

EXPERIENCIAS DEL PROGRAMA DE COSUDE SOBRE ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA PEQUEÑA MINERÍA EN EL SUR DEL ECUADOR PORTOVELO / ZARUMA

**Por: Carlos Efrén Salinas Calero
SERVIGEMAB&CONSULGEMAB**

Antecedentes

En varios de los países en vías del desarrollo (América Latina, África, Asia y Oceanía), se han desarrollado una serie de actividades informales, entre ellas la pequeña minería del oro, la cual debido a su facilidad, se ha convertido en una de las principales fuentes de trabajo, y subsistencia de un gran número de personas.

Sin embargo el bajo nivel de ejecución, y la serie de problemas por los que atraviesa, han provocado que la pequeña minería sea una fuente de impactos ambientales. Entre los principales problemas de los mineros artesanales, tenemos:

- Escasa o inexistente utilización de maquinaria minera;
- Bajo nivel de seguridad, y alto riesgo para la salud;
- Deficiente formación técnica del minero. No hay asistencia técnica a este sector;
- Deficiente utilización de los recursos naturales;
- Bajo nivel salarial y baja productividad;
- Ausencia crónica de capitales para inversiones mineras;
- La pequeña minería es generalmente informal;
- La pequeña minera, como tal, es degradadora del ambiente;
- Conflicto entre la pequeña minera, y otras actividades económicas.

Sin embargo es claro que la aguda crisis económica por la que atraviesan nuestros países, mas las políticas económicas, no dejan otra alternativa que encontrar el sustento diario en actividades sencillas, que no requieren de inversiones y que generalmente son informales.

En los países andinos se han desarrollado o ejecutado proyectos y programas de asistencia técnica para varios sectores económicos, entre ellos se destaca la ayuda para la minería artesanal o pequeña minería p.e. en el Ecuador.- Proyecto Minería sin Contaminación (PMSC) de la COSUDE, el Proyecto de Desarrollo Minero y Control Ambiental (PRODEMINCA) del Banco Mundial y el Ministerio de Energía y Minas. En Bolivia.- el Proyecto MEDMIN de la COSUDE, otros.

Ahora se puede decir que estos proyectos han permitido en Ecuador, Bolivia, Perú, Chile, adquirir conocimientos y tener buenas y malas experiencias sobre tal o cual estrategia de apoyo para la solución de los problemas minero-ambientales de la minería artesanal y pequeña minería.

Por lo tanto aprovechar estas experiencias y conocimientos, en nuevos proyectos y programas, es una gran ayuda para introducir y ajustar las recetas a las nuevas condiciones y necesidades, estrategias y/o alternativas de solución a los problemas minero-ambientales, que van en beneficio de la minería artesanal y pequeña minería; optimizando el aprovechamiento de recursos humanos, económicos y técnicos.

En el Ecuador, el programa de COSUDE en Portovelo – Zaruma, que en sus inicios oriento su estrategia al problema del mercurio, estableció al final del primer año de ejecución, que el problema mercurio era uno de los tantos problemas por los que atraviesa la minería artesanal y pequeña minería.

Sin embargo no se debe entender con esto que se está restando importancia del problema mercurio, el cual es muy probable que para otros países sea el de mayor peso; sin embargo la pequeña minería de Portovelo-Zaruma y con seguridad en otras regiones mineras del Ecuador, tiene un abanico de problemas, que provocaron se haga una re-orientación de la estrategia del Proyecto de COSUDE.

Sin embargo y en vista de la temática de la Jornada, vamos describir la situación y problemática del mercurio en la minería artesanal ecuatoriana.

El Uso de Mercurio en la Pequeña Minería y Minería Artesanal

El mercurio, metal en estado líquido fue utilizado en la época colonial por los Españoles en las minas de oro y plata, para amalgamar estos metales y poderlos separar de la ganga mineral.

Así la técnica de atrapar-captar con mercurio al oro y la plata, denominada amalgamación, se ha desarrollado y asimilado por parte de los buscadores de oro, y mineros artesanales.



Minero pre-concentrando el oro para amalgamarlo, Portovelo-Zaruma

La amalgamación por su sencillez, bajo costo, la no-utilización de equipos y aparatos especiales para su ejecución, hacen de la misma una técnica muy popular común en los asentamientos mineros para recuperar el oro de las gangas minerales.

En el Sur del Ecuador, la amalgamación se ha aplicado de varias formas, así:

- En Nambija, durante la molienda del mineral en trapiches, se ha realizado la amalgamación directamente vertiendo en la taza de molienda el mercurio. Los trapiches al ser sistemas abiertos de molienda, utilizan en su descarga canalones, sobre los cuales y más de las cobijas o bayetas se coloca

directamente planchas de cobre con mercurio, para atrapar el mercurio y amalgama que se escapa hacia las descargas y colas del trapiche.



Trapiche tipo Chileno para la molienda del mineral en Portovelo-Zaruma

Luego se recoge la amalgama del interior del trapiche y se limpia y quema para obtener la esponja de oro

- En Chinapintza, Portovelo, Zaruma, Bella Rica, por las características del mineral, la amalgamación se hace luego del proceso de molienda del mineral, el cual se hace en una versión casera de los trapiches chilenos.

Los concentrados que se recogen en las descargas de los trapiches (canalones con bayetas o cobijas) es re-concentrado y luego amalgamado en platones de latón; para finalmente quemar la amalgama y obtener el oro.

Otra forma de amalgamación es la que se hace directamente en tambores o molinos de bolas o barras conocidos comúnmente en el Ecuador como “chanchas”. La amalgamación se hace con mineral premolido o con concentrados de canalón.



Minero limpiando una “chancha” luego de la amalgamación, Portovelo-Zaruma

Luego la amalgama obtenida es limpiada y quemada para obtener la esponja de oro.

De esta forma la amalgamación en estas dos variantes tiene los siguientes problemas:

En Nambija:

Molienda-amalgamación en circuito abierto, produce descargas directas de mercurio en forma de harina de Hg y amalgama a las redes hídricas,

Los mineros manipulan directamente el mercurio y la amalgama,

La quema de la amalgama se la hace generalmente en circuitos abiertos, o sistema poco eficientes que dejan escapar gases de Hg que son acumulados por los mineros o trabajadores encargados de la amalgamación, limpieza y quema de la amalgama.

En los Otros Asentamientos Mineros:

Los mineros manipulan directamente el mercurio y la amalgama,

La quema de la amalgama se la hace generalmente en circuitos abiertos, o sistema poco eficientes que dejan escapar gases de Hg que son acumulados por los mineros o trabajadores encargados de la amalgamación, limpieza y quema de la amalgama.

Con estos antecedentes se puede decir que el mercurio en la pequeña minería ecuatoriana, es en primer lugar problema de salud laboral y que es hacia el cual se han orientado los esfuerzos de las autoridades mineras y proyectos de la asistencia técnica; sin embargo por el otro lado no hay que dejar de lado los efectos en el ambiente y que es la piedra de choque entre los “mineros artesanales” y los “grupos ambientalistas”



Minero quemando amalgama afuera de un horno o recuperador de Hg, Portovelo-Zaruma

Los problemas ambientales por el Hg se relacionan con el largo período de estancia que tiene este elemento en el ambiente. Así la zona de Nambija a lo largo de los mas de veinte años de explotación ha provocado con seguridad una alta descarga de Hg y amalgama al sistema hídrico, que no ha sido determinada o cuantificada.

Las descargas y derrames de mercurio en los lugares de trabajo (en forma de gotas de Hg) pueden evaporarse, generando gases de Hg en el aire o ambiente de trabajo de los mineros (se conoce que el Hg se evapora a temperaturas ambientales).

Conocimiento de los Mineros sobre los Problemas del Mercurio

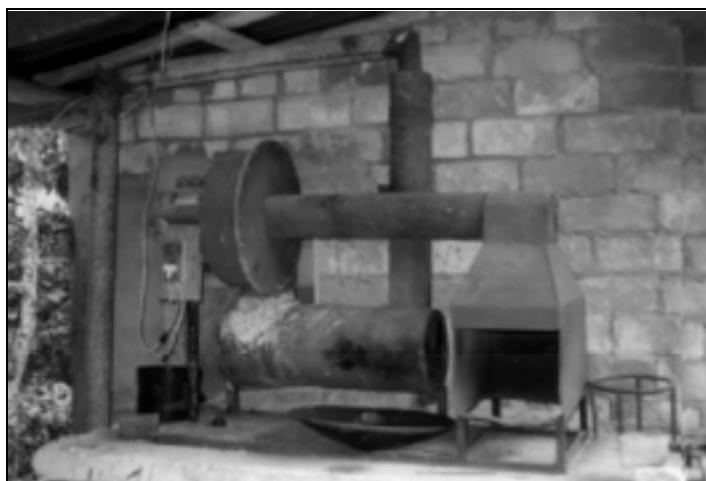
La conciencia de los mineros sobre el problema o las consecuencias por el mal uso del mercurio, el cual al no producir en forma inmediata signos visibles o afecciones en la salud, ha generado en los mineros la idea que el mercurio no provoca efectos en la salud y que se puede manipular y trabajar sin ninguna necesidad o exigencia especial (como guantes, mascarar, o circuitos cerrados de amalgamación y quema de amalgama).

Si bien los problemas de molienda y amalgamación en circuitos abiertos, y la manipulación del mercurio-amalgama, tienen soluciones sencillas y aplicables a la pequeña minería, como son: No amalgamar durante la molienda, la amalgamación en circuitos cerrados, el uso de equipo de protección personal, otros; el problema de la quema de la amalgama es la tarea que se han propuesto resolver proyectos y autoridades mineras.

Varios intentos para introducir retortas para la quema de amalgama por parte del Ministerio de Energía y Minas y proyectos como el de COSUDE, no dieron los resultados esperados, ya que particularidades tales como:

- No se puede ver u observar la bolita de oro y se tiene el temor que existe algún truco o camino por donde puede fugarse parte del oro
- Hay mucho recelo a nivel de los mineros y tratan de mantener en secreto su producto final, evitando se conozca cantidad o tamaño de la bolita; por lo que se llevan en muchas de las veces a quemar la bolita en la casa
- Debido a una serie de impurezas producidas como resultado de la amalgamación (de la molienda, otros minerales de la ganga, material de la retorta, otros), al momento de quemar la amalgama en la retorta, esta pierde su color (dicen los mineros “se negrea”) y baja la calidad final del producto; por lo que los mineros en la comercialización se ven obligados a perder, por no poder negociar con un producto de la calidad exigida por los compradores de oro

Han provocado una resistencia para usar la retorta, resistencia que ha llegado a ser de carácter cultural, y que ha provocado o dado lugar al desarrollo por parte de mineros y metal-mecánicos de otros diseños y equipos artesanales denominados “recuperadores de mercurio”.



Recuperadores de mercurio artesanales, Portovelo

También es necesario indicar que a pesar de darse experiencias negativas con la retorta, se han dado algunos casos o ejemplos en los que la quema de amalgama en la retorta ha sido exitosa, sin embargo la resistencia cultural, es una barrera para que esta alternativa o solución al problema de los vapores de Hg no haya dado los resultados esperados.

Experiencias sobre la Quema de Amalgama

Seis años del proyecto de COSUDE en el Sur del Ecuador, permitieron a los técnicos poner en práctica y desarrollar modelos de retortas que fueron experimentados exitosamente en otros países como Bolivia, con buenos resultados.

A pesar de estos logros, en Portovelo-Zaruma (la zona de mayor tradición minera en el país) no fue posible lograr que los mineros por voluntad propia introduzcan dentro de forma de trabajo el uso de las retortas.

El proyecto de COSUDE para introducir la retorta, realizó varios ajustes, entre los que se pueden citar:

- El crisol para la quema de amalgama se elaboró como una pieza torneada, con un sistema de tapa y cerrado de la tapa con cuña
- El condensador se transformó en una caja cuadrada que al mismo tiempo que contenga el refrigerante, sea la base y soporte de todo el equipo
- El condensador abierto (caja) permitió que sea visible el tubo de conducción de los gases de Hg; para poder de esta forma mostrar al minero que no hay ninguna salida escondida o truco para el oro
- Se produjo un manual de uso de la retorta, a fin de ayudar a mejorar el nivel de conciencia y apoyar a que desaparezca la resistencia cultural a la retorta

Luego de las experiencias obtenidas y a fin de encontrar una solución al problema, se inicio un proceso para entender los recelos culturales de los mineros y probar cambios y nuevos diseños de equipos que permitan una mayor eficiencia en la quema de la amalgama.

De esta forma y tomando como base los equipos de mayor aceptación por parte de los mineros, sus recelos y criterios de cómo debería ser un equipo para la quema de la amalgama, el grupo técnico del proyecto desarrollo nuevos diseños denominados **hornos para la quema de amalgama y retorta gigante.**



Horno para la quema de amalgama, desarrollado por Técnicos del Proyecto-COSUDE

La idea central de estos equipos, fue la de permitirle al minero:

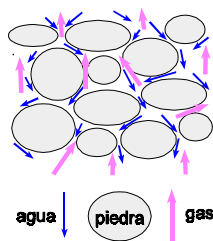
- En primer lugar poder observar (ver) siempre la bolita de amalgama
- Tratar de lograr la mayor condensación posible de los vapores de Hg para lograr a su vez la mayor recuperación de mercurio
- Que los equipos puedan y sean construidos en forma local, sin tener necesidad de recurrir a partes o piezas sofisticadas
- Y lo más importante que sean aceptados en forma voluntaria por los mineros locales, y que sean ellos los encargados de su difusión y replica en la región minera.

Bajo estas condiciones a continuación se presentan los modelos desarrollados por el equipo de técnicos del proyecto de COSUDE en el Ecuador.

Modelo 1: Horno con recuperación de mercurio en humedo sobre un lecho de grava

Concepto General

Para incrementar la superficie de enfriamiento se reemplaza el sistema de enfriamiento en un tubo por un sistema de enfriamiento en un lecho de cuerpos frios.



Adoptando la mencionada idea preliminar de canecas de vidrio (H. Wotruba) se decidió de utilizar piedras redondas (grava del río). El enfriamiento de las mismas se realiza mediante un flujo de agua por los intersticios de las piedras, mientras que el gas pasa por los mismos intersticios.

De esta forma se espera, que el mercurio succionado se condense sobre la superficie fría y mojada de las piedras, y al mismo tiempo las partículas de mercurio sean lavadas hacia abajo con el flujo de agua que se rosea desde arriba.

El horno hasta llegar al diseño mas adecuado, paso por dos etapas de desarrollo:

- El primero tenía dispuesto en ventorol al inicio, de tal forma que los gases desde el horno eran inyectados a la cámara de enfriamiento. Este modelo provocó un flujo muy fuerte y el mercurio no se condensaba eficientemente,
- En el segundo se colocó en ventorol al final de la cámara de enfriamiento, provocándose de esta forma que los gases sean succionados, lográndose mayor eficiencia en la condensación de los gases de Hg.

Conclusiones de los Ensayos

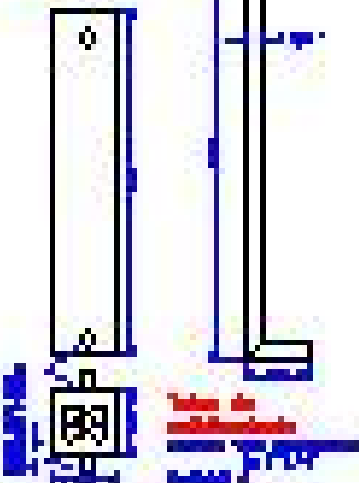
- a) La recuperación de mercurio alcanzo un porcentaje menor al esperado
- b) El diseño de succión y las piedras gruesas contribuyeron a una recuperación de mercurio en forma menos fina
- c) La cantidad de mercurio recuperado aumenta en cada ensayo, lo que significa, que la cantidad de mercurio que queda entre las piedras se acerca a una saturación
- d) Para la reutilización del mercurio que sale de la cámara del horno, se requiere la posterior destilación en una retorta. No es aconsejable el activador para estos fines.
- e) La modalidad de re-utilización del Hg se hace así: el dueño del molino ofrece a los mineros el servicio de quema al aire libre en éste aparato. Según las experiencias en la región ellos no se resisten a la quema en un equipo de recuperación, mientras vean la amalgama y/o el oro. Cada cierto tiempo el dueño de la instalación "cosecha" el lodo de mercurio y lo destila en una retorta para su reutilización o venta (esto pueden ser cantidades de 5 - 10 kg). Según la experiencia no hay resistencia contra la retorta mientras que el producto que se quema no contiene oro.
- f) La recuperación del diseño actual del equipo está entre los 60 y 70 %.

Detalles:

Refrigerador # 1



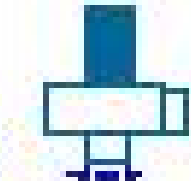
Carro
Módulo exterior



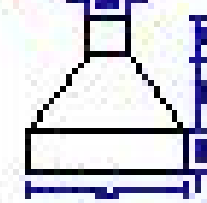
Tubo de
refrigerante

Refrigerador # 2 con un refrigerante
3 refrigerantes

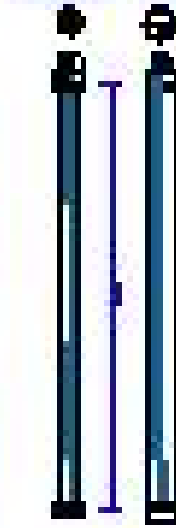
Tubo de
refrigerante



Tubo de
refrigerante



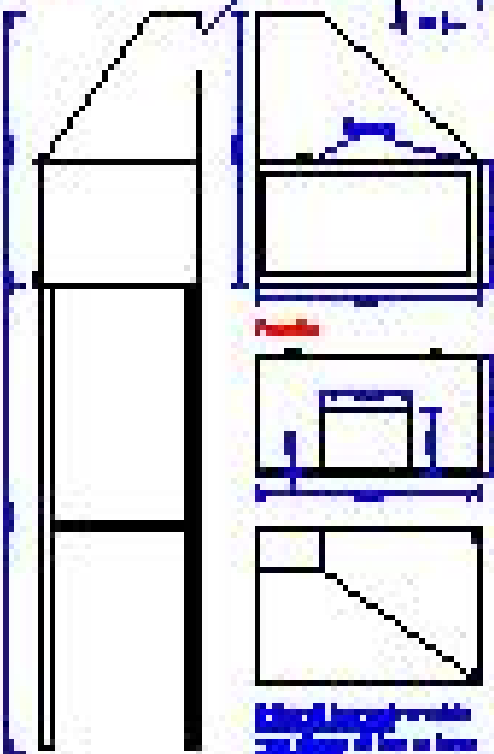
Tubo de
refrigerante



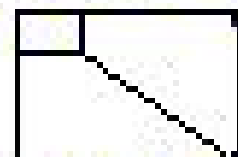
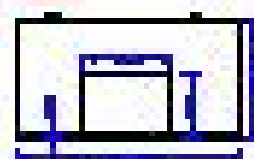
Tubo de
refrigerante



Carro

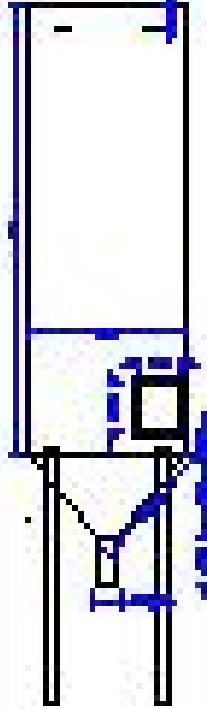


Tubo de
refrigerante

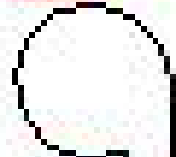


Tubo de
refrigerante

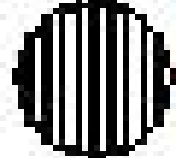
Tubo de
refrigerante



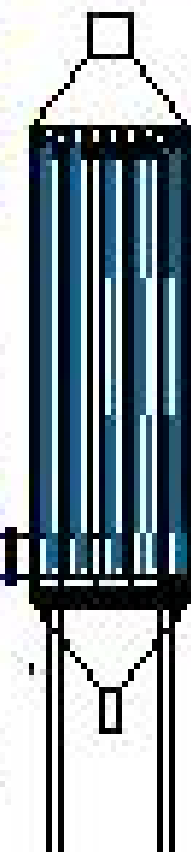
Tubo de
refrigerante

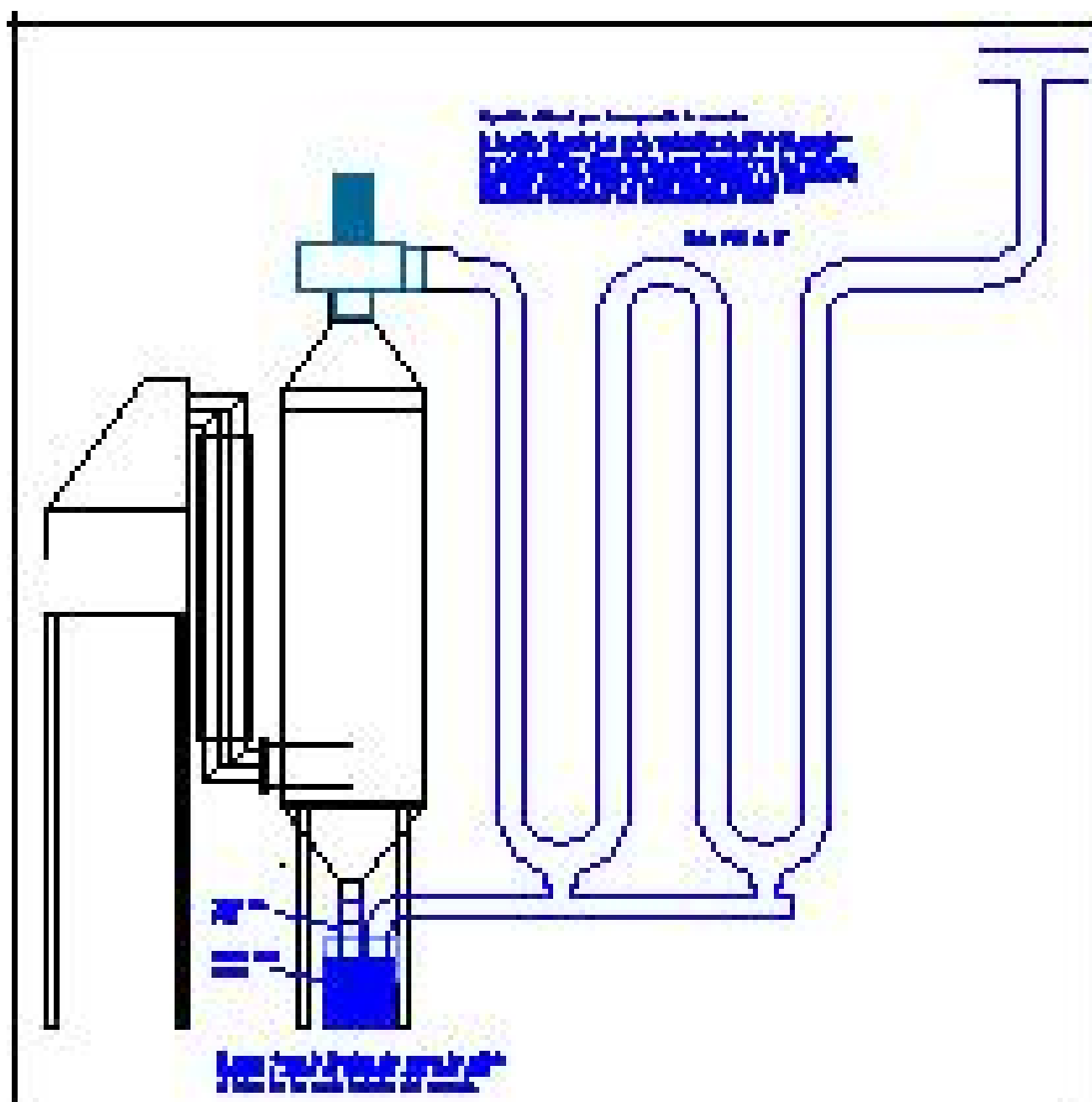


Tubo de
refrigerante



Tubo de
refrigerante





Horno para la quema de oro

Proyecto Minero de Concentración - Fundación CENSA - CENSA - Proyecto-Cenat

Nombre: Fello Huasicho, Ingeniero 1987

Caracas 1/19

Construcción del polidiplo: Taller Artesanal Minero, Ingeniero (Sección de diseño y construcción)

Modelo 2: Recuperación en secco con "retorta gigante"

El modelo 2, parte del diseño tradicional de hornos para la quema de amalgama, mejorando su rendimiento a base de las experiencias anteriores, intentando a la vez de abaratar el costo de instalación a través de un diseño que requiere menos trabajos metalmecánicos y reemplazando construcciones metálicas en lo posible con construcciones civiles de ladrillo y cemento.

Concepto General

Es la replica de una retorta comun y corriente en una escala de "gigante", pues mantiene el principio de un tubo para conducir los gases de mercurio desde el horno (que es la parte que remplaza al crisol), para hacerlos pasar a travez de un refrigerador, donde se condensan y se depositan en un recipiente, en este caso cerrado (en la retorta el tubo descarga el Hg condesado directamente a un vaso o recipiente con agua). Luego el gas remanente vuelve a circular por un tubo de retorno por el refrigerados para condesar el gas remante y dejarlo por gravedad que se descarge al recipiente cerrado.

Descripción del Equipo

El equipo consiste de los siguientes elementos:

Horno para la quema de amalgama, de ladrillo y cemento de 0.40 mt x 0.40 mt (AxH) con una puerta de 0.25mt x 0.25 mt (AxH), con un tubo de hierro de 4" en el extremo superior derecho para la salida de gases (ver gráfico 3)

Tubo de 4" de hierro para la conducción del gas de mercurio caliente del horno conectado a un conjunto de 4 tubos de 2" x 4 mt de He soldados entre sí. Es aquí donde se produce el enfriamiento y la condensación del mercurio gaseoso (ver gráfico 3).

Tubo de PVC de 4"x 4 mt para continuar con el enfriamiento y condensación del mercurio gaseoso remanente (ver gráfico 3).

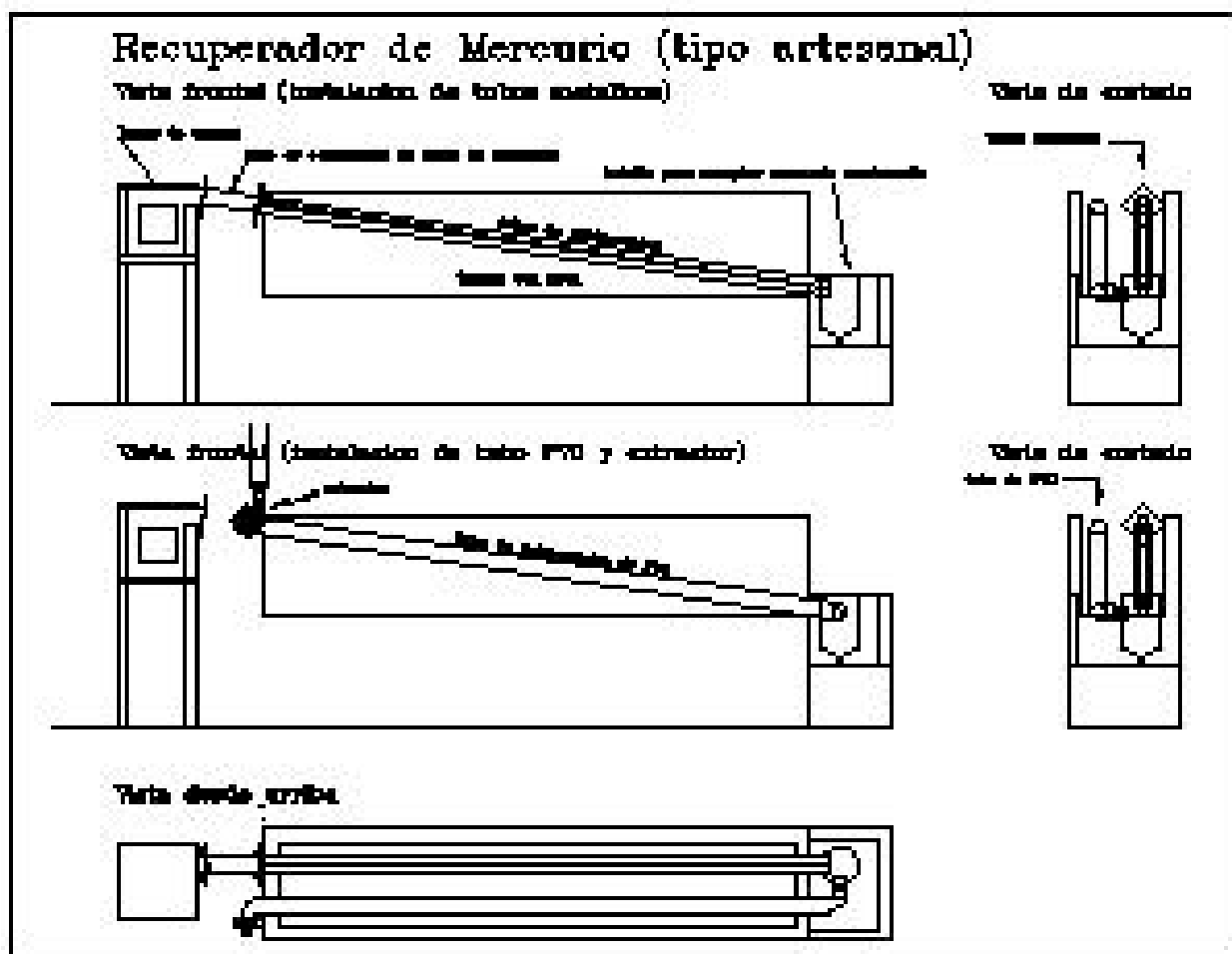
Un tanque de cemento y ladrillo de 3.80 mt x 0.40. mt x 0.60 mt (LxHxA), revestido cuidadosamente en todo su interior y por donde circulará una corriente de agua. En el otro extremo superior del tubo PVC de 4" está conectado un venterol de 2" que succiona el gas de todo el sistema para lograr en lo posible un flujo laminar de gas mercurio-aire desde el horno hasta el refrigerador para contribuir a la condensación de gotas más gruesas (ver gráfico 3).

Finalmente, a la salida del venterol esta conectado a un tubo de PVC de 4" como chimenea final

Conclusiones de los Ensayos

- a) La recuperación de mercurio alcanzo un porcentaje casi similar al logrado en el horno para la quema de amalgama

- b) El diseño de retorta gigante manteniendo el mismo principio de una retorta convencional, fue aceptada por los usuarios
- c) El mercurio recuperado, se extrae no inmediatamente, dejándose que ase acumule cantidades mas grandes para proceder a su extracción y limpieza
- d) Para la reutilización del mercurio que se acumula en el recipiente o botella, se procede con la ayuda de panela, cloro u otro producto a limpiarlo para su uso.
- e) La modalidad de re-utilización del Hg se hace así: el dueño del molino ofrece a los mineros el servicio de quema en éste aparato. Como no hay una resistencia a la quema en la retorta gigante, mientras vean la amalgama y/o el oro. Luego cada cierto tiempo el dueño de la instalación "cosecha" el mercurio y luego de limpiarlo lo re-utiliza o vende al propio minero (esto pueden ser cantidades de 5 - 10 kg).
- f) La recuperación en la retorta gigante alcanzo hasta un 75 %.



Como resultado del trabajo de diseño y puesta en operación de estas equipos y nuevos diseños por parte del proyecto es necesario destacar lo siguiente:

- ❖ El Proyecto no mantuvo una línea rígida, mas bien aplico un criterio de flexibilidad e investigación hacia nuevas alternativas
- ❖ El trabajo directo con los mineros (involucrados en el problema) permitio aprovechar sus criterios, y conocer mas acerca de los recelos y resistencia al uso de la retorta, por lo que su aceptación a usar los nuevos modelos fue mas voluntaria y rápida
- ❖ Los equipos desarrollados y en operación con inversión de parte de los dueños de instalaciones-mineros, permitio demostrar a los interesados que con la recuperación del mercurio y la venta del mismo a los usuarios, era factible la amortización de la inversión y la obtención de utilidades a partir de un tiempo X de operación
- ❖ La recuperación si bien no alcanzo los niveles esperados (60 al 70%) es un alternativa mas sana al ambiente, que la quema de amalgama al aire libre o en sus propios hogares

Conclusiones Finales

El programa de COSUDE que considero como una de sus líneas estratégicas el apoyo técnico al sector minero para el uso adecuado del mercurio y minimizar las emisiones de Hg al ambiente, abordó y trató otros problemas y también los relacionados con el uso del mercurio en la pequeña minería aurífera ecuatoriana, tales como:

- ❑ Monitoreo de Hg en agua, sedimentos, aire a fin de determinar las características o condiciones de contaminación con Hg en la cuenca alta del río Puyango
- ❑ Se realizó por vez primera en una área minera en el Ecuador un monitoreo de salud referido al uso del Hg, concretamente para las comunidades de Portovelo – Zaruma
- ❑ Se llevó a efecto un programa de salud dirigido a hacer un seguimiento y apoyo médico de los casos de los mineros afectados por el uso del mercurio
- ❑ Se desarrolló un amplio programa de concientización sobre los problemas de salud y ambientales derivados como consecuencia del uso del mercurio
- ❑ Se ha difundido y compartido las experiencias y conocimientos logrados durante seis años de trabajo sobre el problema del mercurio en la pequeña minería aurífera con organizaciones estatales, ONGs, otros proyectos a nivel nacional e internacional
- ❑ Las experiencias y trabajos realizados por el equipo de profesionales del Proyecto de COSUDE han servido de base, insumo y motivación para la ejecución de nuevos proyectos sobre la problemática minera, ambiental y de la salud pública en la región de Portovelo-Zaruma y su área de influencia
- ❑ Por las características de amalgamación, las condiciones de trabajo, condiciones sociales y económicas de desarrollo de los asentamientos de pequeños mineros y las labores mineras, es necesario considerar que el mercurio no fácilmente puede ser remplazado por otras técnicas de beneficio de gangas minerales
- ❑ La prohibición sobre el uso del mercurio, al contrario de ser un mecanismo de control, es más bien un nuevo problema como es el surgimiento de un “mercado negro”