

Distr.
RESTRINGIDA

LC/R.1278
21 de junio de 1993

ORIGINAL: ESPAÑOL

CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

**EMPRESAS LIDERES EN LA CREACION, APLICACION Y DIFUSION DE TECNOLOGIAS
AMBIENTALMENTE RACIONALES EN AMERICA LATINA: EL CASO DEL TRATAMIENTO
Y RECICLAJE DE LOS RESIDUOS DE MERCURIO REALIZADOS POR LA EMPRESA
APLIQUIM DE BRASIL**

Este trabajo fue preparado a solicitud de la Unidad Conjunta CEPAL/ONUDI de Desarrollo Industrial y Tecnológico de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial al Departamento de Medio Ambiente y Uso del Suelo de la Federación de Industrias del Estado de São Paulo-FIESP. El autor es el señor Cyro Eyer do Valle, Director de APLIQUIM, Equipos y Productos Químicos Ltda., São Paulo. El contenido del trabajo que está destinado a ser publicado junto con otros documentos similares no debe ser divulgado ni hecho accesible a terceros. El texto no ha sido sometido a revisión editorial y las opiniones expresadas en él son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la CEPAL.

93-6-746

Indice

	<u>Página</u>
I. LA PRESENTACION DEL CASO	1
II. LA HISTORIA DE LOS DESARROLLOS TECNOLOGICOS DE LA EMPRESA	2
1. Presentación de la empresa	2
2. Identificación de las tecnologías elaboradas por la empresa	3
3. Evolución de la tecnología	5
4. Estrategia de la empresa en el campo de la tecnología	6
5. Relaciones con centros de investigación tecnológica	7

I. LA PRESENTACIÓN DEL CASO¹

Este caso es la historia de una empresa brasileña que fue fundada con el propósito de resolver problemas de industrias que generan residuos contaminados con elementos tóxicos. Estos residuos son de difícil disposición final y deben someterse a un tratamiento previo. Por otra parte contienen a veces sustancias de valor. Si estos son recuperables pueden reintroducirse al mercado como materias primas. El desafío que enfrentó la empresa APLIQUIM, Equipos y Productos Químicos Ltda., que es el protagonista de esta historia fue de concebir y desarrollar industrialmente procesos de tratamiento adaptados a las condiciones de un país en desarrollo. Entre otros se trataba de encontrar soluciones técnicas que no tuvieran inversiones muy elevadas. El caso constituye además un buen ejemplo de que la adopción efectiva de normas ambientales por parte de la industria genera una demanda de actividad innovativa y, por ende, conduce incluso a la creación de nuevas empresas.

APLIQUIM, con sede en Sao Paulo, fue fundada hace pocos años por un grupo de ingenieros brasileños con amplia experiencia en sus respectivos campos profesionales. El origen de la empresa fue un contrato suscrito con la industria Carbocloro, un importante productor de cloro y soda del Brasil. El contrato estipulaba que APLIQUIM se haría cargo del tratamiento de unos residuos contaminados con mercurio que la planta de Carbocloro en Cubatao había acumulado en sus terrenos tras una serie de años. Con este objeto APLIQUIM tuvo que desarrollar un proceso de tratamiento y construir una planta con los equipos necesarios. Este proceso consiste en la separación del mercurio de un medio filtrante constituido por tierras diatomáceas. La operación permite por una parte recuperar el mercurio que es reciclado a los usuarios. El mercurio recuperado constituye actualmente una proporción significativa del consumo total del país. Por otra parte, la descontaminación de las tierras diatomáceas permite su utilización en la fabricación de bloques de construcción. Como es sabido, el mercurio es un material altamente tóxico y, por lo tanto, hay que adoptar medidas especiales para evitar que contamine el medio ambiente. En estas circunstancias, su recuperación y reciclaje parece constituir una solución aceptable.

La empresa se desenvuelve básicamente en tres esferas de actividad: primero, como empresa consultora dedicada a la búsqueda de soluciones técnicas a problemas de contaminación industrial; segundo, como industria procesadora de residuos posee una planta para recibir residuos de otras industrias, someterlos a un tratamiento, recuperar los productos reciclables y reintroducirlos como materias primas al mercado; y, por último, como fabricante equipos especiales tanto para su propia planta de tratamiento como para otras industrias. Aunque el origen de la empresa fue el tratamiento de residuos contaminados con mercurio, actualmente se hace cargo del estudio y solución de una variedad de otros problemas que le plantean sus clientes en relación con la protección del medio ambiente y la recuperación de materiales reciclables.

En el campo de los recursos humanos, la política de la empresa es estimular entre su cuerpo técnico el espíritu innovador que ha guiado a sus fundadores. Con el objeto de complementar conocimientos e intercambiar experiencia se ha seguido una vinculación activa con los centros de investigación científica y tecnológica y entidades técnicas del país.

¹ Nota introductoria de la Unidad Conjunta CEPAL/ONUDI de Desarrollo Industrial y Tecnológico de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial.

APLIQUIM dispone de una serie de tecnologías que fueron desarrolladas internamente. En parte, estas tecnologías se utilizan en la planta de tratamiento de la empresa o en instalaciones diseñadas y fabricadas para clientes. La firma posee patentes de invención sobre las tecnologías más novedosas. Una política de la empresa es el licenciamiento de patentes a terceros. Además ofrece la transferencia de su tecnología a otros países donde exista un interés para instalar plantas de tratamiento similares. En cambio, la empresa no acepta, como parte de su política interna, de procesar residuos de procedencia de otros países por considerar inconveniente que el país importe materiales riesgosos.

II. LA HISTORIA DE LOS DESARROLLOS TECNOLÓGICOS DE LA EMPRESA²

1. Presentación de la empresa

APLIQUIM, Equipos y Productos Químicos Ltda., es una empresa brasileña que se dedica a crear y aplicar soluciones técnicas para los problemas relacionados con la protección del medio ambiente y las actividades industriales en general. Desde su fundación, en 1985, APLIQUIM ha prestado servicios de consultoría y ha actuado en las esferas de la fabricación de equipos y el procesamiento y descontaminación de residuos. Por lo tanto, además de ser una empresa consultora y fabricar equipos especiales, APLIQUIM reduce o elimina los problemas ambientales provocados por otras industrias y contribuye a la conservación ambiental y al desarrollo sostenido, destruyendo los residuos y transformándolos en materias primas.

Contrariamente a las demás industrias, que consumen materias primas y buscan reducir al mínimo y controlar los residuos que producen, APLIQUIM recibe residuos, los trata, recupera los productos reciclables y los reintroduce en el mercado en forma de materias primas para otras industrias.

En la actualidad APLIQUIM cuenta con cerca de 70 funcionarios, además de sus socios que son profesionales de amplia experiencia industrial en el Brasil y el exterior. La Empresa posee dos fábricas en el estado de São Paulo (Brasil):

- En São Bernardo do Campo, en la región del Gran São Paulo, una industria mecánica donde diseña y fabrica equipos e instalaciones industriales para uso propio o de terceros;
- En Paulínia, municipio ubicado a unos 130 km de la ciudad de São Paulo, una planta donde procesa residuos y produce materiales reciclables a partir de ellos.

Las oficinas de APLIQUIM están situadas en la ciudad de São Paulo, donde se concentran la administración y las actividades comerciales de la empresa.

Entre sus clientes tradicionales se incluyen nombres conocidos internacionalmente como Alcan, Becton Dickinson, Ciba Geigy, Du Pont, Duracell, General Electric, GTE Sylvania, ICI, Osram, Philips, Rhône Poulenc, Solvay, además de grandes grupos industriales brasileños como Petrobrás, Carbocloro, Poliolefinas, Suzano y otros.

² Informe de la empresa APLIQUIM.

APLIQUIM se hizo conocida en todo Brasil como la única empresa capacitada para procesar y descontaminar residuos de mercurio. Dichos residuos le son confiados por industrias de renombre, que utilizan el mercurio en sus procesos o productos para su transformación en materias inertes y mercurio metálico.

Al tratar estos residuos tóxicos, APLIQUIM ha producido una cantidad de mercurio secundario que corresponde a más de 20% del consumo industrial de ese metal en Brasil.

Por otra parte, como fabricante de equipos, APLIQUIM ha afirmado su presencia en el mercado como empresa que diseña y fabrica equipos especiales (no en serie). Entre dichos equipos se incluyen diversas innovaciones tecnológicas, algunas de las cuales han sido objeto de solicitudes de patente.

Si bien es más conocida por procesar y descontaminar residuos de mercurio, APLIQUIM se dedica también a buscar soluciones para otros problemas ambientales, como la descontaminación de transformadores que contienen PCB (bifenilos policlorados, también conocidos comercialmente como Askarel), el reciclaje de arenas de fundición, la descontaminación de carbones activados y su posterior reactivación, el tratamiento de efluentes contaminados con metales pesados generados en instalaciones de galvanoplastia y anodización, etc.

Para solucionar los problemas ambientales que le competen, APLIQUIM adopta en lo posible un enfoque de reciclaje y reaprovechamiento total de los materiales recuperados. Gracias a este enfoque, los residuos procesados se transforman en materias primas y retornan al ciclo productivo.

En 1992, debido a la manera de encarar los desafíos ambientales, APLIQUIM obtuvo el Primer Premio de Conservación Ambiental y Desarrollo instituido por la Gazeta Mercantil, importante periódico de negocios y finanzas de circulación en todo Brasil, habiendo sido seleccionada entre 82 proyectos concursantes.

2. Identificación de las tecnologías elaboradas por la empresa

El mercurio es uno de los más serios contaminantes presentes en los residuos tóxicos industriales y en diversos productos descartados en los residuos urbanos. Sus efectos sobre el sistema nervioso de los seres humanos son conocidos y temida su presencia en la cadena alimenticia. La utilización del mercurio en innumerables procesos industriales produce una cantidad importante de residuos peligrosos que deben ser almacenados por las empresas que los generan o depositados en vertederos controlados, no siempre accesibles para este tipo de residuo. En algunos países donde existen minas subterráneas fuera de explotación los residuos de mercurio y otros residuos igualmente peligrosos son acondicionados en tambores cerrados que se depositan en su interior. Esta técnica es cuestionada por muchos, debido a los riesgos futuros que podría acarrear. Las principales fuentes generadoras de residuos de mercurio en la industrias son las fábricas de cloro-soda, la producción del PVC, que utiliza catalizadores impregnados con mercurio, la fabricación de lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio, termómetros clínicos y pilas galvánicas. Otros generadores de residuos de mercurio son los laboratorios de análisis, las industrias que producen pesticidas que contienen mercurio (actualmente prohibidos) y los consultorios dentales. En los residuos urbanos el mercurio está presente principalmente en las lámparas y pilas eliminadas por los hogares.

APLIQUIM elaboró tecnologías para descontaminar los residuos de mercurio de las diversas fuentes generadoras citadas e instaló su propia central para el tratamiento de esos materiales y el reciclaje de los productos recuperados. Este informe detalla solamente la tecnología que sirvió de base a los adelantos posteriores, es decir, la tecnología para procesar, descontaminar y reciclar los residuos de mercurio sólidos generados en las instalaciones de tratamiento de efluentes de las plantas de producción de cloro-soda que utilizan el proceso de células de mercurio.

Las soluciones ideadas para las otras fuentes de residuos son módulos o extensiones de esta tecnología básica descrita en el informe y se esquematizan en el gráfico 1 del Anexo. La tecnología descrita se concibió en 1985 para resolver el problema de los residuos sólidos de la firma Carbocloro, como se indica más adelante. El material recibido en la planta de APLIQUIM consta de un lodo compuesto de aproximadamente 50% de agua. Los sólidos son una mezcla de tierras diatomáceas utilizadas como material filtrante, con cerca de 1% de mercurio en forma de sulfuro. Los materiales obtenidos tras el procesamiento son tierras diatomáceas limpias (con un tenor de mercurio muy inferior al que determina la legislación ambiental vigente) y mercurio metálico recuperado, suficientemente puro para retornarlo a cualquiera de las industrias que lo utilizan en sus procesos y productos. Las aguas extraídas durante el proceso de tratamiento de los residuos en parte se evaporan en una operación de presecado y una porción sobrante se extrae al vacío, en una operación de destilación en retortas que recupera el mercurio.

El residuo recibido tiene la consistencia de un lodo de coloración oscura, provocada por el sulfuro, se almacena inicialmente en silos. A continuación el residuo se somete a una operación de presecado en un secador rotativo horizontal, calentado eléctricamente o, en su defecto, con la combustión (véase el gráfico 2 del Anexo).

El producto de este secado se transfiere a un horno de ustulación³, donde el mercurio, por efecto de la temperatura y del oxígeno del aire, se transforma en óxido de mercurio, que luego se descompone en mercurio metálico, en forma de vapor, y oxígeno. La tierra diatomácea circula a través del horno contra la corriente del aire, que así es precalentada, asegurando la eficiencia térmica de la operación. Al salir del horno esta tierra está descontaminada. El horno de ustulación posee módulos de resistencias eléctricas que calientan la masa de residuo mientras ésta se revuelve a través de una rosca alimentadora giratoria. Después de pasar por un separador gas-sólido y dos ciclones en serie, los gases de escape del horno, que contienen vapores de mercurio metálico, óxido de mercurio, anhídridos sulfuroso y sulfúrico, aire en exceso y partículas sólidas (polvo de tierra diatomácea), se lavan en un lavador ácido. El material particulado, el óxido de mercurio y el mercurio metálico se recuperan en el sistema de lavado en forma de lodo.

Los gases ácidos, ya sin la presencia del mercurio, se dirigen a un lavador alcalino donde los anhídridos sulfuroso y sulfúrico se neutralizan con soda cáustica, produciendo sulfato de sodio. Los gases así purificados pasan luego por un separador de partículas y se envían a la atmósfera. Conviene subrayar que todo este sistema que incluye el horno de ustulación, el separador, los ciclones y los lavadores de gases (véase el gráfico 3 del Anexo) funciona con una presión debajo de la atmosférica, garantizando así que cualquier orificio o abertura en el sistema haga entrar aire ambiental que impida el vaciamiento de aire y gases contaminados al exterior. A continuación los lodos de mercurio extraídos de los lavadores

³ Procedimiento en que se expone un compuesto a una corriente de aire u oxígeno con el fin de descomponerlo oxidando algunos de sus elementos.

se transfieren a una instalación de destilación en que se utiliza una retorta vertical al vacío, calentada eléctricamente, de concepción y proyecto propios, tal como todos los demás equipos ya descritos (véase el gráfico 4 del Anexo).

Después de una operación "batch", que tiene un ciclo completo de aproximadamente 36 horas de duración, el mercurio se recoge en un condensador acoplado a la retorta y luego se envasa en garrafas metálicas (flasks) de 34.5 kg de capacidad. Una vez enfriado, el material inerte que permanece en el interior de la retorta, se utiliza en la fabricación de bloques para la construcción. El lodo introducido en la retorta pierde su agua en forma de vapor, que se condensa junto con el mercurio metálico en el condensador del sistema. Esta agua no se desecha sino que se utiliza como agua de reposición de los sistemas de refrigeración del proceso, de tal modo que no existe generación de efluentes líquidos en toda la planta. El material sólido obtenido del proceso de tratamiento descrito, consiste en tierra diatomácea, que se analiza antes de ser vendido o utilizado internamente por la empresa. La prueba de lixiviación a que se someten las muestras recogidas permite clasificar el material como atóxico, porque indica la presencia del mercurio a niveles de apenas 0.01 a 0.02 ppm, muy inferior al límite establecido por la legislación ambiental, que es de 0.1 ppm.

3. Evolución de la tecnología

La experiencia ambiental acumulada en APLIQUIM se remonta al decenio de 1970, cuando uno de sus socios actuales, el Ing. Adolfo Jose Cattaneo encontró una solución para el tratamiento de los efluentes de mercurio de la industria Carbocloro, importante productora brasileña de cloro y soda. La planta de Carbocloro está ubicada en el Estado de São Paulo, en el municipio de Cubatão, donde existe un gran polo industrial junto al puerto de Santos, el de más movimiento de Brasil. Hasta esa fecha, los efluentes de carbocloro, contaminados con mercurio procedente de sus células de electrólisis, se vertían en el mar. El sistema de tratamiento proyectado por el Ing. Cattaneo, entonces funcionario de una empresa consultora de ingeniería de São Paulo, fue implantado con gran éxito, ya que la calidad de los efluentes tratados pasó a responder, incluso en Brasil, a las exigencias de las normas ambientales más rigurosas que regían en el mundo en ese decenio. Según el sistema propuesto, una filtración a través de tierras diatomáceas retenía el mercurio en forma de sulfuro. Las aguas efluentes de este tratamiento, antes de verterse, pasaron entonces a circular a través de un acuario ornamental instalado en el predio de la administración de la industria, como prueba de la excelencia del proceso.

En 1985 Carbocloro volvió a recurrir al Ing. Cattaneo, que entonces ya había establecido su propia oficina de consultoría, la Expro Ingeniería Ltda. Ahora se trataba de buscar una solución definitiva para los lodos de filtrado, compuestos de tierra diatomácea, mercurio y humedad, que durante varios años venía acumulando la industria en silos especiales cerrados y que llegaron a totalizar más de 2000 toneladas. Tras pruebas en el laboratorio y en la planta piloto, la solución tecnológica dada por el Ing. Cattaneo para descontaminar estos lodos fue la escogida por Carbocloro, que la comparó con un proceso menos eficiente presentado por otra firma consultora.

Para utilizar la tecnología elaborada y tratar en forma industrial los residuos de Carbocloro, el 2 de enero de 1985 se constituyó una nueva sociedad, APLIQUIM Equipos y Productos Químicos Ltda., empresa independiente cuyos socios eran ingenieros de amplia experiencia en el proyecto y la operación de industrias de proceso. Por tratarse de una tecnología nueva y específica, que requería equipos exclusivos sin parangón en el mercado, los socios de APLIQUIM tuvieron que enfrentar desde un comienzo dos grandes obstáculos; además de la planta para tratar los residuos, decidieron montar su

propia fábrica de equipos, donde hasta hoy se diseñan, fabrican y prueban todos los equipos necesarios para la planta de procesamiento de residuos y también se producen equipos para la venta a terceros.

Una vez resuelto el problema de la descontaminación de los lodos generados por las industrias de cloro-soda que utilizan la tecnología de las células de mercurio en sus líneas de producción, APLIQUIM pasó a ser conocida y consultada por otras empresas y sectores industriales que también producen residuos contaminados con mercurio y otros metales pesados. Ante estos nuevos retos, la planta de APLIQUIM pasó a incorporar nuevos módulos de instalaciones, además de la solución tecnológica básica anteriormente descrita, produciendo unidades para:

- fundir termómetros clínicos desechados, reaprovechando el vidrio;
- descontaminar vidrios de lámparas fluorescentes desechadas, reaprovechando el vidrio;
- extraer zinc, en forma de óxido, de la amalgama generada como residuo de la fabricación de pilas galvánicas;
- descontaminar catalizadores con base de carbón activado impregnado con cloruro de mercurio;
- destruir residuos de pesticidas de mercurio;
- recuperar la plata en desechos de amalgamas procedentes de consultorios dentales.

Estos procesos producen la recuperación completa del mercurio contenido en los residuos, en forma de mercurio metálico, que luego se comercializa conjuntamente con las industrias consumidoras, con la autorización del IBAMA (Instituto Brasileño del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables).

La fábrica de APLIQUIM ha recibido la visita de los responsables de los sectores de seguridad y protección ambiental de las casas matrices de algunos de sus clientes multinacionales. Esas visitas han manifestado su plena satisfacción por los criterios de seguridad adoptados, que responden a las normas internacionales y a las rigurosas normas ambientales de la Compañía de Tecnología de Saneamiento Ambiental (CETESB), organismo del gobierno del Estado de São Paulo. Cabe añadir que la capacidad de procesamiento de residuos de mercurio de la planta de APLIQUIM de Paulínia supera las 80 toneladas mensuales. Hasta la fecha de preparación de este informe ya se habían procesado más de 2000 toneladas de residuos de mercurio procedentes sólo de Carbocloro, primer cliente de APLIQUIM.

Cabe destacar también que, aunque ya ha sido consultada sobre la posibilidad de recibir residuos generados en el exterior para tratarlos en Brasil, APLIQUIM no está dispuesta a hacerlo por considerar inadecuada la práctica de importación de residuos tóxicos. Sin embargo, la empresa se ofrece a transferir su tecnología, posibilitando la instalación en otros países de unidades equivalentes a las que posee en el Brasil. La experiencia de APLIQUIM con el tratamiento de residuos contaminados con metales pesados fue relatada en la 1992 International Industry Conference for Sustainable Development, realizada durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en 1992.

4. Estrategia de la empresa en el campo de la tecnología

APLIQUIM fue fundada por ingenieros con amplia experiencia previa en sus áreas de actuación profesional, que orientaron su espíritu creativo y emprendedor hacia la solución de los problemas que les planteaban sus clientes. Esta experiencia de los fundadores hizo de APLIQUIM una empresa diferente, dedicada a crear tecnologías nuevas con enfoques heterodoxos. Las tecnologías de que dispone

APLIQUIM para tratar residuos son de elaboración propia y fueron concebidas para las condiciones brasileñas. Se trata de soluciones técnicas que permiten reducir al mínimo las necesidades de eliminación en vertederos controlados y de incineración, y que requieren inversiones relativamente modestas, condiciones muy importantes para los países en desarrollo.

Varias de esas tecnologías ya se están utilizando en las propias instalaciones de APLIQUIM o en instalaciones diseñadas y fabricadas por APLIQUIM para sus clientes. Algunas de estas tecnologías, dado su carácter innovador, están protegidas por patentes. Entre las tecnologías disponibles en APLIQUIM merecen destacarse las siguientes:

- Procesos para el tratamiento de residuos contaminados con mercurio, que permiten recuperar el metal y neutralizar los materiales sobrantes hasta un nivel de descontaminación que permita utilizarlos como materiales reciclables o eliminarlos en vertederos no controlados;
- Proceso para destruir pilas alcalinas y Leclanché desechadas, con separación y descontaminación de sus materiales constituyentes, con lo cual se producen materiales reciclables y se recupera el mercurio contenido;
- Proceso para destruir lámparas fluorescentes desechadas, con separación y descontaminación del vidrio y de los metales recuperados y extracción del mercurio que contienen;
- Proceso para descontaminar transformadores que contienen PCB, posibilitando la eliminación, como chatarra, de sus partes metálicas.

APLIQUIM también ha estudiado otras soluciones técnicas relacionadas con la descontaminación de arenas, aceites, catalizadores, solventes, lodos contaminados con metales pesados y otros materiales nocivos para el medio ambiente. Además del ámbito de los procesos químicos, en el cual se desenvuelve más, APLIQUIM ha estado elaborando una serie de dispositivos y equipos mecánicos destinados al campo de la seguridad y la protección ambiental. La política interna de la empresa prevé licenciar las patentes propias a terceros siempre que sea de conveniencia mutua entre las partes y el receptor tenga credibilidad técnica y comercial.

Además de las tecnologías de que ya dispone y de los servicios que ya presta a sus clientes industriales, APLIQUIM está dispuesta a actuar en conjunto con otras empresas, entidades públicas y asociaciones, en el Brasil y en el exterior, que deseen contar con su participación en el tratamiento de residuos y en el desarrollo de procesos y equipos destinados a la protección ambiental. La política de la empresa en materia de los recursos humanos persigue estimular entre sus funcionarios el espíritu que guió la fundación de APLIQUIM, en busca de nuevas soluciones tecnológicas que puedan ser al mismo tiempo un proceso de tratamiento para un residuo y una forma de reciclar y reutilizar los productos de valor que este residuo pueda liberar con su tratamiento.

Su reducido cuerpo de funcionarios, que cuenta con 6 ingenieros además de sus propios socios, está permanentemente analizando nuevas soluciones para los problemas ambientales que le plantean sus clientes o incluso algunas entidades oficiales.

5. Relaciones con centros de investigación tecnológica

Hasta el presente, el desarrollo de las tecnologías que posee APLIQUIM se ha venido haciendo íntegramente con recursos propios, sin recurrir a fondos o recursos del gobierno o de organismos privados. En algunos casos APLIQUIM contó con el decisivo apoyo de clientes, que anticiparon los pagos de contratos de prestación de servicios aún en la fase de desarrollo del proceso y de fabricación de los equipos necesarios para el cumplimiento de esos contratos.

APLIQUIM se ha relacionado con algunos centros de investigación y tecnología con el fin de complementar sus conocimientos y experiencia y desarrollar los métodos de trabajo más adecuados para sus actividades.

Con el Departamento de Toxicología del Área de Salud Ocupacional de la UNICAMP (Universidad Estadual de Campinas), renombrado centro universitario de São Paulo y Brasil, APLIQUIM mantiene un convenio con el fin de evaluar las condiciones de salud de sus funcionarios que trabajan con residuos tóxicos especialmente con mercurio.

Conjuntamente y a solicitud del Centro de Tecnología Mineral, órgano dependiente del Consejo Nacional de Investigaciones, organismo del gobierno federal de Brasil, APLIQUIM diseñó y fabricó una cámara de retención y recuperación de mercurio para ser instalada en las regiones con explotaciones auríferas artesanales. Este equipo intenta controlar el problema de la contaminación con mercurio en los lugares de compra del metal, donde se negocia el oro extraído, aún contaminado con el mercurio utilizado en la precaria purificación que hacen los mineros. APLIQUIM ha mantenido una fructífera relación con el Instituto de Investigaciones Tecnológicas, órgano del gobierno estadual de São Paulo, participando en reuniones técnicas y seminarios, dentro del Programa del Medio Ambiente dirigido por el Instituto.

ANEXOS

Gráfico 1

DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE LOS SISTEMAS DE DESCONTAMINACION Y RECICLAJE DE RESIDUOS

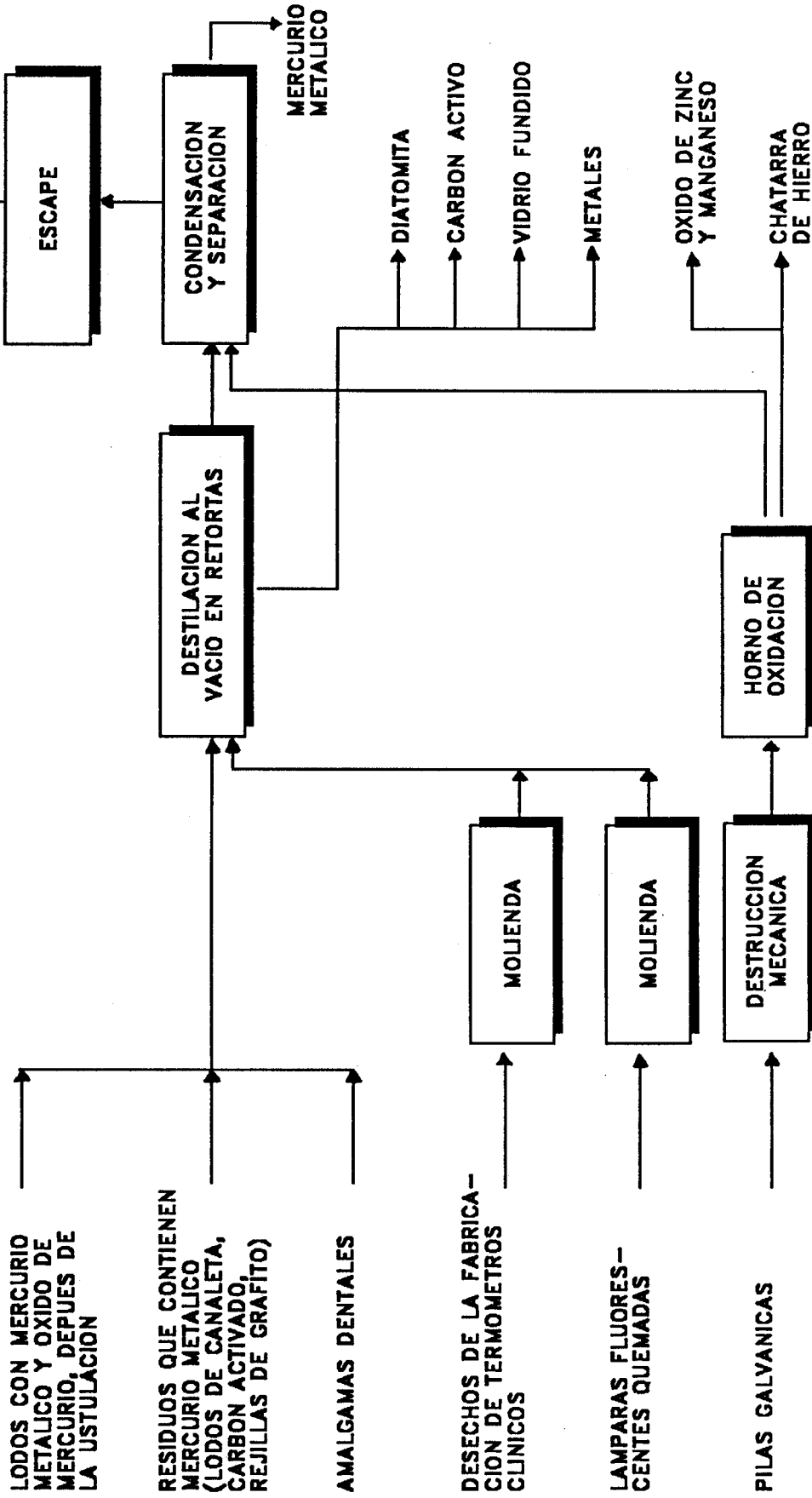
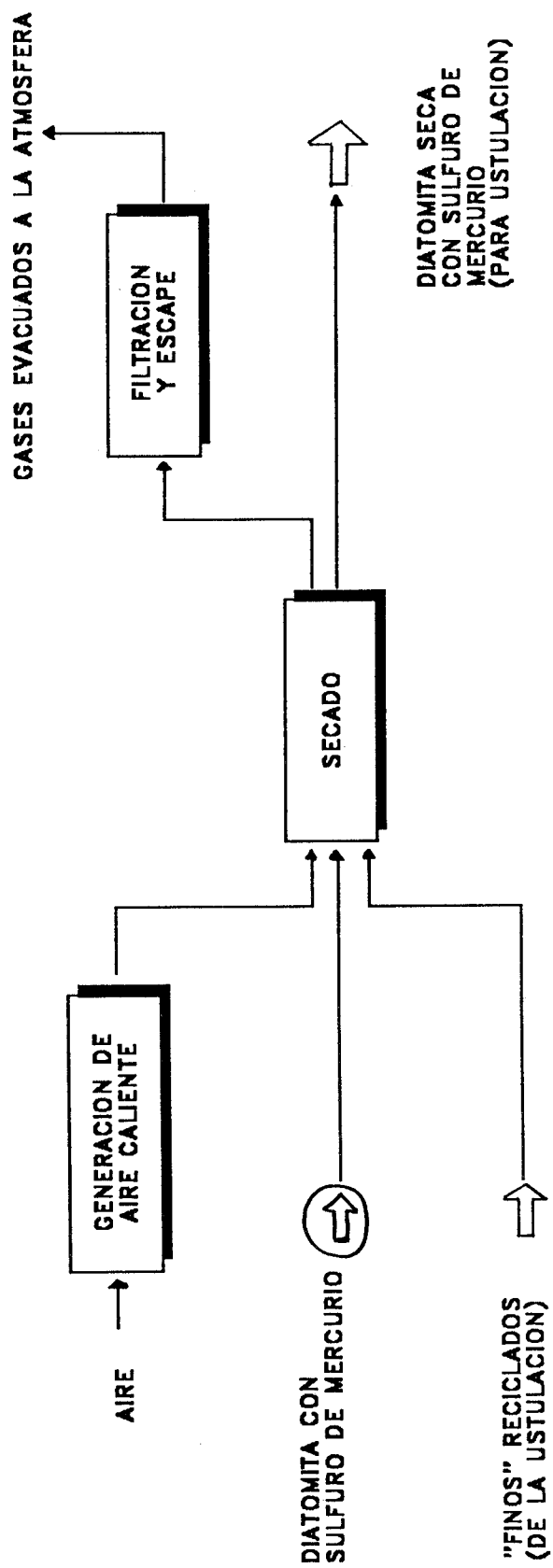


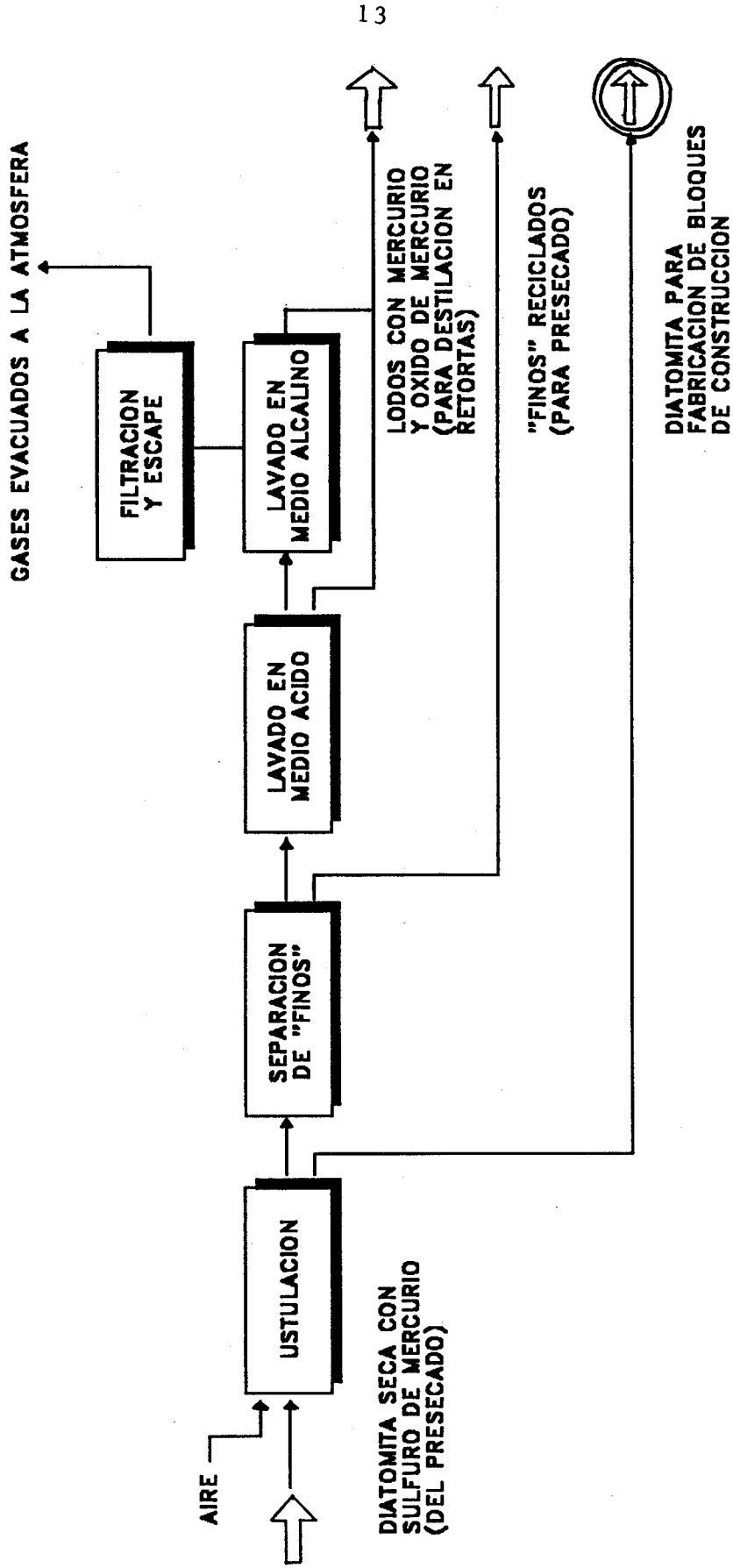
Gráfico 2
PRESECADO



Fuente: APLIQUIM, Brasil.

Gráfico 3

USTULACION



Fuente: APLIQUIM, Brasil.

Gráfico 4

DESTILACION AL VACIO EN RETORTAS

