asiático el cual, hacia el año 2000, sería de una magnitud cercana a la del continente europeo (sobre 3.000.000 de toneladas métricas), lo que representaría un incremento de 23% con respecto al nivel de consumo que tuvieron en el año 1994.

6.2 Consumo

Históricamente, la demanda mundial ha crecido constantemente con la sola excepción producido en las épocas de recesiones, es de esperarse que este comportamiento se mantendrá en los próximos años. Los estudios revisados indican que este consumo ha sido sostenido por la modernidad de las naciones, lo cual permite mayores comodidades a la población mundial la misma que se incrementa anualmente.

Para los próximos años, se espera que el incremento del consumo de cobre continuara en los países asiáticos aumentando con esto el consumo mundial, a pesar de menores crecimientos en Europa y EE.UU. El Gráfico No.8 presenta los consumos promedio per-capita en el mundo occidental entre los años 1950-1991. En el Cuadro No.6 se aprecian las proyecciones de estas tendencias para el año 2000 y 2005.

6.3 Oferta

A excepción de las consideraciones ambientales, que exigirán el cierre de las operaciones ineficientes es de esperarse mayores inversiones en proyectos en los países productores, las inversiones es conveniente mencionarlo estarán dirigidas hacia los países que ofrezcan mejores condiciones para la inversión extranjera.

6.3.1 Exploración

Después del descubrimiento de un potencial depósito por medios geofísicos y geoquímicos, intensas campañas de perforación son emprendidas para definir

y cuantificar el cuerpo mineralizado, todo esto antes de la puesta en marcha de las operaciones.

Las evaluaciones económicas finalmente determinaran si se detiene la exploración o si la propiedad evaluada puede ser explotada en forma rentable, teniendo presente los riesgos existentes en todas las etapas de producción de la mina, análisis rigurosos son realizados en geología, metalurgia, finanzas y en la actualidad las consideraciones ambientales son tomadas en cuenta. Por otro lado los entornos políticos económicos del país donde se ubica el prospecto son analizados.

En los últimos tiempos ha existido un incremento notable en los gastos de exploración, de acuerdo al reporte de Metals Economic Group (en 154 compañías que realizan exploración) se gastaron en 1995 \$US 2690 millones; de los cuales cerca al 20% correspondieron a exploraciones de cobre y otro dato importante es que aproximadamente el 30% del total fue hecho en Latinoamérica. En el Cuadro No. 7 se aprecia esto; y en el Cuadro No. 8 se presentan como están distribuidas las reservas en el mundo.

En América Latina, Chile, México, Brasil, Venezuela y Perú fueron los que tuvieron mayor actividad. Las compañías mineras gastaron aproximadamente un total de \$100 millones en exploraciones de minerales en Perú en 1994, y el nivel de solicitudes presentadas a principios de 1995 permitió que el gasto en ese año fuera el doble.

6.3.2 Capacidad Minera

Gran parte de la nueva capacidad fue instalada en minas que ya existían en Chile, Indonesia y Estados Unidos, pero también entraron en producción minas nuevas, principalmente a fines de 1994.

Se espera que la mayor parte de la capacidad minera entre en producción en los próximos 4 años y, de acuerdo a algunas estimaciones podría alcanzar a 3,4 millones de toneladas de capacidad nueva en 1999. Se agregaron alrededor de 500,000 toneladas de capacidad de cobre nuevo en 1995, y ésta

podría aumentar en 340,000 toneladas y 730,000 toneladas de capacidad de cobre nuevo en 1996 y 1997, respectivamente. Se espera que se obtengan aumentos significativos en la capacidad minera de bajo costo a través de extracción por solventes y electroobtención, lo cual se espera aumente de 1,24 millón de toneladas en 1994 a 1,7 millón de toneladas en 1997.

La producción chilena de cobre puede aumentar a 3,6 millones de toneladas en 1999, comparada con los 2,2 millones de toneladas que se producen en la actualidad. En otros lugares también se han planificado ampliaciones y proyectos nuevos para el período 1995-1999, como en Argentina, Brasil, Cuba, China, Canadá, Francia, Indonesia, Irán, Pakistán, Perú, Filipinas, Rusia, Turquía, Estados Unidos y Zimbabue. Es posible que se disponga de alrededor de 2,6 millones de toneladas de capacidad de expansión en las minas existentes, si se materializan todos los proyectos planificados de aquí a 1999. Al respecto observar nuevamente los Cuadros Nro. 4 y 5 donde se aprecian las capacidades de producción de los nuevos proyectos.

6.4 Política Minera

En los últimos años en diversos países con recursos mineros se ha observado con el propósito de atraer inversión, procesos de privatización de propiedades mineras y de las plantas de procesamiento; así como ajustes o modificaciones de las leyes mineras y de las políticas tributarias.

Los países que más esfuerzos dedicaron fueron Argelia, Argentina, Brasil, Bolivia, Bulgaria, India, Kazajstán, Rusia, Filipinas, Zambia, y particularmente Perú y Chile.

6.5 La Internacionalización de la Minería.

Dentro del marco económico global en que se desarrolla la industria del cobre, existen patrones comerciales como la regionalización de los sistemas comerciales y la globalización de los factores de producción mediante la expansión de los siguientes sistemas globales: finanzas, recursos naturales, telecomunicaciones, medio ambiente y medios de difusión, lo cual está permitiendo entre otras cosas la fusión de las

compañías; tales factores permitirán además la consolidación y presencia de las corporaciones globales en el negocio minero en los próximos años.

Con el propósito de conocer las características que diferencian a las corporaciones globales del resto de compañías, mencionaremos brevemente lo siguiente:

- La naturaleza internacional de sus negocios
- Su capacidad financiera, para lograr créditos en las mejores condiciones
- La descentralización Administrativa, para un mejor uso de los recursos humanos, del cual disponen en el mundo

Es importante seguir con detenimiento el reacomodo que se viene dando en la industria del cobre, como consecuencia de la adopción de los factores globales de producción. Además, observar estos procesos de integración entre las compañías permitirán comprender mejor cuales son las estrategias adoptadas por estas.

Al respecto, la adquisición a fines de 1995 de Magma Copper Co. por Broken Hill Proprietary Co. Ltd. (BHP), confirman los cambios en la minería global y esto ha permitido la formación de un nuevo gigante BHP Copper Group; que producirá alrededor de 900,000 toneladas de cobre al año, con un nivel de reservas de 24 millones de toneladas y se ha convertido en el segundo productor de cobre en el mundo. Lo que está claro es que este hecho le permitirá a esta corporación, la adopción de nuevas estrategias, tanto a nivel con las fundiciones y refinerías con las que trata como con sus competidores productores por alcanzar los menores costos de producción (El Cuadro No. 3 elaborado en fecha anterior a este proceso, nos muestra cual es tamaño de esta nueva compañía)

CAPITULO VII . EL COBRE EN LA MINERÍA PERUANA.

Como consecuencia de las medidas adoptadas por el actual gobierno, los cuales están orientados hacia una economía de mercado. Y además por el marco promocional en materia tributaria y legal que se vienen dando a las empresas del sector minero, la minería en general , y especialmente la de cobre y oro han iniciado procesos de crecimiento con inversiones importantes, que representarán aportes significativos en el futuro de nuestra economía.

7.1 Marco Legal y Tributario

Las leyes dictadas como soportes de los objetivos antes mencionados han sido:

7.1.1 Ley Marco para el Crecimiento y la Inversión Privada.

Esta fue aprobada por el Decreto Legislativo No 757 del 8 de Noviembre de 1991. Consta de seis títulos, destacando los siguientes:

- a) Estabilidad jurídica del Régimen Económico.
- b) De la Seguridad Jurídica de las Inversiones Tributarias.
- c) De la estabilidad Jurídica de las Inversiones en Materia Administrativa.
- d) De la estabilidad Jurídica de las Inversiones.
- e) De la Seguridad Jurídica en la Conservación del Medio Ambiente.

7.1.2 Ley General de Minería en lo que se denomina el Texto Único Ordenado.

Aprobada por Decreto Supremo Nro. 014-92-EM del 02 de Junio de 1992; la cual consta de quince títulos que tratan sobre concesiones, el estado y la industria minera, personas inhábiles para ejercer la actividad minera, derechos comunes de los titulares de concesiones, obligaciones de los titulares de concesiones, distribución de ingresos del estado, extinción de concesiones, de las garantías y medidas de promoción a la inversión, pequeños productores mineros, jurisdicción minera, procedimientos, contratos mineros, bienestar y seguridad y medio ambiente.

Así como el reglamento de la Ley General de Minería, referido a las Garantías y Medidas de Promoción a la Inversión en la Actividad Minera, Decreto Supremo Nro. 024-93-EM conteniendo los siguientes 06 capítulos:

- a) Estabilidad Tributaria, Cambiarla y Administrativa
- b) Tributos que inciden en el proceso productivo
- c) Inversiones en infraestructura
- d) Tributos municipales
- e) Disposiciones sobre el impuesto a la renta
- f) Contratos de Estabilidad Jurídica

7.2 Producción Actual

El cobre se convirtió en 1995 en el primer producto de exportación, el valor FOB de sus ventas llegó a 1200 millones de dólares, cantidad mayor en un 46% a las exportaciones de cobre del año anterior. Significando el 22% de todas las exportaciones (habría que indicar que señalar que en estos montos se reflejan el concentrado de cobre ingresado al país por efectos del Régimen de Admisión Temporal, representando estos el 10% del monto exportado).

La producción nacional estimada para el año 1995 fue de 401,000 TMF de cobre, viéndose favorecido por el alto nivel de los precios durante ese año. En los Cuadros Nro. 9 y 10 se muestran la producción proyectada para 1995, como también los ingresos de exportación por tipos de producto.

El más importante mercado para el catado y productos de cobre refinado fue Japón, Italia y Taiwan entre los tres casi el 60%. En relación a las exportaciones de blister están se dirigieron preferentemente a los Países Bajos en un 54%. Y las exportaciones de concentrado de cobre fueron principalmente a Japón, Brasil y México entre los tres casi el 90%.

7.3 Proyectos de Inversión

Los proyectos de inversión en la minería peruana, de acuerdo a los planes para el sector publicados por el MEM apuntan a una producción aproximada de 917,000

toneladas anuales de cobre y algo más en un plazo que abarca hasta el año 2003. Esta producción de cobre de mina es posible que coloque al Perú, entre los tres principales productores del mundo, detrás de Chile y Estados Unidos (en el Cuadro No. 11 se pueden apreciar los planes de crecimiento esperados por el Gobierno).

Aún cuando las informaciones sobre la marcha de las minas y yacimientos que fueron privatizados solo son conocidos por intermedio de las revistas especializadas que circulan en nuestro medio, las fuentes revisadas indican que por la inversión comprometida de Cyprus Amax en Cerro Verde y el cada vez mayor interés en poner en operación los yacimientos de La Granja y Quellaveco por Cambior y Minera Mantos Blancos respectivamente; son buenas las posibilidades de alcanzar los objetivos planeados por el MEM (la puesta en marcha de estos tres proyectos permitirían casi duplicar la actual producción de cobre).

Adicionalmente existen buenas posibilidades para otros yacimientos los cuales forman parte de las próximas privatizaciones a realizarse en el sector, en el Cuadro No. 12 se presentan algunos de estos relacionados con yacimientos de cobre.

CONCLUSIONES

1. Revisando los consumos entre los años 1980 y 1995, se concluye que la demanda internacional por el cobre , por parte de los países con economías de mercado ha estado aumentando en promedios anuales de 1,7%.
2. Es conocida la importancia del cobre en la producción y distribución de energía eléctrica, además un indicador del nivel de vida y el crecimiento de las naciones es obtenido examinando el consumo de energía eléctrica. Los siguientes indicadores explicarían la fuerte demanda por parte de los países Asiáticos de mayor crecimiento:
 - El consumo en Estados Unidos-Canada es de 8,0 Kg/persona
 - En Europa es de 8.75 Kg/persona
 - En Latinoamérica de 7,0 Kg/persona
 - Y en Asia de 2.2 kg/persona (incluyendo Japón, Corea del Sur y Taiwan; habría que observar que estos tres consumieron el 40% de cobre usado en Asia)
3. En los últimos años las exigentes regulaciones ambientales en los países desarrollados a ocasionado que las grandes compañías (Americanas, Canadienses, Europeas y Australianas) muestren interés en desarrollar nuevos proyectos en Sudamérica y otras partes del mundo. Este interés ha sido respaldado por la estrategia de muchas compañías de globalizar sus operaciones y además por la respuesta de los países poseedores de ricos yacimientos, por atraer la inversión extranjera. Para los próximos años (1996 al 2000), se espera que el mercado ingrese en una fase de sobreoferta originada por la producción proveniente de Chile e Indonesia principalmente, además de otros proyectos que entraran en producción en otros países a finales del siglo.
4. Las proyecciones hechas por el Buro de Minas de los EE.UU., señalan que la demanda por cobre refinado crecerá en los próximos años y es posible que el consumo en el año 2005 sea de 14.1 millones de toneladas.

5. Las compañías mineras continuaran esforzándose por lograr los menores costos de producción incluso mucho menor a \$US 0.50 por libra, las nuevas tecnologías a disposición de la industria del cobre y los aparentes yacimientos para trabajarse con estas técnicas, indican que las inversiones y las estrategias de las grandes corporaciones estarán orientadas buscando estos objetivos. Asimismo, las inversiones serán atraídas por los países que ofrezcan mejores condiciones a la inversión extranjera, entornos políticos y sociales estables, como también infraestructura en capacidad energética y vial.

6. Los niveles de inversiones en la Minería Mundial son grandes, sólo en exploración en 1995 se gastaron US\$2690 millones, de los cuales en proyectos de exploración de cobre se destinaron cerca del 20% de ese monto. Además, la inversión de capital para ejecutar proyectos de cobre en el mundo se calculan en los US\$10,000 millones para los 5 años.

7. Los procesos de internacionalización de las compañías en el mundo, entendiéndose estos como procesos de integración vertical y horizontal de las corporaciones; originará en el futuro la formación de gigantes corporaciones que podrán competir en mejores condiciones; donde:
 - La estrategia global de inversiones ha sido escogida para protegerse contra riesgos políticos, reducir riesgos a la vez de incrementar la rentabilidad de una inversión limitada y la integración de las decisiones de inversión y comercialización.
 - Es también evidente que durante estos tiempos de globalización, los protagonistas serán las corporaciones globales y los mercados regionales a diferencias de los estados-nación.

8. Los yacimientos más ricos favorecidos por las economías de escala y la tecnología disponible estarán mejor preparadas para enfrentar ciclos de auge y de depresión propios de la actividad minera.

9. La importancia mundial en torno al tema de protección ambiental será una dificultad para los países que no tomen en cuenta este aspecto, las fuentes de financiamiento mundial buscaran con preferencia los países que le den la debida importancia. Por

otro lado, la tendencia de un mayor número de países es hacia una creciente dependencia de la importación de cobre procesado, esto se debe a razones como el alto costo de transporte, el agotamiento de sus reservas y los altos costos por implementar tecnologías de descontaminación ambiental, la tendencia que se avecina de acuerdo a las informaciones revisadas es el permitir que toda contaminación asociada con los procesos de fundición y refinación queden en el exterior, pues los costos de adecuación ambiental en los países industrializados vienen creciendo de manera apreciable, excediendo los beneficios de refinar internamente.

10. Es importante que estas tendencias sean apreciadas con claridad para que las mejores decisiones sean tomadas. Debiendo aprovechar nuestro país, los buenos yacimientos existentes buscando la asociación con las grandes corporaciones minerales del mundo, alentando la inversión en productos de mayor elaboración.

11. Nuestro país es observado con mucho interés por las compañías mineras de todo el mundo, existe un consenso general en que las medidas adoptadas por la actual administración han sido las más acertadas, pero son esperados aún la puesta en marcha de los proyectos que son estudiados en la actualidad. Se estima que para la puesta en marcha de La Granja y Quellaveco se requerirán niveles de inversión del orden de los 1000 millones de dólares en los dos proyectos y estos entrarían en operación recién a fines del año 2000, de acuerdo a las últimas publicaciones revisadas se espera que cada una de estas minas este produciendo cerca de 200,000 TMF de cobre al año.

12. Es necesario señalar los requerimientos energéticos que se presentaran en nuestro país, solo la demanda de energía en el sur, donde se desarrollarán los proyectos de Quellaveco, las ampliaciones de Cuajone y Toquepala, la ampliación de Cerro Verde, entre otros demandarán unos 400 Mw en el mediano y largo plazo; por consiguiente es importante el acertado aprovechamiento de nuestros recursos energéticos y algunos especialistas señalan que es el momento de desarrollar los importantes recursos existentes en Camisea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**ARQUETA , Diego. "Valoración Económica de la Calidad Ambiental".
1994, Mc. Graw Hill.**

**ARRATIA, Rubén, "Estrategias de desarrollo en las Economías de Minerales"
1992 , Editado por Cepet, Lima Perú.**

**BERRIO V. Editor. "Normas Legales relacionadas con el Sector Minero"
1995, Lima - Perú.**

**CAMPODONICO, Humberto.
1988 - Lima Perú. "Situación y Perspectivas de la Minería del Cobre". Editorial
DESCO.**

**JOLLY W. JANICE. "COPPER". Bureau of Mines.
1993, Marzo. Estados Unidos.**

**LATINOMINERIA.
1994 - 1995 . Revista Trimestral . Chile.**

**MANUAL DE COMERCIALIZACION DEL COBRE.
1988 - Julio. Lima Perú. Editado por la Junta del Acuerdo de Cartagena.**

**METAL BULLETIN.
1994 - 1995 . Publicaciones mensuales. England.**

**MINERANDINA.
1995. Informativo Semanal. Lima. Perú.**

**MINERIA.
1993 - 1994 - 1995. Revista editada por el Instituto de Ingenierla de Minas del Perú.**

**MINING JOURNAL.
1994 - 1995 . Publicaciones semanales. London U.K. England. .**

PFLEIDER, EUGENE. Surface Mining Editor.

1972, New York - Estados Unidos.

SINGER, Donald. "Yacimientos de metales básicos y preciosos de rango mundial : un análisis cuantitativo".

1995 - Octubre. Informativo Mensual, editado por la Sociedad de Minería y Petróleo.

Lima - Perú.

SGS. Publicaciones internas relacionadas a la Comercialización de Concentrados de Cobre en Japón.

1991- Japón

SME MINERAL PROCESSING.

1985. Handbook N.L.Weiss, Editor, New York (Volumen II).

SOTOMARINO, Celso. "ECONOMIA MINERIA Y EXPORTACIONES: PARA UN DESARROLLO SOSTENIDO".

1994, Lima - Perú.

TARRING, Trevor and ROBBINS Peter, "Trading in Metals".

1983, Estados Unidos. Editado por Metal Bulletin Books LTD.

WOLLFF , Rudolf, "Wolff's Guide to the London Metal Exchange".

1987, editado por Metal Bulletin Book, LTD.

WONNACOTT P - WONNACOTT R, "Economía".

1988. Mac Graw Hill - Interamericana - México.

YIP, Georges S. "Globalización : Estrategias para obtener una ventaja competitiva internacional."

1994 - Colombia.

ANEXOS: PRESENTACIÓN DE GRÁFICOS Y CUADROS

GRÁFICOS.

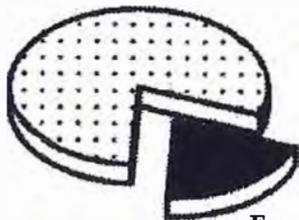
- Gráfico No. 1: Producción Mundial de Cobre de Mina en 1991.
- Gráfico No. 2: Producción de Cobre Refinado en 1991
- Gráfico No.3: Producción de Cobre Refinado en Sudamérica y Australia entre los años de 1971-1991.
- Gráfico No. 4: Exportación e Importación de Cobre Refinado en 1991.
- Gráfico No. 5: Consumo Mundial de Cobre Refinado en 1991.
- Gráfico No.6: Principales Paises Consumidores de Cobre Refinado desde 1964 a 1991.
- Gráfico No.7: Relación entre los Niveles de Stock Comerciales con los Precios de Cobre Refinado de 1971 a 1991.
- Gráfico No.8: Promedios mundiales de Demanda Percapita de Cobre.
- Gráfico No.9: Proyecciones de las Capacidades de Producción de Cobre de Mina.

CUADROS:

- Cuadro No.1: Producción Minera de Cobre por Paises.
- Cuadro No.2: Las Minas de Cobre Más Grande del Mundo.
- Cuadro No.3: Las Mayores Corporaciones de Cobre del Mundo.
- Cuadro No.4: Ampliaciones y Nuevas Minas de Cobre
- Cuadro No.5: Los Mayores Proyectos de Cobre.
- Cuadro No.6: Tendencias y Pronósticos en el Consumo de Cobre Refinado, de 1950 a 2005
- Cuadro No.7: Gastos en Exploraciones Mineras
- Cuadro No.8: Reservas Mundiales de Cobre.
- Cuadro No.9: Producción de Cobre en el Perú por Compañías en 1995.
- Cuadro No.10: Exportaciones Peruanas de Cobre en 1995.
- Cuadro No.11: Proyección de la Producción Minera Peruana entre 1996-2003
- Cuadro No.12: Principales prospectos de Cobre en el Perú

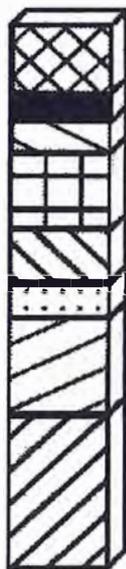
GRÁFICO No.1: PRODUCCIÓN MUNDIAL DE COBRE DE MINA EN 1991.

Domestic consumption
80 %



Exported
20 %

Copper production
8.8 million tons



Exporting Countries
1.8 million tons



Importing countries
1.5 million tons

GRÁFICO No. 2: PRODUCCION DE COBRE REFINADO EN 1991

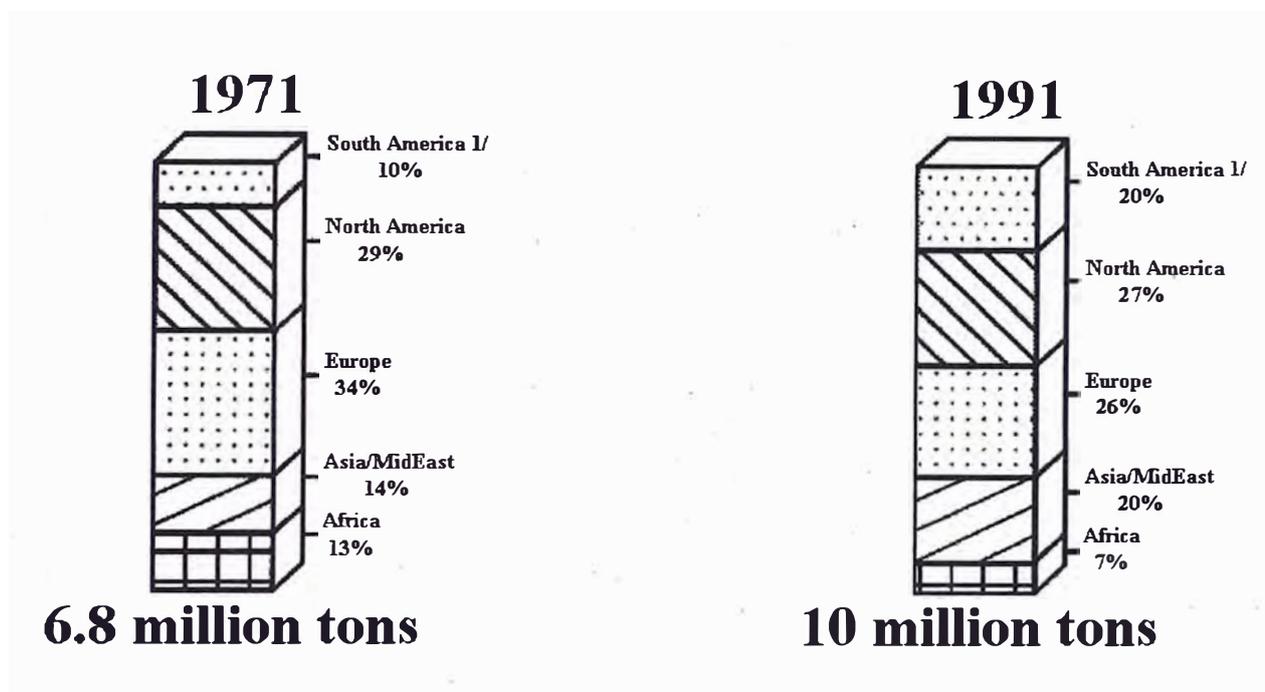


GRÁFICO No.3: PRODUCCIÓN DE COBRE REFINADO EN SUDAMÉRICA Y AUSTRALIA ENTRE LOS AÑOS DE 1971 A 1991.

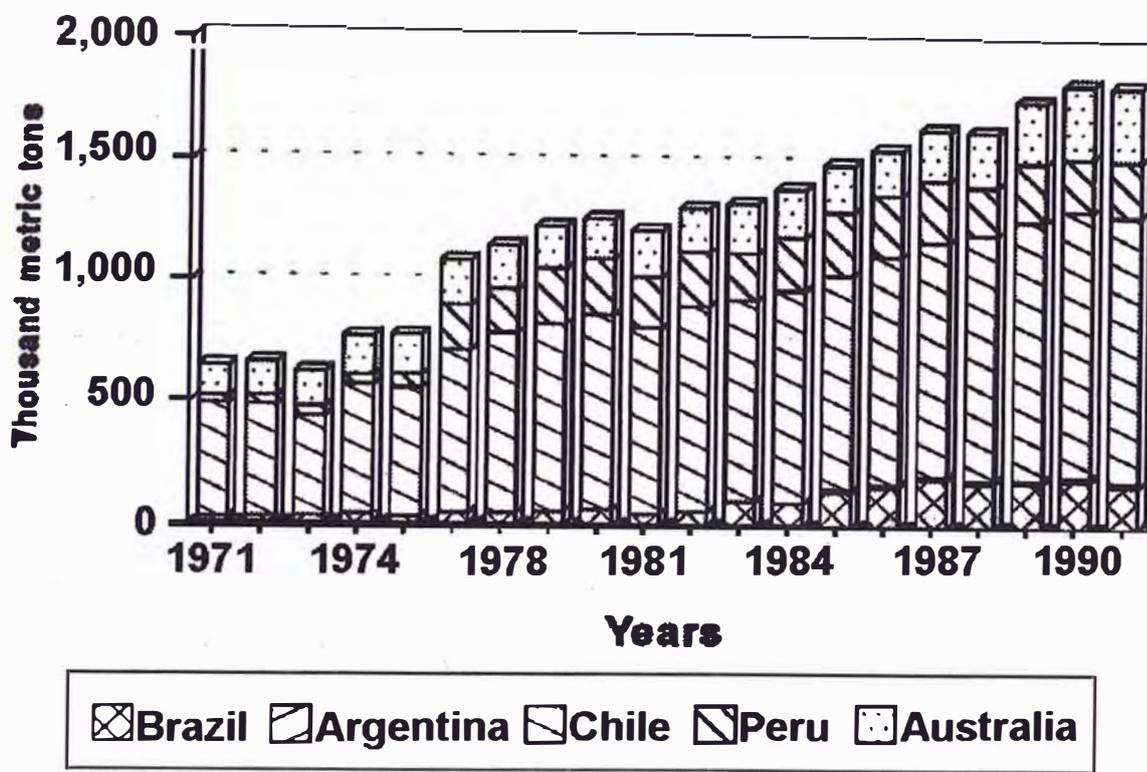


GRÁFICO No.4: EXPORTACIÓN E IMPORTACIÓN DE COBRE REFINADO EN 1991.

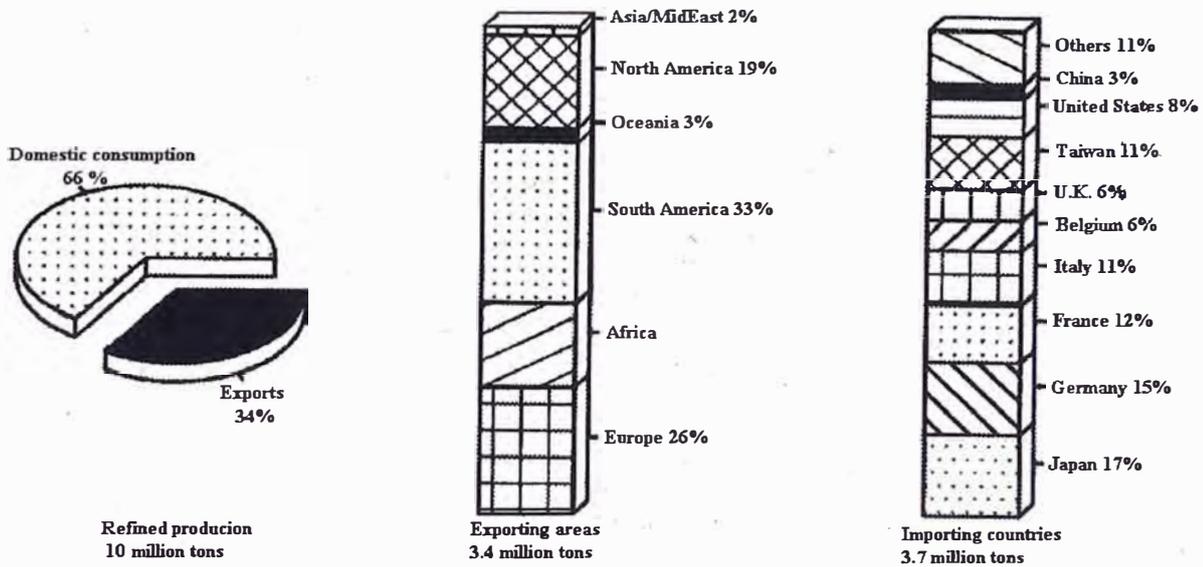


GRÁFICO No.5: CONSUMO MUNDIAL DE COBRE REFINADO EN 1991

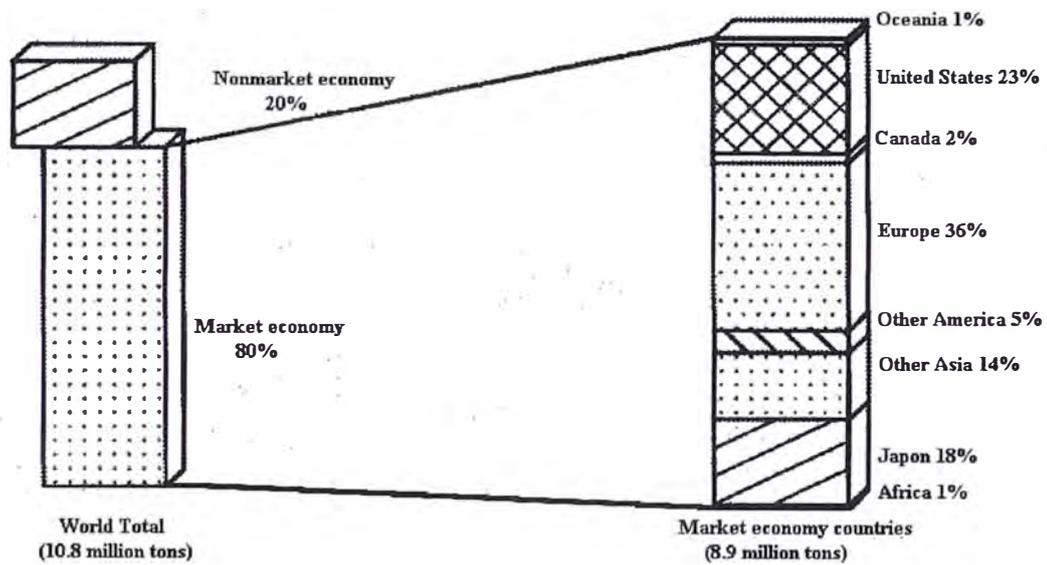


GRÁFICO No.6: PRINCIPALES PAÍSES CONSUMIDORES DE COBRE REFINADO DESDE 1964 A 1991.

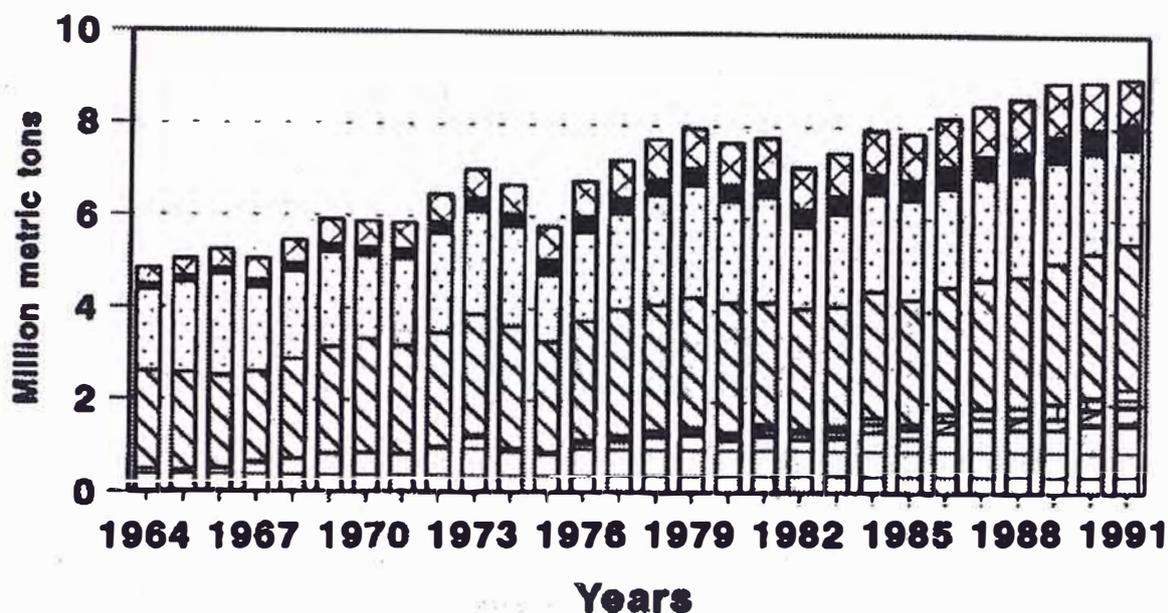
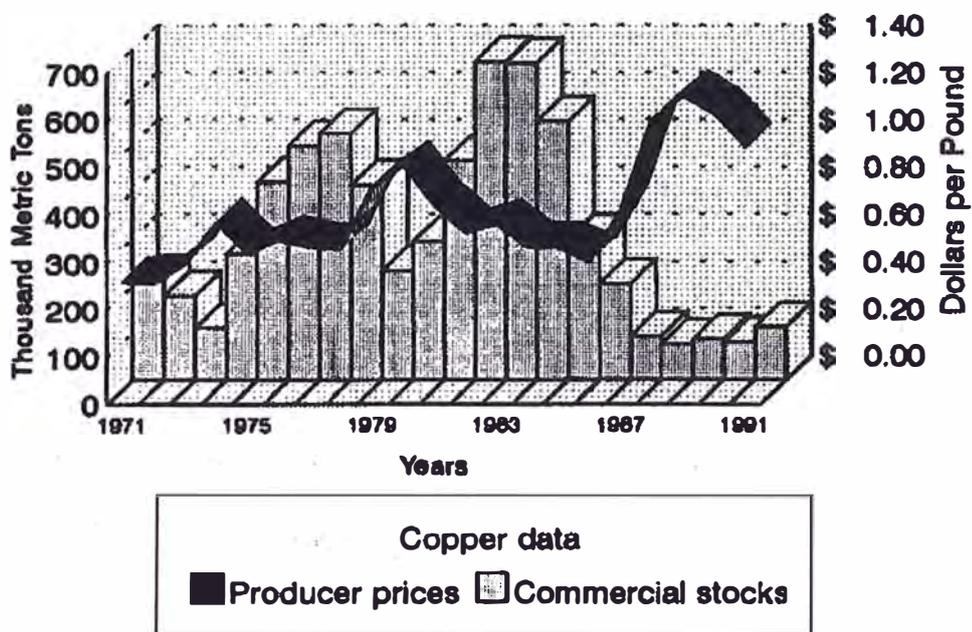


GRÁFICO No.7: RELACION ENTRE LOS NIVELES DE STOCK COMERCIALES CON LOS PRECIOS DE COBRE DE 1971 A 1991.



Fuente : Metals Week (prices) COMEX U.S. Bureau of Mines , Aug. 1992

GRÁFICO No.8: PROMEDIOS MUNDIALES DE DEMANDA PERCAPITA DE COBRE.

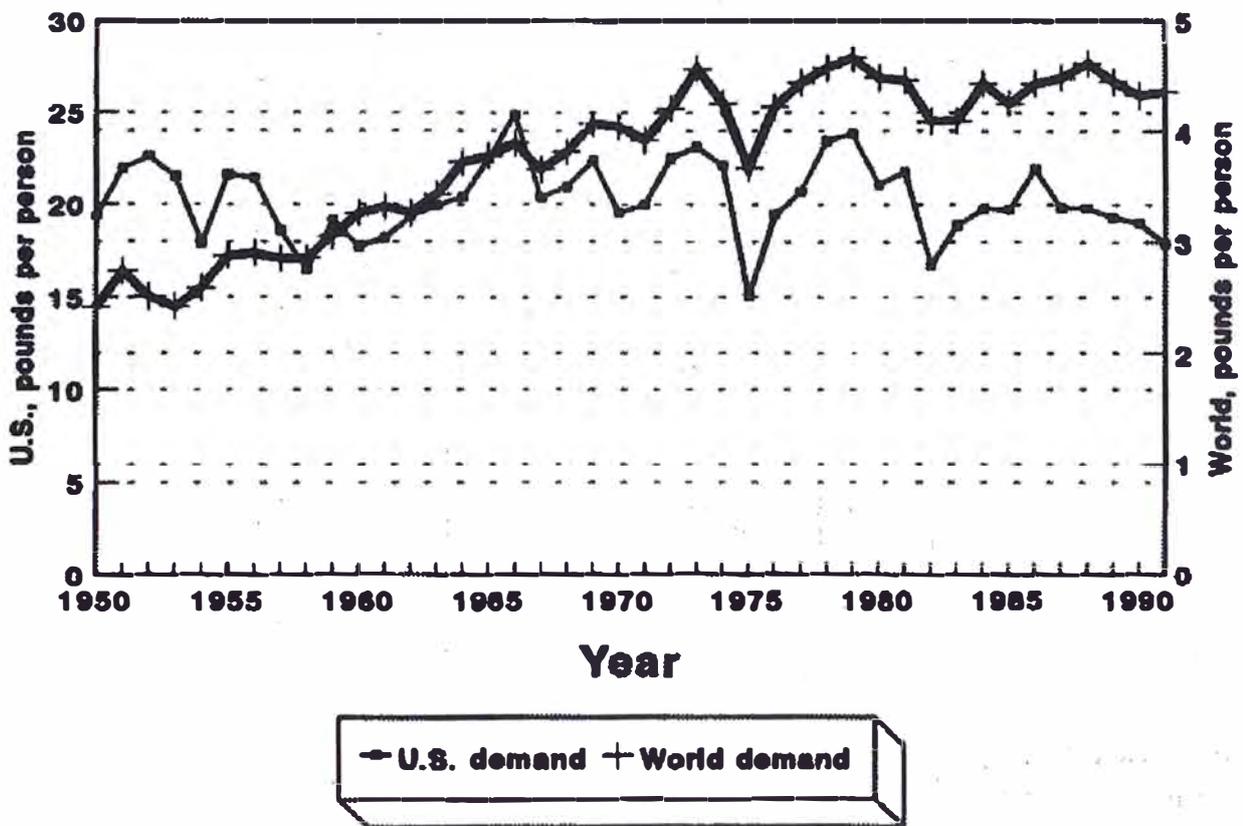
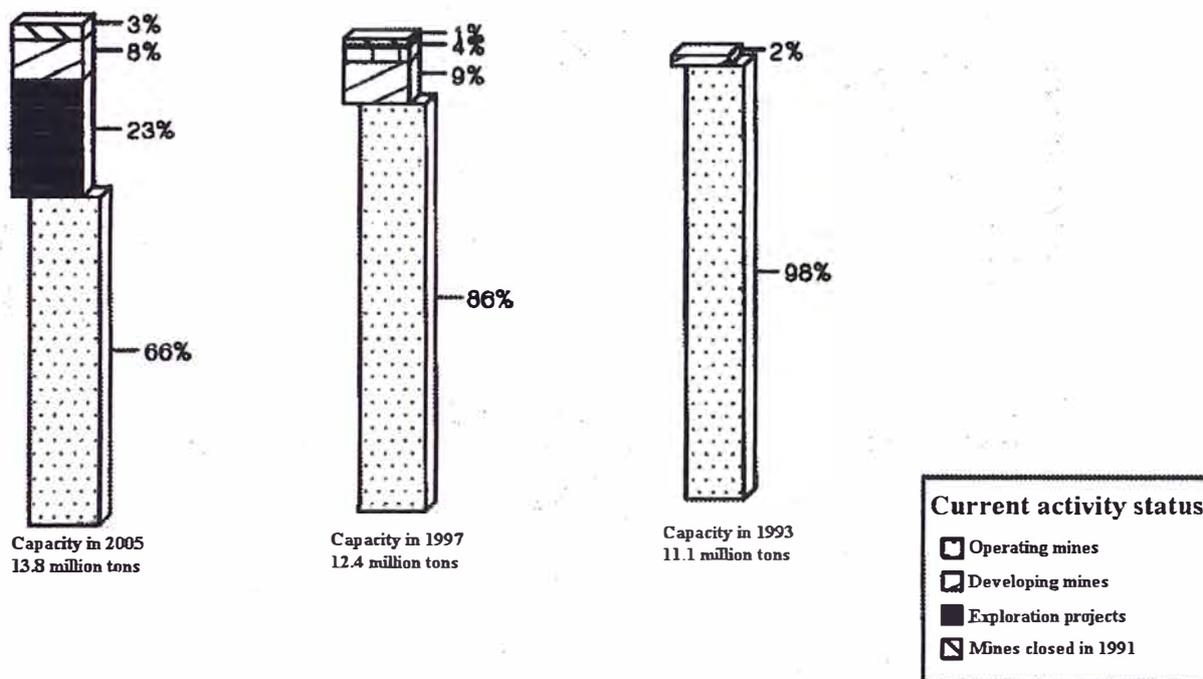


GRÁFICO No.9: PROYECCIONES DE LAS CAPACIDADES DE PRODUCCIÓN DE COBRE DE MINA.



Fuente : U.S. Bureau of Mines , Aug. 1992

CUADRO No. 1: PRODUCCION MINERA DE COBRE POR PAISES

(En '000 t, incluyendo producción por lixiviación)

| | 1992 | 1993 | 1994 |
|--|--------------|--------------|--------------|
| Chile | 1,933 | 2,060 | 2,220 |
| EE.UU | 1,783 | 1,834 | 1,845 |
| Canada | 769 | 734 | 626 |
| Australia | 369 | 409 | 410 |
| Zambia | 433 | 436 | 384 |
| Perú | 369 | 375 | 360 |
| Indonesia | 292 | 310 | 334 |
| Mexico | 266 | 286 | 292 |
| P.N.G | 193 | 204 | 206 |
| Sud-Africa | 198 | 185 | 184 |
| Total Paises con Economías de Mercado | 7,617 | 7,702 | 7,674 |

FUENTE RTZ-Mining Journal

CUADRO No. 2: LAS MINAS DE COBRE MAS GRANDES DEL MUNDO

(Producción 1994)

| MINAS | PAIS | PRODUCCION (t) | PROPIETARIOS | % | TIPO |
|----------------|-----------|----------------|----------------------|-------|---------|
| Chuquibambilla | Chile | 606,000 | Codeleco | 100.0 | P F/S |
| Escondida | Chile | 481,000 | BMP | 57.5 | P F/S |
| | | | RTZ | 30.0 | |
| | | | Mitsubishi | 8.0 | |
| | | | IFC | 2.5 | |
| | | | Nippon | 2.0 | |
| Morenci | U.S. | 370,000 | Phelps Dodge | 85.0 | P F/S |
| | | | Sumitomo | 15.0 | |
| Grasberg | Indonesia | 322,000 | Freeport | 84.9 | P/U F |
| | | | State | 10.0 | |
| | | | PT Bakrie | 5.1 | |
| Bingham Canyon | U.S. | 310,000 | RTZ | 100.0 | P F |
| El Teniente | Chile | 309,000 | Codeleco | 100.0 | U F |
| Nchanga | Zambia | 216,000 | ZCCM | 100.0 | P/U F/S |
| Ok Tedi | P.N.G. | 206,000 | BHP | 52.0 | P F |
| | | | State | 30.0 | |
| | | | Inmet | 18.0 | |
| Mount Isa | Australia | 171,000 | MIM | 100.0 | U F |
| La Caridad | Mexico | 168,000 | Grupo Mexico | 95.0 | P F |
| | | | National Mines Union | 5.0 | |

P = CIELO ABIERTO
U = SUBTERRANEO

F=FLOTACION
S= SX/EW

Nota: Esta relación no incluye las minas aperturadas recientemente tales como La candelaria, Zaldivar y Northparkes:

FUENTE: Minig Journal Ltd's Metallica 2000 Database

**CUADRO No. 3: LAS MAYORES CORPORACIONES DE
COBRE DEL MUNDO**

(Producción de cobre en 1994)

| EMPRESA | PAIS | PRODUCCION (t) |
|------------------|-----------|-------------------|
| Codelco | Chile | 1,134,000 |
| RTZ | U.K. | 610,000 |
| Phepl Dogde | U.S. | 520,000 |
| BHP | Australia | 445,000 |
| ZCCM | Zambia | 360,000 |
| Freeport-McMoRan | U.S. | 322,000 |
| Cyprus Amax | U.S. | 294,000 |
| Magma | U.S. | 270,000 |
| Asarco | U.S. | 260,000 |
| Grupo Mexico | Mexico | 257,000 |

FUENTE Mining Journal's Metallica Database

CUADRO No. 4: AMPLIACIONES Y NUEVAS MINAS DE COBRE

(Entre los años 1995-1998)

| PAIS/COMPANIA | MINA | FECHA | CAPACIDAD ADICIONAL ('000 t/y) |
|---|--|--|--|
| AUSTRALASIA Australia N B H Peko/sumitomo Poseidon Gold Western Mining/BP Placer ABC MH/Savage | Northparkes (N) Gecko (R) Olympic Dam (E) Osborne (N) Gunpowder EW (E) Ernest Henry (N) | 1995 1995 1995 1995 1995 1997 | 65 10 28 29 6 95 |
| ASIA Indonesia Freeport Indonesia Iren NICICO NICICO NICICO NICICO Pakistan Saindak | Ertzberg/Grosberg (E) Ser Cheshmeh (E) Ser Cheshmeh (E) Ser Cheshmeh EW (E) Heydourk (N) Beluchistan (E) | 1995 1995 1997 1995 1997 1995 | 150 30 20 14 45 15 |
| EUROPE Cyprus Golden Plateau/Hellenic Spain Apirse Sotiel | Skouriotissa EW (N) Aznacollar (E) Almagrera (E) | 1996 1995 1995 | 8 5 13 |
| NORTH AMERICA Canada Audrey Res. Falconbridge Inco Cambior Res. United States Arimetco Arizona Copper Aserco Cyprus Amax Leaching Tech. Magma Phelps Dodge Southern Copper | Hobru (R) Reglan (N) Inco Mines (E) Grevet (N) Zonia EW (N) Sanchez EW (N) Mission (E) Cyprus Miami EW (E) Nacimiento EW (N) Robinson (N) Morenci EW (E) Oracle Ridge (E) | 1995 1998 1998 1996 1995 1995 1995 1996 1995 1995 1995 1995 | 4 5 22 3 8 25 22 10 5 61 68 4 |
| AFRICA Zimbabwe Reunion/ZADC BHP | Senyati EW (N) Hertley Platinum EW (N) | 1995 1997 | 4 2 |
| LATIN AMERICA Argentina MH/int. Musto Chile Codelco Codelco Codelco Codelco Codelco/Cyprus Codelco/Cyprus | Bejo de la Alumbra (N) Radomiro Tomic (N) Chuquibambilla EW (E) Chuquibambilla LG EW (N) El Teniente (E) El Abra EW (N) El Abra EW (E) | 1998 1998 1997 1995 1997 1997 1998 | 180 150 26 15 30 100 125 |

| | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|------|-------|
| Antofag'/Outokumpu | Lince EW (E) | 1995 | 0 |
| Antofagasta | Los Pelambres (E) | 1998 | 77 |
| Plecer/Outokumpu | Zaldivar EW (N) | 1995 | 125 |
| Rayrock | Invan (N) | 1995 | 10 |
| BHP/RTZ/Jeco/IFC | Escondido (E) | 1996 | 00 |
| Anglo American Corp. | Mano Verde EW (N) | 1996 | 42 |
| Anglo American Corp. | Sta. Barbara EW (N) | 1996 | 8 |
| Rio Algom | Cerro Colorado EW (E) | 1996 | 20 |
| Phelps/dodge/Sumitomo | La Candelaria (N) | 1996 | 115 |
| North Lily | Tuins EW (N) | 1995 | 7 |
| Canada Tungsten | Andecollo EW (N) | 1996 | 20 |
| Lac Minerals | El Indio (E) | 1997 | 6 |
| Verius | Small Mines (E) | 1995 | 7 |
| Mexico | | | |
| MEDIMSA | La Caridad EW (N) | 1995 | 22 |
| MEDIMSA | Cananea EW (E) | 1995 | 20 |
| Min. Maria | Meriquita EW (N) | 1996 | 15 |
| Exall | Santo Thomas (N) | 1998 | 60 |
| Peru | | | |
| SPCC | Toquepala EW (N) | 1996 | 30 |
| SPCC | Cusjone EW (N) | 1996 | 6 |
| SPCC | Cusjone (E) | 1995 | 10 |
| Magma | Tintaya (E) | 1995 | 17 |
| Cyprus | Cerro Verde EW (E) | 1995 | 30 |
| TOTAL de Nuevas Minas y Ampliaciones | | | 2,409 |
| donde : Nuevas (N) | | | 1,315 |
| Ampliaciones (E) | | | 1,074 |
| Reabiertas @ | | | 20 |

FUENTE RTZ-Mining Journal

CUADRO No.5: MAYORES PROYECTOS DE COBRE

| PROYECTO | PAIS | PRODUCC. t/y | COSTO DE CAPITAL \$ U.S. millones | FECHA INICIO (1) | PROPIETARIOS |
|----------------------|-------------|-----------------|--|------------------------|---|
| Collahuasi | Chile | 380,000 | 1,300 | 1999 | Falconbridge 50 Minorco 50 |
| El Abra | Chile | 225,000 | 1,000 | 1997 | Cyprus Amex 51 Codelco 49 |
| Radomiro Tomic | Chile | 200,000 | 640 | 1997 | Codelco 100 |
| Salobo | Brazil | 200,000 | 1,500 | 1999 | CVRD 50 Morrro Velho 50 MIM 50 North 25 Rio Algom 25 Codelco 100 |
| Bajo de la Alumbrera | Argentina | 197,000 | 764 | 1997 | Mentos Blancos 80 IFC 20 America Reserve 100 (Cominco earning 67%) |
| Mense Mine | Chile | 150,000 | 263 | | Adrian 52 |
| Quellaveco | Peru | 100,000 | 500 | 1999 | Inmet 48 (Teck earning 25%) |
| Kutcho Creek | Canada | 100,000 | 94 | | |
| Petaquilla | Panama | 100,000 | 457 | | |
| Ernest Henry | Australia | 95,000 | | 1997 | MIM 51 Sevage 49 |
| Dos Pobres | U.S. | 91,000 | 275 | | Phelps Dodge 100 |
| Serra Pelada | Brazil | 72,000 | | | CRVD 100 |
| Red Chris | Canada | 66,000 | 274 | | American Bullion 80 (Teck earning 55%) |
| Santo Thomas | Mexico | 60,000 | 199 | 1998 | Exall 100 |
| Lomas Bayas | Chile | 60,000 | 157 | | Gibraltar 100 |
| Teyssen | Phillipines | 60,000 | 160 | | Chase 35 (chase earning 100% with Magma earning 51%) |
| Kingking | Phillipines | 50,000 | 200 | | Benguet 100 (Echo Bay earning 75% with TVI earning 25%) |

(1) Probable fecha de inicio. La lista excluye proyectos de ampliación

Fuente Mining Journal Ltd's Database

CUADRO No. 6: TENDENCIAS Y PRONOSTICO EN EL CONSUMO DE COBRE REFINADO, ENTRE LOS AÑOS 1950- 2005

(En miles de tonelada metricas)

| Año | América Occidental | Total América |
|-------------------|--------------------|---------------|
| 1950 | 2502 | 2774 |
| 1988 | 8306 | 10697 |
| 1990 | 8762 | 10605 |
| 1995 (Proyectado) | 9325 | 11345 |
| 2000 (proyectado) | 11800 | 14630 |
| 2005 (proyectado) | 14100 | 17900 |

Fuente: U.S. Bureau of Mines, 1992

CUADRO No 7: GASTOS EN EXPLORACION*

| REGION | 1995 (%) | 1994 (%) |
|-----------------------|----------|----------|
| LATINOAMERICA | 29.1 | 26.5 |
| AUSTRALIA | 19.6 | 21.0 |
| CANADA | 12.2 | 13.6 |
| AFRICA | 11.9 | 9.3 |
| EE.UU | 10.9 | 15.7 |
| ASIA | 9.6 | 8.2 |
| RESTO | 6.7 | 5.7 |
| TOTAL (\$US) MILLONES | 2690 | 2130 |

* Reporte realizado de la información de 154 compañías (en 1994 151 empresas), los montos representan gastos en exploraciones mineras en general

Fuente: Metal Economic Group

CUADRO No. 8: RESERVAS MUNDIALES DE COBRE

(CONTENIDO METALICO)

| PAIS | MT (en 100.000 t) | % |
|-------------------------------|-------------------|----|
| CHILE | 88 | 29 |
| EE.UU. | 45 | 15 |
| C.I.S. | 37 | 12 |
| POLONIA | 20 | 7 |
| ZAMBIA | 12 | 4 |
| INDONESIA | 11 | 4 |
| ZAIRE | 10 | 3 |
| AUSTRALIA | 7 | 2 |
| PERU | 7 | 2 |
| FILIPINAS | 7 | 2 |
| TOTAL RESERVAS: 309 MT | | |

Fuente: Metallgesellschaft

CUADRO No. 9: PRODUCCION DE COBRE EN EL PERU POR COMPAÑIAS

(En 1000 de Toneladas Metricas Finas)

| COMPAÑIA | 1994 | 1995 * |
|------------------|------------|------------|
| SPCC | 242 | 250 |
| MAGMA TINTAYA | 44 | 65 |
| CMP | 32 | 35 |
| S.M. CERRO VERDE | 20 | 28 |
| C.M. PATIVILCA | 6 | 6 |
| C.M.CONDESTABLE | 5 | 5 |
| C.M. RAURA | 2 | 2 |
| OTROS | 10 | 10 |
| TOTAL | 361 | 401 |

* ESTIMADOS PARA EL AÑO 1995.

CUADRO No 10: COMPOSICION DE LAS EXPORTACIONES DE COBRE EN 1995

| TIPO DE PRODUCTO | VALOR EXPORTABLE (En millones de US\$) | PORCENTAJE (%) |
|---------------------------------------|---|----------------|
| CATODOS Y SECCIONES DE COBRE REFINADO | 754.2 | 64 |
| COBRE BLISTER | 246.6 | 21 |
| CONCENTRADOS DE COBRE | 176.0 | 15 |
| TOTAL | 1176.8 | 100 |

NOTA: E stas cantidades presentadas, incluyen al concentrado de cobre que ingreso al pais bajo el Régimen de Admisión Temporal, representando sobre el total exportado del 10%.

Fuente: Aduanas/Diario Sintesis

CUADRO NO. 11: PROYECCION DE LA PRODUCCION MINERA DE COBRE

(En 1000 de TMF)

| AÑO | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| TMF | 437 | 432 | 527 | 637 | 677 | 772 | 877 | 917 |

Fuente: MEM

CUADRO No 12: PRINCIPALES PROYECTOS DE COBRE EN EL PERU

| NOMBRE/ PROPIETARIO/ UBICACION | ETAPA DE DESARROLLO | RESERVAS DE MINERAL (MILLON TM) | LEY DE MINERAL DE COBRE (%) | INVERSION REQUERIDA (MILLON US\$) | BREVE DESCRIPCION DEL PROYECTO |
|---|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---|--|
| 1. Cerro Verde II/ Cyprus Amax/ Arequipa | Ingeniería de Detalle | 536 (prob.& prob.) | 0.74 | 485.3 Inversión comprometida | Porfido de Cu., prod. estimada +100 kt/a Cu |
| 2. Quellaveco/ E.M. Mantos Blancos/Moquegua | Estudio de Prefactibilidad | 388.4 (geológicas) | 0.85 | 562.0 | Porfido de Cu, prod. estimada +100 kt/a Cu |
| 3. La Granja/ Cambior Inc./ Cajamarca | Estudio de Prefactibilidad | 600.0 | 0.73 | 500.0 | Diseminado de Cu, prod. est. en +100 kt/a Cu |
| 4. Michiquillay/ Minero Perú/ Cajamarca | Estudio de Prefactibilidad | 521.9 | 0.69 | 521.9 | Porfido de Cu, en proceso de privatización |
| 5. Antamina/ Centromin Perú/ Ancash | Estudio de Factibilidad | 165.9 (prob.& prob.) | Cu-1.30% Zn-1.10% Ag-0.47 oz/t | 275.0 | Tipo Skarn, en proceso de adjudicación |
| 6. Las Bambas/ Minero Perú/ Apurímac | Estudio de Prefactibilidad | 48.5 (Inferidas) | 2.06 | 120.0 | Dep. cupríferos, donde se requiere explorac. adicional |
| 7. Berenguela/ Minero Perú/ Puno | Estudio de Prefactibilidad | 16 (geológicas probadas) | Cu-1.31% Ag-4.08 oz/t | 78.0 | Yac. irregular de ox. de Mn. con valores de Ag & Cu |
| 8. Corocomaayo/ Tintaya S.A/ Cuzco | Estudio de Factibilidad | 15.23 (geológicas) | 2.88 | 50.0 | Yacimiento formado por cuerpos de Skarn |
| 9. Toromocho/ Centromin Perú/ Junín | Exp. Piloto Est. de Factib. | 27.9 | Cu-1.22% Ag-0.37Oz./t | 132.0 | Dep. polimetálico, en proceso de privatización |
| 10. Cañariaco/ Placer Dome/ Lambayeque | Exploración | 389.5 (prospectivas) | 0.63 | ----- | Porfido de cobre. |
| 11. Maraycasa/ Sta. Cruz de Oro/ Arequipa | Exploración | ----- | 1.5 | ----- | Cuerpo diseminado |

Fuente: Revista LatinoMinería