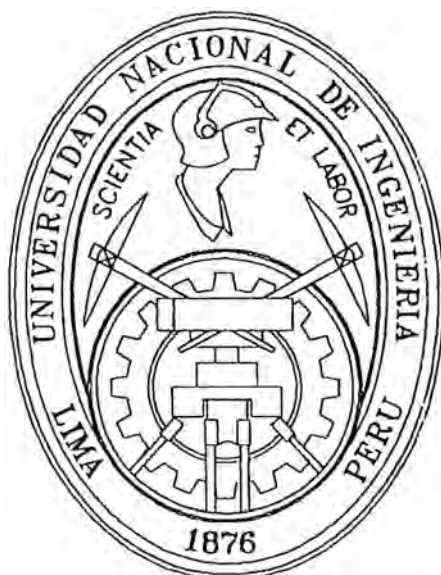


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y MANUFACTURERA



**RECUPERACION DE METALES PRECIOSOS
A PARTIR DE LOS PRECIPITADOS
OBTENIDOS EN MINERA YANACocha S.R.L.
MEDIANTE FUNDICIÓN**

INFORME DE INGENIERIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUIMICO**

Presentado por el Bachiller

Julio Wilde Pinto Tipismana

LIMA - PERÚ
2002

INDICE

RECUPERACIÓN DE METALES PRECIOSOS A PARTIR DE LOS PRECIPITADOS OBTENIDOS EN MINERA YANACOCCHA S.R.L. MEDIANTE FUNDICION

DEDICATORIA

INTRODUCCION

CAPITULO I

1. GENERALIDADES

- 1.1 Antecedentes de la Empresa
- 1.2 Estructura Orgánica
- 1.3 Organigrama de Minera Yanacocha S.R.L.
- 1.4 Esquema del proceso de Lixiviación
- 1.5 Generalidades sobre la Refinería
 - 1.5.1 Localización
 - 1.5.2 Misión
 - 1.5.3 Visión
 - 1.5.4 Diagrama de proceso de la Refinería
 - 1.5.5 Organigrama de la Refinería

CAPITULO II

2. - AMBIENTES DE REFINERÍA

- 2.1 Descripción General
 - 2.1.1 Área de Filtros Prensa
 - 2.1.2 Área de Retortas
 - 2.1.3 Área de Fundición
 - 2.1.4 Área de Tratamiento de Escorias

CAPITULO III

3. OPERACIONES IMPORTANTES EN REFINERÍA

- 3.1 Cosecha y Lavado de los Filtros Prensas
- 3.2 Carga y Descarga de precipitado a retortas
 - 3.2.1 Horno de la retorta
 - 3.2.2 Sistema de purga de Aire
 - 3.2.3 Sistema de enfriamiento
 - 3.2.4 Sistema condensador / depurador
- 3.3 Fundición
 - 3.3.1 Elaboración de barras de doré
- 3.4 Tratamiento de Escorias

CAPITULO IV

4. DATOS TÉCNICOS DE LA OPERACIÓN

- 4.1 Producción Anual en Minera Yanacocha

- 4.1.1 Oro y Plata
- 4.1.2 Mercurio metálico
- 4.2 Recuperación en Refinería
- 4.3 Costo de Operación
- 4.4 Consumo de Combustible
- 4.5 Consumo de Reactivos e Insumos
- 4.6 Consumo de Crisoles
- 4.7 Capacidad Instalada

CAPITULO V

5. INFORMACIÓN PRECEDENTE

- 5.1 Hidrometalurgia versus Pirometalurgia
- 5.2 Selección de Reactivos (Fundentes)
- 5.3 Desarrollando una receta de fundente
- 5.4 Aplicando la serie electromotriz.

CAPITULO VI

6. EL ORO

- 6.1 Historia
- 6.2 La cronología del Oro
- 6.3 Propiedades Físicas del Oro
- 6.4 Propiedades Químicas del Oro
- 6.5 Principales usos del Oro
- 6.6 Producción y Consumo Mundial
- 6.7 Mayores Compañías Productoras de Oro
- 6.8 Reserva Mundial de Oro
- 6.9 Precio Histórico del Oro
- 6.10 Situación Nacional

CAPITULO VII

7. Asuntos Ambientales

- 7.1 Higiene Industrial
- 7.2 Medio Ambiente
- 7.3 Control de los Contaminantes

CAPITULO VIII

8. Trabajo profesional desarrollado en la empresa

- 8.1 Certificado de Trabajo
- 8.2 Conclusión**
- 8.3 Recomendaciones**

APÉNDICE

Figura A-1: Sistema de filtración empleado en las plantas de procesos

Figura A-2: Vista lateral de una retorta

Figura A-3: Vista lateral de la salida de gases de la retorta e ingreso al condensador.

Figura A-4: Vista lateral y posterior de una retorta, mostrando sistema de recuperación del Mercurio

Figura A-5: Detalle del horno y crisol empleado en la fundición.

Figura A-6; Detalle de las lingoteras de hierro empleadas en la elaboración de barras.

Figura A-7: Detalle del quemador de petróleo empleado en los hornos

Figura A-8: Detalle de la boquilla del quemador de petróleo.

Relación de Figuras y tablas.

BIBLIOGRAFIA

1. The Gold Companion, first published in 1 991 with the Compliments of MKS Finance S.A. & PAMP S.A.
2. UBS e Argor-Heraeus: Pubblicato dall'Unione di Banche Svizzere, Zurigo, in Collaborazione con l' Argor-Heraeus S. A., Mendrisio Stampato in Svizzera.
3. Uso y Cuidado de los Crisoles: Publicado por Crucible Institute, Inc. P.O.Box 73, Jersey Jersey City N.J. 07303 USA.
4. Revista: LATINOMINERIA No 38-Septiembre 1 999 / No 40 – Enero 2 000.
5. Revista: Minería No 273 año XI-VIII –Junio 2 000.
6. Segundo Simposium Internacional del Oro: Comité Aurífero (Sociedad Nacional de Minería y Petróleo), Lima, mayo 1 996.
7. Revista: EXPORTAR (Economía, Negocios & Turismo) Suplemento Especial Edición No 31 / Edición 30 - Octubre 2 000
8. Revista: Report Annual Newmont desde el año 1 996 al año 1 999
9. Revista: Minas y Petroleo desde el año 1 996 al año 2 000
- 10.- Memoria 1999 – 2 000 de la Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía del Perú.

Dedicatoria

A Dios nuestro creador que me guía el camino a seguir, a mi Madre la Santísima Virgen Maria que me acompaña desde que nací, a mis Padres **Román y Mercedes** por guiarme día a día por el camino del bien.

Muchas Gracias

Wilde Pinto Tipismana



INTRODUCCIÓN

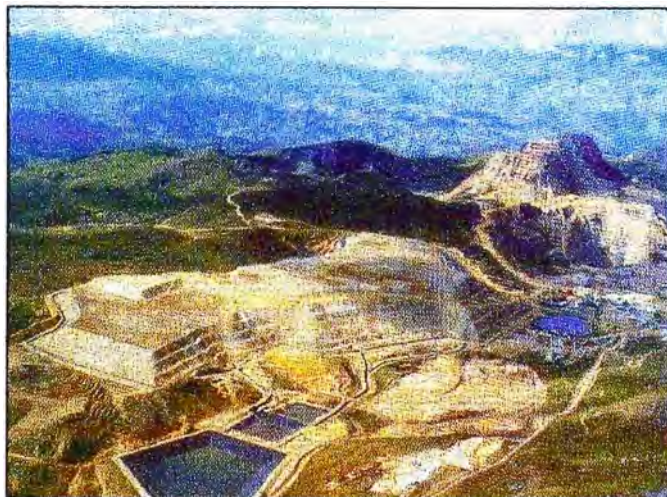
Minera Yanacocha S.R.L. (MYSRL) comenzó sus Operaciones en Planta en Agosto de 1 993, obteniéndose el primer cono de doré el 12 de Agosto del mismo año en la primera Planta de Procesos ubicada en la zona de Pampalarga que estaba diseñada inicialmente para procesar 250 metros cúbicos por hora, conforme se ampliaba esta Planta se fue incrementando la producción, y actualmente se procesa 1 600 metros cúbicos por hora.

El precipitado que se obtiene de esta Planta tiene un promedio de ley aproximadamente de 20 % en Au y 4 % en Ag.

La segunda Planta de Proceso denominada Planta de Procesos Yanacocha Norte comenzó a producir precipitados de Oro en Diciembre de 1 997 con una Ley de 12 % en Au y 14 % en Ag.

La Planta fue diseñada para procesar inicialmente 300 metros cúbicos por hora, actualmente con las modificaciones y ampliaciones que se han efectuado la planta tiene una capacidad instalada para procesar 2 300 metros cúbicos por hora.

La finalidad de este informe técnico es poder documentar a todas aquellas personas que se interesan en la producción minera aurífera nacional a gran escala.



Pilas de lixiviación de Carachugo



Pozas de solución de la Planta Yanacocha Norte

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

A finales de la década de los setenta, Cedimin una empresa del Bureau de Recherches Geologiques et Minières de Francia, inicio exploraciones en la zona de Yanacocha.

Se trataba de un cerro de rocas volcánicas que mostraban una intensa silicificación y en las cuales, aparte de unas pequeñas venillas de pirita no se notaba la presencia de minerales metálicos, menos aún radiactivos.

Se trataba de rocas diferentes a las que normalmente se encuentran en la corteza terrestre y requerían por ello mayor estudio. Se tomaron muestras de superficie para ser analizadas usando métodos químicos que permitan la determinación de contenidos metálicos muy bajos, a un nivel de partes por millón, o aún de partes por billón. De esta manera, se detectó la existencia de "anomalías geoquímicas", es decir concentraciones de algunos elementos metálicos mayores a las que presentan normalmente las rocas o suelos de la corteza terrestre. Entre estos elementos destacaba la Plata, y en menor medida el Oro, interesados por estos hallazgos es que en 1983, la Compañía de Minas Orcopampa S.A., una subsidiaria del importante grupo minero nacional Buenaventura, y Newmont Mining Company importante empresa norteamericana productora de Oro, se unieron a Cedimin en el esfuerzo por explotar Yanacocha. Así, bajo la dirección de Newmont, se iniciaron los estudios minuciosos del área, que culminó con las perforaciones diamantinas que permiten finalmente definir y cuantificar las reservas minerales de Yanacocha. Durante las etapas de exploración y preparación de la mina, y a pesar que la situación política del país no era propicia, se efectuó una inversión de alto riesgo del orden de US\$ 10 000 000, sin tener seguridad alguna de su recuperación.

Se llegó a realizar 50 000 metros de perforaciones diamantinas, el equivalente a 500 sondajes de 100 metros cada uno y simultáneamente se hicieron numerosos estudios geológicos y pruebas metalúrgicas que en su mayoría arrojaron resultados alentadores.

En 1991 se decidió hacer un estudio de factibilidad que indicó que el proyecto era viable y el 23 de julio de 1992 se decidió por fin, iniciar la apertura de la mina, con la construcción de la cancha para la acumulación y lixiviación del mineral y la instalación de una planta de precipitación de oro.

1.2 ESTRUCTURA ORGANICA

Minera Yanacocha S.R.L., actualmente es una sociedad que esta conformada por tres socios en las que participan la Compañía Aurífera Estadounidense Newmont Gold Company (51,35 %), subsidiaria de la firma Newmont Mining Corporation localizada en Denver Colorado, la empresa Minera Condesa S.A. (43,65 %), es propiedad en de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.en un 100% y el 5 % restante es propiedad de la Corporación Financiera Internacional (IFC) una agencia del Banco Mundial. Las figuras N° 1,1 y N° 1,2 , representan la evolución de los propietarios de la la Minera Yanacocha S.R.L.

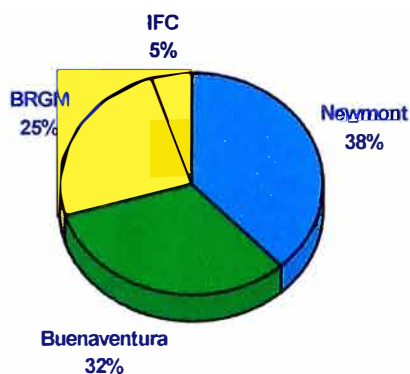


Figura 1,1 : Distribución de la Propiedad de Minera Yanacocha S.R.L., en los años comprendidos 1984 a 1996

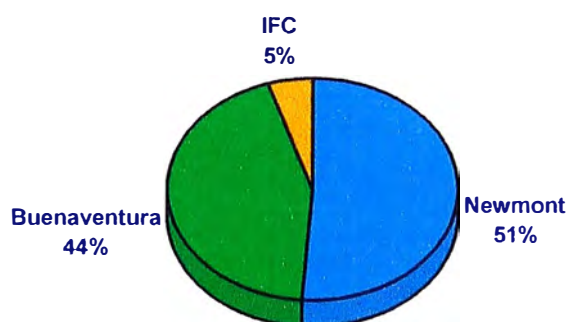


Figura 1,2 : Distribución de la Propiedad de Minera Yanacocha S.R.L., desde el año 1997 a la fecha .

En la figura N° 1,3 : se muestra el organigrama actual de Minera Yanacocha S.R.L



Figura N°1,4 : Ubicación geográfica del centro minero yanacocha

El centro minero está ubicado a 4 100 metros sobre el nivel del mar, en el Distrito de la Encañada, provincia de Cajamarca, a 20 km al Norte de la ciudad de Cajamarca en línea recta, ver la figura N° 1,4

En la actualidad se está explotando las minas Carachugo, Maqui Maqui y Yanacocha, cuya ubicación se observa en la figura N°1,5 . La operación de minado es a cielo abierto o tajo abierto y se inició en Carachugo en 1 993, en Maqui Maqui 1 994, y en Yanacocha en 1 997, todas estas operaciones emplean el mismo sistema de extracción que comprende, explotación minera aurífera que usa el proceso de lixiviación en pilas con Cianuro de Sodio como se observa en la figura N°1,6 y el proceso de recuperación Merrill Crowe (Precipitación con Polvo de Zinc)

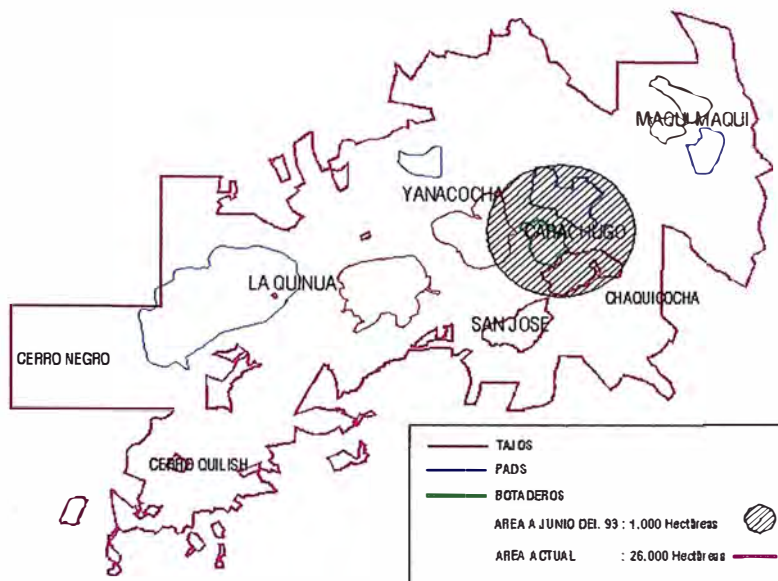


Figura N° 1,5 : Ubicación de las minas que se están explotando actualmente

ESQUEMA DEL PROCESO DE LIXIVIACION EN PILAS

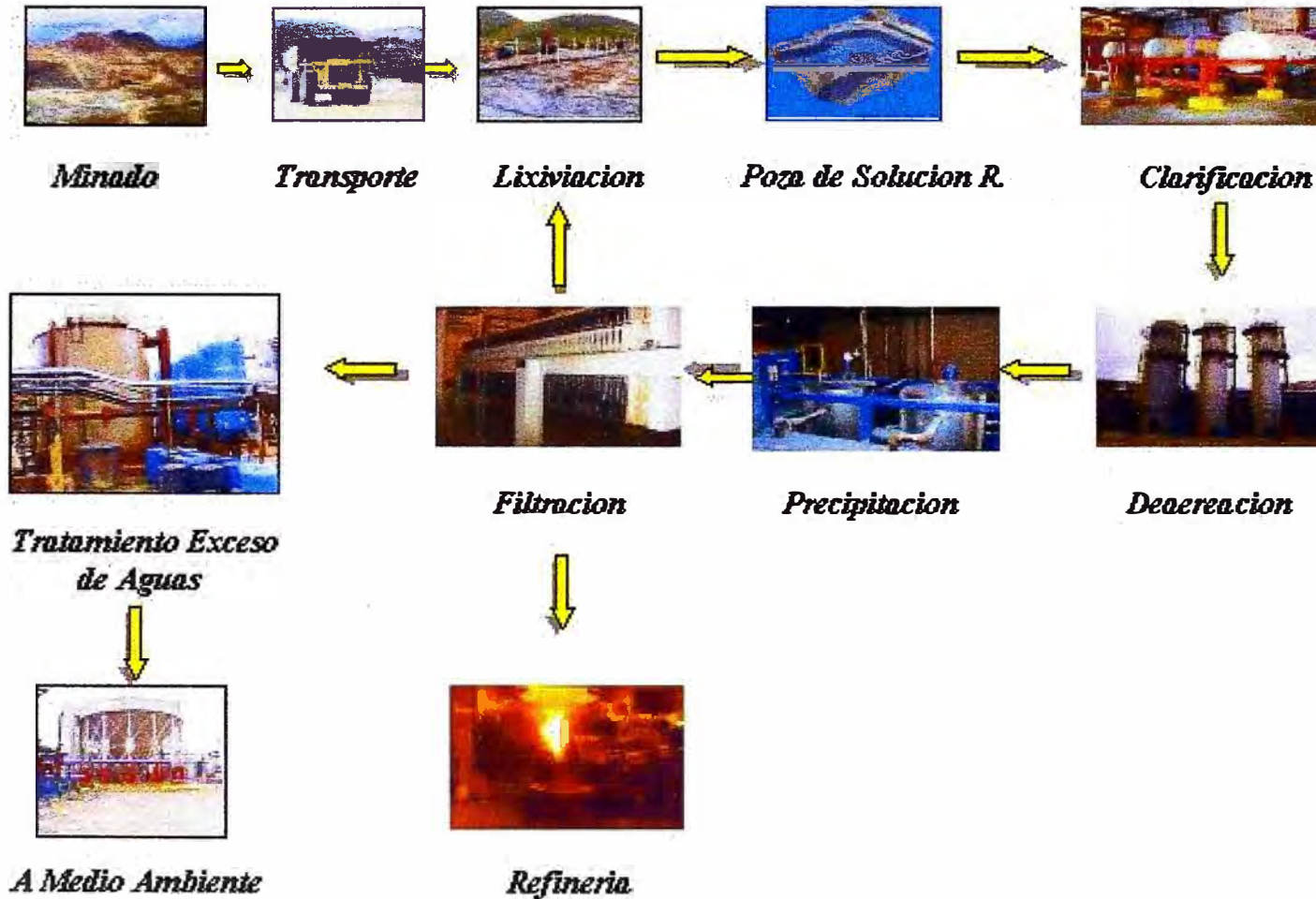


Figura Nº1.6 : Esquema del proceso de lixiviación en pilas



1.5. - GENERALIDADES SOBRE LA REFINERIA.

1.5.1 LOCALIZACIÓN

La refinería se encuentra localizada dentro de la Planta de Procesos de Carachugo en la zona de Pampalarga, distrito de la Encañada en el Departamento de Cajamarca, en la parte Norte del Perú, como se muestra en las figuras N°1,4 y 1,5 respectivamente.

1.5.2 MISION

La producción de oro debe realizarse de acuerdo a los planes establecidos con la mayor eficiencia metalúrgica, al menor costo posible y manteniendo niveles de excelencia en seguridad y medio ambiente con un equipo humano plenamente identificado.

1.5.3 VISION

La refinería como parte de la Planta de Procesos producirá tecnológicamente importantes cantidades de Oro en el mundo, según planificación y bajo las siguientes premisas:

Menor costo de operación

Excelencia en los parámetros piro metalúrgicos en las diferentes operaciones

Uso de tecnología limpia, compromiso con el medio ambiente.

Formar un equipo humano, capacitado e identificado con MYSRL

El trabajador de refinería será sinónimo de seguridad.

1.5.4 DIAGRAMA DE PROCESO DE LA REFINERÍA

El Área de refinería cuyo diagrama de proceso se presenta en la figura N° 1,7 comprende los siguientes ambientes:

A. Área de Filtros Prensas

B. Área de Retortas

C. Área de Fundición

D. Área de Tratamiento de Escorias.

1.5.5 ORGANIGRAMA DE LA REFINERÍA

La organización de la refinería esta conformada por un jefe de refinería quién se reportará a la superintendencia de producción, cuatro supervisores quienes se reportan al jefe de la refinería, y cuatro operadores, y auxiliares quienes se encuentran bajo las ordenes de los supervisores.

En las figuras N° 1,8 y 1,9 se muestra el organigrama actual de la refinería y los supervisores de la refinería respectivamente.

DIAGRAMA DE PROCESO - REFINERIA

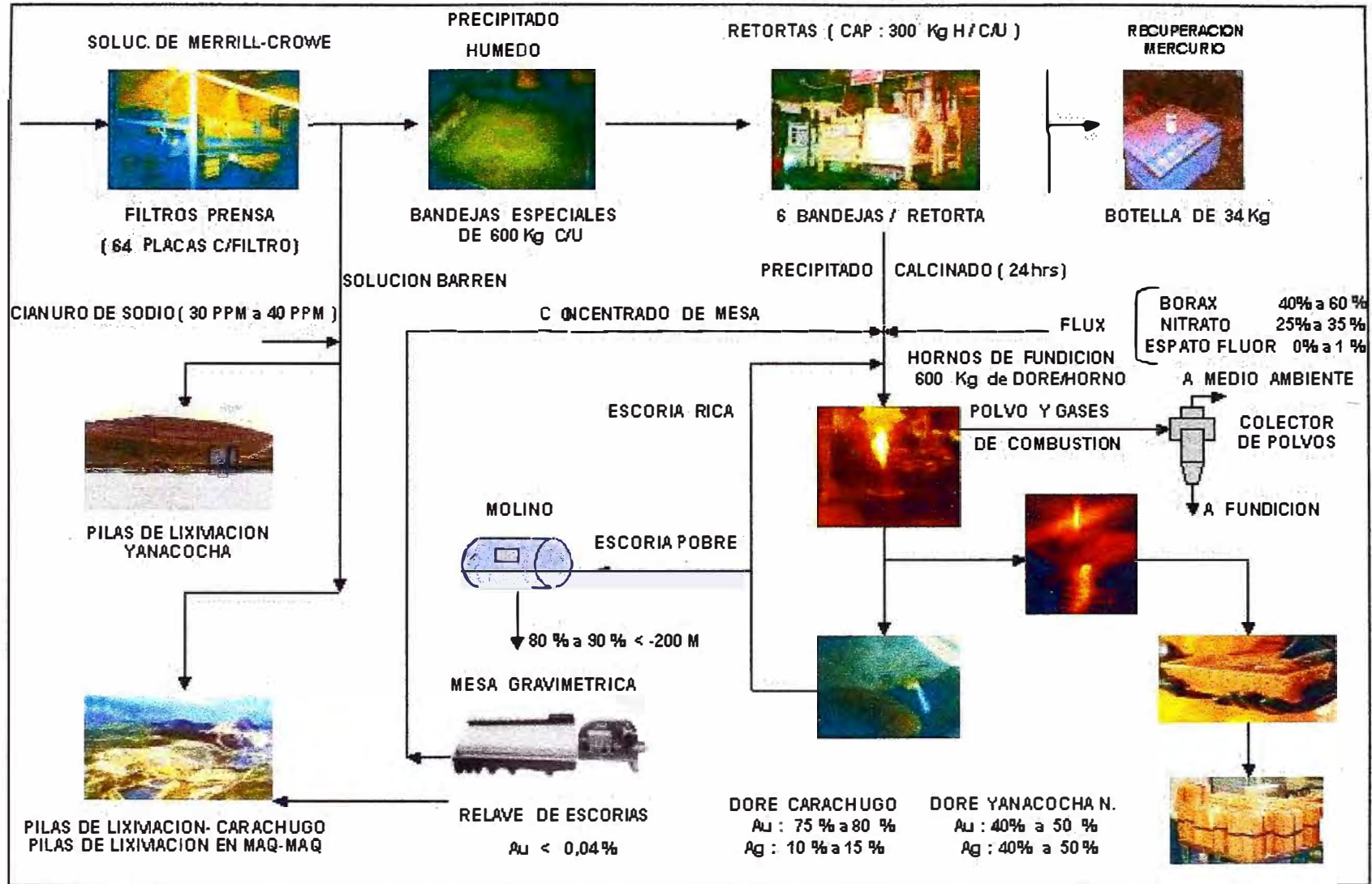


Figura N° 1,7: Diagrama de Proceso de la refinera

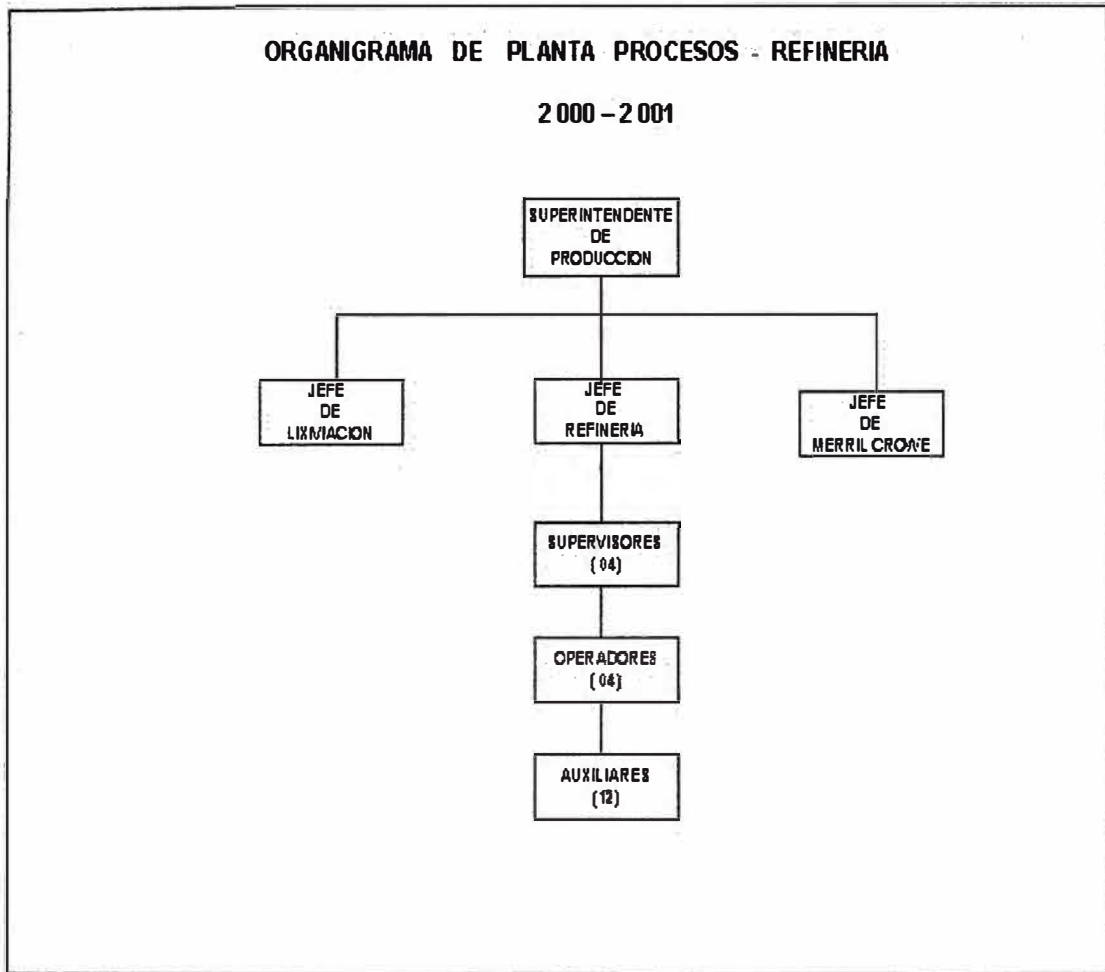


Figura N° 1.8 : Organigrama de la planta de procesos -refinería



Figura N° 1,9 : Supervisores en refinería

CAPITULO II

AMBIENTES DE REFINERIA

2.1. DESCRIPCION GENERAL

2.1.1. AREA DE FILTROS PRENSA



Figura N° 2,1: Filtro prensa empleado en la Planta Yanacocha Norte

El área cuenta con nueve filtros prensas en total similares al de la figura N°2,1, cuatro en la Planta de Pampalarga y cinco en la Planta de Yanacocha norte,

Los filtros prensas son marca EIMCO y contienen 64 placas de poliuretano cada uno, cubiertos con lonas donde queda retenido el precipitado entre los paneles, donde el queque puede alcanzar un espesor aproximado de 2,54 cm. Esto dependerá del tiempo de duración del filtro en operación.

El retiro del precipitado se realiza luego que la presión total fluctua entre 275 kN/m^2 a 310 kN/m^2 , en ese momento se empieza con el filtro que tiene mayor tiempo de trabajo, se cierra la válvula de entrada de solución a dicho filtro y se seca el precipitado con inyección de aire comprimido durante hora y media, luego se descomprime y se abre el filtro para retirar el precipitado manualmente. A este procedimiento se le llama cosecha panel por panel. El precipitado así obtenido se recoge en bandejas de fierro para su secado y calcinado en el área de retortas.

2.1.2. AREA DE RETORTAS



Figura N° 2,2: SALA DE RETORTAS - PLANTA PAMPALARGA

Esta conformada por ocho retortas eléctricas con una capacidad de 300 kg de precipitado húmedo cada una, distribuidas en seis bandejas de acero inoxidable.

Cada carga o batch tiene un ciclo de duración de 24 hs y la temperatura varía entre 27°C a 732 °C. La pérdida de peso por secado y calcinación es de 50% a 55 % aproximadamente, principalmente esta constituida por agua y mercurio. El mercurio se recupera del condensador de la retorta y la producción varia de 3 000 kg a 4 000 kg mensualmente.

La carga y descarga de las bandejas que contienen el precipitado de las retortas se realiza en forma manual con la ayuda de un montacargas eléctrico de 1 500 kg de capacidad. El precipitado calcinado luego de descargado se lleva en bandejas metálicas al área de fundición.

2.1.3. AREA DE FUNDICIÓN

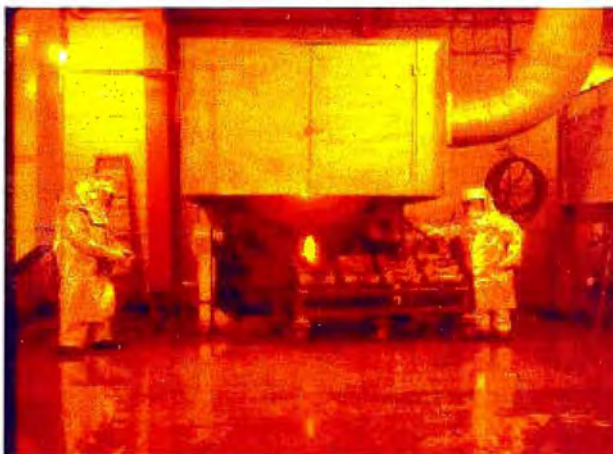


Figura 2,3: Sala de fundición – inicio elaboración de barras

Esta área esta conformada por una bateria de cuatro hornos LINDBERG similar al que se muestra en la figura 2,3, estos operan con una mezcla de petróleo diesel #1y #2 con aire, cada horno contiene un Crisol de Silicón - Carbide (con piqueta adherida) de 250 kg de capacidad de mezcla de precipitado a fundir. Estos hornos alcanzan una temperatura aproximada de 1 200°C., y tienen un sistema de volteo basculante que permite realizar la colada de las escorias y el doré (aleación conformada por Oro y Plata en un 95 % en masa).

Cada batch de 150 kg de precipitado con flux (bórax, nitrato de potasio, fluoruro de calcio) a fundir dura aproximadamente de 4 hs a 5 hs antes de realizar la colada. La colada del doré se recibe en lingoteras cónicas de hierro fundido, luego de separar la escoria inicialmente.

Finalmente las barras de doré se obtiene por la refundición de los conos de doré.

2.1.4. AREA DE TRATAMIENTO DE ESCORIAS

En esta área se encuentra un Molino de bolas de 0,91m de diámetro x 1,52 m de largo forrado interiormente con material sintético donde mediante molienda seca se trata por batch durante 2h a 3hrs aproximadamente toda la escoria (unos 400 kg) que no es devuelta a refundición. La molienda alcanza una finura de 80 % (malla - 200). Luego, se descarga y se procede a pasar por una mesa gravimétrica como la mostrada en la figura N° 2,4 toda la escoria molida para recuperar entre el 70% a 75% de los valores metálicos presentes.

El relave de la mesa gravimétrica es vuelto a pasar por la mesa para lograr una recuperación total de los valores metálicos entre 80% y 85% antes de ser devuelto a las pilas de lixiviación. El concentrado obtenido se seca antes de ser fundido y así obtener un doré de escorias.

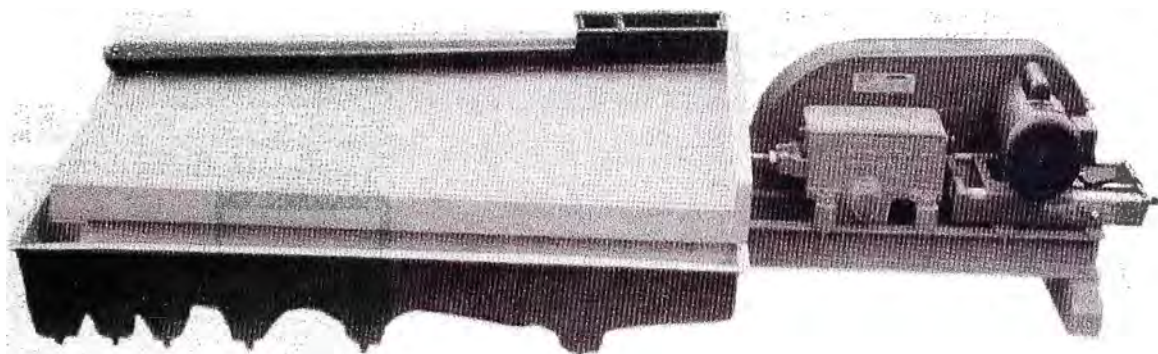


Figura 2,4 : Mesa Gravimétrica Wilfley

CAPITULO III

3.0 OPERACIONES IMPORTANTES EN REFINERIA

3.1. - COSECHA Y LAVADO DE LOS FILTROS PRENSAS



Figura 3,1 : Cosecha de filtro prensa-- Planta Pampalarga

En la figura N°3,1 se muestra un filtro prensa, el cual una vez saturado con el producto obtenido del proceso Merrill-Crowe es sacado del circuito del proceso por los operadores de planta y se inyecta aire comprimido por espacio de 1h a 2h a una presión de $482,6 \text{ kN/m}^2$ a $551,6 \text{ kN/m}^2$ con la finalidad de retirar la mayor cantidad de solución pobre en oro (barren) hasta secarlo en aproximadamente un 70% a 80%. Al término del tiempo fijado, es necesario parar la inyección de aire para descomprimir el filtro y chequear si el queque (precipitado) se encuentra con la mínima cantidad de humedad. Si el precipitado está demasiado húmedo es necesario cerrar el filtro e inyectar aire comprimido por más tiempo. Enseguida se descomprime el filtro y se procede a dejar enfriar por espacio de media hora, seguidamente se procede a retirar el precipitado húmedo en forma manual sacudiendo las telas de los sectores. El precipitado es recepcionado en bandejas acondicionadas que son tapadas como se observa en la figura N°3,2 y son llevadas luego a la sala de retortas. Al final se procede con el lavado de cada una de las telas con agua a mediana presión. El agua de lavado se recepciona en otra bandeja acondicionada con floculante catiónico, para recuperar el poco precipitado que ha quedado aun en las telas y sale con el lavado, y el cual se recupera posteriormente por un proceso de decantación. Finalmente, se alinean los sectores y se procede a comprimir el filtro para que vuelva a operar. El precipitado cosechado es llevado a la sala de las retortas.

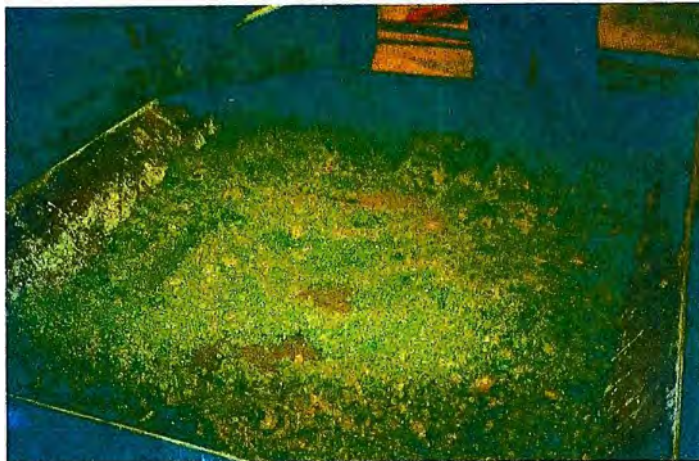


Figura 3,2 : Bandeja con precipitado húmedo

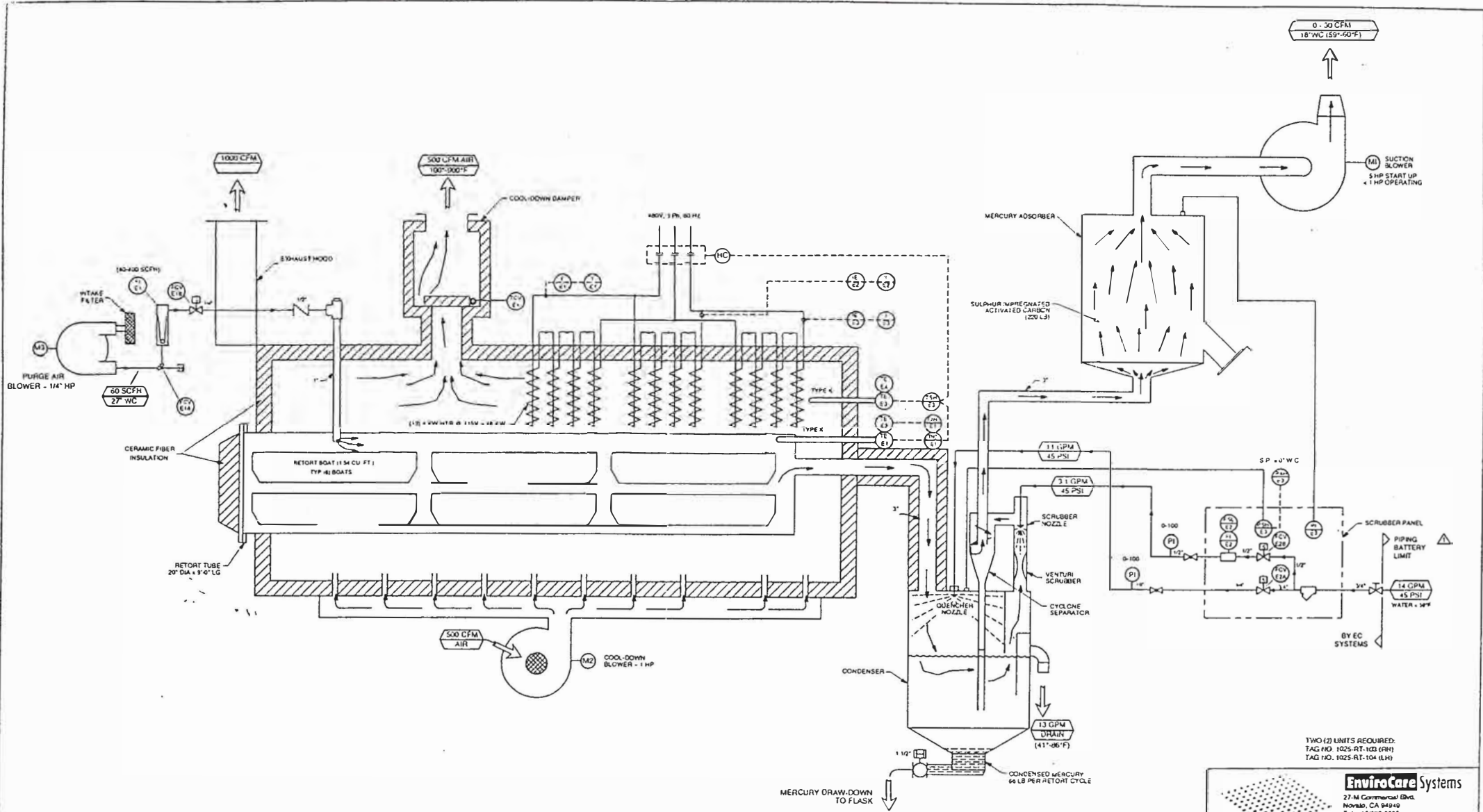
3.2. - CARGA Y DESCARGA DE PRECIPITADOS A RETORTAS



Figura 3,3 : Retortas – Planta Pampalarga

El producto cosechado contiene mayormente oro, plata y zinc no reaccionado, diatomita, mercurio y humedad. La densidad de este producto es 1,1g/cc a 1,2 g/cc. El precipitado es cargado manualmente ayudados con palas en seis (6) bandejas o contenedores metálicos de acero inoxidable, estas bandejas tienen una capacidad aproximada de 0,47m³, cada una y cargado contiene aproximadamente 48kg a 50kg de este producto (ver figura N°3,3)

En la figura N°3,4 se muestra un diagrama de funcionamiento de una retorta.



TWO (2) UNITS REQUIRED:
TAG NO. 1025-RY-103 (RH)
TAG NO. 1025-RY-104 (LH)

EnviroCare Systems
27-M Commercial Blvd.
Novato, CA 94949
Tel: 415/883-2655
Fax: 415/883-2655

MERCURY RETORT PROCESS AND INSTRUMENTATION DIAGRAM	
CAD	12/24/94
MG	12/24/94
MAS	2/27/98
Miler	2/27/98
NOVE	1010-6057
OVERSEAS BECHTEL, INCORPORATED PURCHASE ORDER NO. 0488-AC MINERA YANACOCCHA, SA S-0057	

DOCUMENT RELEASE

Preliminary Issue CERTIFIED FOR CONSTRUCTION

For Information Only For Review and Comment

BY _____ DATE _____

31M	REVISED	BY	APPROV	DATE

Confidentiality: All documents, plans, drawings, memoranda, correspondence, and information disseminated herein shall remain the property of EnviroCare Systems, and shall not be used or disseminated to anyone, internal or external, except with the written consent of EnviroCare Systems, and shall be returned immediately upon request. All Rights Reserved.

Figurab N° 3,4 : Diagrama de funcionamiento de una retorta

En cada horno tipo retorta ingresan seis bandejas, estas bandejas son cargadas a las retortas ayudados con un elevador superpuestas de dos en dos y empujados estos dos contenedores hasta el fondo del tubo.

Al término, se limpia el borde interno de la puerta que se encuentra suspendida por un gancho y todo el labio externo del tubo interno de la retorta, la puerta es sellada con pasta de silicona y se ajusta la tapa con pernos en forma manual, ahora la retorta está en condición de funcionamiento.

La operación es la siguiente:

3.2.1. - Horno de la Retorta

La energía térmica requerida para vaporizar el agua, zinc, y mercurio presentes en el producto es proveída por doce conjuntos de calefactores eléctricos tipo bayoneta, como se muestra en el gráfico de la figura N° 3.4. La capacidad total de calefacción disponible es de 49 Kw. Cada calefactor penetra la capa aislada del horno a través del techo y están configurados de tal manera que haya seis calefactores entre el tubo y la retorta y la pared lateral para cada lado. La temperatura del proceso se eleva por medio de radiación térmica y controlada por un indicador de temperatura (termostato) ubicado en un panel aparte. El controlador detecta cambios en la temperatura por una termocupla ubicada dentro del tubo interno o cámara del horno y otra entre las resistencias eléctricas y la cámara.

El horno retorta es controlado automáticamente y el ciclo completo para un retorteo demora 24 hs, observar la secuencia del ciclo en el gráfico de la figura N°3,5

3.2.2 Sistema de purga de aire

El horno retorta está conectado con un sistema de purga de aire, el aire es introducido en el tubo retorta a través de un tubo de 2,54 cm de diámetro ubicado en la parte superior central cerca de la entrada, observar la ubicación en la figura N° 3.4. El tubo está tapado dentro de la retorta y el aire sale por este a través de dos orificios que se encuentran separados 180°.

El aire de purga es necesario en la cantidad mínima para ayudar en la evacuación del vapor de mercurio antes de abrir la retorta y al final del ciclo de la retorta.

El aire de purga normalmente es controlado por un programa con dos llaves del selector Manual ó Automático. Bajo operación normal la llave de posición de control debe estar en la posición automática.

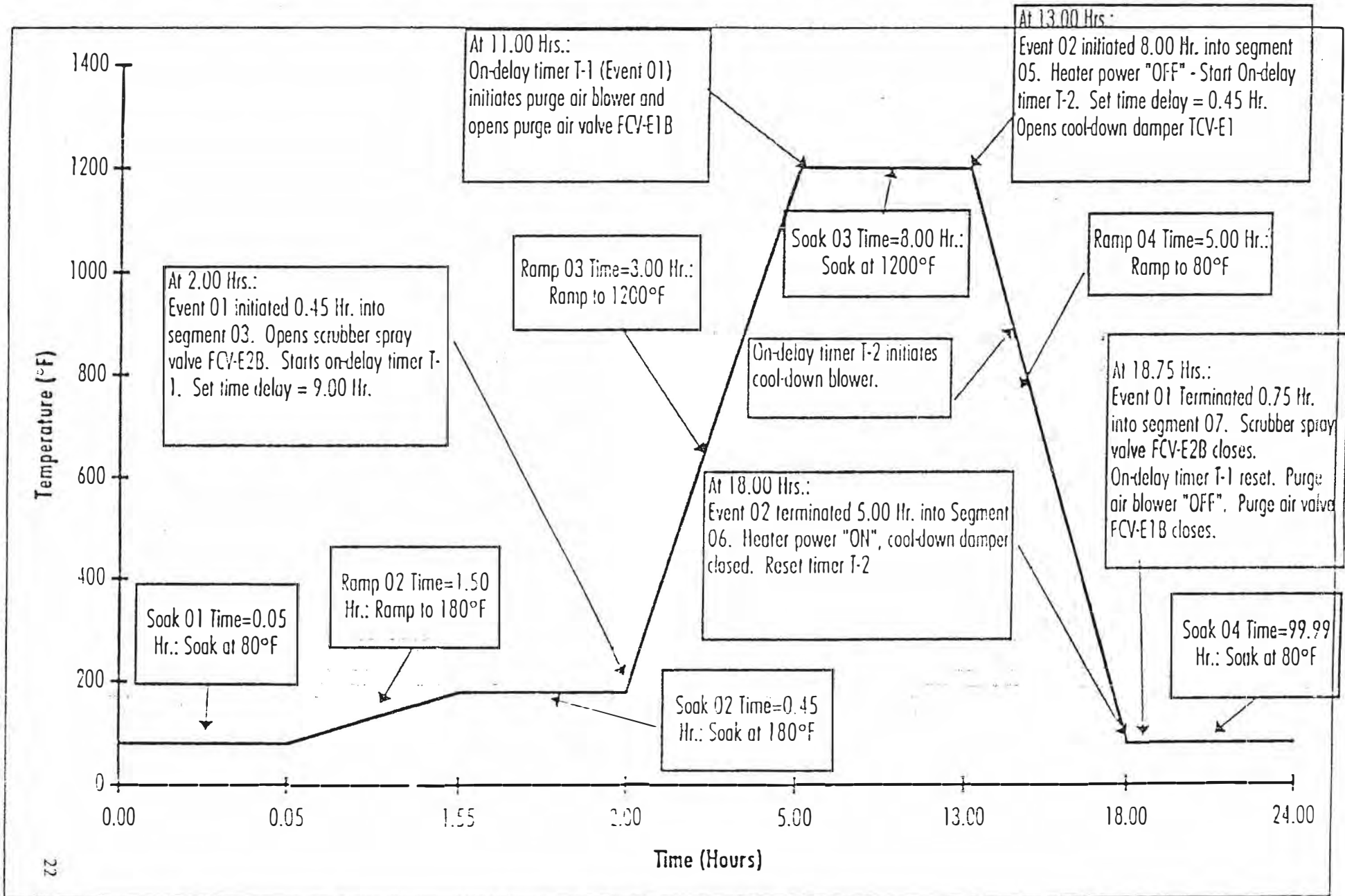


Figura Nº3.5 Ciclo completo del funcionamiento de un retorteo

3.2.3 Sistema de Enfriamiento

El horno retorta está equipado con un sistema de enfriamiento que consiste en un ventilador con diez tubos de descarga de aire y una compuerta de ventilación de 20,3cm activada eléctricamente, esto se puede observar en la figura N°3.4.

El sistema de enfriamiento normalmente está controlado por un programa automático. Existe un tiempo de retraso entre abrir la compuerta de ventilación y el arranque del ventilador de enfriamiento con la finalidad de permitir a los calentadores del horno enfriar hasta aproximadamente 500°C antes de introducir aire frío en la cámara del horno. Esta maniobra prevendrá de una variación térmica repentina a los elementos del calentador el cual reduciría drásticamente su vida útil.

El sistema de enfriamiento puede ser operado manualmente ubicando la posición del control en posición manual

3.2.4 Sistema Condensador / Depurador

El horno retorta esta equipada con un sistema condensador/depurador ubicada en el fondo del tubo del horno como se puede ver en la figura N° 3,4 y consiste en un recipiente condensador de 61cm de diámetro, una tubería en forma de "T" de entrada al condensador, una entrada al ciclón, un ciclón y panel depurador.

Los gases calientes principalmente de mercurio y zinc salen del tubo retorta a través de un tubo con pestaña de 7,6cm, los cuales ingresan a la tubería en forma de "T" de ingreso al condensador. La tubería "T" de entrada al condensador tiene uno de los lados una brida ciega empernada, externamente la tubería "T" se encuentra aislada con una funda de aluminio y fibra cerámica. El recipiente del condensador está equipado con una tapa lanza apagadora ubicada cerca de la parte superior central de la tapa del condensador. El agua sale a un flujo de 0,69 dm³/s a 310 kN/m² de presión. El recipiente del condensador tiene dos deflectores como se puede observar en la figura N°3,4. Un deflector tiene una abertura en el fondo y establece el nivel de líquido del condensador. El segundo deflector que se encuentra adherido internamente a la tapa, esta ubicado delante de la descarga y llega a 5cm sobre el nivel del rebose. El deflector inferior se extiende 22,8 cm por debajo del rebose y controla la descarga de escoria Cinc / mercurio.

Los gases calientes son apagados inicialmente con el agua de la lanza spray apagadora mencionada previamente. Los vapores de mercurio, agua y todos los demás vapores condensables presentes en el flujo del gas caliente se condensarán a su estado líquido.

El mercurio se deposita en el fondo del recipiente condensador. Los gases fluirán a través del agua debajo del deflector con una muesca y arriba a la tubería en forma de "T" de entrada al ciclón. La tubería en forma de "T" del ciclón de entrada tiene una lanza depuradora de agua industrial la cual trabaja con un flujo requerido de 0,2 dm³/s a 310,2 kN/m². **Este flujo es vital para la eficiente depuración en la remoción constante del mercurio en el flujo de aire y debe ser revisado por el operador constantemente.**

Los restos de agua y el vapor del mercurio condensados en gotitas son interceptadas en el spray depurador y el ciclón. Así mismo, cualquier partícula de polvo despedida por la retorta son también interceptadas en el spray depurador.

Los gases saturados y enfriados fluyen a través del ciclón donde se separan los gases secos de la humedad residual y las gotitas de mercurio interceptadas que son drenadas dentro del recipiente condensador ubicado debajo del ciclón.

Los gases secos salen por la parte superior del ciclón y son descargados en el absorbedor de mercurio. Es recomendable que

Nunca se debe comenzar un nuevo ciclo en una retorta con residuos dentro del condensador de un evento previo.

El mercurio es absorbido haciendo uso de carbón activado impregnado con azufre en una sola capa. A continuación se describen las características físicas del carbón CBII empleado :

Material Base	Carbón bituminoso	
Método de Activación	Vapor a alta temperatura	
Tamaño de Partículas (mmxmm) :	4 x 10, 6 x 12, 12 x 30	Método de prueba ASTM D-3862
Dureza	90 típicamente	Método de prueba ASTM D-3802
Densidad (kg/m ³)	0,56	Método de prueba ASTM D-2854
Humedad (%)	5,0 máximo empacado	Método de prueba ASTM D-2867

Una vez concluido el ciclo de retorteo del precipitado, en el cual se ha retirado la mayor cantidad de mercurio, cinc, agua, etc., se procede a descargar las bandejas con el precipitado calcinado ayudados con un montacargas eléctrico y se procederá a pesar el precipitado calcinado para los cálculos de los reactivos o fundentes a emplear en la sala de fundición.

3.3. - FUNDICION

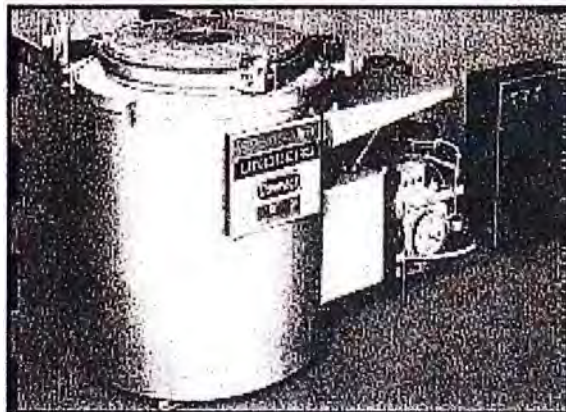


Figura N°3,6 :Horno de fundición a petróleo

El precipitado pesado correspondiente a una retorta es homogenizado ayudado por palas dentro de una bandeja grande ó ayudados por un mezclador mecánico donde se tomará una muestra después para ensayar la ley de oro y plata. Enseguida y teniendo en cuenta la procedencia del precipitado se procede a pesar los reactivos y a mezclarlos siguiendo la formulación que se indica en la Tabla N°3,1

Tabla N° 3,1 Formulación de los reactivos de fundición		
Planta	Pampalarga	Yanacocha Norte
Bórax	45 %	60 %
Nitrato de Potasio	25 %	30 %
Espato flúor	0 %	1 %

Una vez homogenizada la mezcla es cargada al horno designado y se pone en funcionamiento al cabo de una hora se adiciona más mezcla al horno, al cabo de dos horas de funcionamiento se retirará parte de la escoria fundida en lingoteras cónicas y se seguirá cargando el horno con la mezcla preparada. Esta operación se repite hasta terminar con toda la bandeja que contiene aproximadamente 150 kg de mezcla. Teniendo todo el contenido en el horno y verificando que se ha completado la fundición se procede a descargar toda la escoria fundida en las lingoteras cónicas recepcionandose en la última lingotera doré fundido, el cual será llevado a una zona segura para su enfriamiento de aproximadamente 2 hs.

Todo el trabajo efectuado en el área de fundición, es realizado por personal calificado protegido con su respectivo equipo de seguridad consistente de un operol de rayón aluminizado con sacón, escafranda, guantes, lentes oscuros de seguridad, botas de seguridad y protectores de oídos. Al final de la operación el supervisor controlará la pesada del cono de doré y será guardado en bóveda.

3.3.1 Elaboración de barras de doré



Figura N°3,7 : Elaboración de barras de doré - Colada

En la figura N°3,7 se muestra el dispositivo para la elaboración de barras de doré.

Cuando se tiene acumulado una cantidad de conos de doré de 300 kg a 600 kg se procede a cargarlos en un horno previamente limpio con mucho cuidado, para luego fundirlo en un tiempo de 3hs a 4 hs. Una vez fundido todo el doré se procede a realizar la colada en lingoteras de hierro las que se colocan en grupo de cuatro conformando un lote y colocadas en forma descendente en cascada, las cuales se llenarán por rebose.



Figura N° 3,8 : Toma de muestra – Elaboración de barras de doré

En la figura N° 3,8 se observa el proceso de toma de muestra en la elaboración de barras de doré. Para un control de la ley del lote de las barras se tomará una muestra de la colada en la primera lingotera y en el momento que ésta se encuentre rebosando a la segunda.

La muestra se tomará con un tubo de vidrio pyrex hueco de 6 mm de diámetro interior, se formará un alambre de doré de varios centímetros, siendo necesario dos centímetros de muestra para ser enviados al laboratorio químico para su respectivo análisis.

Al término de la colada de un lote se enfriar unos minutos antes de proceder a separar las barras de los moldes. La separación se realiza manualmente ayudados por pinzas especiales de hierro, seguidamente se procede a enfriar en agua, secar y pulir para separar los residuos de escorias.

Concluida esta operación se procede a codificar los lingotes o barras colocando el número de barra correlativo, fecha, lote y peso expresado en kg. Una barra de doré obtenida se muestra en la figura N° 3,9.

Finalmente, se depositan en cajas de madera que son tapadas y aseguradas con clavos. Además se enzuncha con cinta metálica y se coloca su respectivo precinto de seguridad numerado que es de acero y se guarda en bóveda.



Figura N° 3,9 : Muestra de barra de doré obtenida

3.4. - TRATAMIENTO DE ESCORIAS

La escoria producida en la fundición y recepcionada en las lingoteras cónicas como se muestra en la figura N° 3,10 se deja enfriar, luego se retira del molde volteando las lingoteras manualmente, si La escoria se encuentra bien fundida esta se desmenuza fácilmente; luego se clasifica para su tratamiento, esto debido a que existe :

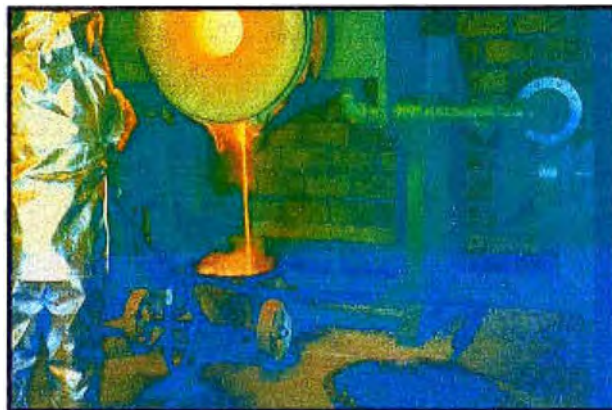


Figura N°3,10 : Colada de escoria fundida en lingoteras cónicas

La escoria que se recepciona cerca al doré fundido es rica en metales preciosos, se recicla y regresa al proceso mezclándose directamente con el precipitado a fundir. Así mismo, se devuelve al proceso la escoria cruda, aquella que no terminó de fundirse por diferentes causas.

El resto de la escoria recepcionada se denomina "pobre" porque se disgrega fácilmente al golpearla con una comba de 2,5 kg de peso. Luego es llevada en baldes o cilindros metálicos para ser cargados en el molino de bolas ayudados con un montacargas eléctrico. La carga que soporta el molino de bolas por lote es de 400 kg aproximadamente.

El molino a emplear se encuentra forrado con material sintético de 0,05m de espesor para reducir el ruido, este gira a 21 rpm y contiene una carga de bolas de fierro según la formulación que se muestra en la Tabla N° 3,1.

Tamaño de Bolas	Rango (kg)
2,5 “	1 600 a 1 700
1,5 “	500 a 600
1,0 “	600 a 650

Tabla Nº 3,1 : Formulación de la carga del molino

El tiempo de molienda es de 2hs a 3 hs para obtener una finura de 80% correspondiente a una malla-200, al término de la molienda se descarga previo cambio de tapa que solamente permite la salida de la escoria molida. La descarga demora de 45 minutos a 60 minutos y se receptiona en bandejas metálicas grandes donde se muestrea para ser llevada a la mesa gravimétrica wilfley, donde se va cargando manualmente a la tolva de alimentación mediante una espátula, se regula la inclinación de la mesa así como la alimentación del agua industrial, hasta comprobar una buena separación. Todo el relave obtenido es repasado nuevamente por la mesa gravimétrica para conseguir una buena extracción de valores metálicos. Finalmente, se almacena en depósitos plásticos el relave final que serán llevados a las pilas de lixiviación, previa coordinación con el departamento de seguridad y la jefatura de la planta de procesos.

El concentrado obtenido se seca, pesa, y se mezcla con el flux requerido, el cual depende de la procedencia del concentrado. Generalmente se usa el siguiente flux:

Flux	Composición % masa
Borax granulado	15 a 20
Nitrato de Potasio	9 a 15

Se procede a mezclar manualmente mediante palas metálicas y se procede a cargar al horno designado para fundir.

Al finalizar la fundición, se realiza la colada se pesa el cono de doré obtenido, y se toma una muestra para el respectivo análisis químico y llevar a cabo el respectivo balance.

CAPITULO IV

4.0 DATOS TÉCNICOS DE LA OPERACION

4.1 PRODUCCION ANUAL EN MINERA YANACOCHA

4.1.1 ORO Y PLATA

La Minera Yanacocha inició sus operaciones en agosto de 1 993, cuando puso en operación el tajo abierto de Carachugo, la pila de lixiviación en Pampalarga y la primera planta de Merrill Crowe, desde entonces la compañía ha experimentado un gigantesco y sostenido crecimiento, debido al aumento de sus reservas de 7 000 000 en el año 93 a 40 000 000 de onzas troy de oro para los próximos 20 años.

En 1 994 entró en operación el tajo de Maqui Maqui, cuya solución es tratada en la misma planta de Merrill Crowe de Pampalarga; dos años más tarde, en 1 996 se añadió el área de San José, también a tajo abierto y en 1 997 entró en operación el área de Yanacocha, lo que hizo necesario la instalación de la segunda planta Merrill Crowe, donde se recepciona la solución de las pilas de lixiviación de Yanacocha Norte y se recepcionará la solución de las pilas de lixiviación de las áreas de la Quinua, Cerro Negro, etc.

La producción anual de oro en los próximos años estará en el orden de los 2 000 000 a 3 000 000 de onzas troy. En la figura N°4,1: se muestra gráficamente la producción total de oro y plata en yanacocha hasta el año 2 001(3er trimestre)

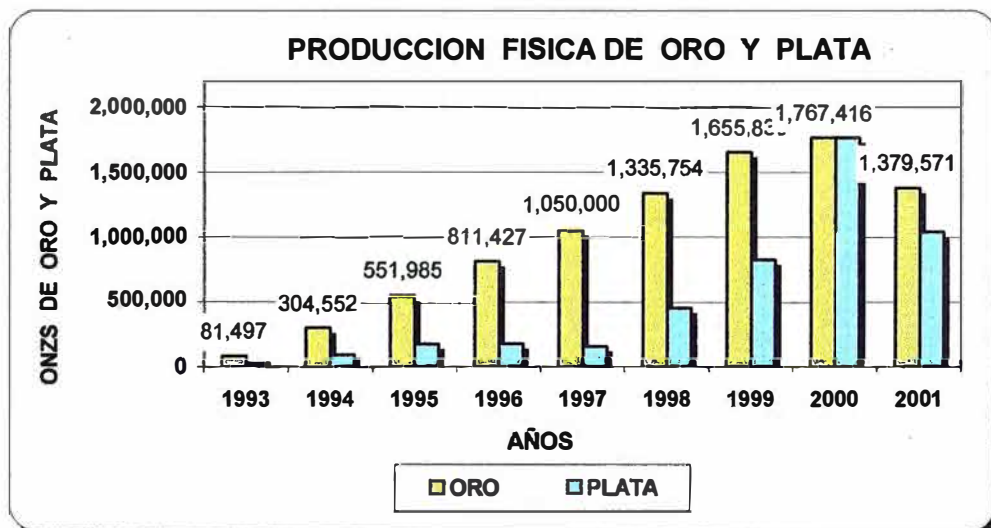


Figura N°4,1: Producción física de Oro y Plata

Figura N°4,2: Producción física de Oro y Plata en Yanacocha

AÑO	ORO (ONZS T)	PLATA (ONZS T)
1993	81 497	24 467
1994	304 552	97 349
1995	551 985	180 619
1996	811 427	182 979
1997	1 050 000	163 366
1998	1 335 754	457 183
1999	1 655 830	826 130
2000	1 767 416	1 767 416
2001 (*)	1 379 571	1 040 397

(*): Se ha considerado la producción hasta el mes de Setiembre

En la figura N°4,2 se muestra con más detalle la producción de oro y plata en yanacocha norte hasta el año 2 001 (3er trimestre)

4.1.2 MERCURIO METALICO

En la figura N° 4,3 se muestra el mercurio metálico recuperado en el proceso en TM, desde el inicio de las operaciones al 3er trimestre del año 2 001, se puede observar que en el año 1 998 el incremento es notorio debido a que en ese año entro a operar la Planta de Yanacocha Norte. La recuperación física del mercurio a la fecha se a mantenido superior al 99.0% en peso con respecto al balance del mercurio teórico obtenido de los análisis químicos a las soluciones antes y después del proceso de Merrill-Crowe que reporta la planta de procesos.

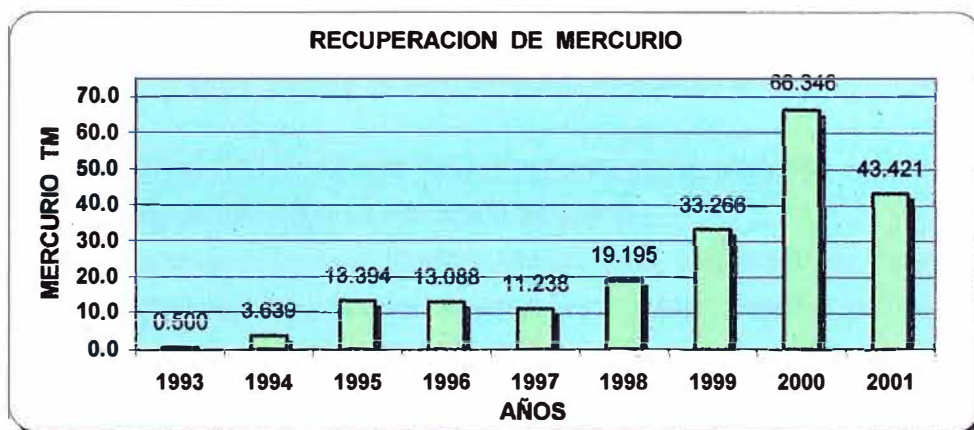


Figura N°4,3 : Recuperación de mercurio metálico

4.2 RECUPERACION EN REFINERÍA

En la figura N°4,4 se muestra básicamente a la recuperación del oro y Plata en la refinería en porcentaje en masa respecto a lo que se ha recepcionado físicamente.

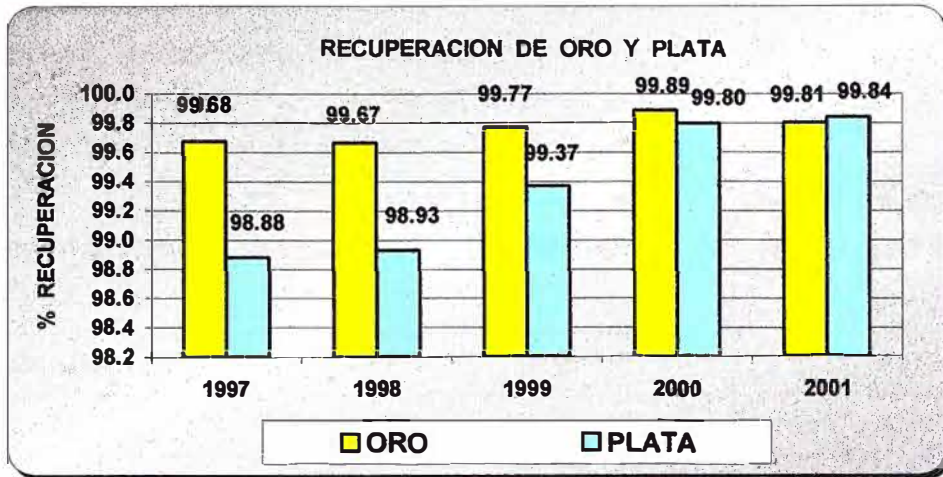


Figura N° 4.4: Recuperación de Oro y Plata en porcentaje en masa

4.3 COSTO DE OPERACIÓN

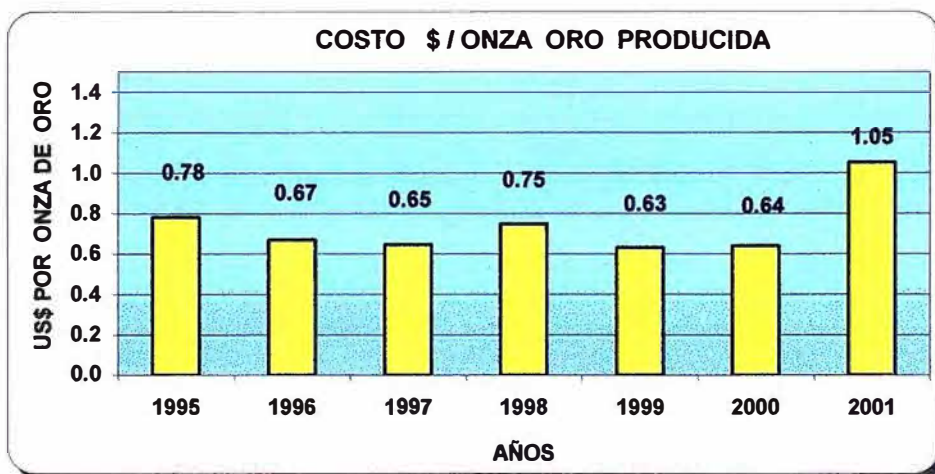


Figura N° 4.5: Costo de operación /onza de oro producida en refinería

En la figura N°4,5: se muestra el costo en dolares por onza de oro producida en la refinería. Para el cálculo de dicho costo de operación se han tenido en cuenta:

- A) Sueldos y Beneficios Sociales : Sueldos básicos, CTS, Gratificaciones, Vacaciones, Seguro de vida, Asistencia Medica Familiar, Examen Medico, Atenciones personales, etc.
- B) Combustibles: Mezcla de Petróleo D1 y D2 en los hornos de fundición.
- C) Crisoles de Fundición: Consumo de los crisoles de Carburo de Silicio en la fundición.
- D) Productos Químicos y Reactivos: Consumo de Bórax granulado, Nitrato de Potasio.

- E) Suministros de Seguridad: Todo el material de seguridad que es utilizado por el personal que labora en Refinería para su protección.
- F) Servicio de Contratos: Los servicios contratados a terceros para trabajos de mejora, modificación y/o reparación de equipos u otros.
- G) Otros: El consumo de Suministro de Oficina, Comunicaciones, Computadoras, Comedor, Soldadura, Mantenimiento, Eléctricos, etc.

En la Tabla N°4,1, se muestra un resumen del costo de producción en base a los parámetros descritos anteriormente hasta el 3er trimestre del presente año

Parámetros de producción	Porcentaje,%	Costo del proceso en refinería, en \$/onza de oro producida
Sueldos y Benéficos sociales	15	0,16
Combustible	18	0,19
Crisoles de Fundición	8	0,08
Químicos y Reactivos	8	0,08
Suministros de Seguridad	14	0,15
Servicio de Contratos	10	0,11
Otros	27	0,28
TOTAL	100	1.05

Tabla N°4,1: Costo de producción del proceso de refinería al 3er trimestre del año 2 001

4.4 CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Hasta el año 1997, se empleó petróleo Diesel N° 2 como combustible para los hornos de la Refinería, a partir del año 1 998, se empezó a emplear una mezcla de Diesel No 1 en un 80% y Diesel No 2 en un 20 %, obteniéndose mejores resultados en los ratios de consumo. El pequeño incremento del ratio en el año 2 000, se debe principalmente al consumo extra que se empleó para la refundición del doré al obtener las barras correspondientes, esto se puede apreciar en la siguiente figura N° 4,6. Se puede observar también que hasta el tercer trimestre del presente año el ratio de consumo ha bajado, esto se debe a que ya no se emplea refundición para producir las barras, sino que estas se obtienen ahora directamente conforme se va fundiendo el precipitado por batch.

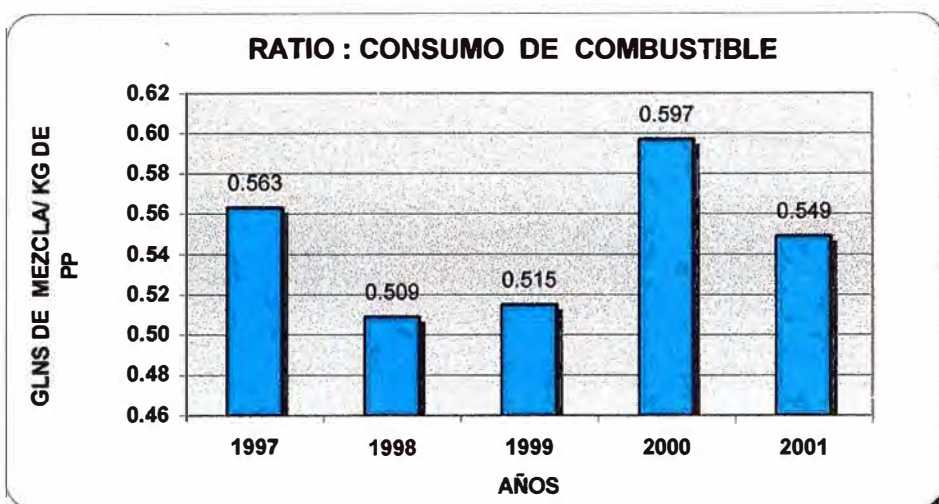


Figura N°4,6 : Consumo de Combustible

4.5 CONSUMO DE REACTIVOS E INSUMOS

En las siguientes figuras N° 4,7 y 4,8 se muestran el ratio del consumo de los reactivos químicos usados en la refinera desde sus inicios en las plantas de Carachugo y Yanacocha Norte a la fecha (3er trimestre del 2 001)

Se puede observar en la figura N°4,7 y N°4,8 que el consumo de Sílice en la refinera desde el año de 1 997 para los precipitados de Carachugo y desde el año 2 000 para los precipitados de Yanacocha a la fecha han sido nulo, esto es debido fundamentalmente a que el contenido de diatomita empleado como medio de ayuda filtrante en los filtros prensa de la planta de proceso es suficiente y no es necesario agregar más en la fundición de los precipitados.

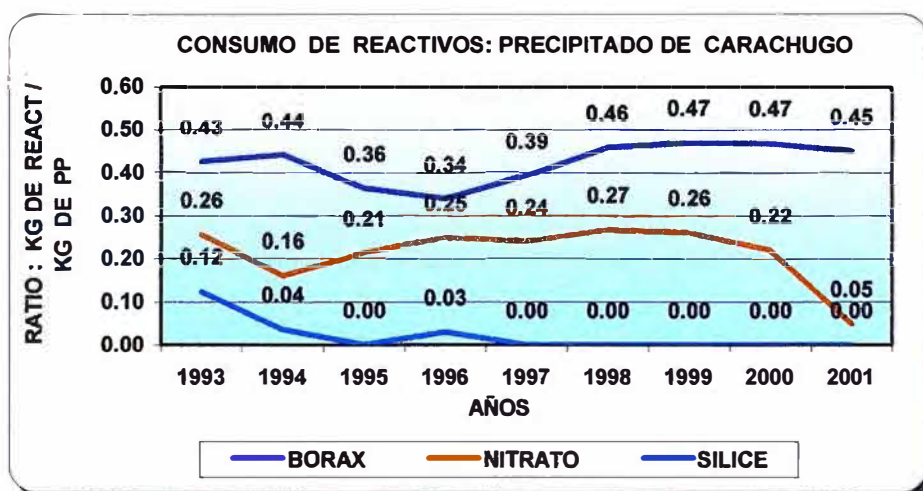


Figura N°4,7: Consumo de Reactivos para el precipitado de Carachugo

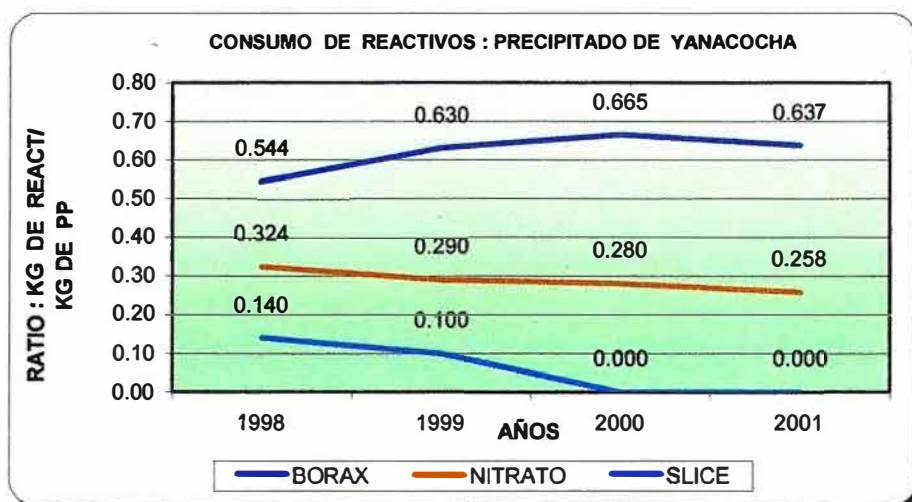


Figura N°4,9: Consumo de Reactivos para el precipitado de Yanacocha Norte

4.6 CONSUMO DE CRISOLES

Desde los inicios de las operaciones en Refinería en el año 1 993, se empezó tratando precipitados de alta ley en Oro y Plata po lo que no era necesario el empleo de mucho oxidante. Por lo tanto, el ratio era muy superior entre los años 1 993 a 1 995, valor que fue disminuyendo hasta estabilizarse en un ratio entre 2,3 a 2,4, como se muestra en la figura N° 4,10.

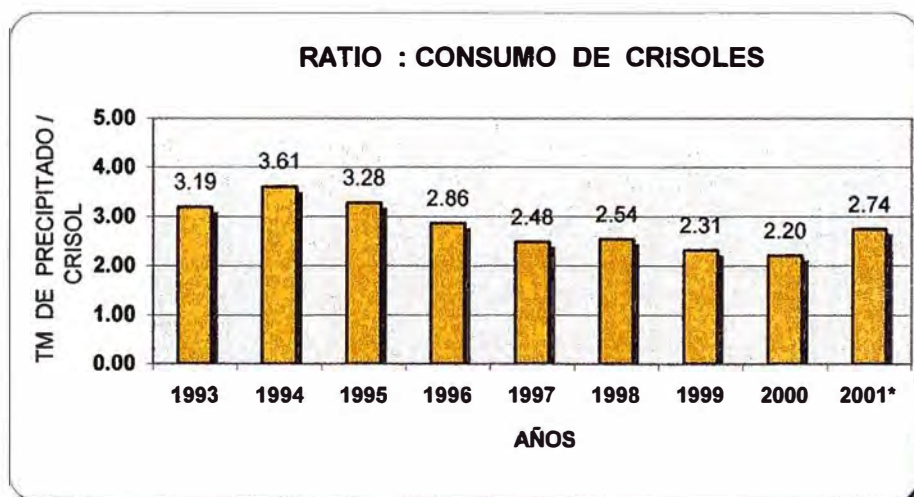


Figura N°4,10: Consumo de crisoles de fundición al 3er trimestre del año 2 001

Nota : En los cálculos mostrados no se ha considerado el consumo de energía eléctrica, porque dicho consumo esta considerado dentro del consumo general de toda la Planta de proceso que incluye: Equipos de Planta, Laboratorios y Refinería.

4.7 CAPACIDAD INSTALADA

La refinería empezó a operar en agosto de 1 993 con los siguientes equipos: dos retortas eléctricas, un horno a petróleo, y una mesa gravimétrica wilfley pequeña.

El crecimiento de la producción de oro cada año a obligado a implementar y ampliar la refinería que actualmente cuenta con:

1. - Retortas eléctricas: 08 unidades con una capacidad para tratar 300kg de precipitado húmedo cada una por ciclo de 24h, lo que permite tratar en un mes 58 toneladas métricas de precipitado húmedo correspondientes a de 26 toneladas de precipitado seco aproximadamente.
2. - Hornos de Fundición: 04 unidades con capacidad para tratar 600 kg de precipitado seco por horno/día, llegándose a tratar cómodamente 62 toneladas al mes.
3. - Molino de bolas: 1 unidad con capacidad para tratar 1 800 kg de escoria /día, pudiéndose tratar 50 toneladas de escoria al mes.
4. - Mesa Gravimétrica: 1 unidad para la recuperación del oro y la plata libre, con una capacidad de tratamiento de 180 kg/h para tratar 120 toneladas de escoria molida po mes.

Actualmente, con el incremento de la producción a aproximadamente 2 000 000 onzas de oro anual se esta tratando 2 500 m³/h. de solución rica, lo que hace que se tenga que tratar 27 toneladas de precipitado seco entre las dos plantas. Este hecho, ha obligado a la empresa ampliar las instalaciones de la refinería con los siguientes equipos adicionales:

A.- Mezcladora de sólidos mecánica y eléctrica de alimentación manual como se muestra en la figura N°4,11 para el mezclado de los reactivos y precipitado que se ejecutaba manualmente.

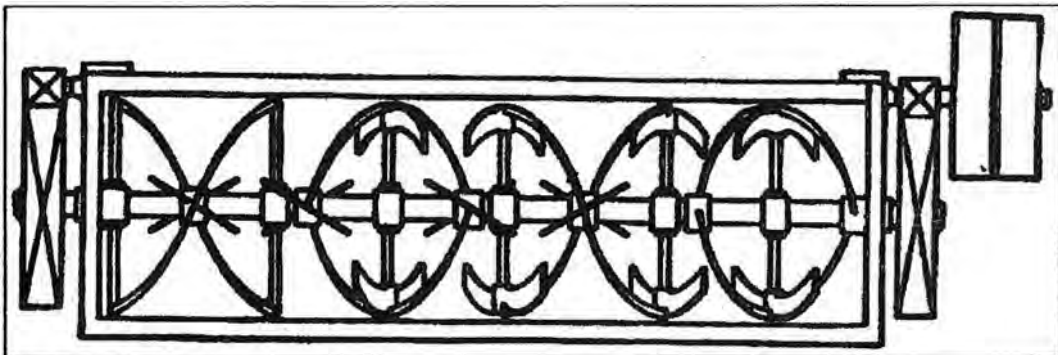


Figura N°4,11 : Mezclador de material seco

B.- Retortas (2 nuevas) para el tratamiento del precipitado húmedo con una capacidad de tratamiento igual a 1 tonelada métrica de precipitado húmedo por ciclo en cada retorta, incrementándose la capacidad de tratamiento aproximadamente en 40 toneladas mensuales.

C.- Horno de arco eléctrico con capacidad de 1.5 toneladas de precipitado por colada como se muestra en la figura N° 4,12, para la fundición propiamente dicha.

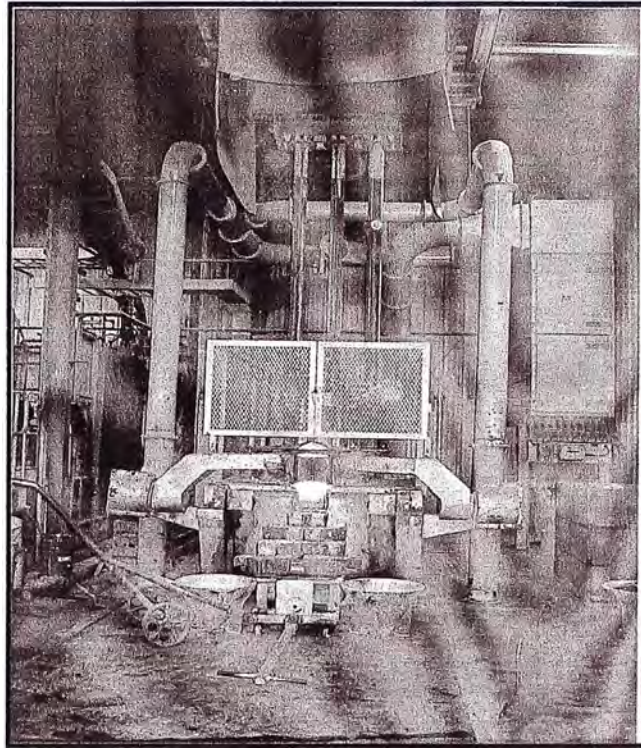


Figura N°4,12 :Horno de Arco eléctrico

D.- Concentrador Nelson de alimentación y recirculación automática si fuese necesario, para el tratamiento de la escoria molida.

CAPITULO V

5.0 INFORMACION PRECEDENTE

5.1.- HIDROMETALURGIA VERSUS PIRO METALURGIA

Los metales preciosos se recuperan a partir de los precipitados Merrill-Crowe usando un proceso piro metalúrgico. El precipitado es calcinado a una temperatura elevada que fluctúa entre 700°C a 800°C para oxidar y volatilizar las impurezas antes de ser fundido a 1 200°C aproximadamente utilizando los fundentes adecuados.

Las adiciones de fundentes durante el proceso de fundición de los precipitados cumplen las siguientes funciones:

1. Disminuir el punto de fusión de la carga.
2. Reaccionar químicamente con la carga, liberando y reduciendo los compuestos de los metales preciosos.
3. Convertir, a metales básicos y otros componentes nocivos a una forma que sea soluble en la escoria o que evolucione como gas.

Las reacciones piro metalúrgicas de los elementos generalmente se pueden dividir en dos grupos principales: Reacciones con los metales y no metales.

Existen ciertas analogías entre las propiedades ácidas y básicas de los iones en solución y las de los óxidos en piroquímica. En las soluciones acuosas, los óxidos metálicos se combinan con agua, formando hidróxidos que proveen un exceso de iones oxidrilos OH^- , haciendo básica la solución. Los óxidos no metálicos se unen con agua para formar ácidos y dan un exceso de iones hidrógeno H^+ en solución. Además, en la piro metalurgia los ácidos y bases pueden combinarse bajo condiciones oxidantes, formando sales fundidas que flotan en la fase de escoria.

En la Tabla N°5,1, se muestra la comparación básica de los términos "ácido" y "básico" en reacciones piroquímicas. Por lo general, los óxidos metálicos se consideran básicos y los óxidos no metálicos se consideran ácidos.

Las escorias de fundición se forman por la unión de óxidos no metálicos ácidos, tales como la sílice y el bórax, con óxidos metálicos como Na_2O , ZnO , PbO , etc. Específicamente, en piro metalurgia los óxidos ácidos tienen valores en índice de acidez ≥ 3.0 . Como por ejemplo: SiO_2 , B_2O_3 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , y P_2O_5 . Los elementos básicos en piro metalurgia tienen valores de índice de basicidad ≤ 2.0 . Como por ejemplo: CaO , MgO , FeO , Na_2O . Los óxidos ácidos forman polímeros en el material fundido, generalmente en estructuras alrededor de cadenas multidimensionales de poliedros de silicatos (SiO_4^{4-}). Mientras más ácido sea el material fundido por ejemplo el SiO_2 al 65% más viscoso se pone el material fundido generalmente. Una excepción es B_2O_3 , un óxido ácido que

contribuye a la estructura del polímero de forma que la viscosidad usualmente disminuye en vez de aumentar.

Las bases rompen las cadenas ácidas, disminuyendo la viscosidad del material fundido. Mientras más bajo sea el estado de oxidación de la base, las cadenas se romperán más eficazmente. El fluoruro y Na_2O son especialmente buenos rompiendo cadenas.

Reacciones Químicas	Reacciones Piroquímicas
A.- Los iones de Hidrogeno imparten propiedades ácidas a una solución.	A.- Los óxidos de los no metales imparten propiedades Ácidas a una escoria
B.- Los iones Oxidrilos imparten propiedades básicas a una solución.	B.- Los oxidos de los metales imparten propiedades básicas a una escoria.
C.- Los ácidos y bases en una solución se combinan para producir sales y agua.	C.- Los óxidos ácidos y básicos se combinan por fusión para formar escorias. Bajo condiciones oxidantes, podría flotar sobre la escoria una sal fundida parecida al agua (p.ejem: NaCl ó Na_2SO_4)
D.- Una solución se clasifica como ácida, alcalina ó neutral por la proporción de iones de hidrógeno con respecto a los iones oxidrilos.	<p>D.- La escoria se clasifica por el tipo de Silicato ó Borato que se produce. Es gobernada por la proporción de Oxígeno en la base con respecto al Oxígeno en el ácido antes de la fusión. La basicidad molar de una escoria puede ser calculada dividiendo la suma de las moles de las bases entre la suma de las moles ácidas.</p> $\Sigma [\text{CaO} + \text{FeO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{B}]$ <p>Basicidad = $\frac{\Sigma [\text{CaO} + \text{FeO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{B}]}{\Sigma [\text{SiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_2 + \text{B}_2\text{O}_2]}$</p> <p>Las escorias que tienen puntos de fusión y fluidez razonables. La basicidad molar usual esta entre 0.9 y 1.5. La escoria fundida típica de los precipitados fundidos tienen una basicidad molar entre 1.1 y 1.2.</p>
<p>E.- Un ácido reacciona con Na_2CO_3 para formar una sal y agua, con la liberación de CO_2.</p> $2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	<p>E.- Un óxido ácido se fundirá con Na_2CO_3 para formar una escoria y talvez una sal fundida, con la liberación CO_2.</p> $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2$

Tabla 5,1 :Comparación de las Reacciones Química y Piroquímica de Soluciones

5.2. - SELECCION DE FUNDENTES Y OXIDANTES

Para seleccionar los fundentes adecuados para la fusión de los precipitados Merrill-Crowe, se toma en cuenta aquellos que producen escorias con las siguientes características:

- Viscosidad razonable
- Baja densidad
- Bajo punto de fusión
- Limitada solubilidad de metales preciosos
- Buenas aptitudes de separación de fases
- Limitada reacción con los refractarios
- Fácilmente fracturable para retratamiento
- Alta solubilidad de óxidos básicos de metal.

Un fundente con una viscosidad razonable significa que esta tenga una viscosidad suficientemente baja para conseguir una sedimentación eficiente de partículas metálicas suspendidas, pero lo suficientemente alta para evitar una erosión refractaria excesiva.

5.2.1 FUNDENTES

Los principales fundentes utilizados en la fusión de los precipitados Merrill-Crowe, se describen a continuación:

A) SÍLICE, SiO_2 : Tiene un punto de fusión de 1 750 °C. Es el fundente ácido más fuerte disponible. Se combina con óxidos metálicos formando cadenas de silicatos, que es la base de casi todas las escorias. Las escorias de alto silicato son extremadamente viscosas y retienen demasiados metales en suspensión. Cuando la Sílice se mezcla con el Bórax se forman cadenas de boro silicato. Casi nunca se permite que la relación entre el peso del bórax y de la Sílice en presencia de cinc sea menor de 2:1 y nunca debería estar por debajo de 1:1, aun cuando esten presentes cantidades grandes de plomo que requieren escoriarse.

Las escorias de boro silicato mostraran alta solubilidad con los óxidos básicos de metal pero también proporcionan un buen control de la fluidez de la masa fundida fluidez.

B) BORAX, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$: Se encuentra disponible en el mercado como bórax decahidratado el cual se emplea por ser más barato. El bórax funde a 742 °C, bajando sustancialmente el punto de fusión. Es muy viscoso cuando esta fundido, pero a una temperatura al rojo se convierte en un ácido fluido fuerte, que disuelve y funde prácticamente todos los óxidos metálicos tanto ácidos como básicos.

El empleo de cantidades excesivas de bórax podrían causar dificultad pueden ser perjudiciales, al originar una escoria que es dura y carente de homogeneidad. Más aún, el exceso de bórax puede causar dificultades en las separaciones de fases, debido a la

reducción en el coeficiente de expansión de la escoria, y a su acción al impedir que ocurra la cristalización.

- C) Espato Flúor, CaF₂:** A veces es usado como fundente, tiene un punto de fusión de 1 380°C. Cuando es derretido es muy fluido y capaz de mantener en suspensión partículas sin fundir, sin disminuir la fluidez de la escoria esto es una ventaja porque ayuda a reducir la viscosidad de casi todas las escorias debido a que es eficiente rompiendo cadenas de silicatos. En la refinera se usa muy poco empleándose en una relación de 1% a 2 % del peso seco del precipitado. El ion fluoruro tiende a atacar el crisol y puede causar la pérdida de bórax, tan volátil como el BF₃. La limitación de emisiones de fluoruro reducirá la corrosión del crisol y también reducirá los costos de la operación de la planta.

5.2.2 OXIDANTES: En la empresa se emplea el Nitrato de Potasio, KNO₃ el cual es un poderoso agente oxidante que funde a 350°C, y se descompone entre 500°C a 600 °C, desprendiendo oxígeno que oxida al azufre y metales presentes. Por su bajo costo y mejor rendimiento metalúrgico se prefiere como oxidante al NaNO₃ que al KNO₃, pero se emplea el KNO₃ por ser menos higroscópico.

Se realiza un control estricto del nitrato porque la liberación de oxígeno es una reacción fuertemente térmica y podría causar el desborde del crisol. El nitrato reacciona con el grafito de acuerdo a la siguiente reacción, produciendo una excesiva erosión del crisol.



5.3. – DESARROLLO DE UNA RECETA DE FUNDENTE

El desarrollo de un fundente adecuado, sobre la base de los reactivos químicos mencionados en el punto 5.2, resulta crucial cuando se desea fundir un precipitado específico.

En principio, es fundamental realizar el reconocimiento de los productos de fusión resultante. En el fundido de los precipitados Merrill-Crowe, se forman varios líquidos diferentes que no son miscibles entre sí y se segregan en diferentes capas conocidas como " fases ".

Se denomina fase a la capa líquida que se forma en una fusión de fundición y que no es miscible con otra en particular, las fases que podrían formarse son: metálica, concentrado speiss, mata, escoria y sales fundidas. La fase metálica, al tener la densidad más alta, forma la capa de fondo del material fundido, las otras fases se separan de acuerdo a su densidad, lo que sucede usualmente en el orden dado líneas arriba.

Las reglas que gobiernan la formación y composición de estas fases conforman las pautas básicas del fundido de los precipitados.

El objetivo primario del proceso de fundir metales preciosos con precipitados es producir una fase metálica aceptable que pueda separarse fácilmente del resto de la carga derretida, conteniendo en la carga un gran porcentaje de metal precioso y un mínimo de impurezas.

Las fases speiss y mata, generalmente, se pueden evitar que se formen manejando correctamente el proceso de fundido. El speiss consiste de una mezcla de arseniuros metálicos artificiales y antimoniuros combinados con uno ó más de los siguientes elementos: cobre, hierro, cobalto y níquel. Generalmente, el speiss es una sustancia blanquecina dura que se encuentra entre el metal y la escoria, que puede retener cantidades sustanciales de metal precioso, especialmente oro en solución.

La mata es una mezcla de uno ó más sulfuros artificiales formados durante el proceso de fundición. La mata es una sustancia de color gris-azulina, densa, quebradiza que se encuentra entre las fases de metal y escoria y está compuesta de un complejo de hierro ó metal base cuya función es de retener los metales preciosos. En algunos casos, podría ser posible retirar el mate insertando en la carga derretida pequeñas varillas de hierro o clavos. El hierro cumple doble función como agente reductor y también como agente desulfurizador. Se requiere agregar exceso de fundente básico para disolver el mate de hierro formado, probablemente como un sulfuro de hierro y sodio. Sin embargo, el hierro también reducirá, por lo menos en parte, todos los otros sulfuros de metal y en consecuencia éstos terminarán probablemente en la fase metálica.

La fase de escoria incorpora una mezcla de sílice y/o vidrios de bórax que contienen los óxidos de metal y otras impurezas. En la figura N°5,1 se presenta un diagrama de fase típico para un sistema de tres componente $\text{Na}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$.

En el diagrama la composición bórax-sílice está en la proporción 2:1 en masa. Las escorias de fusión pueden ser clasificadas de acuerdo al nivel de silicato, que es la proporción de oxígeno en los componentes ácidos (sílice/ bórax) con respecto al oxígeno contenido en las bases (óxidos metálicos). Las clasificaciones de silicatos como boratos pueden observarse en la Tabla N° 5,2.

Durante la fundición se forman a veces sales alcalinas, como sulfatos y cloruros de metales alcalinos. Estas sales no se caracterizan porque no se combinan con los otros componentes de la escoria sino que forman una capa excesivamente fluida que descansa en la superficie de la carga derretida.

La fase a la cual se puede incorporar cualquier metal en la mezcla depende de si se ha combinado con oxígeno o no. Los óxidos metálicos son bastante solubles en la fase escoria, pero generalmente son insolubles en la fase metal. Por lo tanto, el estado de oxidación o reducción de un metal en particular decidirá su futuro. Las concentraciones excesivas de óxidos que tengan baja solubilidad en varias escorias como por ejemplo: Cr_2O_3 y MgO podrían ser rechazadas como fases sólidas por ejemplo: espíneles. Los componentes que tengan alta presión de vapor por ejemplo CdCl_2 y As_2O_3 , podrían desaparecer al hervir.

Los principios descritos son la base de la mayoría de separaciones que se realizan al fundir.

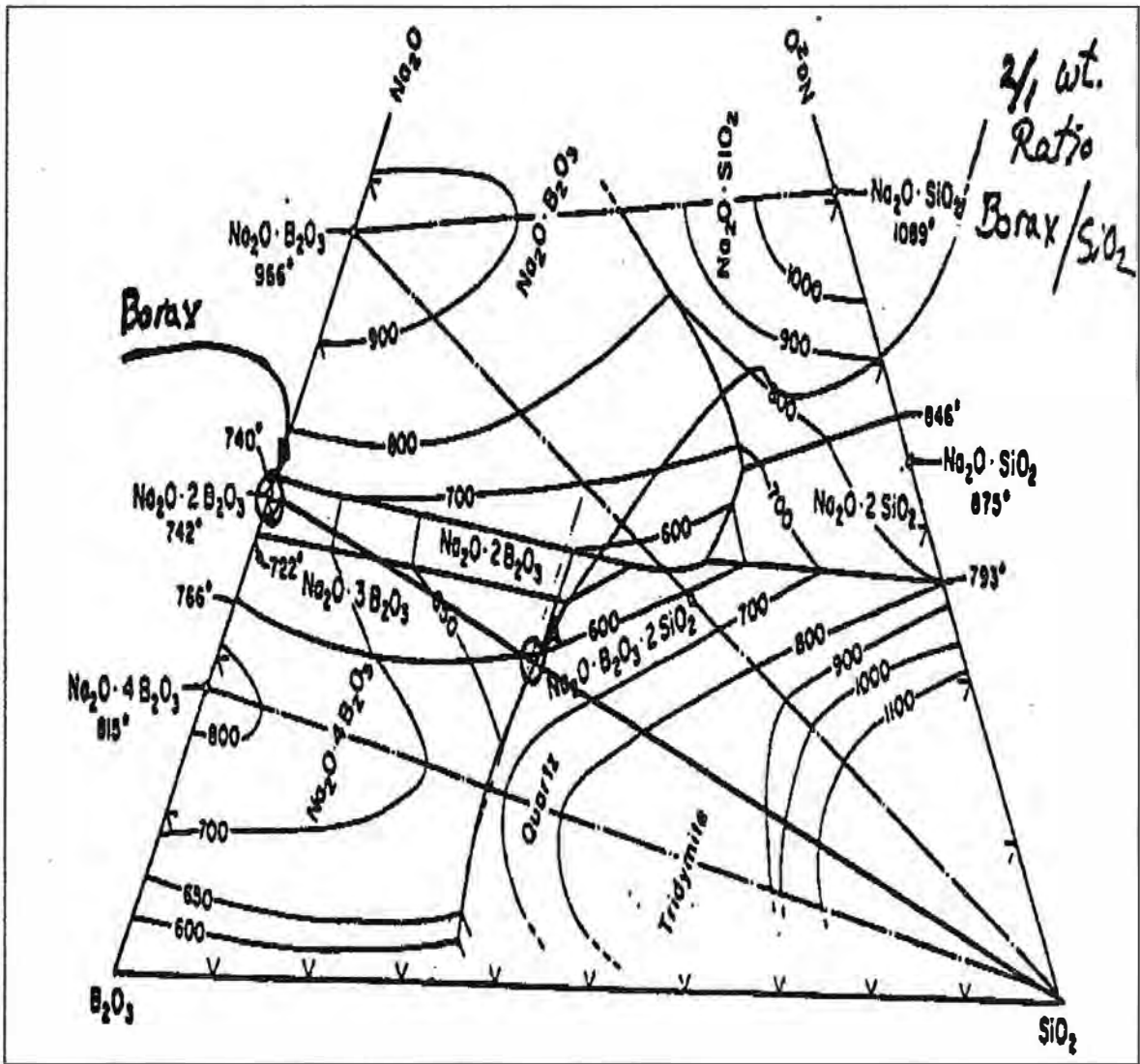


Figura N° 5,1: Diagrama de fase del sistema $\text{Na}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$

Tabla 5,2 : Clasificación de silicatos y boratos

Nombre	Fórmula R = Base Bivalente		Proporción de Oxígeno
Silicatos	Base	Ácido	Base para Ácido
Sub-silicato	4RO	SiO ₂	2 : 1
Mono-Silicato	2RO	SiO ₂	1 : 1
Sesqui- Silicato	4RO	3SiO ₂	1 : 1.5
Bi-Silicato	RO	SiO ₂	1 : 2
Tri-Silicato	2RO	3SiO ₂	1 : 3
Boratos	Base	Ácido	Base para Ácido
Orto-borato	3RO	B ₂ O ₃	1 : 1
Piro-borato	2RO	B ₂ O ₃	1 : 1.5
Sesqui-borato	3RO	2 B ₂ O ₃	1 : 2
Meta-borato	RO	B ₂ O ₃	1 : 3
Tetra-borato	RO	2 B ₂ O ₃	1 : 6

5.4. - APLICANDO LA SERIE ELECTROMOTRIZ

La clave para la posible separación de cualquier metal por oxidación o reducción se determina mediante la serie electromotriz. En la tabla N°5,3 se observa las series electromotrices de los elementos. Los metales con potenciales de electrodo de reducción más negativos se conocen como metales nobles y son difíciles de oxidar. Aquellos elementos ubicados por encima de la plata se combinan con oxígeno si se calientan en el aire, y la velocidad de reacción aumenta progresivamente a medida que se asciende en el orden de potencial más positivo.

Se ha comprobado que los óxidos de metal hasta e incluyendo la plata pierden su oxígeno cuando son calentados en atmósfera de aire y en presencia de hidrógeno, el oxígeno se retira de todos los óxidos hasta el hierro, dejando el metal en cada instancia, porque el hidrógeno actúa como un gran reductor.

Tabla N°5,3: Series electromotrices parciales de los elementos

ELEMENTO	OXIDACION DE PRODUCTO	POTENCIAL DE ELECTRODO
K	K +	2.92
Na	Na+	2.71
Mg	Mg ⁺⁺	2.34
Mn	Mn ⁺⁺	1.05
Zn	Zn ⁺⁺	0.76
Fe	Fe ⁺⁺	0.44
Cd	Cd ⁺⁺	0.40
Co	Co ⁺⁺	0.28
Ni	Ni ⁺⁺	0.25
Sn	Sn ⁺⁺	0.14
Pb	Pb ⁺⁺	0.13
H ₂	H+	0.00
Sb	Sb ⁺⁺⁺	-0.10
Bi	Bi ⁺⁺⁺	-0.23
As	As ⁺⁺⁺	-0.30
Cu	Cu+	-0.40
Te	Te ⁺⁺⁺⁺	-0.56
Ag	Ag+	-0.80
Hg	Hg+	-0.85
Pt	Pt ⁺⁺⁺⁺	-0.86
Au	Au +	-1.50

La disociación de un metal o la reducción de un óxido metálico es controlada por la presión de oxígeno producida por la tendencia de un óxido metálico a disociarse, comparada con la presión de oxígeno externa.

Cuando la presión de disociación es menor que la presión externa, el metal tiende a oxidarse, pero si ocurre lo contrario, el óxido es reducido al metal correspondiente.

La presión de disociación de óxidos metálicos aumenta con la temperatura, pero sólo los metales nobles pueden ser reducidos por el calor. En la figura N°5,2 se presenta un diagrama denominado

Diagrama de Ellingham que ilustra las propiedades de disociación como una función de la temperatura para varios elementos típicos encontrados en precipitados. Para reducir metales base, los agentes reductores se combinan con el oxígeno presente para bajar la presión externa por debajo de la presión de disociación del óxido metálico a ser reducido.

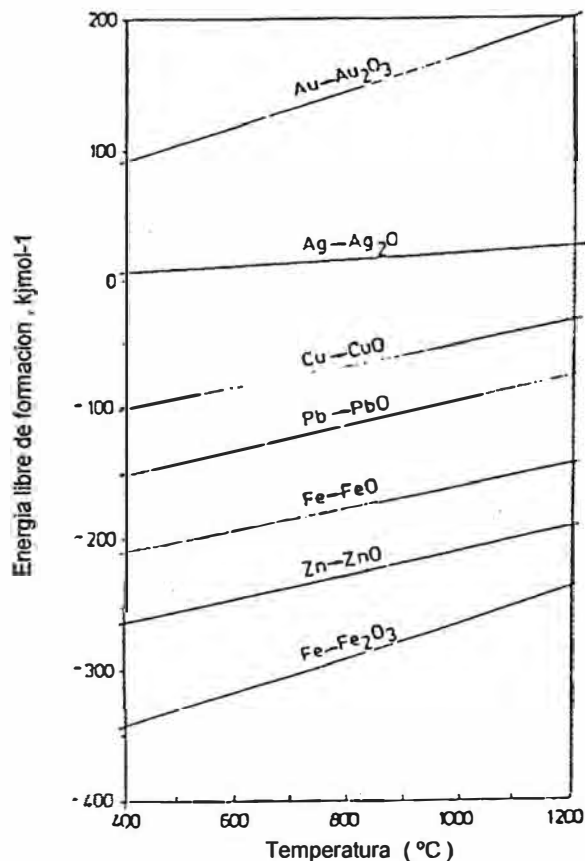


Figura N°5,2 : Energía libre de formación vs Temperatura

Cuando se requiere oxidar un metal o evitar su reducción, se debe aplicar suficiente presión de oxígeno para exceder la presión de disociación del óxido metálico. El oxígeno puede ser suministrado por aire, un oxidante químico, o un metal con potencial de reducción más negativo en la serie electromotriz.

En la piro metalurgia, los cálculos de requerimientos de oxidantes o reductores sirven solo como una guía. Por lo tanto, es probable que el cálculo de la cantidad requerida de oxidante por ejemplo, KNO_3 será ajustada en la práctica. necesitará sé ajustado en la práctica real.

El exceso de Nitrato se determina o es evidente por las siguientes observaciones

- La escoria se presenta espumosa, debido al exceso de $\text{O}_2(\text{g})$ y la evolución del $\text{NO}_2(\text{g})$ a partir de la descomposición del KNO_3 . También podría aparecer espuma debido a la

acidez alta de la escoria; es decir, presenta alta viscosidad.

- Ataque al Crisol de Si-C en mayor grado que lo normal.
- El doré será podría aparecer más brillante que de costumbre.

La deficiencia del KNO_3 , se determina porque:

- Existe plata disuelta en la escoria, en vez de que sólo haya habas metálicas suspendidas.
- Se observa la presencia de altas cantidades de plata y cobre tanto en el doré como en la escoria.
- Se obtienen inesperadamente rendimientos altos de metales base que son reportados como oro y plata.
- El doré aparece más opaco que cuando las cantidades son estequiométricas.

CAPITULO VI



6 EL ORO

6.1 HISTORIA

Etimología : La palabra Oro, del latín “aurum “ aurora brillante

El oro se ha conocido desde tiempos más antiguos que registra la historia de la humanidad, como la taza de oro micénica hallada en Esparta(Grecia) en el año 1 500 a.C. A lo largo de todo ese tiempo la gente ha valorado el oro, ha combatido por él y ha muerto por él.

Las propiedades físicas y químicas del oro lo han convertido en un metal especial. La ocurrencia de grandes cantidades de oro en estado nativo y la posibilidad de trabajo en frío, no requiere ninguna habilidad metalúrgica.

Los primeros trabajos metalúrgicos lo realizaron los egipcios 3 800 años a.C., en la Dinastía IV, ya figuran métodos de lavado. Existen en el Museo Británico dos estelas de la Dinastía XII, 2 400 años a.C., relacionadas a la explotación de oro en Nibia (Africa).

El mapa minero más antiguo del mundo se halla en el Museo de Antigüedades de Turín, Italia que data 1 500 años a.C., es un papiro egipcio que representa una mina de oro, probablemente en una matriz de cuarzo.

En los libros de Moisés, del Antiguo Testamento, hay muchas referencias al oro con respecto, su refinación y a su fundición o paso por el fuego, artes aprendidos, indudablemente de los egipcios. Agatarides en el siglo II a.C. describe claramente la minería: trituración, concentración y refinación de los concentrados en crisoles de plomo, sal y afrecho de cebada. Vitruvio y Plinio mencionan la recuperación o refinación del oro con mercurio; y de esto, se deduce que el oro fue extraído de la plata por cementación con sal, previo a la Era Cristiana. Se encuentra la primera mención de extracción con azufre en el siglo XII, con ácido nítrico a finales del siglo XIII; por sulfuro de antimonio, en el siglo XIV, y por cementación con nitro por Agrícola en el siglo XV.

La primera mención de extracción del oro ocurre en los albores del siglo XVI.

En tiempo de los egipcios, el oro se encontraba en Nibia, los fenicios lo extraían del país de Ofir que estaba situada en el África Oriental, entre Zambeze y el Limpopo.

Se puede afirmar que el oro se explotaba, probablemente, desde 5 000 años a.C., en Egipto. Se estima que la producción de oro acumulada desde entonces hasta la fecha es de 2 500 000 onzas troy de lo cual un tercio ha sido explotado en los últimos veinte años.

El oro fue descubierto en Australia en Febrero de 1 851, y en Estados Unidos de Norte América el oro comenzó a ser explotado a mediados del siglo XIX en las regiones de los montes Apalaches y al Oeste de las Montañas Rocosas. Actualmente Sud África es el principal productor de oro con una producción de 600 toneladas métricas anuales.

6.2 LA CRONOLOGIA DEL ORO

En el Tabla N° 6,1, se presenta en cuadro resumen de la cronología del oro.

AÑO	PAIS / PERSONAJE	DESCRIPCION
3 000 a.C.	Egipcios	Dominan el arte de transformar el oro en hojas(láminas) y ligarlos con otros metales.
1 091 a.C.	China	Cuadros son legalizados como una forma de dinero
58 a.C.	J.César	Paga las deudas de Roma, con el oro tomado de Gaul (Francia)
1 717	Isaac Newton	Define el precio del oro que dura 200 años como maestro de la London Mint (Moneda de oro inglesa). Tiene inicio el patrón de oro ingles.
1 787	Ephraim Brasher	Orfebre que hace y acuña la primera moneda de oro americana.
1 870 a 1 900	Grandes países	A excepción de China, cambian el patrón de oro
1 886	George Harrison	En Sudáfrica, mientras estaban excavando las piedra para construir su casa descubren el oro.
1 887	Robert , William Forrest y Jhon S. Mac Arthur	Doctores de Glasgow, patentan el proceso de extraer oro del mineral usando cianuro.
1 900	E.E.U.U. de N.A.	Adopta el patrón de oro para su dinero.
1 922	Egipto	La tumba del Rey Tutankhamen (1 352 a.C.) fue abierta para revelar un cajón con 2 448 libras de oro y centenares de objetos revestidos de oro.
1 931	Inglaterra	Por problemas internos abandona el patrón de oro.
1 934	Roosevelt	Presidente de los Estados Unidos de N.A. Fija el precio del oro a US\$ 35.00 por onza trío.

1 936	Estados Unidos, Francia y Inglaterra.	Estos países establecen acuerdos tripartitos en el que los tres países pueden vender y comprar oro entre sí.
1 939	Inglaterra	Mercado de oro de Londres cerrado debido a la guerra.
1 954	Inglaterra	El mercado de oro de Londres abre nuevamente sus puertas después de la guerra.
1 961	Estados Unidos de N.A.	En Carlin Trend del estado de Nevada la minería del oro empieza ,haciendo de Nevada el más grande productor de oro de los Estados Unidos de Norte América.
1 968	Inglaterra	El mercado de oro de Londres es cerrado a pedido del gobierno USA.Los bancos centrales abandonan el precio fijo del oro de US\$ 35 por onza troy y permiten el precio de venta libre.
1 972	Estados Unidos de N.A.	El dólar americano es devaluado y el precio del oro alcanza el precio de US\$ 38 la onza troy.
1 973	Estados Unidos de N.A.	Proponen nueva devaluación del dólar y el precio de la onza de oro alcanza los US\$ 42,22. La mayoría de los países adoptan el precio flotante.
1 975	Estados Unidos de N.A.	Se realiza la primera subasta americana por 2 millones de onzas de oro y menos de la mitad fueron vendidas.
1 976	Fondo Monetario Internacional	Se llega a cabo la primera subasta de oro.
1 980	Estados Unidos de N.A.	El precio del oro alcanza el precio mas alto de la historia, US\$ 870 la onza el 21 de Enero en el mercado de New York.
1 996	Mars Global Surveyor	Robot lanzado con un telescopio parabolico forrado en oro a bordo que generara un mapa detallado de la superficie lunar en un periodo de dos años.
1 998	Bélgica,Finlandia,Francia, Irlanda,Alemania,Luxemburgo, Italia, Portugal, Austria, Y España.	Son confirmados como los participantes de la Comunidad Europea. El Consejo de Gobierno del Banco Europeo decide que el 15% de sus reservas iniciales consistirán en oro.

6.3 PROPIEDADES FÍSICAS DEL ORO

Es un metal de color amarillo es el más maleable y dúctil de todos los metales. Su ductibilidad permite que una onza de oro puede producir un alambre de 58 km de longitud. Es buen conductor del calor y de la electricidad. En estado puro es demasiado blando para ser usado en joyería y para acuñar monedas, por lo que para tales fines se forman aleaciones con plata o cobre. Su gran maleabilidad permite obtener láminas de 0.00001 mm.de espesor, llamadas "pan de oro" de apariencia incolora a verde azulada.

En la tabla N° 6,2 se consignan las propiedades físicas más importantes:

Tabla N° 6,2 : Propiedades físicas del oro	
Símbolo	Au
N° Atómico	79
Peso Atómico	197, 2
Densidad a 20°C,g/cm ³	19,25
Punto de fusión ,°C	1 063
Punto de Ebullición, °C	2 970
Calor latente de Fusión , cal/g	1 496
Calor latente de Vaporización , cal/g	415
Calor específico , cal/g.°C	0,0312
Dureza	2 a 3
Valencia	+1, +3
Estructura cristalina	Sistema cúbico

El oro es más liviano a medida que contiene mayor proporción de plata y su ductibilidad es grandemente disminuida por la presencia de pequeñas cantidades de otras impurezas, especialmente de plomo. A elevadas temperaturas se volatiliza como vapor rojizo. La volatilidad del oro se incrementa por la presencia de metales extraños, como por ejemplo cinc.

6.3 PROPIEDADES QUÍMICAS DEL ORO

El oro pertenece al grupo 11(IB), denominados metales de acuñación,de la tabla periódica, antecedido por el cobre y plata.

Ninguno de los ácidos corrientes ataca el oro. No es soluble en ácido sulfúrico, sulfato férrico, ácido clorhídrico o cloruro férrico. Se disuelve en una mezcla de ácidos nítrico y clorhídrico concentrados en una proporción de 1:3, denominada agua regia y en ácido selénico.

Las soluciones que llevan oro en forma de cloruro ataca a los carbonatos, calcosina y muchos otros minerales que reducen la acidez, y precipitando el oro que se deposita como oro amarillo de gran pureza.

El oro no se oxida a la temperatura ordinaria ni a la temperatura al rojo vivo.

El oro no se combina con el azufre libre, pero forma aleaciones con la mayor parte de los metales; con el mercurio forma mezclas en todas proporciones llamadas amalgamas de oro.

En la tabla N°6,3 se describen otras características del oro.

Tabla N°6,3: Otras características del oro	
Propiedad	Valor
Entalpía de fusión, kj.mol-1	12,5
Entalpía de Vaporización, kj.mol-1	330,0
Entalpía de atomización, kj.mol-1	368,0
Volumen Molar, cm3.mol-1	10,21

6.5 PRINCIPALES USOS DEL ORO

El oro puro, en forma compacta, se emplea para obtener panes de oro, hilos de oro y sales de oro; en odontología para obturaciones dentales y electroquímica para el dorado galvánico. El oro aleado tiene muchísimas aplicaciones, especialmente en joyería, monedas y alhajas.

La joyería y el arte son los que más inciden en la demanda del oro, además de construir una forma importante de ahorro privado.

Con el avance tecnológico se utiliza oro en cantidades cada vez más crecientes. Por ejemplo, el oro es empleado en el pintado de ciertas partes críticas de los misiles, cohetes y otros artefactos aeroespaciales.

En estado de fina división técnica denominada pulvimetalurgia se emplea para decorar y dorar objetos no metálicos como la porcelana, loza, y vidrio. También se ha usado el oro finamente dividido como medicamento. Los compuestos de oro, como el fármaco auranofina, se usa en el tratamiento de la artritis reumatoide.

Forma aleaciones con cobre o plata, o con ambos a la vez, con lo que adquiere más dureza, se hace más fusible y se puede trabajar mejor.

Los compuestos de oro se emplean en la industria fotográfica, para el virado de las imágenes, se emplean cloruros de oro con contenidos de 49.5 % a 51.6 % de oro.

Las soldaduras de oro son aleaciones con un contenido menor de este metal que la misma aleación con mayores adiciones de Ag, Cu, Zn, y Cd; es decir, con un punto de fusión más bajo, teniendo presente que las soldaduras de oro deben ser del mismo color que la aleación de oro que se soldará.

El oro también se emplea en la acuñación de monedas, utensilios, placas decorativas, relojes, lapiceros, etc.

La pureza del oro se define como la proporción del oro puro en el lingote, barra o moneda expresado en partes por mil y así 1000/1000 sería cien por ciento puro.

El término quilate representa una 24 ava parte de oro puro y se usa para expresar la proporción en masa de oro fino en las aleaciones como se indica en la tabla N°6,4.

En la tabla N°6,5 , se muestra las figuras de las principales monedas antiguas de oro que existen en el mundo, ya sea en museos o en colecciones privadas.

DESCRIPCIÓN	QUILATE	PUREZA PARTES POR MIL,ppmil	% ORO
ORO PURO	24	1 000	100,00
Aleación de Oro	22	916,6	91,66
	21	875	87,5
	18	750	75,00
	14	585	58,50
	10	416,7	41,67

Tabla N°6,4: Proporción de oro fino en las aleaciones

Tabla Nº 6,5 : Principales Monedas Antiguas de oro en el mundo



American Eagle de 10 dólares de 1,871



South África Krugerrand 1 oz de 99.99



Canadian Maple Leaf 1 oz de 99.99



American Eagle de 1 oz oro de 99.99

6.6 PRODUCCION Y CONSUMO MUNDIAL

Tabla N°6,6: Principales productores de oro en el mundo

País	1 993	1 994	1 995	1 996	1 997	1 998	1 999	2 000
	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM
Sudáfrica	620	584	522	495	493	474	447	428
USA	332	326	319	329	359	364	354	355
Australia	247	255	254	290	313	313	308	296
Canadá	153	146	150	164	168	164	161	155
China	119	121	133	145	153	161	156	162
Rusia	165	158	142	133	138	127	136	155
Indonesia	52	55	74	92	102	139	151	139
Perú	27	39	57	65	75	89	121	133
Uzbekistán	67	64	64	78	83	81	84	86
Ghana	40	44	52	50	56	69	78	ND
Brasil	76	73	67	64	ND	ND	ND	ND
Otros	391	411	435	453	569	642	651	ND
TOTAL	2,289	2,278	2,269	2,357	ND	ND	ND	ND

ND : No determinado

Como se puede observar en la tabla N°6,6 los tres principales productores de oro en el mundo son Sud Africa, Estados Unidos de N.A. y Australia con una producción total del 47% a nivel mundial, en 1 997. Se espera que para fines del año 2 001 produzcan un 43% del total mundial. América latina y Asia en conjunto esperan producir este año 2 001, el 26% de la producción total mundial. El mayor consumidor de oro con el 21% del total es la india, seguido del lejano y Medio Oriente con 37%, y después Estados Unidos con el 10%, siendo el principal uso la joyería.

6.7 MAYORES COMPAÑÍAS PRODUCTORAS DE ORO

En la tabla N° 6,7 se muestra un cuadro correspondiente a las posiciones que ocupan los 15 más grandes compañías productoras de oro en los años 1 997, 1 998 y 1 999, las cuales produjeron en 1 998 cerca de 1 134 toneladas del total mundial.

Tabla N° 6,7: Compañías productoras de oro en el mundo

Grandes Compañías	1 997 TM	1 998 TM	1 999 TM	2 000 TM
ANGLOGOLD	226	239	178	224
NEWMONT	123	127	130	152
BARRICK GOLD	95	100	114	ND
GOLD FIELDS	97	123	96	ND
PLACER DOME	80	91	98	ND
RIO TINTO	67	88	93	ND
HOMESTAKE	57	70	ND	ND
FREEPORT	56	69	75	ND
ASHANTI	36	48	ND	ND
NORMANDY	44	48	ND	ND
ARMONY	24	31	ND	ND
BATTLE MOUNTAIN	27	28	24	ND
KINROSS	13	26	ND	ND
GREAT CENTRAL MINES	16	23	ND	ND
AVGOLD	29	23	19	ND

ND : No determinado

6.8 RESERVA MUNDIAL DEL ORO

En la tabla N°6,8 se muestra las reservas mundiales, y que coincide con el orden de los mayores productores del mundo.

Tabla N° 6,8 : Reservas mundiales de oro por países

PAIS	RESERVAS (TM)
Sudáfrica	18 500
Estados Unidos	5 600
Australia	4 000
Rusia	3 000
Perú	2 300
Uzbekistán	2 000
Canadá	1 500
Brasil	800
Otros	9 300
TOTAL MUNDIAL	47 000

6.9 PRECIO HISTORICO DEL ORO

En 1 717, **Isaac Newton** siendo Maestro de la "London Mint"(Moneda de Oro inglesa), define el precio del oro en alrededor de US\$ 20.

En 1 792 el Congreso Americano adoptó un estándar bimetálico (Oro y Plata) para el dinero de la nueva nación, el oro se estimó en US\$ 19,30 por la onza troy.

En 1 834 el precio del oro se incrementó a US\$20,67, por onza trío, manteniéndose dicho precio hasta 1 934.

En 1 934 el Presidente Norteamericano Franklin Delano Roosevelt incremento el precio del oro a US\$ 35,00 la onza troy.

En Diciembre de 1 971 se reunieron los diez países más industrializados del mundo en Washington D.C., donde con el famoso acuerdo Smithsonian se incremento el valor del oro a US\$ 38,00 la onza troy.

En 1 973, debido a la devaluación del dólar, el precio oficial del oro se incremento a US\$ 42,22 la onza troy.

En Junio de 1 973 el precio del oro subió a US\$ 120 la onza troy.

En la figura N° 6,1 se muestra la variación del precio del oro internacional en los años comprendidos desde 1 975 al 2 000, y se puede observar que en el año de 1 980, específicamente el 21 de Enero, el oro alcanzó el precio record de US\$ 850 la onza troy. Desde entonces el precio del oro ha mantenido una tendencia decreciente hasta abril de 1 993. En esa fecha los contratos a plazo cerraron a US\$ 348.00 la onza troy.



Figura N°6,1: Variación del precio del oro internacional



6.10 SITUACION NACIONAL

En los últimos años en el Perú se han explorado diversos proyectos mineros, existiendo grandes probabilidades de que muchos de ellos superen el millón de onzas de oro en reservas.

La Compañía de Minas Buenaventura es actualmente el mayor productor nacional de oro y plata, y el futuro de las empresas mineras depende de su capacidad de exploración para descubrir nuevas reservas.

La mayor parte de las reservas actuales de oro provienen de Minera Yanacocha S.R.L., la cual se ha convertido en la mayor mina aurífera en Latinoamérica, con reservas a fines del 2 000 de 38 millones de onzas de oro y una proyección de la producción de 2 millones de onzas en el 2 001. Es también una de las minas de más bajo costo en el mundo, con un costo efectivo en operación de menos de US\$100 /onza. Como parte de su desarrollo futuro, la empresa ha desarrollado siguientes proyectos específicos de oro:

- A) Minas Conga: Proyecto de cobre-oro al noreste de Yanacocha, con el 60% de acciones de Buenaventura y 40% de Newmont. Se han dimensionado recursos por más de 500 millones de toneladas con una ley de 0,8 g/TM de oro y 0,3% de ley de cabeza de cobre. Debe realizarse la construcción de la planta entre los años 2 003 al 2 004 e iniciar la producción en el 2 005.
- B) Se elevará la producción aurífera de Orcopampa a más de 80 000 onzas a partir del 2 001.
- C) Invertir más en el proyecto Antapite ubicado en el departamento de Huancavelica, a 70 km al este de la ciudad de Ica para producir más de 70 mil onzas de oro por año. Las operaciones en Antapite se han iniciado en el mes de Agosto del presente año.
- D) Otro proyecto también importante en el que trabaja Buenaventura con la Southern es Tantahuatay, prospecto en el que se han determinado recursos por 25 millones de toneladas cianurables con contenidos de oro del orden de 0,8 g/TM y 350 millones de toneladas con 0,8% de ley de cabeza de cobre y 0,3 g/TM de oro, pero contienen 0,2 % de arsénico.

CAPITULO VII

7.0 ASUNTOS AMBIENTALES

7.1.- HIGIENE INDUSTRIAL

En Minera Yanacocha, se cuenta con programas en Salud e Higiene, para prevenir posibles daños a la salud de todo el personal que labora en minera y en especial al personal que trabaja en refinería.

Los tipos de protección personal aplicados a los trabajadores que laboran en refinería son:

- Protección respiratoria
- Conservación auditiva
- Información sobre la manipulación de productos químicos peligrosos

Exámenes Médicos:

- Ocupacionales cada dos meses
- Control anual
- Control por exposición a tóxicos.

El examen por exposición a tóxicos comprende:

A) Control del polvo de sílice y metales

Se realiza anualmente con tomas de rayos "X" al tórax de los trabajadores.

Se toma semestralmente: análisis de la función pulmonar (Espirometría)

B) Control del Mercurio

Al personal expuesto al mercurio se le monitorea el medio ambiente de trabajo cada hora.

Mediante los siguientes exámenes médicos se chequea a todo el personal lo siguiente:

Análisis de mercurio en sangre y orina

examen clínico general

examen neurológico,

creatinina en orina de 24h

hemoglobina

examen oftalmológico, etc.

C) Ruido

Semestralmente se llevan acabo exámenes audiométricos al personal con antecedentes de problemas auditivos.

7.2. - MEDIO AMBIENTE



Figura N °7,0 : Paisaje de Cajamarca

El Departamento de Medio Ambiente de Minera Yanacocha S.R.L., requiere que todas las actividades de operaciones y de construcción que se realicen en el emplazamiento minero y que tengan potencial para generar impacto(s) ambiental (es), cuenten con un Plan de Manejo Ambiental (PMA) a nivel de Proyecto (es decir, proyecto/construcción) El PMA debe prepararse, revisarse y aprobarse antes de iniciar la actividad propuesta. El departamento de Medio Ambiente llevará a cabo inspecciones en campo para supervisar el avance y cumplimiento del proyecto en relación con los procedimientos, políticas y filosofías ambientales de Minera Yanacocha S.R.L.

La experiencia indica que el 90% de la preparación de un PMA se basa en la ingeniería estándar y en la práctica de construcción, mientras que el 10 % se basa en información sobre medio ambiente. La intención es que la preparación de este plan sea simple y de fácil uso para el usuario. Debe entenderse además que la implementación del PMA en el campo puede variar según ciertas condiciones físicas reales del terreno o por la ocurrencia de ciertas contingencias debidas al clima, por lo cual se debe tener claro que el PMA tiene flexibilidad necesaria frente a cambios o ampliaciones que se requieran realizar en el terreno.

Otro aspecto importante dentro del Manejo Ambiental de Yanacocha, es el monitoreo ambiental, el cual viene a ser una estrecha evaluación de los efectos que podríamos estar causando como producto de nuestra actividad minera. Para poder realizar este monitoreo de forma eficiente, es necesario iniciar evaluaciones ambientales antes de iniciar las operaciones, que vendrían a ser lo que se denomina la "línea de base" y que no es otra cosa que un punto de partida, que va a permitir evaluar, mediante un monitoreo continuo durante la etapa de operación de la mina, si es que la calidad de los principales componentes del medio ambiente (agua, aire o suelo) han sufrido algún impacto. De ser este el caso, se determinarían las medidas de control o mitigación adecuadas, con la finalidad de minimizar estos impactos.

Un claro ejemplo de este proceso es el programa de monitoreo de la calidad de las aguas que realiza Minera Yanacocha, que se basa en la toma de muestras para su posterior análisis e

interpretación de los resultados, que nos permitirá identificar posibles problemas ambientales de manera oportuna, así como una efectiva toma de medidas correctivas.

En Minera Yanacocha se controla estrictamente los límites máximos permitidos para los efluentes en exceso tratados antes de ser descargados al medio ambiente según lo indicado en la tabla N°7,1, fijados por las normas técnicas medio ambientales de la compañía newmont.

Tabla N° 7,1: LIMITES MAXIMOS PERMITIDOS PARA EFLUENTES	
Parámetros	Valores máximo
pH	6,8 a 8,5
Sólidos disueltos	500 a 1 000 mg/L
Sólidos suspendidos	25 mg/L
WAD Cianuro	0,2 mg/L
Libre Cianuro	0,1 mg/L
Total Cianuro	1,0 mg/L
Calcio	No determinado
Magnesio	125 a 150 mg/L
Potasio	No determinado
Sodio	No determinado
Cloruro	250 a 450 mg/L
Fluor	2,0 mg/L
Nitrato	10,0 mg/L
Sulfatos	250 mg/L
Arsénico	0,05 mg/L
Bario	1,0 mg/L
Cadmio	0,01 mg/L
Cromo	0,05 mg/L
Cobre	0,3 mg/L
Hierro	0,3 a 0,6 mg/L
Plomo	0,05 mg/L
Manganeso	0,05 a 0,1 mg/L
Mercurio	0,002 mg/L
Selenio	0,01 mg/L
Plata	0,05 mg/L
Cinc	1,00 mg/L

Dentro del Manejo Ambiental finalmente Minera Yanacocha tiene en proyecto el proceso de restauración y cierre de áreas, el cual puede ser de manera temporal o definitivo dependiendo del caso. Para el cierre final se desarrollan diversos estudios que aseguren la estabilidad ambiental en el tiempo de las áreas que se van a cerrar. En este proceso, las áreas a cerrar recuperan en la medida de lo posible una fisiografía acorde con el entorno, para posteriormente acondicionarla con la tierra orgánica y proceder a la re vegetación.

El manejo ambiental es muy dinámico y que se debe adaptar y actualizar permanentemente para poder cubrir las necesidades que se vayan presentando, conforme avanza el desarrollo de la mina y de los procesos productivos.

7.3.- CONTROL DE LOS CONTAMINATES

Al diseñar un sistema para controlar los contaminantes, se debe considerar los siguientes:

- Naturaleza del agente
- Propiedades físicas
- Grado de exposición
- Naturaleza del proceso

Métodos de control.- Los más comunes son:

- A) Sustitución o Reemplazo de sustancias tóxicas por otras relativamente inocuas.
- B) Aislamiento de la operación en una cabina u otro tipo de recinto para prevenir contaminación circundante.
- C) Eliminación o reducción de las exposiciones del trabajador: Es posible cerrar completamente una operación, con los trabajadores controlando la función desde el exterior.
- D) Cambio en el proceso u operación: La cantidad de contaminante a menudo se puede controlar o minimizar cambiando el proceso o la operación involucrada.
- E) Ventilación: La ventilación general normalmente implica abrir ventanas y puertas y que los ventiladores estén funcionando para aligerar las condiciones peligrosas, en la refinería se cuenta con un sistema de ventilación y aire acondicionado de tal manera que el ambiente de trabajo es cómodo.
- F) Método de rociado: El usar agua u otros agentes apropiados a menudo reducirán en gran medida o eliminarán la cantidad de polvos generados.
- G) Orden y Limpieza: Los contaminantes a menudo se pueden controlar eficazmente o eliminar, simplemente, manteniendo un buen orden y limpieza.
- H) Equipos de protección personal: Constituyen una medida de control y se les deberá considerar como una primera línea de defensa.
- I) Higiene personal: Con una debida atención a la higiene personal se reduce la probabilidad de ingestión accidental o absorción cutánea. Los lugares para comer, beber, deben estar a cierta distancia de las áreas de trabajo.
- J) Monitoreo: Necesario para identificar un contaminante y para evaluar la eficacia de las medidas de control establecidas.
- K) Entrenamiento: Implica que todos los trabajadores deben ser entrenados en las formas y métodos de identificación de los contaminantes, así como en los efectos a la salud y en la prevención de enfermedades ocupacionales.

En la figura N° 7,1 se presentan los instrumentos más usuales que emplea el departamento de higiene industrial para el control en la refinería como se detalla seguidamente:

En la figura N° 7,1(a) y (b) un sonometro y dosímetro respectivamente utilizados en las mediciones de emisiones de ruidos en los ambientes de trabajo de la refinería.

En la figura N° 7,1(c) un analizador de vapores de mercurio para el medio ambiente marca Jerome.

En la Figura N° 7,1(d) una bomba gravimetrica portátil de uso personal para el monitoreo de los polvos de sílice y metales.

En la figura N° 7,1(e) se muestra las porta-capsulas personales empleadas para el monitoreo en una exposición por mercurio al medio ambiente.

En la figura N° 7,1(f) se presenta un equipo para medir el estrés calórico que se presenta al trabajar con hornos.

En la figura N° 7,1(g) se muestra el equipo para el chequeo y prueba cuantitativa de los respiradores personales.

En la figura N° 7,1 (h) se presenta el Anemómetro, equipo empleado para medir la velocidad de los vientos.

En la figura N° 7,2, se muestra los equipos de protección personal más empleados en la refinería:

En la figura N° 7,2 (a) se presenta el equipo de protección personal empleado para la elaboración de barras.

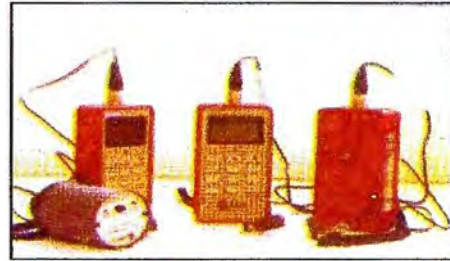
En la figura N° 7,2 (b) se muestra el equipo de protección personal empleado para el trabajo diario.

En la figura N° 7,2 (c) se presenta el equipo de protección personal empleado para la manipulación en el envasado del mercurio.

Figura N° 7,1: INSTRUMENTOS MÁS USUALES QUE EMPLEA HIGIENE INDUSTRIAL PARA EL CONTROL EN REFINERÍA



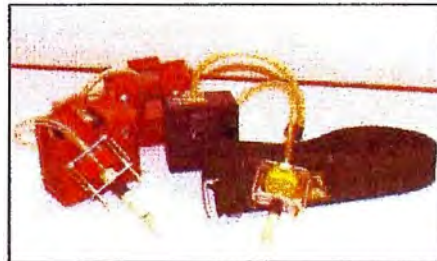
(a) Sonómetro-Ruido



(b) Dosímetro - Ruido



(c) Jerome - Analizador de vapores de Hg.



(d) Bomba gravimetría - Análisis de polvo de sílice y metales



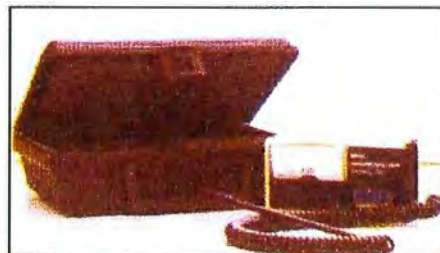
(e) Porta cápsulas para análisis de Hg. en exposición al medio ambiente



(f) Equipo para medir estrés calórico



(g) Porta-Count-Prueba cuantitativa de respiradores



(h) Anemómetro - medidor de vientos

FIGURA N° 7,2: PROTECCIÓN PERSONAL EMPLEADOS EN REFINERÍA



a) Equipo de protección personal empleado para la elaboración de barras



b) Equipo de protección personal empleado para trabajo diario



c) Equipo de protección personal empleado para manipulación de Mercurio

En la tabla N° 7,2: se enlista los límites permisibles para exposiciones de un trabajador al ruido, esto está normado por el departamento de prevención de pérdidas de minera Yanacocha con la supervisión directa de la compañía Newmont de los Estados Unidos de N.A.

Tabla N° 7,2 : LÍMITES PERMISIBLES PARA EL RUIDO	
Nivel de ruido (decibeles)	Tiempo de exposición (h / día)
90	8
92	6
95	4
97	3
100	2
102	1,5
105	1
107	3/4
110	1/2
115	1/4

En la tabla N° 7,3: se presentan los límites permisibles dados por las normas que se indican entre paréntesis para algunos contaminantes que se encuentran regulados en el país por el Ministerio de energía y minas.

Tabla N° 7,3 : LÍMITES PERMISIBLES PARA ALGUNOS CONTAMINANTES	
CONTAMINANTE	LÍMITE PERMISIBLE ,mg/m³
Mercurio	5 (D.S.N° 023-92-EM)
Cianuro de Sodio	5 (D.S.N° 023-92-EM)
Cloro Gas	3 (D.S.N° 023-92-EM)
Ácido Nítrico	5 (D.S.N° 023-92-EM)
Ácido Cianhídrico	11 (D.S.N° 023-92-EM)
Ácido Clorhídrico	7 (D.S.N° 023-92-EM)
Plomo	0,2(D.S.N° 023-92-EM)

CAPITULO VIII

8.0 TRABAJO PROFESIONAL DESARROLLADO EN LA EMPRESA

A partir del mes de Abril de 1 997 hasta el mes de Octubre del 2 000, la gerencia de operaciones de Minera Yanacocha me encargo la jefatura del área de Refinería. Durante este tiempo en mi cargo administrativo se desarrollaron muchos trabajos, entre los más importantes tenemos:

A. La elaboración de los presupuestos economicos del área para los diferentes planes de producción de oro anualmente, donde se incluye: N° de personal necesario a emplear, toneladas de precipitado a tratar, disponibilidad de equipos a utilizar, cantidad de reactivos y materiales necesarios, producción de doré, trabajos para contratistas, etc.

B. Asistir a las reuniones programadas de operaciones, seguridad y medio ambiente para manifestar el estado actual de los trabajos programados.

C. Actualizar en los procesos empleados a los trabajadores mediante capacitaciones y visitas técnicas a nivel nacional e internacional.

D. Buscar nuevas técnicas y procedimientos de operación para realizar el trabajo más económico y seguro dentro el marco del respeto a las reglas de seguridad y normas medio ambientales.

E. En 1 999 la Corporación Newmont comenzó a difundir el modelo de Gold Medal Perfomance (medalla de oro a la perfomance) basado en la participación total de los empleados y trabajadores para ir eliminando sistemáticamente las ineficiencias dentro de la compañía y como un modo en que la jefatura de refinería promueva las reuniones periódicamente para planificar el futuro, implantar los programas y controlar los resultados con vistas a una mejora permanente.

F. Supervisar y controlar:

F1.- Los ratios de consumo de los materiales y reactivos ha emplear, sí hubiese una variación se deberá justificar.

F2.- Las necesidades de materiales y equipos tanto para la operación como para la seguridad del personal.

F3.- Los embarques y despachos de Oro desde la mina.

F4.- El balance metalúrgico del Oro y plata físico y teórico diario.

F5.- Que todo el personal que labora en esta área cumplan con todas las normas de seguridad medio ambientales y de higiene industrial.

F6.- La asistencia de todo el personal de refinería a los exámenes médicos establecidos y a todos los cursos de seguridad y medio ambiente programados durante todo el año.

G. Coordinar con todas las áreas afines como planta de procesos y laboratorios para las cosechas de los filtros y análisis de muestras.

En la figura N° 8,1, se muestra al Ingeniero Julio Pinto, jefe de refinería mostrando la barra de dore correspondiente a los 5 000 000 de onzas de oro producidas en la refinería



**Figura N° 8,1 : Ing. Julio Pinto – Jefe de refinería
Mostrando barra producida correspondiente
5 000 000 Onzas de Oro**

8.1.- CERTIFICADO DE TRABAJO

Se adjunta el certificado de trabajos desempeñados en Minera Yanacocha S.R.L.

MINERA YANACOCHA S.R.L.

Av. Camino Real 348, Torre El Pilar, Piso 10, Lima 27 - Perú
Telf.: Lima: (51-1) 215-2600 - Fax: (51-1) 215-2610
Telf.: Mina: (51-44) 88-4000 - Fax: (51-44) 88-1030

CERTIFICADO DE TRABAJO

MINERA YANACOCHA S.R.L. con R.U.C. N° 20137291313, representada por su Gerente de Recursos Humanos, Sr. Miguel Yrivarren Giorza, identificado con L.E. 07873274, con domicilio en Jr. Amazonas 725, certifica que:

El Sr. JULIO WILDE PINTO TIPISMANA ha laborado en Minera Yanacocha S.R.L. desde el 07 de junio de 1993 hasta el 31 de marzo del 2001, habiéndose desempeñado en diferentes cargos como se detalla a continuación:

<i>De Junio 1993 a Abril 1997</i>	_____	<i>Jefe de Laboratorio Químico</i>
<i>De Abril 1997 a Setiembre 2000</i>	_____	<i>Jefe de Refinería</i>
<i>De Setiembre 2000 a marzo 2001</i>	_____	<i>Jefe de Manejo de Soluciones Zona Oeste</i>

Se expide el presente certificado a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Cajamarca, mayo del 2001


MIGUEL YRIVARREN GIORZA
Gerente de Recursos Humanos

8.2.- CONCLUSIÓN

. La producción de oro y plata física en la refinería se realiza dentro de un ambiente seguro cumpliendo con las normas de seguridad y cuidando el medio ambiente.

8.3. - RECOMENDACIONES

. La instalación de un horno de inducción eléctrico con capacidad para un tratamiento de 1 500 Kg de precipitado por colada.

. Emplear crisoles de fundición que en su composición se emplee liga de resina sintética como por ejemplo los que fabrica la marca Mammut por ser su desgaste uniforme.

. Mecanizar la limpieza de las barras de dore obtenidas en la fundición, para agilizar el trabajo que actualmente se realiza manualmente.

. Instalar un lavador de gases de alta capacidad después del extractor de gases de los hornos de fundición.

A P E N D I C E

Índice

Figura A-1 : Sistema de filtración empleado en las plantas de procesos

Figura A-2 : Vista lateral de una retorta

Figura A-3 : Vista lateral de la salida de gases de la retorta e ingreso al condensador.

Figura A-4 : Vista lateral y posterior de una retorta,mostrando sistema de recuperación del Mercurio

Figura A-5 : Detalle del horno y crisol empleado en la fundición.

- Figura A-6 ; Detalle de las lingoteras de hierro empleadas en la elaboración de barras.

Figura A-7 : Detalle del quemador de petróleo empleado en los hornos

Figura A-8 : Detalle de la boquilla del quemador de petróleo.

Relación de figuras y tablas.

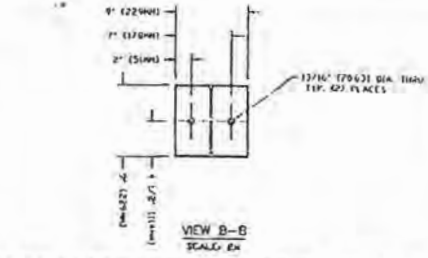
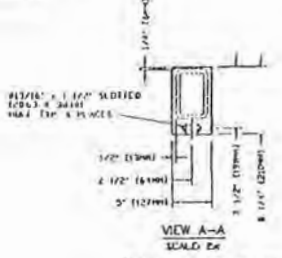
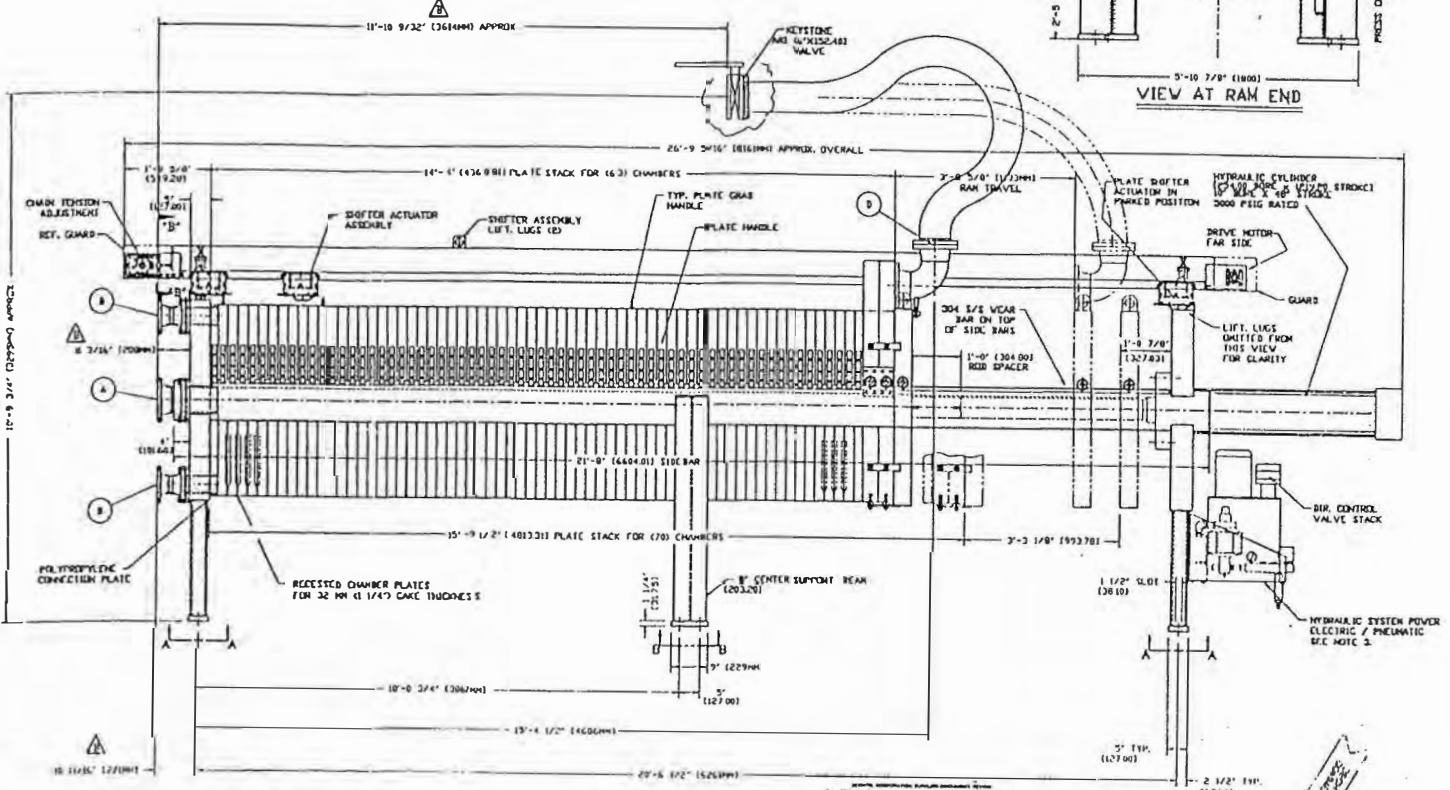
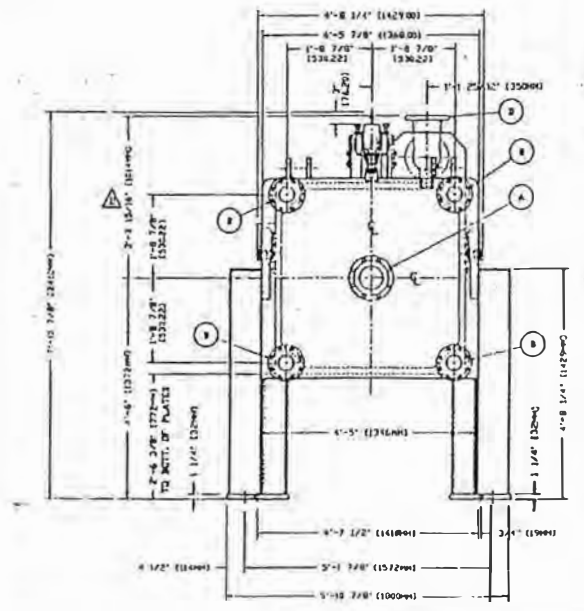
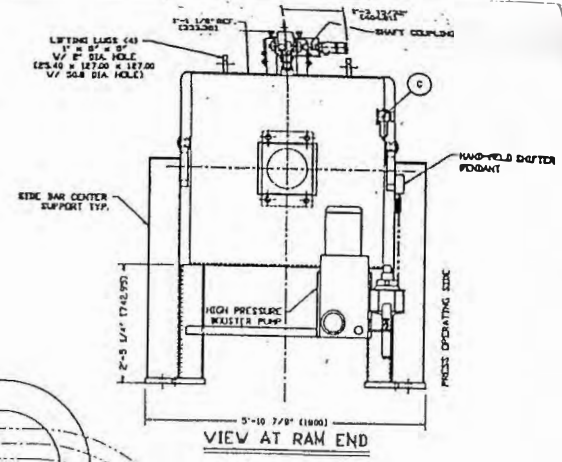
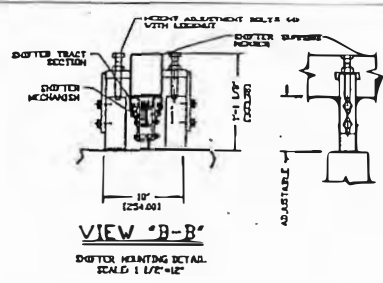
TABLE OF CONNECTIONS			
NO.	SIZE	DESCRIPTION	SERVICE
1	6"	150# RF	CENTER FEED INLET
2	4"	150# RF	CORNER OUTLETS - 4
3	1/2"	N.P.T. FEMALE	AIR TO HYDRAULIC SYSTEM
4	6"	150# RF	REAR FEED INLET

GENERAL PRESS DATA:
 MAX. PRESS. CAPACITY - 3000 PSIG (207 BAR)
 (2000 PSI) AREA AVAILABLE - 1377.1 / 1374.7 SQ. FEET.
 MAXIMUM FILTER PRESSURE - 100 PSIG
 MAXIMUM OPERATING TEMPERATURE - AMBIENT

UNIT WEIGHTS:
 FULLY OPERATING - 18115 LBS (8217 Kg)
 PLATE SET - 8568 LBS (3887 Kg) (AS SHOWN)
 SHIPPING - 84775 LBS (3848 Kg)
 OPERATING - 32320 LBS (14671 Kg) (AS SHOWN)
 HEAVIEST PIECE - 3000 LBS (1361 Kg)

OPERATING WEIGHT BASED ON A CAKE DENSITY OF 75 LBS PER CU. FT.

- GENERAL NOTES:**
- INLET AND OUTLET LINER PIPES ARE 304 SS. ALL CONNECTIONS TO BE MADE TO NEAR WHITE FLAME AND SURF TO 400 GRAIT OF GLASS BEAD 8400 HIGH BUILD CHRYC PARTS GRADE WILL BE SAFETY BLEED.
 - ELECTRIC HYDRAULIC POWER UNIT MOTOR IS 1/2 HP, 230V 50/60 Hz, 1/2 HP, 230V 50/60 Hz, 1/2 HP, 230V 50/60 Hz, 1/2 HP, 230V 50/60 Hz.
 - AIR REQUIRED FOR HYDRAULIC RECORDER PUMP - 30 PSIG @ 85 CFM FOR EACH THE PRESS. CYCLE @ 4 REATED PUMP IS SELF COMPENSATING AND WILL ADJUST PRESSURE / TEMPERATURE FLUCTUATIONS DURING FILTERING CYCLE.
 - THIS REGULATOR IS FACTORY SET TO ABOVE REQUIRED HYDRAULIC PRESSURE FOR CLOSING PLATE STACK AND SHOULD NOT BE CHANGED BY ANYONE NOT QUALIFIED TO DO SO. ALTHOUGH THE AIR PRESSURE WILL INCREASE OR DECREASE HYDRAULIC PRESSURE IN BAR APPROX. GAUGE PRESSURE SHOULD BE 54 PSIG (3.7 BAR) PSI (3.7 BAR) PRESSURE.
 - BAR EXTENSION IS REMOVED TO EXTEND PLATE STACK.
 - 4" FLEXIBLE HOSE 1/2" DIA. FLANGES ON EACH END WILL BE SUPPLIED TO INCLUDE 6" KEYSIDE AIR BUTTER FLY VALVE HOSE TO BE USED FOR INITIAL HANDLING HOSE 1/2" DIA. x 3" DIA. CUSTOMER TO SUPPLY FLANGED CONNECTION WITH 5000-ON FLANGE TO ALLOW PIPING EASILY. (5000 LB. x 19000 DIA. HOSE)
 - ALL DIMENSIONS WITHIN () INDICATE IN MILLIMETERS.

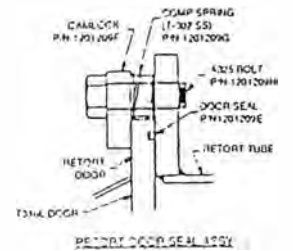
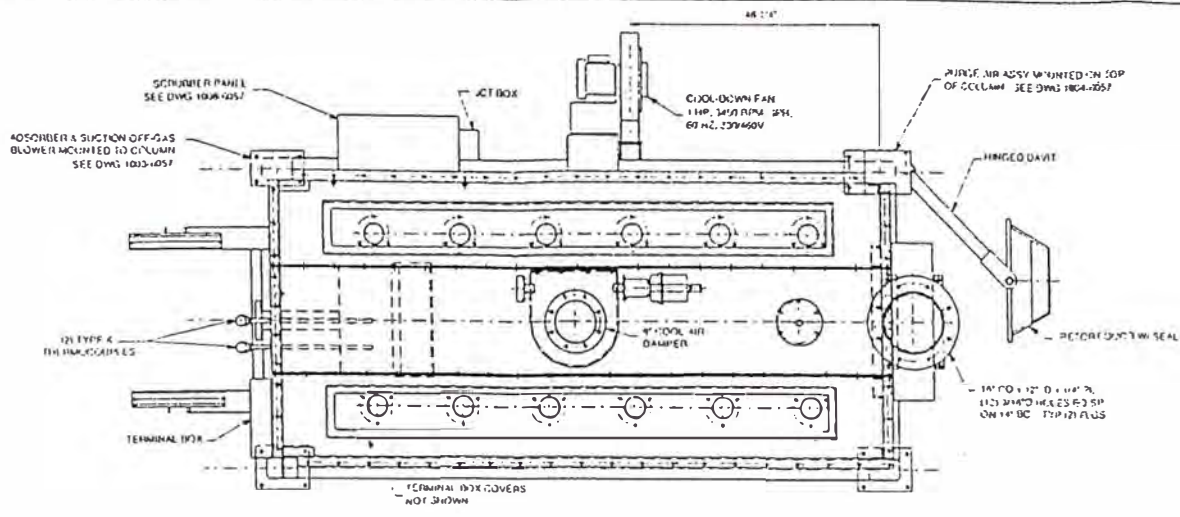


NO.	REV.	DATE	APPR.	DESCRIPTION
1	1	11/11/97		ISSUED FOR OUTSIDE
2	2	03/11/97		REVISED DRAWING
3	3	02/11/97		REVISED DRAWING

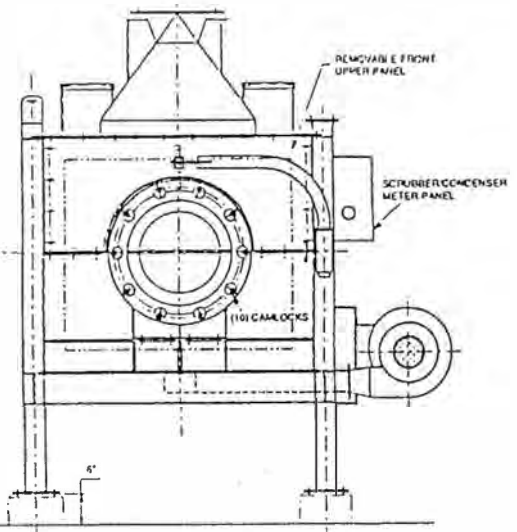
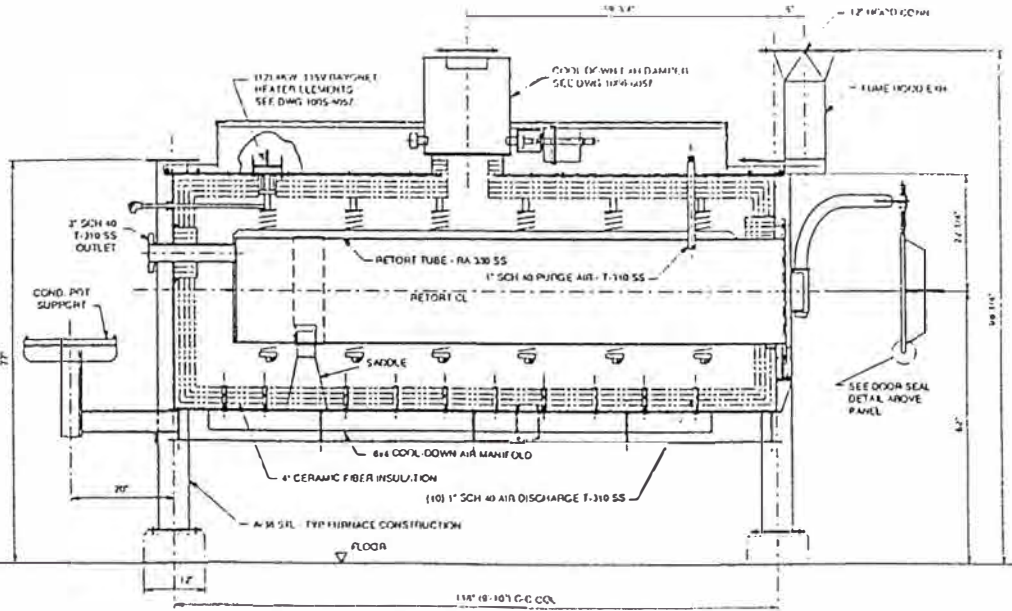
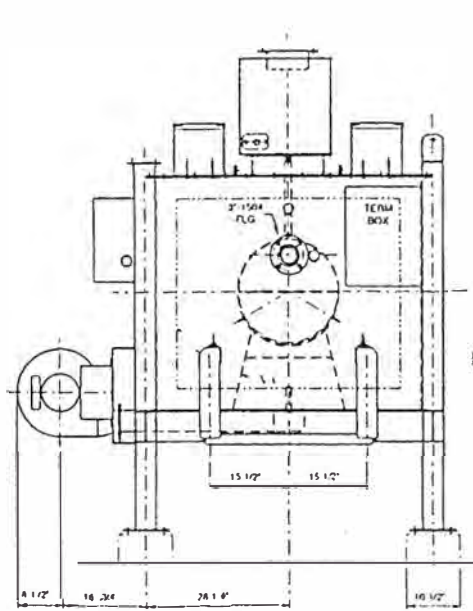
CERTIFIED
 BECHTEL M & M / NEWMONT GOLD P.A. 1997
 CUSTOMER P.O. No. 23483-M-004-AC
 PRESSURE PLATE FILTERS
 MERRIL CROVE SYSTEM
 YANACCHA STAGE 5 PROJECT
 EQUIPMENT NO. 2024-FL-204, 2024-FL-206, 2024-FL-207
 PRECIPITATE FILTER PRESS

DURIRON COMPANY INC.
 FILTRATION SYSTEMS DIVISION
 MODEL EPI200/32-63/70
 FILTER PRESS GENERAL ASSEMBLY
 WITH OVERHEAD PLATE SHIFTER

Figura A-1: Sistema de filtracion empleado en las plantas de procesos



NOTE
 AFTER FABRICATION OF CARBON SEAL PARTS, SANDBLAST PER SSPG 4, PRIME PAINT ONE COAT (THEMEC 29-1211 RED PRIMER 140 MLD DPT) FINISH PAINT (THE TITAN THEMEC 75-2472 FIBERGLASS-SHIELD THIN-FILM SS ENAMEL COLOR "MOJOY TOWER" 2 STARS DFT)



12L TYPE K HEATER ELEMENTS
 TAG NO. 102S-1103 (R1)
 TAG NO. 102S-R1-104 (U1)

EnviroCare Systems
 27-44 Commercial Blvd
 Novato, CA 94949
 Tel 415-883-3585
 Fax 415-883-2655

GENERAL ARRANGEMENT
 RH MODEL 20 MERCURY RETORT

CAD	12/26/94	OVERSEAS BECTEL, INCORPORATED
DATE	12/26/94	PROJECT ORDER NO. 1002R-0057
MAJ	01/19/95	UPPER PANEL
DATE	01/19/95	UPPER PANEL
DATE	01/19/95	UPPER PANEL
DATE	01/19/95	UPPER PANEL

DOCUMENT RELEASE

For Release Only CERTIFIED FOR CONSTRUCTION

For Release Only For Review and Comments

BY _____ DATE _____

1/24	REV 001	BY	APPRO	DATE	DESCRIPTION

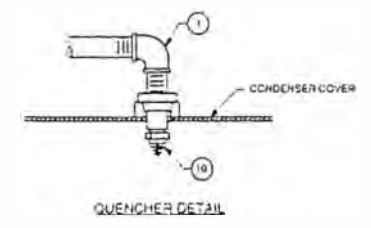
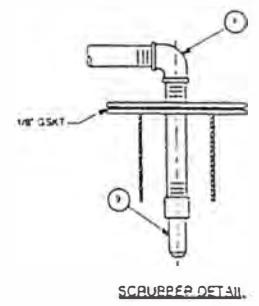
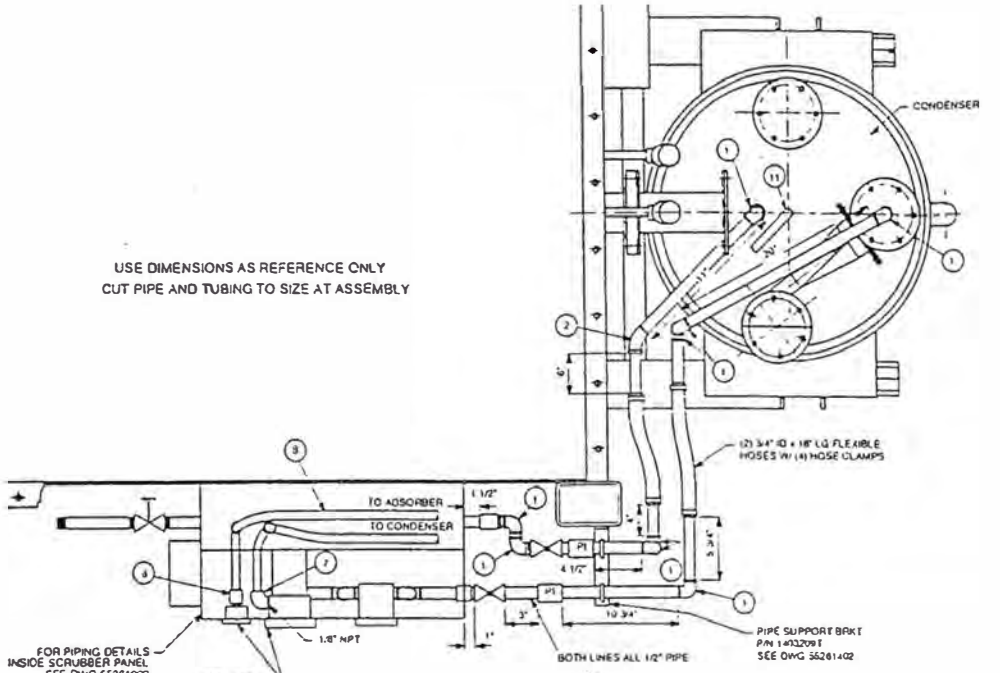
Comments: All drawings, bills of material, purchase orders, specifications, and material purchase orders shall remain the property of EnviroCare Systems, and shall not be used for reproduction or other purposes without the written consent of EnviroCare Systems, and shall be returned to EnviroCare Systems, 21 pages 4 copies.

74

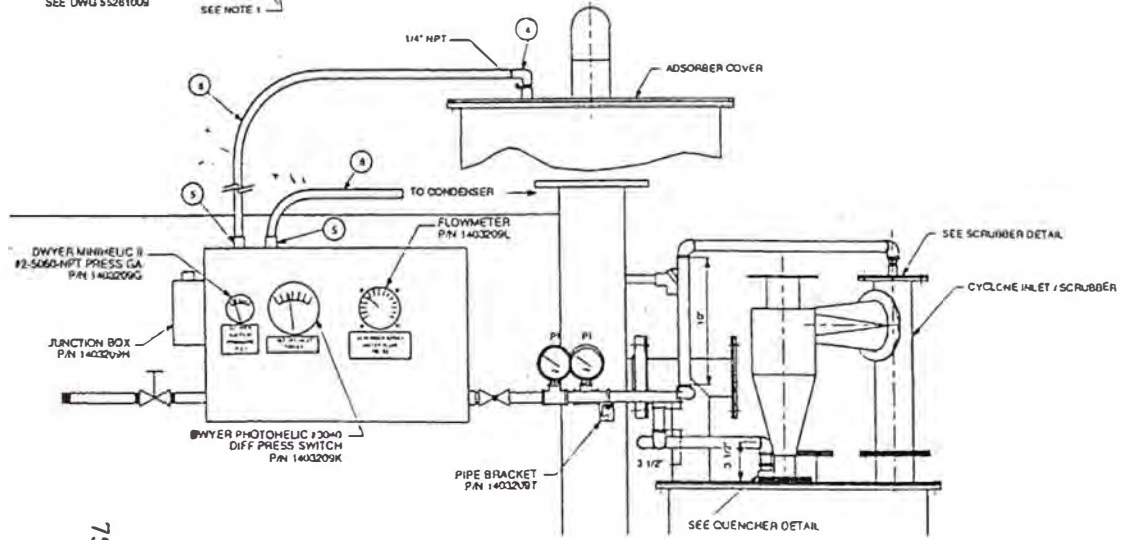
Figura A-2: Vista lateral de una retorta

Piping Bill of Material

ITEM	QTY	MATERIAL	DESCRIPTION
1	3	SAL STL	1/2" x 3/4" SLBCH
2	1	SAL STL	1/2" x 3/4" SLBCH
3	1	SAL STL	1/2" PIPE
Tube & Fittings			
4	1	NYLON BRASS	MALE ELBOW 1/4" NPT x 3/16" TUBE P/N 3170-10-11
5	2	NYLON BRASS	SOLE UNION 1/8" TUBE x 3/16" TUBE P/N 3170-10-12
6	1	NYLON BRASS	FIX COUPLER 1/8" NPT x 3/16" TUBE P/N 3114-50-11
7	1	NYLON BRASS	MALE ELBOW 1/8" NPT x 3/16" TUBE P/N 3170-10-11
8	1	AS ACID	1/8" TUBE
9	1	T316L SS	SCRUBBER NOZZLE P/N 5526-C-F3030
10	1	T316L SS	QUENCHER NOZZLE P/N 5526-F184170
11	1	NYLON BRASS	MALE JOINT 1/4" NPT x 3/16" TUBE P/N 3170-10-14



NOTE
1. TUBING TO LOW PRESSURE CONNECTION ON PRESSURE GAUGE OR PHOTOHELIC



TWO (2) UNITS REQUIRED:
TAG NO. 1025-RT-103 (PH-1)
TAG NO. 1025-RT-104 (LH)

EnviroCare Systems
27-M Commercial Blvd.
Norwalk, CA 94068
Tel: 415-983-2665
Fax: 415-983-2655

MERCURY RETORT
RH PURGE PANEL

DATE	BY	REVISION
12/28/94	JK	137994
1/28/95	JK	137994
2/7/96	JK	217796
3/27/96	JK	217796
5-9057		
1008R-1057		

OVERSEAS BECTEL, INCORPORATED
PURCHASE ORDER NO. 94-040-C
MINERA YANACODCHA, S.A.

DOCUMENT RELEASE

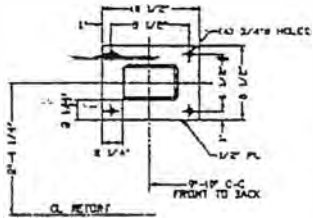
Preliminary Issues CLIPPING FOR CONSTRUCTION

For Information Only For Archive and Comment

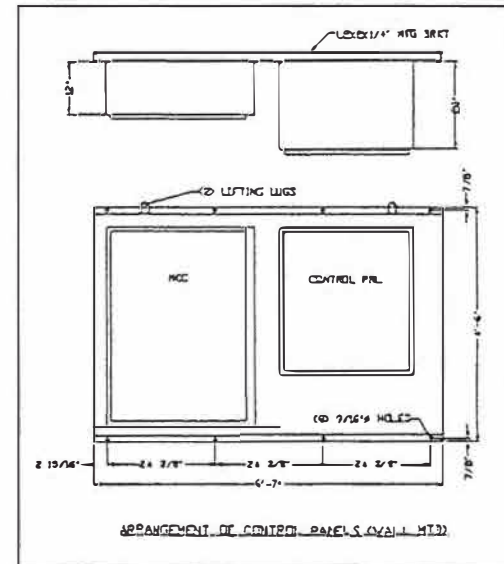
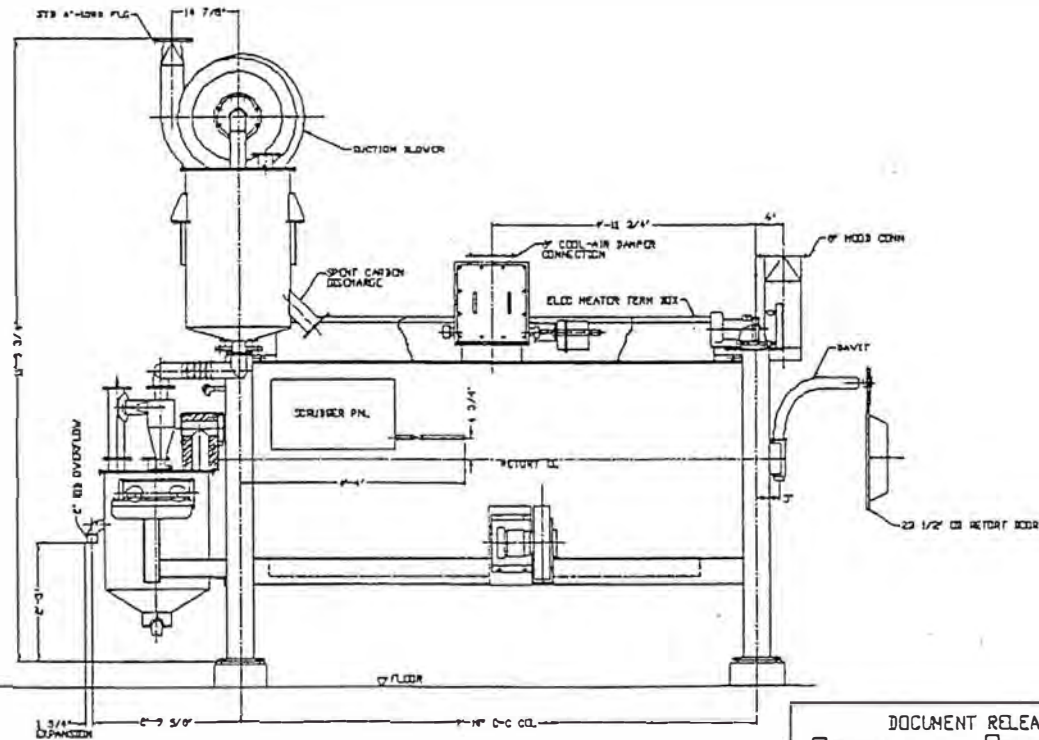
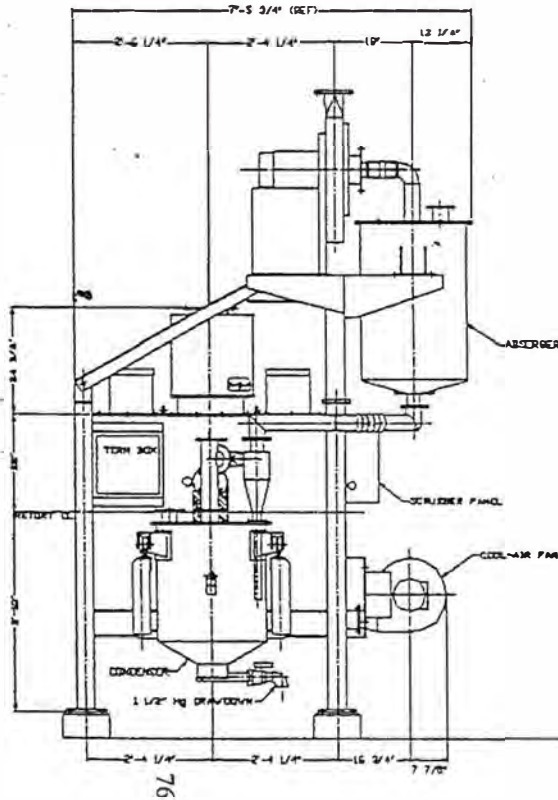
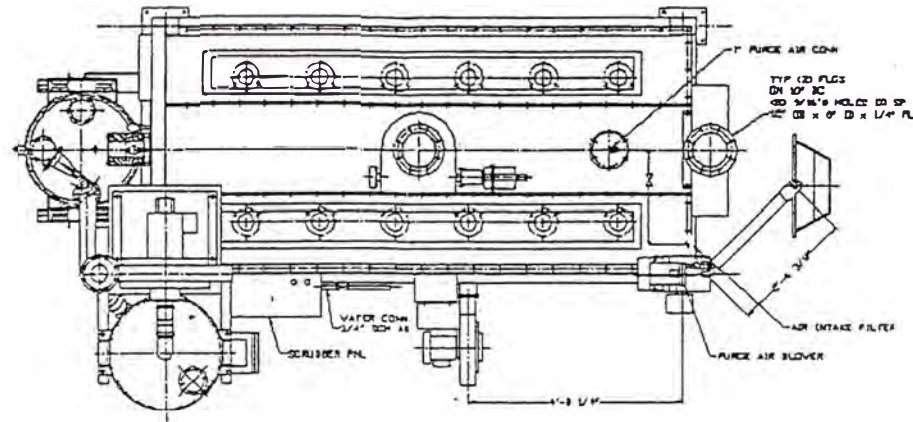
BY _____ DATE _____

Consent: All documents, plans, drawings, memoranda, special orders, and other communication herein shall remain the property of EnviroCare Systems, and shall not be used or reproduced in whole, in part, or in any other manner than that for which original grantee issued without written consent of EnviroCare Systems, and shall be returned immediately upon request. All Rights Reserved.

Figura A-3: Vista lateral de la salida de gases de la retorta e ingreso al condensador



BASE PLATE RETORT
TOP (O) PLUG



ARRANGEMENT OF CONTROL PANELS (OVERALL MTG)

EQUIPMENT NO. 420-4515-02

ENVIROCARE SYSTEMS

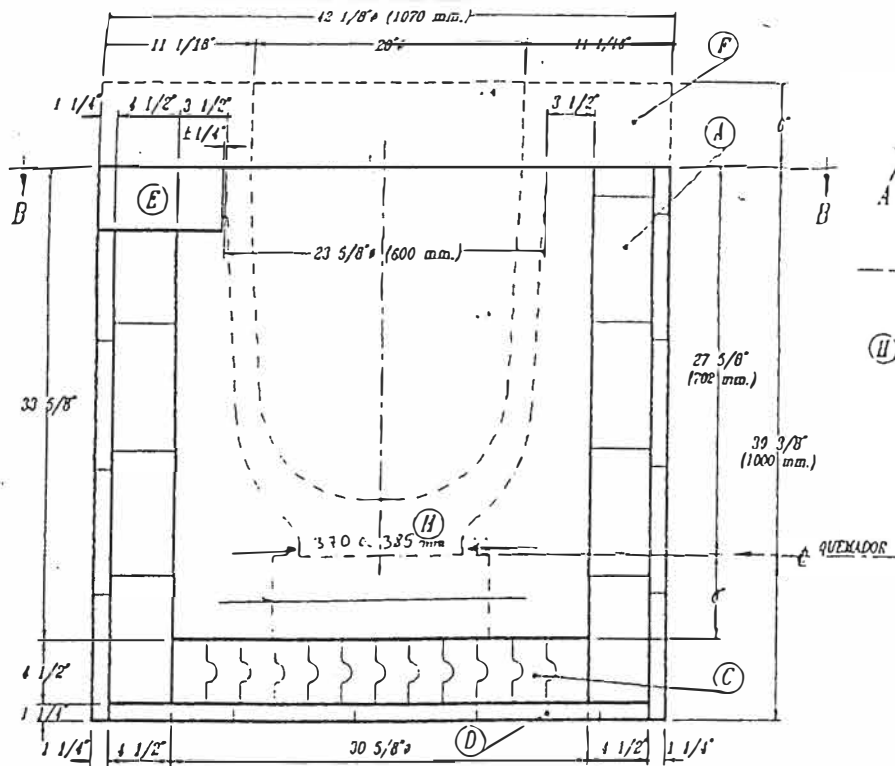
Disclaimer: All drawings plus drawings, sketches, specifications, or information provided herein shall remain the property of EnviroCare Systems and shall not be used or commercialized in other, without written consent from EnviroCare Systems. All rights reserved.

LH GENERAL ARRGMNT
MODEL 20 MERCURY RETORT

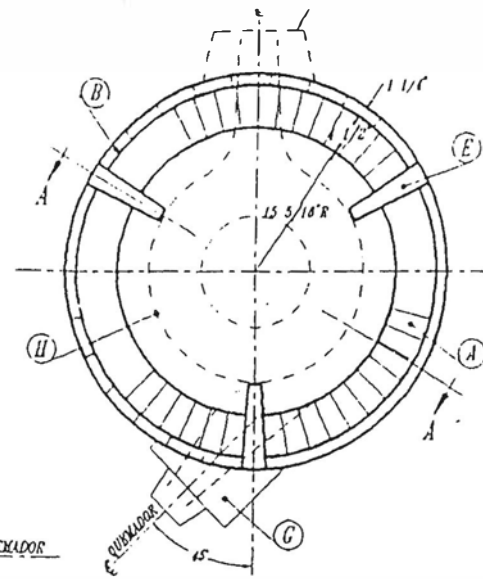
DESIGNER	8-22-94	MINERA YANACOCHA S.A.
DESIGN	8-22-94	
DRG. CHK	8-22-94	MAQUI MAQUI
APP		POB 0199-163
NO. 01		MINERA 1001-5010

DOCUMENT RELEASE	
<input type="checkbox"/> Primary Use	<input type="checkbox"/> Certified for Construction
<input type="checkbox"/> For Reference Only	<input type="checkbox"/> For Customer Record
BY _____	DATE _____

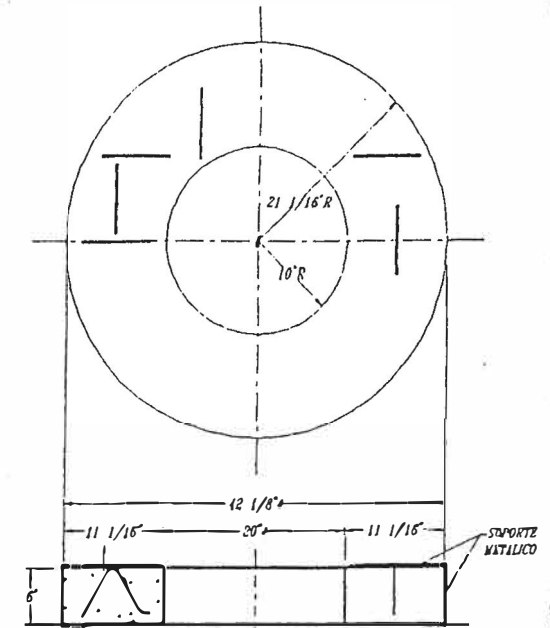
Figura A-4 : Vista lateral v posterior de una retorta mostrando el sistema de recuperacion del mercurio



SECCION A-d

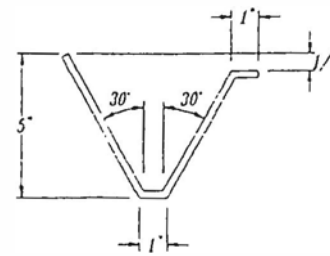


SECCION B-B

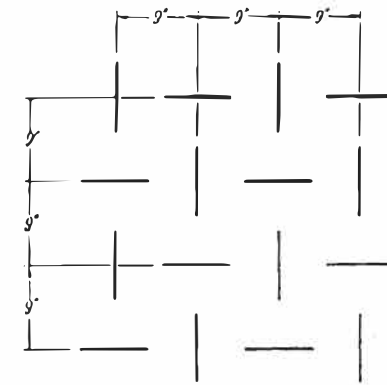


TAPA

REPSA ANCIOR	
(A)	REVESTIMIENTO= 5 ANILLOS C/U CON 26 ARCO 2 25 ARCO 1 9x4 1/2x2 1/2
(C)	PISO= 33 S T & G, 9x4 1/2x2 1/2
(E)	LADRILLOS PARA CENTRADO= 3 CUNA 2, 9x4 1/2x2 1/2
K - 23°	
(B)	AISLAMIENTO= 5 ANILLOS C/U CON 28 RECTO, 9x4 1/2x1 1/4
(D)	AISLAMIENTO= 31 RECTO, 9x4 1/2x1 1/4 * CORTAR LOS LADRILLOS K-23 RECTO 9x4 1/2x1 1/4 DEL RECTO 9x4 1/2x2 1/2
(F)	TAPA= CASTABLE CRONO
(G)	CONO DE QUEMADOR= PLASTICO CORALITE
(H)	CRISOL CON BASE y PIQUERA



ANCLAJE HW 1-4
MATERIAL: ACERO 304, 3/16"
ESC.: 3/16"=1"



DISTRIBUCION
DE
ANCLAJES

REFRACTARIOS PERUANOS S.A.



DEPTO. INGENIERIA

A. ARAUCO				3/22, 1/16=1	12-100-98	PLANO No.
DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA	FECHA	V-104
TITULO: CIA. MINERA YANACOCCHA S.A. HORNO LINDBERG PARA CRISOL						FILE:

Figura A-5: Detalle del horno y crisol empleado en la fundición

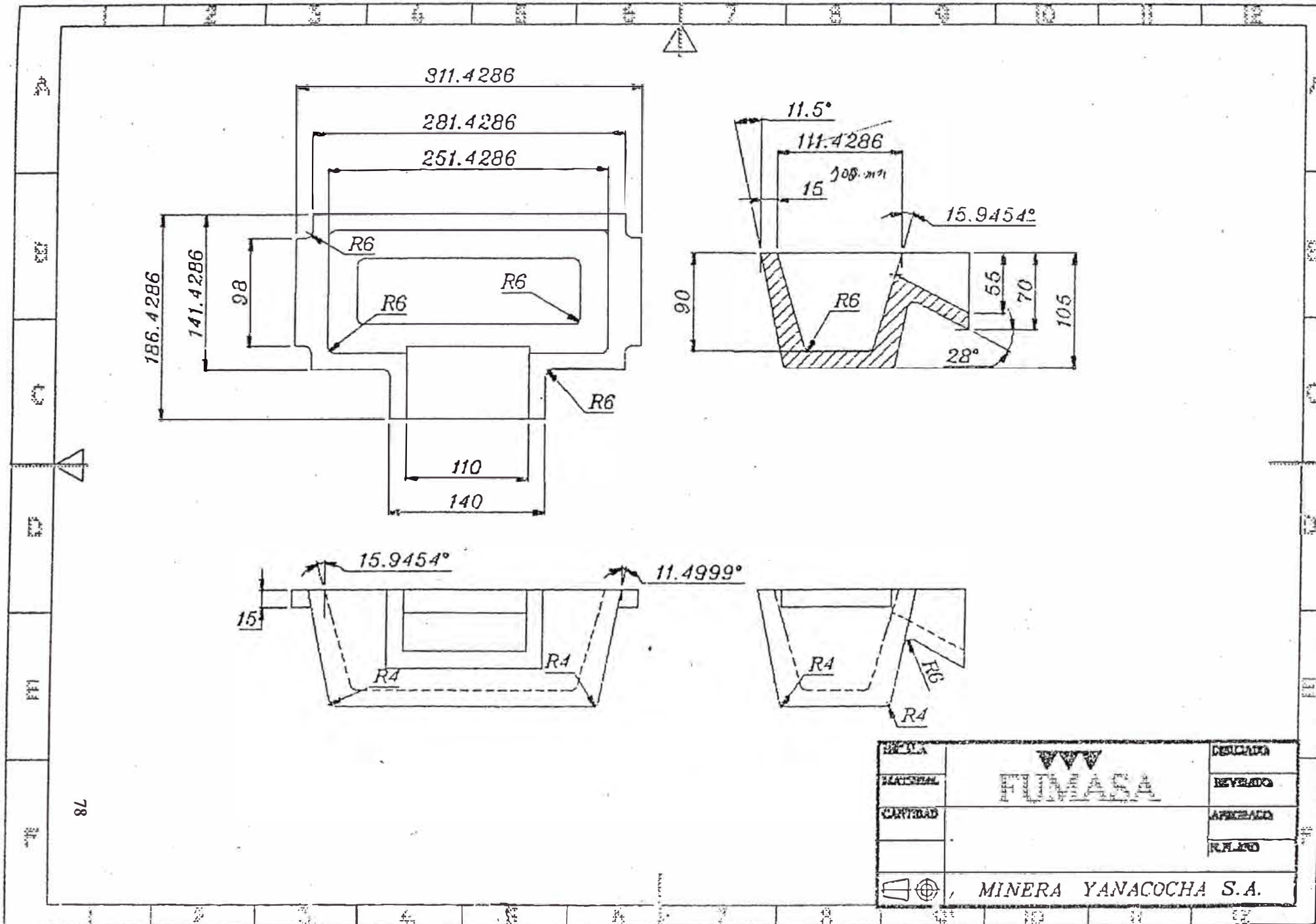


Figura A-6 : Detalle de las linoteras de hierro empleadas en la elaboración de las barras

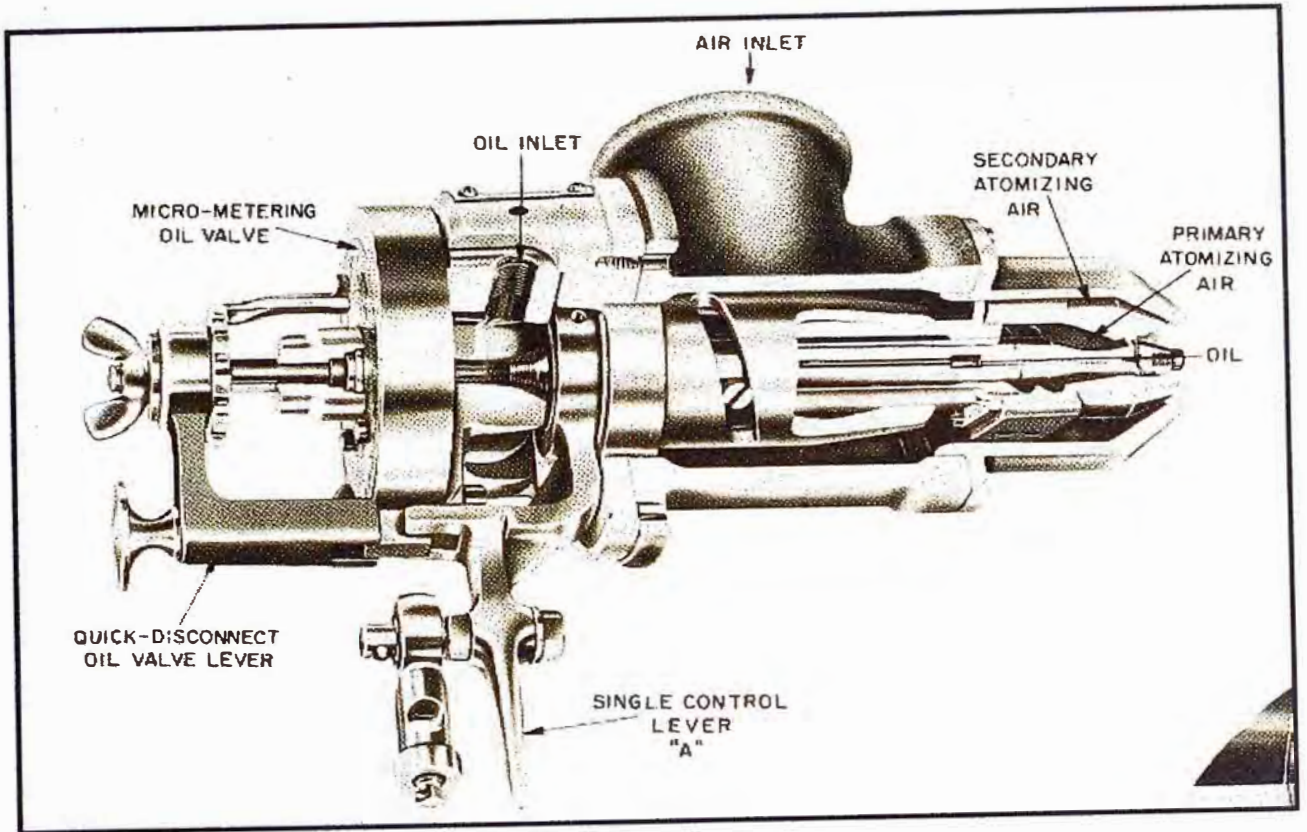


Figura A-7: DETALLE DEL QUEMADOR DE PETROLEO

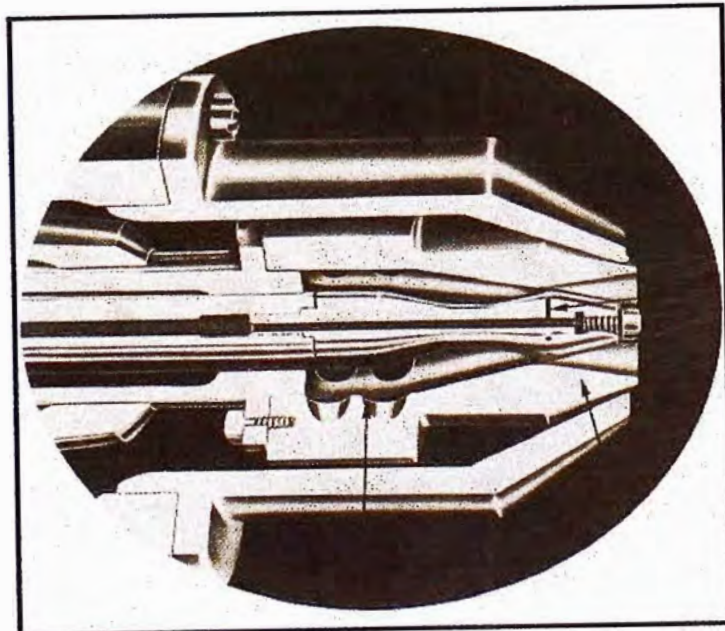


Figura A-8 : Detalle de la boquilla de un quemador de petróleo

BIBLIOGRAFIA

1. - The Gold Companion, first published in 1 991 with the Compliments of MKS Finance S.A. & PAMP S.A.
2. - UBS e Argor-Heraeus: Pubblicato dall'Unione di Banche Svizzere, Zurigo, in Collaborazione con l' Argor-Heraeus S. A., Mendrisio Stampato in Svizzera.
3. - Uso y Cuidado de los Crisoles: Publicado por Crucible Institute, Inc. P.O.Box 73, Jersey Jersey City N.J. 07303 USA.
4. - Revista: LATINOMINERIA No 38-Septiembre 1 999 / No 40 – Enero 2 000.
5. - Revista: Minería No 273 año XI-VIII –Junio 2 000.
6. - Segundo Simposium Internacional del Oro: Comité Aurífero (Sociedad Nacional de Minería y Petróleo), Lima, mayo 1 996.
7. - Revista: EXPORTAR (Economía, Negocios & Turismo) Suplemento Especial Edición No 31 / Edición 30 - Octubre 2 000
8. - Revista: Report Annual Newmont 1 996 a 1 999
9. - Revista: Minas y Petróleo desde 1 996 a 2 000
10. - Memoria 1 999-2 000 de la Sociedad Nacional de Minería Petróleo Y Energía del Perú.

RELACIÓN DE FIGURAS Y TABLAS

A) Figuras

- Figura N°1,1: Distribución de la propiedad de Minera Yanacocha S.R.L. en los años comprendidos 1 984 a 1 996.
- Figura N° 1,2: Distribución de la propiedad de Minera Yanacocha S.R.L., en los años 1997 a la fecha.
- Figura N°1,3: Organigrama actual de Minera Yanacocha S.R.L.
- Figura N°1,4: Ubicación geográfica del centro minero yanacocha.
- Figura N°1,5: Ubicación de las minas que se están explotando actualmente.
- Figura N°1,6: Esquema del proceso de lixiviación en pilas
- Figura N°1,7: Diagrama de proceso de la refinería.
- Figura N°1,8: Organigrama de la refinería.
- Figura N°1,9: Supervisores en refinería.
- Figura N° 2,1; Filtro prensa empleado en la Planta de yanacocha norte
- Figura N°2,2: Sala de retortas – Planta pampalarga.
- Figura N°2,3: Sala de fundición-inicio elaboración de barras
- Figura N°2,4: Mesa gravimétrica Wilfley.
- Figura N°3,1: Cosecha de filtro prensa-Planta pampalarga.
- Figura N°3,2: Bandeja con precipitado húmedo .
- Figura N°3,3: Retortas-Planta pampalarga.
- Figura N°3,4: Diagrama de funcionamiento de una retorta.
- Figura N°3,5: Ciclo completo del funcionamiento de un retorteo.
- Figura N°3,6: Horno de fundición a petróleo.
- Figura N°3,7: Elaboración de barras de doré- colada.
- Figura N°3,8: Toma de muestra- elaboración de barras de doré.
- Figura N°3,9: Muestra de barra de dore obtenida.
- Figura N°3,10: Colada de escoria fundida en lingoteras cónicas.
- Figura N°4,1: Producción física de oro y plata
- Figura N°4,2: Producción física de oror y plata en Yanacocha.
- Figura N°4,3: Recuperación de mercurio metálico.
- Figura N°4,4: Recuperación de oro y plata en porcentaje en masa.
- Figura N°4,5: Costo de operación /onza de oro producida en refinería.
- Figura N°4,6: Consumo de combustible.
- Figura N°4,7: Consumo de reactivos para el precipitado de Carachugo.
- Figura N°4,9: Consumo de reactivos para el precipitado de yanacocha norte
- Figura N°4,10: Consumo de crisoles de fundición.
- Figura N°4,11: Mezclador de material seco.
- Figura N°4,12: Horno de Arco eléctrico.
- Figura N°5,1: Diagrama de fase del sistema $\text{Na}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$.
- Figura N°5,2: Energía libre de formación vs temperatura.
- Figura N°6,1: Variación del precio del oro internacional.
- Figura N°7,0: Paisaje de Cajamarca.
- Figura N°7,1: Instrumentos más usuales que emplea higiene industrial para el control en refinería.
- Figura N°7,2: Protección personal empleados en refinería.
- Figura N°8,1: Ing Julio Pinto- jefe refinería mostrando barra producida correspondiente a 5 000 000 onzas de oro.

B) Tablas

- Tabla N°3,1; Formulación de la carga del molino.
- Tabla N°4,1: Costo de producción del proceso de refinería al 3er trimestre del año 2 001.
- Tabla N°5,1: Comparación de las reacciones químicas y piroquímicas de soluciones.
- Tabla N°5,2: Clasificación de silicatos y boratos.
- Tabla N°5,3: Series Electromotrices parciales de los elementos químicos.

- Tabla N°6,1: Se presenta en cuadro resumen la cronología del oro.
- Tabla N°6,2: Propiedades físicas del oro
- Tabla N°6,3: Otras características del oro.
- Tabla N°6,4: Proporción de oro fino en las aleaciones.
- Tabla N°6,5; Principales monedas antiguas de oro en el mundo.
- Tabla N°6,6: Principales productores de oro en el mundo.
- Tabla N°6,7: Compañías productoras de oro en el mundo.
- Tabla N°6,8: Reservas mundiales de oro por países.
- Tabla N°7,1; Límites máximos permitidos para efluentes.
- Tabla N°7,2: Límites permisibles para el ruido.
- Tabla N°7,3: Límites permisibles para algunos contaminantes.