

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
Y MANUFACTURERA



CONTROL QUIMICO DE IMPUREZAS POR ABSORCION
ATOMICA EN UN PROCESO DE REFINACION
PIROMETALURGICO

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUIMICO

MARIA LIZ SALVATIERRA ZEGARRA

PROMOCION 1,984 - II

LIMA - PERU
1,991

Con cariño a mis
queridos padres

A G R A D E C I M I E N T O

Deseo expresar mi agradecimiento a todos las personas que han colaborado en forma directa e indirectamente, de manera muy especial al Ing. Karorusu W. Ura, por su apoyo constante para la culminación de este trabajo.

Así mismo agradezco a mi asesor el Ing. Erik Juscamaita por sus valiosas sugerencias, producto de su experiencia, así como a todos mis catedráticos que ayudaron a mi formación profesional.

INDICE GENERAL

INTRODUCCION

RESUMEN

CONCLUSIONES

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO I : METALURGIA DEL PLOMO

| | |
|-------------------------------------|----|
| 1.1 ASPECTOS GENERALES | 10 |
| 1.2 GENERALIDADES | 11 |
| 1.3 OPERACIONES MINERO METALURGICAS | 15 |
| 1.4 IMPUREZAS DEL PLOMO | 30 |
| 1.5 ESTUDIO DEL MERCADO | 31 |

CAPITULO II : CONTROL QUIMICO DE IMPUREZAS

| | |
|---|----|
| 2.1 METODO USADO PARA EL CONTROL DE IMPUREZAS | 40 |
| 2.1.1 Método Basado en la Emisión de la Energía Radiante. | 40 |
| 2.1.2 Métodos basados en la Absorción de la Energía Radiante | 41 |
| 2.1.3 Espectrofotometría de Absorción Atómica | 42 |
| 2.2 METODO QUE SE UTILIZA EN ESTE LABORATORIO | 42 |
| 2.3 INSTRUMENTACION DE ABSORCION ATOMICA-COMPONENTES BASICOS DE UN ESPECTOFOTOMETRO | 46 |
| 2.4 PARAMETROS ANALITICOS EN LOS EQUIPOS DE ABSORCION ATOMICA | 55 |

| | |
|--|-----|
| 4.4 ANALISIS QUIMICO | 95 |
| 4.4.1 Análisis Volumétricos Determinación de Plomo por EDTA | 96 |
| 4.4.2 Análisis Instrumental | 99 |
| 4.4.3 Análisis Via seca - oro - plata | 105 |
| 4.5 EXPRESION DE LOS RESULTADOS | 111 |
| 4.6 TRAZO DE CURVAS STANDAR | 111 |
| 4.7 LINEARIDAD INSTRUMENTAL | 121 |
| 4.8 RESULTADOS | 122 |
| 4.9 PLOMO EN LINGOTES | 131 |

CAPITULO V: DISEÑO DE LABORATORIO Y SELECCION DE EQUIPO

| | |
|---|-----|
| 5.1 REQUERIMIENTO DE MATERIALES | 134 |
| 5.2 REQUERIMIENTO DE PERSONAL | 135 |
| 5.3 REQUERIMIENTO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA PRINCIPAL | 135 |
| 5.4 REQUERIMIENTO AUXILIARES | 136 |
| 5.5 OTROS REQUERIMIENTOS | 136 |
| 5.6 UBICACION DEL LABORATORIO | 137 |
| 5.7 DISPOSICION DEL LABORATORIO | 138 |
| 5.7.1 Sección de Balanzas | 139 |
| 5.7.2 Sección Instrumental | 141 |
| 5.7.3 Sección de Ensayes | 145 |
| 5.7.4 Sección Vía Seca | 161 |
| 5.7.5 Sala de Muestras | 161 |

CAPITULO VI , COSTOS DE ANALISIS 165

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

Si bien es cierto el presente trabajo refleja una marcada modestia de presentación, también es cierto que él se ha desarrollado tratando de encontrar la mejor aplicación de la técnica de Absorción Atómica, en el control químico de impurezas del proceso de refinación pirometalúrgica del plomo, a partir de muestras que son tomadas en cada etapa del proceso, hasta obtener el plomo puro comercial.

Este estudio fué realizado íntegramente en el Laboratorio Químico General de Fundición de Concentrados S. A. donde presto servicios y que me brindó las facilidades necesarias para el cumplimiento de los objetivos impuestos.

El presente trabajo tiene por finalidad emplear la técnica de Absorción Atómica para el control de impurezas en cada etapa del proceso, así como también divulgar la tecnología de este proceso que es factible de realizarse, produciendo un plomo con buena calidad, tan competitiva como el producido electrolíticamente por CENTROMIN PERU S. A.

Las determinaciones se realizan en el equipo de Absorción Atómica que es un instrumento muy sensible y operativo, logrando mayor productividad con menor costo unitario.

Cabe mencionar que para la calibración de este instrumento, los métodos clásicos nos han servido de base y en algunos casos son insustituibles.

Esta tecnología es muy competitiva, lo que garantiza la factibilidad de que otras empresas lleven adelante sus proyectos y que puedan producir en mayor cantidad el plomo refinado para el mercado exterior.

Está bien justificado socialmente, ya que se crearía nuevas fuentes de trabajo necesario para el crecimiento y fortalecimiento de la Industria Nacional, así como la explotación de la pequeña y mediana minería.

Justificación tecnológica. Se aprovecha los recursos puesto que el enfoque será desarrollar complejos industriales con el propósito de darle un valor agregado a la materia prima.

Justificación económica: Genera divisas a nuestro país, lográndose una estabilidad económica.

RESUMEN

Esta tecnología de Refinación Pirometalúrgica que se lleva a cabo en Fundición de Concentrados S. A., es altamente competitiva, al producir un plomo comercial exportable, con las especificaciones que el comprador requiere.

Todo este beneficio, es producido por el estricto control químico de las impurezas en cada etapa del proceso.

Los análisis son realizados por el laboratorio, en el equipo Absorción Atómica y remitidos los resultados a la planta evaluado si se continua la operación siguiente o no, evitando posteriormente repercusiones en el proceso hasta llegar a contaminar lotes, los cuales nuevamente son reciclados hasta obtener un plomo puro.

Es por eso que para el desarrollo de este trabajo, he visto conveniente presentar primero un resumen de los principales conceptos y propiedades básicas que resultan de utilidad a personas no muy informadas en este tema, así como las aplicaciones y usos en la industria, el consumo interno, así como el mercado externo, observando que casi todo el plomo refinado producido es exportado, lo que implica que la calidad sea buena, 99.99 % con un mínimo de impurezas. Como hablamos de trazas metálicas

se hablará sobre los métodos usados para el control químico, así como el método usado en la Refinería de Fundeconsa, su instrumentación y los parámetros analíticos necesarios para la utilización de las técnicas de Absorción Atómica.

También en este capítulo se ve sobre la evolución de estos equipos con el avance de la tecnología.

En el tercer capítulo se resume la tecnología de la refinación pirometalúrgica, etapa por etapa, la remoción de impurezas, así como el control químico en cada etapa, pudiendo con estos datos hacer un balance de los materiales más valiosos en el proceso la plata el oro y el plomo

En el cuarto capítulo se resume el trabajo experimental que se lleva en un laboratorio de Refinación, se menciona los métodos que son seleccionados, sus parámetros de operación, así como los resultados que emite el equipo de Absorción Atómica al aplicar las técnicas seleccionadas y los parámetros instrumentales.

En el quinto capítulo se realiza el diseño y especificación de los materiales que debe de tener un laboratorio de refinación con los requerimientos necesarios para el desempeño de sus funciones. Así también se hace una distribución de planta para que esta sección sea funcional.

En el sexto capítulo incluimos los costos totales

de laboratorio que repercuten en los costos de producción de plomo refinado así como también los costos por determinación.

Al finalizar el trabajo se presentan los anexos que nos sirve para completar la información necesaria.

También se presenta la Bibliografía y la fuente de datos estadísticos que se utilizó.

CONCLUSIONES

- 1.- Las impurezas indeseables:
 - a.- Aumenta la contaminación ambiental
 - b.- Afecta negativamente la calidad del producto final.
 - c.- Aumenta los costos de operación
- 2.- La eliminación parcial o total de esas impurezas en los procesos necesita:
 - Equipos adicionales
 - Procesos especiales
 - Costos adicionales de operación.
- 3.- Se debe de llevar estricto control en la separación de cada impureza, porque tiene implicancias posteriores.
 - Contaminación de impurezas que luego no se puede separar.
 - Innecesario consumo de reactivos al realizar cálculos incorrectos
 - Demoras en el proceso, mayor tiempo de reacción.
- 4.- El control, se realiza en un equipo de absorción atómica, esta técnica trabaja generalmente con un número mayor de átomos que otras técnicas. La energía requerida para producirlos puede suministrarse de varias fuentes: descarga eléctrica, hornos, rayos laser etc., sin embargo los instrumentos que son usados para los metodos de

rutina, usan la llama para lograr la disociación.

5.- Esta técnica de análisis por absorción atómica es una de las más promisoras, dentro de la técnica instrumental, su aplicación a la diversidad de campos de la metalurgia, la hace muy exitosa, para control y desarrollo de las operaciones de una empresa.

6.- Estos instrumentos son muy sensibles y hay reglas que el operador debe verificar para ver si el funcionamiento es correcto.

Las firmas instrumentales proporcionan manuales para operar el equipo, así como los códigos de error, y las fallas posibles que se leen en la pantalla. Vemos el anexo 8.

7.- Cuando las muestras contienen concentraciones altas y variables de elementos y sólidos, son difíciles de analizar en forma directa, su efecto de absorción es difícil de predecir, en tales casos se usa el método de adición standar.

8.- El método de Adición Standar se utiliza cuando la absorción es difícil de predecir.

Cuando en la solución se presentan interferencias (matriz, química e ionización), este método permite trabajar en la presencia de una interferencia sin eliminarla y realizar una determinación exacta de la muestra.

En Absorción Atómica el grado de interferencia es mínimo.

- 9.- Para muchos elementos en absorción atómica, la lámpara de cátodo hueco es satisfactoria, pero en algunos casos la calidad del análisis sufre por las limitaciones de la lámpara misma, estos son primordialmente los elementos volátiles: Sb, As, Pb, Hg, P, etc., en los cuales la baja intensidad y la corta vida de la lámpara es un problema, es por eso que la determinación por Absorción Atómica de esos elementos puede ser mejorada con el uso de las lámparas de descarga sin electrodos (L.D.E.).
- 10.- Estos equipos al transcurrir el tiempo van mejorando su diseño en la técnica de fabricación y se va presentando una serie de accesorios de calidad que permiten mayor flexibilidad.
- Lámparas de cátodo hueco y lámparas de descarga eléctrica con configuración de un elemento o multielementos.
 - Correctores de fondo
 - Impresoras que imprime automáticamente los resultados etc..
- 11.- Para el acreditamiento de este Laboratorio nos hemos basado en las Normas ISO25 "Bases de Acreditamiento de Laboratorios", y en el anteproyecto Directrices generales para evaluar la competencia técnica de los laboratorios de prueba.
- Fué presentada en México del 27 al 30 de octubre de 1981. Ver Anexo 9

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- A la fecha de iniciar este estudio, definitivamente es imprescindible la actualización de los costos por determinación, dada la inflación existente en el Perú.
- 2.- Se ha hecho necesario diseñar las estructuras del laboratorio de manera que satisfagan necesidades concretas de experimentación y criterios de trabajo.
- 3.- El presente laboratorio tiene a su cargo el control y desarrollo de procesos por lo que debe estar estrechamente relacionado con los medios de producción.
- 4.- Este laboratorio especializado en experimentación analítica seguira desempeñando sus funciones por muchos años, no es necesario instalar particiones movibles, porque no es justificada por eso es que ha sido más económico construir tabiques, mesas, armarios fijos con sus extensiones de servicio.
- 5.- El trabajo realizado fue principalmente la de instalar instrumentos y equipos de laboratorio, así como se impartira instrucciones de manejo de los mismos a las personas encargadas del laboratorio.
- 6.- El laboratorio metalúrgico debe poseer una infraestructura
 - a.- Civil

b.- Sanitaria

c.- Eléctrica

d.- Mobiliario

7.- Para cuando se trabaja con plomo se debe tener en cuenta las normas de higiene para evitar la enfermedad ocupacional. Ver Anexo 4.4

CAPITULO 1
METALURGIA DEL PLOMO

1.1 ASPECTOS GENERALES

1.1.1 Historia

El plomo es uno de los metales más antiguos, usado por los egipcios y fenicios, estimándose desde uno 4,000 A. C. En la edad media alcanzó auge, a raíz del descubrimiento de la pólvora, por su uso en la fabricación de municiones.

En el Perú fué conocido y usado desde la época incaica y en la época colonial se le explotó en pequeña escala, a medida que ha pasado el tiempo la industria ha ido progresando y este metal ha sido utilizado más frecuentemente.

1.1.2 Zonas Productoras

En el centro, se encuentra en la faja Colquijirca, Cerro de Pasco, Milpo, Atacocha, Huarón y Carhuayacan en Pasco.

En el departamento de Junín, tenemos la faja de Morococha, San Cristóbal, Gran Bretaña.

En Ancash y Lima, tenemos Huanzala, Raura, Rio Pallanga, Casapalca y Huarochiri.

En Cajamarca y Huancavelica tenemos, Hualgayoc y Julcaní también Huachacalpo.

En Puno tenemos Nuñoa, Urorillo y el área de Crucero y Lampa.

1.1.3 Estado Natural

En la naturaleza se encuentra como sulfuro de plomo conocido como galena (PbS), en forma de carbonato llamado cerusita ($PbCO_3$), sulfato de plomo o anglesita ($PbSO_4$) y como clorofosfato de plomo piromorfita ($Pb_5(PO_4)_3Cl$)

Yacimientos de Plomo

- 1.- Los yacimientos formados a poca profundidad en rocas sedimentarias, se presentan en forma de estratos, los niveles de este tipo suelen contener galena, esfalerita y pirita a veces contienen oro, plata, cobre y antimonio.
- 2.- Los yacimientos de profundidad media, son los asociados con rocas ígneas, se presenta como filones de relleno, los minerales de este tipo son diversos y complejos.
- 3.- En los yacimientos metamórficos ígneos, los minerales son la galena y sus productos de oxidación (cerusita, anglesita), la blenda y una ganga de calcita y rodonita.

1.2 GENERALIDADES

El plomo es un metal fácil de determinarse ya sea en forma cualitativa y cuantitativa, desde altas leyes hasta pequeñas trazas.

El ácido nítrico es el que mejor disuelve, ya que forma nitrato de plomo soluble, además el ácido nítrico causa la oxidación del plomo, el ácido sulfúrico y el ácido clorhídrico retardan la reacción.

1.2.1 Propiedades Físicas

| | | |
|----------------------------|--|------------------|
| Punto de Fusión | ..... | 327.4 °C |
| Punto de Ebullición | ..... | 1740 °C |
| Densidad de metal sólido | ..... | 11.34 gr/cc |
| Densidad metal fundido | ..... | 10.69 gr/cc |
| Estructura Cristalográfica | : Cúbica caras centradas, sin modificación alotrópica. | |
| Calor de Fusión | ..... | 6.26 cal/gr |
| Calor Específico | ..... | 0.03046 cal/gr°C |
| Dureza (Morhr) | ..... | 1.5 |

1.2.2 Propiedades Químicas

| | | |
|----------------------------|-------|--------|
| Peso Atómico | ..... | 207.21 |
| Nº Atómico | ..... | 82 |
| Equivalente Químico | ..... | 103.6 |
| Equivalente Electroquímico | ..... | 3.86 |

El aire húmedo lo oxida, haciendo que se forme una capa de óxido, el aire seco no lo altera.

En el agua el plomo es estable porque este es cubierto de una capa protectora de $Pb(OH)_2$, $PbCO_3$.

En presencia de bióxido de carbono se produce una corrosión debido a la formación de bicarbonato de plomo $Pb(HCO_3)_2$

Si se funde en contacto con el aire, el plomo se oxida formando litargirio (PbO).

El plomo arde cuando se le calienta en corriente de aire y también lo ataca el azufre, flúor y cloro

1.2.3 Propiedades aleativas del Plomo

Se conocen muchas aleaciones, algunas de considerable importancia, tales como las aleaciones de bajo punto de fusión. El plomo forma aleaciones binarias, ternarias así tenemos:

a.- Aleación Plomo-Antimonio

Tiene muchas aplicaciones en la industria, en los acumuladores de plomo se usa el plomo para hacer las rejillas, pasta de óxido para rellenar de las rejillas, talones y terminales para los elementos pertenecientes a las baterías.

b.- Aleaciones Terne

Cuya composición 10-25% de estaño y de 90-75% de plomo, son usadas para revestimientos de fierro.

c.- Aleaciones de Plomo con Arsénico

Las aleaciones con 0.2% a 1% de arsénico son usados para las municiones, el Arsénico aumenta la superficie de tensión y facilita el moldeo de las municiones de forma regular.

d.- El Babbit o Metales Antifricción

Consisten de plomo, estaño, cobre, antimonio, arsénico y cadmio. Se caracterizan porque poseen propiedades de alta fricción y bajo punto de fricción, actualmente se reemplaza el estaño por calcio y magnesio, Pb-Ca y Pb-Mg Babbits.

e.- Aleaciones para Industria Cables

Tenemos el plomo con cobre y el plomo antimonioso 1%, usado también para recubrir los empalmes de los cables.

f.- Aleaciones para Tubos Compresibles

Se usan aleaciones que contienen 2.3% de antimonio y 97 - 98% de plomo y si se quiere con revestimientos de estaño que varia entre 3% y 7%.

1.2.4 Aplicaciones del Plomo

a.- Plomo - Metálico

La mayor aplicación del plomo metálico es para recubrir depósitos resistentes al ácido sulfúrico, luego como constituyente de aleaciones antifricción para rodajes, aleaciones de bajo punto de fusión (soldadura, fusibles).

Se utiliza en gran cantidad para la fabricación de acumuladores de plomo; el plomo y sus aleaciones se laminan fácilmente y son un

material ideal para empaquetaduras por su flexibilidad y su escasa resistencia al deslizamiento plástico.

Es utilizado también como blindaje biológico, protege de los rayos X, se usa bastante para revestir habitaciones que contienen aparatos de rayos X, y para proteger al personal que trabaja en esta área. Las láminas de plomo sirve como material para pisos en la plantas de galvanoplastia y de fabricación de productos químicos, donde los ácidos derramados estropearían los pisos de hormigón.

El plomo también se usa para recubrir mesas de laboratorio.

b.- Compuestos Químicos

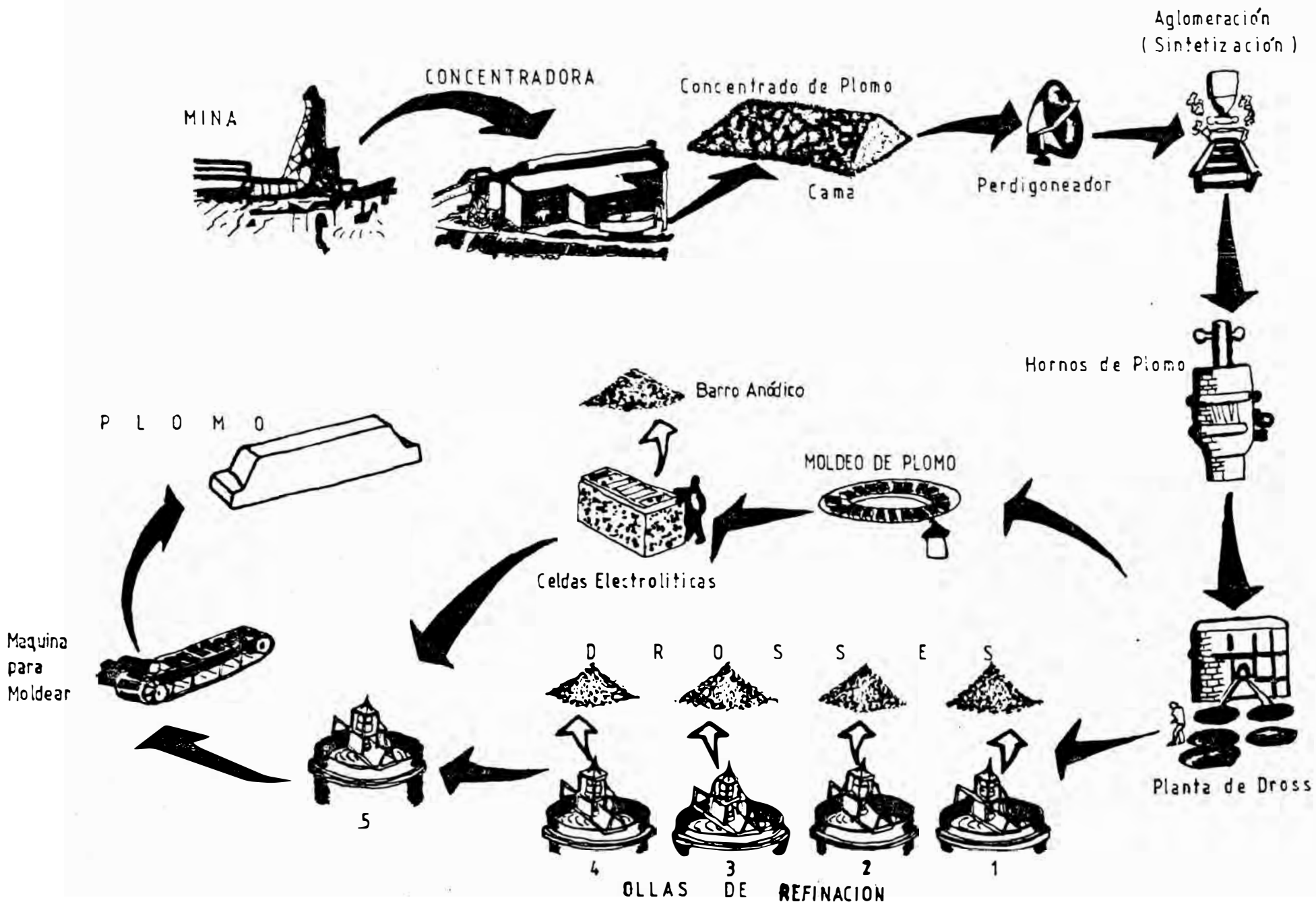
De los compuestos químicos de plomo el usado más ampliamente es el litargirio en cerámicas y vidrios.

1.3 OPERACIONES MINERO METALURGICAS

1.3.1 Extracción

a.- Prospección.- Consiste en la búsqueda o descubrimiento de un yacimiento nuevo, explorarlo y determinar las características geológicas y el tipo de afloramiento de las rocas que indicarán la presencia de minerales útiles.

DIAGRAMA DE METALURGIA DEL PLOMO



b.- Explotación.- Consiste en extraer el mineral pudiendo ser a cielo abierto, cuando la mena se encuentra a escasa profundidad o explotación subterránea cuando es a gran profundidad.

Las menas de plomo contienen asociados frecuentemente cinc, plata y cobre entre otras impurezas se encuentra el oro, bismuto, antimonio, arsénico, cadmio, estaño, galio, talio, selenio y seluro.

La ganga de las menas sulfuradas Pb-Zn consiste de pirita, cuarzo, borita, calcita, silicatos de aluminio, fierro, magnesio y calcio.

Una composición aproximada de la mena Pb-Zn se da a continuación.

COMPOSICION APROXIMADA DE UNA MENA Pb-Zn

| MUESTRA | CONTENIDO POR CIENTO | | | | | |
|---------|----------------------|-------|-----|-----|------|------------------|
| | Pb | Zn | Cu | Fe | S/ T | SiO ₂ |
| Nº 1 | 10.8 | 1.26 | 0.6 | 5.0 | 27.4 | 25.4 |
| Nº 2 | 11.4 | 13.6 | 1.0 | 7.8 | 23.9 | 22.9 |
| Nº 3 | 9.8 | 12.10 | 0.5 | 8.5 | 20.7 | 27.3 |

CENTROMIN - PERU, METALURGIA DEL PLOMO, 11 Abr. 1977.

CUADRO 1.1

Las otras impurezas presentes en las menas complejas son el oro, plata, bismuto, antimonio y arsénico.

1.3.2 Concentración

Este es un proceso de enriquecimiento del mineral útil, se realiza en las concentradoras, se separa el mineral útil en los concentrados y el material sin valor es descargado en los relaves.

El deseo de recuperar los constituyentes valiosos ha estimulado el uso de flotación en la metalurgia del plomo, La flotación hace posible que se trate menas de baja ley desde 0.5% de plomo.

a.- Trituración y Molienda

Al mineral se le desmenuza hasta trozos pequeños luego pasa a otro tipo de molienda donde se le pulveriza

b.- Flotación

Es un proceso por el cual se separan en un medio acuoso partículas de diferentes minerales permitiendo que unas floten en una espuma que se llama concentrado y las otras van al fondo y se llaman relaves.

Los concentrados de plomo obtenidos de menas complejas contienen de 40 a 78% de plomo, 4 a 7% de Fe, 12 a 15% de cinc y de 2 a 3% de cobre.

PRODUCTOS DE FLOTACION DE MINERALES COMPLEJOS

| P R O D U C T O | % del total de mineral | CONTENIDO POR CIENTO | | | | |
|-----------------------|------------------------|----------------------|------|-------|--------------|--------------|
| | | Cu | Pb | Zn | Au gr/Ton | Ag gr/Ton |
| Mineral Original | 100.00 | 3.14 | 1.08 | 6.96 | 0.72 | 37.00 |
| Concentrado de Cu | 9.41 | 27.8 | 2.3 | 4.86 | 3.67 | 163 |
| Concentrado de Pb | 1.44 | 3.7 | 47.2 | 14.5 | 6.6 | 73.4 |
| Concentrado de Zn | 11.44 | 2.47 | 0.8 | 48.10 | 0.84 | 32.4 |
| Concentrado de Pirita | 15.00 | 0.84 | 0.18 | 1.00 | 0.79 | 27.7 |
| Colas | 62.7 | 0.1 | 0.1 | 0.98 | 0.01 | 0.05 |

CENTROMIN PERU, METALURGIA DEL PLOMO, 11 Abril 1977.

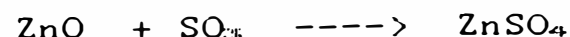
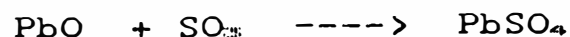
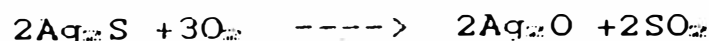
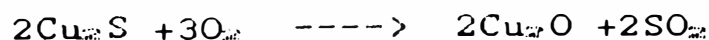
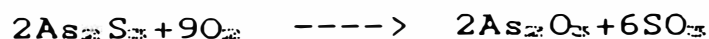
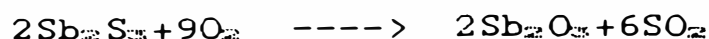
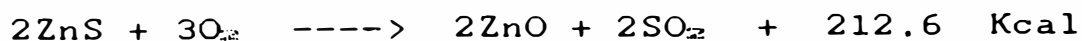
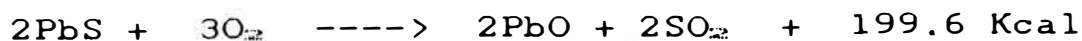
CUADRO 1.2

1.3.3 Fundición

a.- Tostado Sinterizante de Concentrado de plomo

El concentrado es tostado en una máquina sinterizadora, los sulfuros son quemados autógicamente y sinterizados bajo flujo de aire que atravieza la cama de material por succión.

Ocurren las siguientes reacciones:



Los óxidos básicos reaccionan con los óxidos ácidos para formar silicatos, ferritas, arseniatos, antimoniatos de plomo, fierro, zinc, etc.

Todo este material pasa a los hornos de fusión que pueden ser hornos reverberos, eléctricos o de cuba.

Las composiciones típicas del sinter en la fundición se pueden observar en el cuadro 1.3.

COMPOSICION EN EL SINTER DE LA FUNDICION CONCENTRADOS S. A.

| MUESTRA | COMPOSICION EN TANTO POR CIENTO | | | | | |
|---------------|---------------------------------|---------|---------|----------|-----------------------|---------|
| SINTER GRUESO | Ag * onz/TC | Pb % | Cu % | CaO % | SiO ₂ % | Fe % |
| MUESTRA 1 | 29.30 | 39.79 | ●.7● | 14.38 | 11.80 | 14.98 |
| MUESTRA 2 | 42.00 | 41.50 | 1.80 | 10.8 | 11.20 | 13.50 |
| MUESTRA 3 | 38.30 | 39.98 | 1.20 | 12.10 | 11.20 | 13.10 |

REFERENCIA:

FUNDECONSA, PLANTA DE AGLOMERACION

CUADRO 1.3

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA DE SINTERIZACION

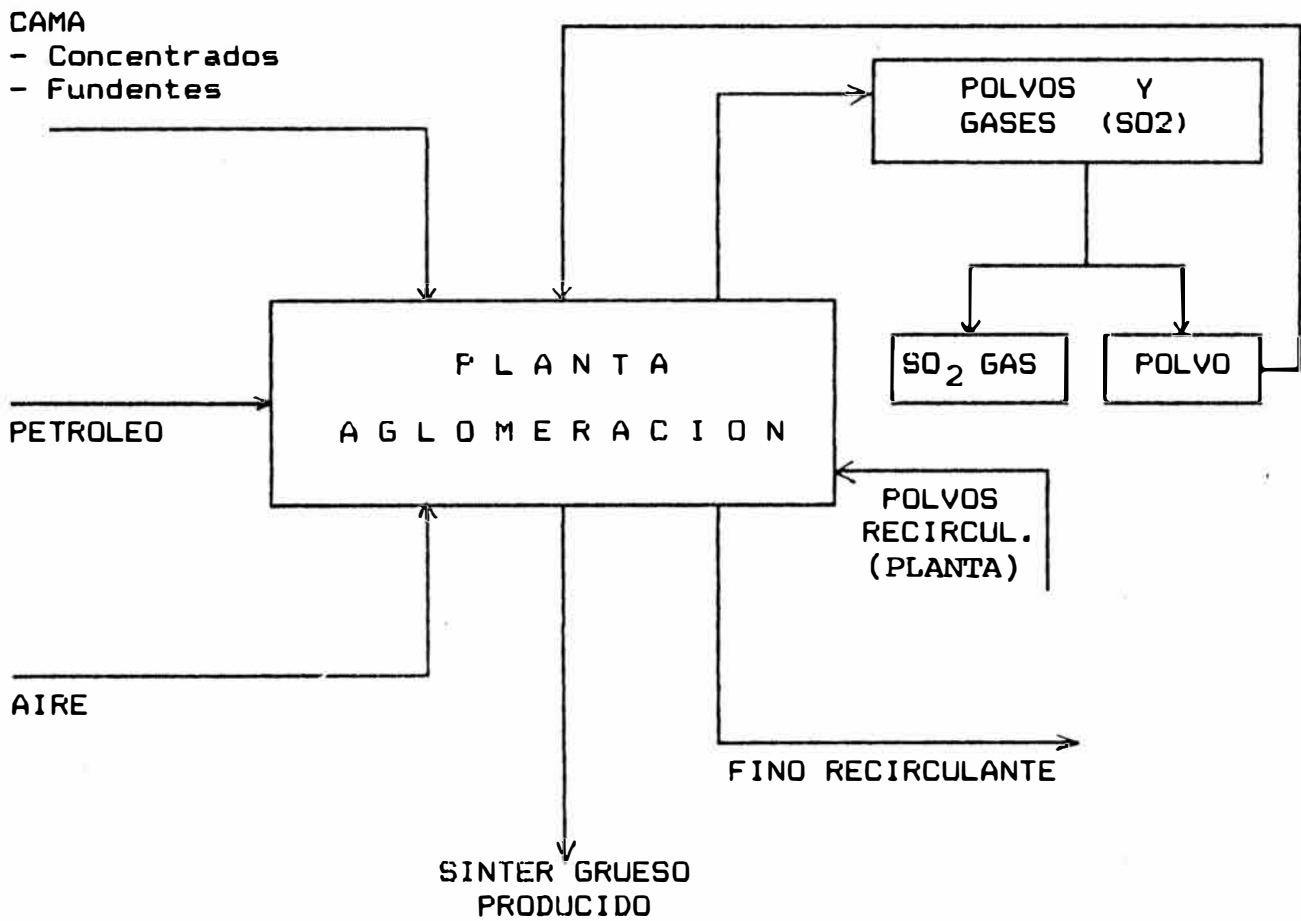
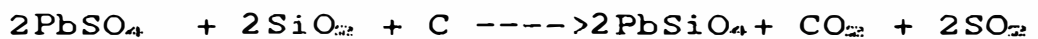
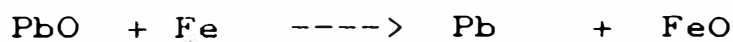
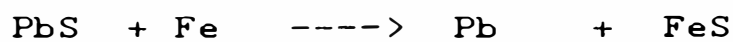
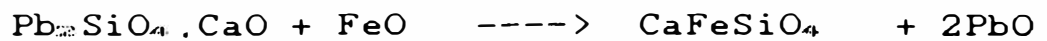
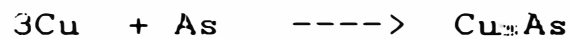
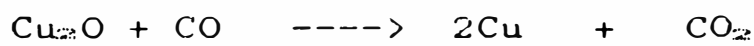
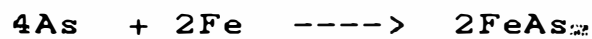
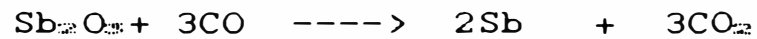
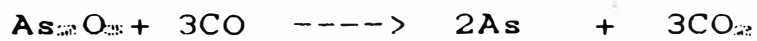
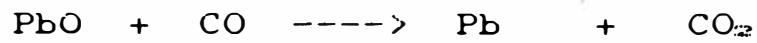
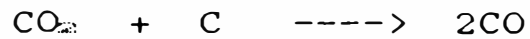


DIAGRAMA 1.1

b.- Hornos de Manga

Después de la sinterización, ocurre la reducción del óxido de Plomo por Carbono o monóxido de Carbono, produciéndose las siguientes reacciones.



Los productos formados en sus reacciones son:

- Gases que se pierden en la atmósfera
- Escorias
- Plomo de Obra

ANALISIS DE PLOMO DE OBRA DE ALTO HORNO DE VARIAS FUNDIONES

(Tanto por Ciento)

| COMPONENTES | FUNDICION BUNKER HILL IDAHD | FUNDICION SELVER CALIFORNIA | FUNDICION CHIHUAHUA MEXICO | FUNDICION CENTROMIN PERU | BROKEN HILL ASOCIATED SMELTER |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| ORO * | 1.714 | 17.143 | 17.143 | 3.840 | 1.371 |
| PLATA * | 4.971 | 5.143 | 3.429 | 3.09 | 1.577 |
| PLOMO | 95.5 | 93.05 | 96.95 | 92.45 | 97.56 |
| COBRE | 1.5 | 2.4 | 2.00 | 2.50 | 1.10 |
| ARSENICO | 0.24 | 0.60 | 0.05 | 0.445 | 0.25 |
| ESTAÑO | 0.0 | 0.35 | ---- | 0.001 | 0.0 |
| NIQUEL | 0.0 | 0.00 | 0.0 | 0.00 | 0.0 |
| BISMUTO | 0.009 | 0.20 | 0.2 | 0.84 | 0.002 |

REFERENCIA : TECNOLOGIA QUIMICA, Tomo XII

Los valores del oro y la plata se dan en gr/Ton.

CUADRO 1.4

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SECCION HORNOS

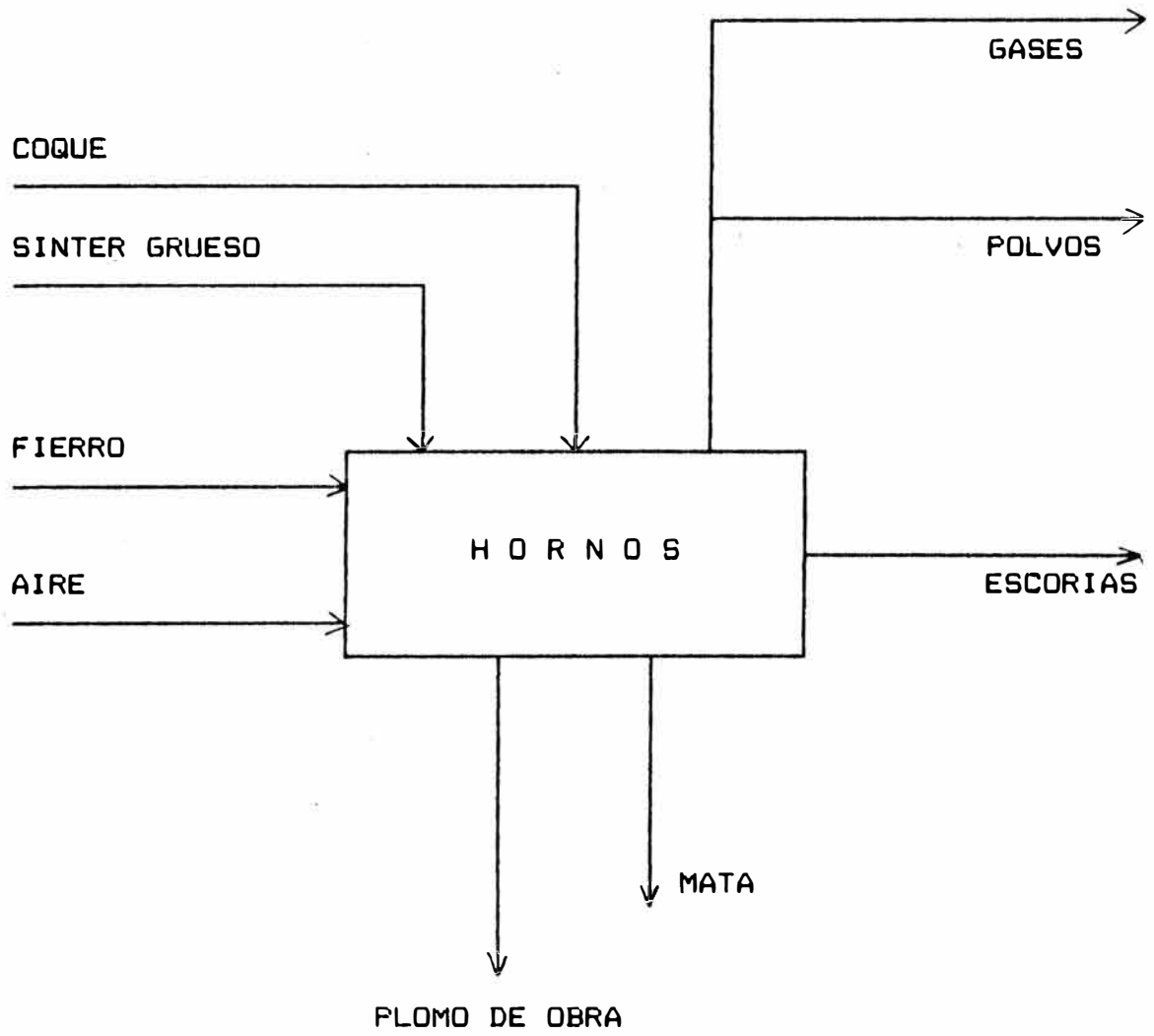


DIAGRAMA 1.2

COMPOSICION PROMEDIOS DE ESCORIAS DE VARIAS FUNDICIONES

(Cantidad por ciento)

| L U G A R | SiO 2 | FeO + MnO | CaO | ZnO | Al O 2 3 | Cu | Pb |
|---|----------|-----------------|-------|-------|-------------|------|-----|
| E.E.U.U. FUNDICION AMERICAN SMELTING | 29.9 | 37.10 | 18.50 | 3.00 | 9.70 | 0.10 | 1.5 |
| E.E.U.U. FUNDICION INTERN. SMELTING | 35.5 | 34.30 | 18.5 | 6.0 | 3.6 | ---- | 0.9 |
| MEJICO FUNDICION AMERICA METAL CO. | 25.0 | 37.0 | 15.0 | 12.0 | 8.0 | 0.16 | 1.6 |
| CANADA FUNDICION CONSOLIDATED SMELTIN | 24.8 | 39.8 | 9.7 | 18.00 | 6.9 | 0.9 | 2.3 |
| SUDAMERICA FUNDI- CION NATIONAL LED | 10.7 | 16.8 | 4.0 | 29.1 | 3.0 | 0.85 | 2.9 |
| SUDAMERICA PLUMBERS S.A. | 13.5 | 41.0 | 4.7 | 38.1 | --- | ---- | 3.0 |
| PERU CENTROMIN PERU | 23.5 | 34 | 10.6 | 12.6 | 1.6 | 0.5 | 1.9 |

Referencia: TECNOLOGIA QUIMICA, Tomo XII

CUADRO 1.5

1.3.4 Refinación

La refinación es el proceso de eliminación de impurezas obteniéndose un metal con una pureza 99.99%.

La tarea de refinación de plomo, no solamente es la concentración de un bullón, sino es la remoción de impurezas en forma conveniente, especialmente los metales preciosos cuyo contenido puede ser de mayor valor que el plomo mismo, el plomo bullón puede ser refinado pirometalúrgicamente o electrolíticamente.

a.- Refinación Pirometalúrgica

Llamada también refinación combinada Horno-Caldera, consiste en el uso de ollas de fierro fundido donde el Plomo junto con los reactivos necesarios son mezclados y agitados formándose una nata, que es removida constantemente en las que son eliminadas las impurezas.

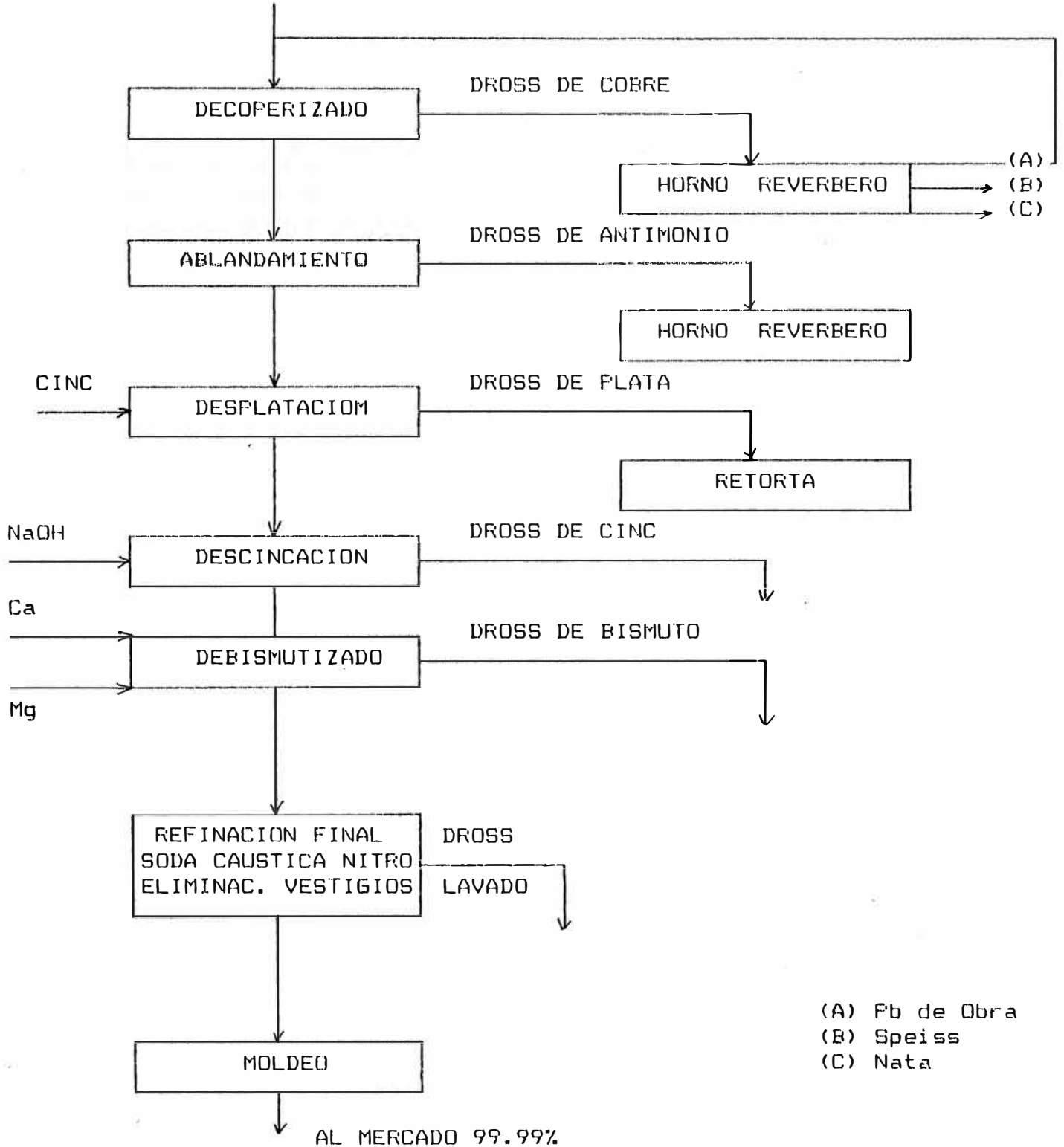
El plomo fundido es transportado de olla a olla con ayuda de unas bombas centrífugas y puentes grúas.

El control automático de temperatura mejorará apreciablemente la operación de refinación.

Ver el Diagrama 1.3.

REFINACION DEL PLOMO EN HORNO Y CALDERA

FLOMO DE ALTOS
HORNOS DESNATADO



(A) Pb de Obra
(B) Speiss
(C) Nata

DIAGRAMA 1.3

b.- Refinación Electrolítica

Conocido como procedimiento electrolítico Betts, es usado para refinar Plomos Impuros, obteniéndose en el cátodo un plomo de 99.99% y en el ánodo las impurezas presentes.

En la refinación se utiliza una solución de fluorosilicato de plomo y el ácido hidrofluorsilícico como electrólito. Los ánodos son de plomo por refinar y los cátodos son planchas de plomo electrolítico puro, estas son suspendida en barras de cobre dentro de un tanque apropiado.

A medida que los ánodos se disuelven solamente el plomo, zinc e estaño pasan a la solución. Las otras impurezas permanecen en el ánodo como costra resistente porosa llamada Slime.

El plomo precipitado en los cátodos se funde y se vierte en lingoteras, mientras que del Slime o lodo se recupera las impurezas (ver el diagrama 1.4).

Este proceso es aplicable en CENTROMIN PERU, obteniendo un plomo Puro.

REFINACION DE PLOMO "ANODOS DE PLOMO METALICO"
(PROCESO BETTS)

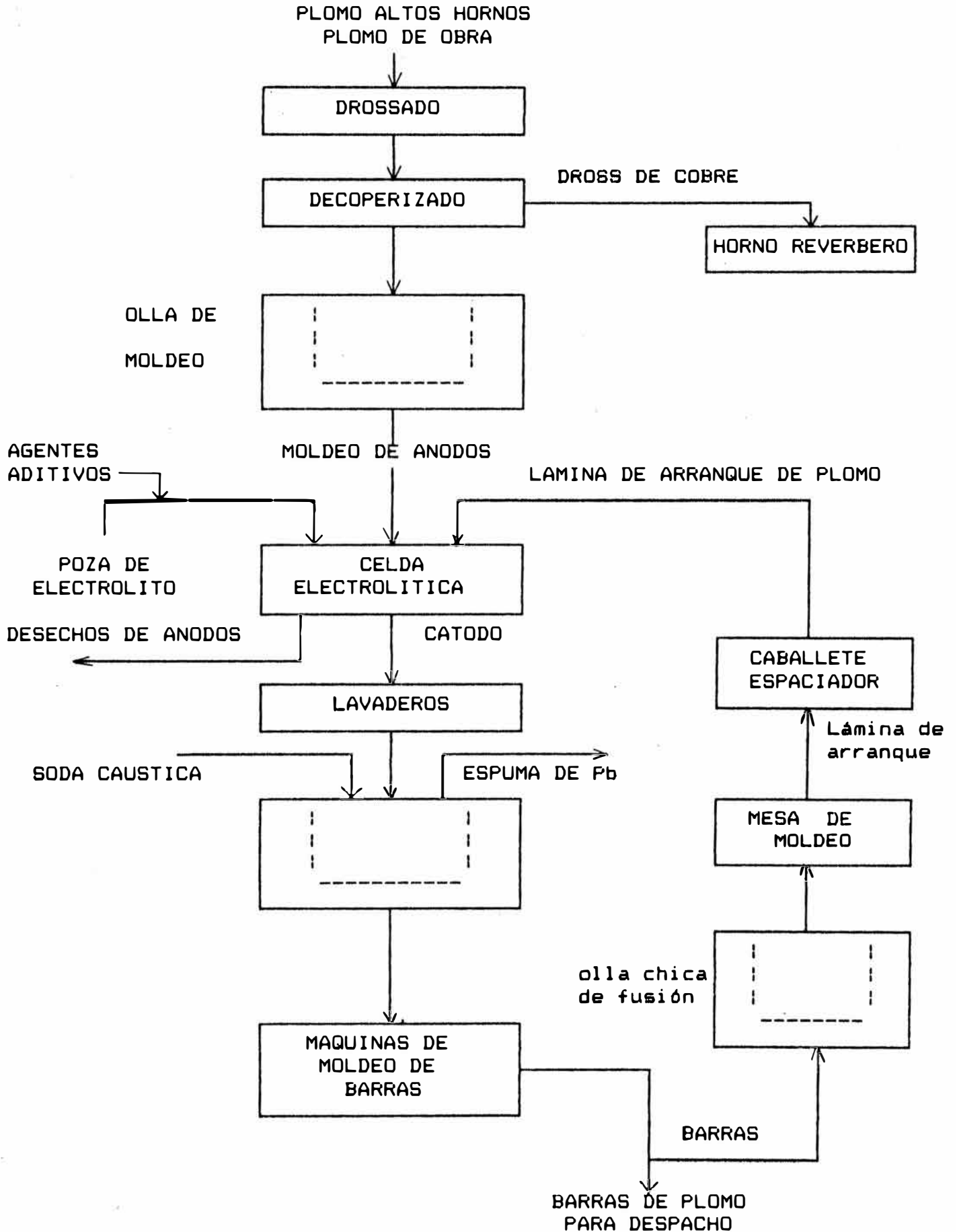


DIAGRAMA 1.4

1.4 IMPUREZAS DEL PLOMO

Si bien las impurezas presentes en el plomo obra varían y son pequeñas, alteran sus propiedades y lo hacen inaprovechables para ciertos usos, es por eso que es necesario separar el cobre, estaño, arsénico, antimonio, azufre, níquel, cobalto, etc.

En este metal impuro se encuentra presente también la plata, el oro y el bismuto que tienen un valor intrínseco elevado y deben ser recuperados.

Algunos efectos de las impurezas sobre las propiedades del plomo son:

- El cobre aumenta su resistencia a la corrosión, no afecta el tratamiento mecánico, ni aumenta el poder disolvente de los ácidos en proporciones notables cuando esta entre 0.1 a 0.2%, pero en el caso que se usará para hacer vidrios se requiere que el cobre esté en no más del 0.0014%
- La plata, no perjudica las condiciones físicas para su tratamiento mecánico y lo protege contra el ácido sulfúrico.
- El bismuto endurece al plomo y lo vuelve ligeramente cristalino cuando está desde 0.12% hasta 0.25%
- El antimonio lo vuelve más duro y menos maleable cambiándolo de color a gris claro.
- El cinc lo hace más duro y menos resistente a la acción del ácido Sulfúrico.

- El teluro le da mayor resistencia a la tracción, la fatiga y le da mayor resistencia a la corrosión.
- Los otros metales están en proporción tan pequeña que no tienen acción sobre sus propiedades físicas.

1.5 ESTUDIO DE MERCADO

Este estudio está referido en forma generalizada al Mercado Mundial, ya que el consumo local es mínimo como se ve en el cuadro, luego toda la producción se destina para la exportación.

1.5.1 Producción

Las zonas productivas del Perú, así como las empresas productoras del plomo a nivel de concentrado y minerales la mostramos en el Cuadro 1.7 y Cuadro 1.8.

La producción minera de plomo (Cuadro 1.6) en los últimos años ha ido decayendo y esto se debe a la mala política minera de nuestro país.

Pero a pesar de esta crisis se trata de recuperar todo el material fino produciendo plomo refinado o plomo laminado listo para exportar.

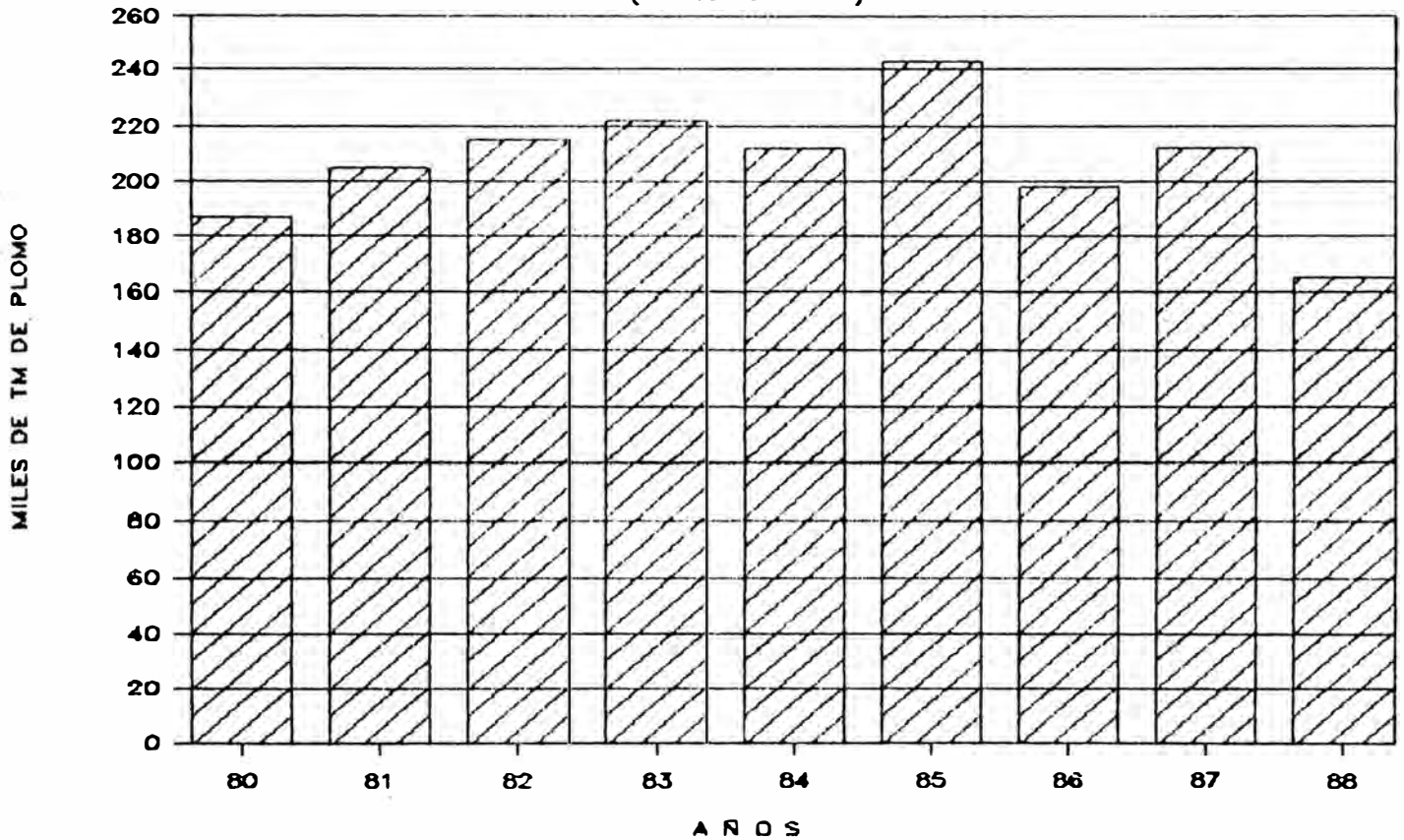
a.- Producción Minera Metalúrgica

El plomo fino es tratado y obtenemos el metal refinado en lingotes o en forma de láminas en el Cuadro 1.9 se muestra la producción de

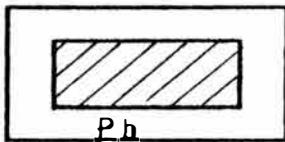
plomo metálico en los últimos años, así como el consumo local y la exportación de plomo en los Cuadros 1.10 y 1.11.

En el Cuadro 1.12 se puede apreciar la producción Mundial Anual de Plomo como mineral y como Refinado durante los últimos años.

PRODUCCION DE PLOMO 1980 - 1988 (CONTENIDO FINO)



CUADRO 1.6



PRODUCCION DE PLOMO POR DEPARTAMENTO 1980 - 1988

(T.M. DE CONTENIDO FINO RECUPERABLE)

| DEPARTAMENTO | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| T O T A L | 174139 | 127109 | 198508 | 208066 | 193889 | 224086 | 189761 | 189693 | 148291 |
| ANCASH | 6882 | 7399 | 7234 | 8466 | 9041 | 4783 | 4718 | 1722 | 4321 |
| APURIMAC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AREQUIPA | 6138 | 6399 | 6466 | 6813 | 6619 | 7391 | 1693 | 1328 | 2549 |
| AYACUCHO | 71 | 143 | 298 | 401 | 340 | 233 | 213 | 0 | 0 |
| CAJAMARCA | 1859 | 2382 | 2889 | 2390 | 3975 | 4678 | 4734 | 4409 | 2566 |
| CUZCO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| HUANCAVELICA | 8492 | 12107 | 10306 | 12261 | 10955 | 6450 | 5241 | 3241 | 4390 |
| HUANUCO | 15698 | 21007 | 21760 | 22185 | 21854 | 22495 | 21638 | 20894 | 14169 |
| ICA | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 130 | 310 |
| JUNIN | 19880 | 25108 | 22820 | 23841 | 15428 | 42933 | 21176 | 23100 | 17969 |
| LA LIBERTAD | 3900 | 3886 | 3999 | 4210 | 3954 | 3957 | 3943 | 4035 | 3730 |
| LIMA | 27384 | 26237 | 33706 | 31381 | 28954 | 31277 | 28051 | 26919 | 19697 |
| MADRE DE DIOS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MOQUEGUA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PASCO | 81980 | 21808 | 88622 | 95559 | 91772 | 99264 | 97631 | 103272 | 78284 |
| PIURA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PUNO | 1855 | 633 | 408 | 559 | 990 | 625 | 723 | 643 | 306 |
| TACNA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - ANUARIO DE LA MINERIA DEL PERU 1986 - 1988

CUADRO 1.7

PRODUCTORES DE PLOMO A NIVEL DE CONCENTRADOS Y MINERALES

1980 - 1988

TONELADAS METRICAS DE CONTENIDOS FINO RECUPERABLE

| EMPRESAS | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TOTAL | 174149 | 187109 | 198508 | 208066 | 193889 | 224086 | 189761 | 189683 | 148291 |
| CENTROMIN PERU | 82126 | 82468 | 85406 | 81183 | 71394 | 77113 | 69429 | 78088 | 58829 |
| CIA. MRA. MILPO | 11951 | 10830 | 13681 | 17977 | 15763 | 18175 | 18369 | 16273 | 12411 |
| CIA. MRA. ATACCOCHA | 13334 | 13891 | 14558 | 13393 | 11723 | 13972 | 15651 | 14223 | 10274 |
| CIA. MRA. SANTA LUISA | 7524 | 14481 | 11067 | 11420 | 12801 | 12472 | 13936 | 14029 | 9654 |
| SOC. MRA. EL BROCAL SA | 2411 | 2249 | 5170 | 8186 | 9023 | 10844 | 10083 | 9435 | 6270 |
| CIA. MRA. HUARON | 5621 | 5571 | 6495 | 6380 | 6560 | 5970 | 7825 | 7988 | 4657 |
| CIA. MRA. RAURA SA | 8711 | 6942 | 11495 | 11220 | 9481 | 10019 | 7702 | 6855 | 4515 |
| SAN I. DE MOROCOCHA | 3636 | 3529 | 4342 | 5076 | 4237 | 5585 | 5482 | 6266 | 5048 |
| CORP. MRA. NOR PERU SA | 3758 | 3466 | 3747 | 3952 | 3954 | 3954 | 3943 | 4035 | 3730 |
| CIA. MRA. CHUNGAR SA | 1133 | 1064 | 1334 | 1320 | 1910 | 2048 | 2120 | 3145 | 2269 |
| CIA. MRA. BUENAVENTURA | 1455 | 1744 | 3326 | 3454 | 2614 | 3342 | 3083 | 2798 | 1775 |
| CIA. MRA. YAULI SA | 1400 | 3572 | 1212 | 1318 | 1366 | 1793 | 2188 | 2526 | 2033 |
| VOLCAN CIA. MRA. | 849 | 849 | 1356 | 1973 | 1720 | 24583 | 2134 | 2419 | 1328 |
| CIA. MRA. HUAMPAR | 1684 | 1217 | 1093 | 1561 | 2016 | 2565 | 2017 | 2073 | 1542 |
| CENTRAMINAS SA | 315 | 330 | 344 | 669 | 1318 | 905 | 1320 | 1663 | 472 |
| N. L. INDUSTRIES | 0 | 0 | 1245 | 1524 | 1124 | 1090 | 1057 | 1521 | 2681 |
| CIA. MRA. COLQUIRRUMI | 1412 | 1555 | 2172 | 2277 | 2374 | 2517 | 2154 | 1500 | 711 |
| MRA. PACHAPAQUI SA | 87 | 160 | 398 | 801 | 1432 | 1382 | 1667 | 1362 | 1037 |
| CIA. MRA. STA. RITA SA | 1342 | 1666 | 1677 | 2054 | 1776 | 946 | 613 | 1082 | 1178 |
| SOC. M. AUSTRIA DUVAZ | 696 | 839 | 1249 | 1158 | 1065 | 1176 | 1034 | 1046 | 899 |
| CIA. MRA. CASTROVIRREYNA | 879 | 947 | 252 | 1471 | 2663 | 904 | 1036 | 1029 | 799 |
| CORP. MRA. CASTROVIRREYNA | 1681 | 1476 | 1709 | 1925 | 1396 | 1332 | 1140 | 937 | 546 |
| MINSUR SA | 416 | 388 | 390 | 446 | 424 | 485 | 679 | 625 | 301 |
| CIA. MRA. DEL MADRIGAL | 6138 | 6399 | 6466 | 6425 | 6294 | 6947 | 795 | 369 | 992 |
| CIA. MRALES. SANTANDER | 493 | 383 | 446 | 75 | 62 | 153 | 0 | 272 | 101 |
| CIA. MRA. RECUPERADA SA | 0 | 2993 | 2993 | 3218 | 3497 | 1436 | 0 | 132 | 530 |
| CIA. MRA. ALIANZA | 5374 | 5932 | 6006 | 6929 | 6156 | 708 | 26 | 21 | 890 |
| SIND. MRO. PACOCOCHA | 746 | 749 | 1126 | 1388 | 1089 | 539 | 41 | 6 | 346 |
| CIA. MRA. SAYAPULLO SA | 166 | 148 | 588 | 70 | 36 | 96 | 137 | 1 | 0 |
| CIA. MRA. STO. TORIBIO | 1189 | 1003 | 602 | 338 | 755 | 924 | 1220 | 0 | 630 |
| CIA. MRA. CHAVIN SA | 1912 | 1912 | 857 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| EMP. MRA. RAMIRO LOPEZ | 586 | 546 | 611 | 584 | 689 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CIA. MRA. CAUDALOSA SA | 1272 | 2087 | 1500 | 1930 | 1124 | 1300 | 1267 | 0 | 1857 |
| COLQUIMINAS SA | 261 | 243 | 0 | 0 | 219 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| OTROS | 3591 | 5480 | 3595 | 6371 | 5834 | 8732 | 11613 | 7964 | 9986 |

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS ANUARIO DEL PERU 1986 - 1988

CUADRO 1.8

PRODUCCION MINERA - METALURGICA

| EMPRESA PRODUCTO | TIPO | AÑOS | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 |
| CENTROMIN PERU | Plomo Refinado | 77795 | 72724 | 68829 | 67662 | 70192 | 81809 | 66324 | 66509 | 44388 | 68827 |
| | Plomo Laminado | 1 | 2 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | TOTAL | 77796 | 70726 | 68845 | 67662 | 70192 | 81809 | 66324 | 66509 | 44388 | 68827 |
| FUNDE- CONSA | Plomo Refinado | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4846 | 9352 | 5893 |
| MEDIANA Y PEQUEÑA MINERIA | Metal Fino | 96080 | 114383 | 129616 | 140400 | 116054 | 142277 | 123416 | 118314 | 94612 | |
| TOTAL | Fino Recuperable | 174139 | 185109 | 198500 | 208066 | 193889 | 224086 | 189761 | 189683 | 148292 | 182121 |

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - ANUARIO DE MINERIA 1980 - 1989

CUADRO 1.9

CONSUMO LOCAL DE PRODUCTO 1980 - 1988
(TM)

| PRODUCTO | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PLOMO | 20,261 | 15,056 | 12,988 | 10,106 | 12,912 | 11,668 | 19,507 | 21,907 | 19,661 |
| REFINADO | 1 | 3 | 25 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| LAMINADO | 36 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 14 | 0 |
| ANTIMONIAL | 0 | 0 | 0 | 107 | 586 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Referencia: MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, ANUARIO DE LA MINERIA DEL PERU 1980 - 1988.

CUADRO 1.10

EXPORTACION DE PLOMO POR TIPO PRODUCTO
(1980 - 1988)
(TM)

| EXPORTACION DE PLOMO | | |
|----------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| AÑO | EN MINERALES CONCENTRADOS | EN REFINADO PRODUCCION FUNDIDO |
| 1980 | 81,934 | 74,227 |
| 1981 | 59,989 | 80,365 |
| 1982 | 101,469 | 68,494 |
| 1983 | 132,758 | 62,933 |
| 1984 | 128,587 | 62,727 |
| 1985 | 112,669 | 65,829 |
| 1986 | 84,000 | 52,000 |
| 1987 | 101,000 | 45,000 |
| 1988 | 75,902 | 35,077 |

Referencia : MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, ANUARIO DE LA MINERIA DEL PERU 1980 -1988.

CUADRO 1.11

PRODUCCION Y CONSUMO MUNDIAL DE PLOMO
(1980 - 1988) MILES DE TONELADAS CORTAS

| PRO-CON/AÑO | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PRODUCCION MINERA | 3950.8 | 3806.5 | 3938.0 | 3820.0 | 3796.0 | 3963.7 | 3742.8 |
| | 1987 | 1988 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- |
| | 3715.7 | 3715.7 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- |
| PRODUCCION REFINADO | 5943.1 | 5908.0 | 5807.1 | 5787.3 | 5965.9 | 6194.6 | 6014.6 |
| | 1987 | 1988 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- |
| | 6754.0 | 6291.8 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- |
| CONSUMO REFINADO | 5709.4 | 5853.0 | 5755.0 | 5785.2 | 5947.1 | 5962.9 | 6050.3 |
| | 1987 | 1988 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- |
| | 6050.3 | 6280.5 | ---- | ---- | ---- | ---- | ---- |

Referencia : AMERICAN BUREAU OF METAL STATISTICS
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, ANUARIO DE LA MINERIA DEL PERU
1980 -1988.

CUADRO 1.12

CAPITULO 2
CONTROL QUIMICO DE IMPUREZAS

2.1 METODOS USADOS PARA EL CONTROL DE IMPUREZAS

Hay muchos métodos instrumentales, pero los más utilizados son los basados en la emisión y absorción de radiaciones por la materia.

2.1.1 Método basado en la Emisión de la Energía Radiante.

Espectrografía de Emisión

Cuando los átomos son sometidos a una energía interna, proporcionada por llamas, arcos o chispas, excitan al átomo y estos al regresar a su estado fundamental, emiten energía que sirven de estudio en el análisis cualitativo y cuantitativo.

Ventajas de este método

- Cualitativamente :El equipo detecta hasta 0.001% de iones metálicos y no metálicos como P, Si, As, C, B.
- Cuantitativamente: La determinación es rápida y las muestras pueden ser sólidas.
- La sensibilidad varía de un elemento a otro, y la exactitud es bastante buena ya que los errores son del 2%, si la lectura es directa los errores disminuyen.
- La espectroscopía de emisión, se aplica frecuentemente a una variedad de materiales,

sales, plantas, tejidos, metales, aleaciones en la industria.

a.- Fotometría de Llama.

Esta es una aplicación de la emisión de la energía radiante, cuando la energía de excitación es relativamente baja, la emisión se produce en la región visible del espectro.

La espectroscopía de llama necesita que la muestra este en solución, mayormente es aplicable a sustancias que se activan con facilidad, los metales alcalinos y alcalinos terreos grupo IA y IIA

2.1.2 Método basado en la absorción de la Energía Radiante

Espectrofotometría

Se basa principalmente en la medición de la absorción de radiaciones monocromáticas en la región ultravioleta, visible e infrarrojo.

Mediante la espectrofotometría se analizan soluciones de diferentes sustancias coloreadas, se emplean reacciones químicas para formar compuestos que absorben radiaciones en la región visible del espectro. Dentro de las aplicaciones tenemos:

a.- Colorimetría

La colorimetría trata de determinar la concentración de una sustancia midiendo la

absorción relativa de la luz visible o transmitancia con respecto a la concentración conocida de la muestra.

La medición se hace en instrumentos llamados colorímetros donde se determina las trazas metálicas de una sustancia, para cantidades mayores del 1% estos instrumentos no producen buenos resultados.

b.- Espectrofotometría de Absorción Atómica.

Es el estudio de la Absorción de la energía radiante por el átomo, los átomos para poder absorber energía deben estar disociados y en su estado fundamental y esto se consigue, vaporizando la muestra en una llama. La muestra absorbe solamente una línea llamada línea de resonancia, cuya intensidad disminuye por la absorción de los átomos, el elemento detector se encarga de medir esta disminución.

2.2 METODO QUE SE UTILIZA EN ESTE LABORATORIO

2.2.1 Espectroscopía por Absorción - Atómica

Análisis Cuantitativo

El proceso de absorción atómica lo ilustramos en la Fig. Nº 2.1. Luz a la longitud de onda de resonancia y de intensidad I_0 , es enfocada sobre la llama que contiene átomos al estado fundamental,

la intensidad inicial de la luz es disminuida en una cantidad determinada por la concentración de los átomos en la llama, luego la luz es dirigida sobre el detector donde se mide la intensidad disminuida I . La cantidad de la luz absorbida se determina por comparar de I a I_0

$$T = I/I_0 \qquad I_0 = \text{Intensidad inicial}$$
$$\%T = 100(I/I_0) \qquad I = \text{Intensidad Final}$$
$$A = \log(I/I_0) \qquad T = \% \text{ de transmitancia}$$
$$\qquad \qquad \qquad A = \text{Absorbancia}$$

PROCESO DE ABSORCION ATOMICA

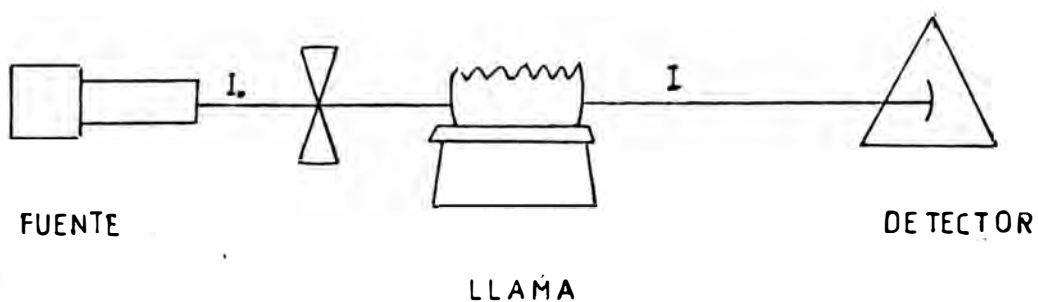


FIG. 2.1

a.- Consideraciones Básicas

La absorción atómica puede determinar cualquier elemento si su línea de resonancia está en el campo de la espectroscopía visible a ultravioleta, este método es tan sensible que permite detectar concentraciones tan bajas como 1 ppm, no es necesario separar el elemento problema de los demás elementos de la muestra, con lo que se gana mucho tiempo y se elimina fuentes de error.

b.- Aplicaciones

La más importante es la determinación de trazas de los elementos en metales refinados, oro, plata, plomo, etc.

También tenemos la estimación de metales en la pintura, en aguas fertilizantes, aceites, etc.

Determinación de Ca, Mg y Cu en muestras clínicas, estimación de plomo en la sangre y en la orina.

Análisis de metales en cementos, petróleos, vidrios, cerámica, etc.

En la Tabla 2.1 se observará los elementos susceptibles de ser determinados por espectroscopía de Absorción Atómica.

CONDICIONES STANDAR PARA ABSORCION ATOMICA

| ELEMENTO | SLIT (nm) | FLAMA | SENS.CHECK | ELEMENTO | SLIT (nm) | FLAMA | SENS. CHEC | |
|----------|-----------|-------|------------|----------|-----------|-------|------------|-------|
| Ag | 328.1 | 0.7 | A-AC | 3 | Nd | 463.4 | 0.2 N-AC | 500 |
| Al | 309.3 | 0.7 | N-AC | 45 | Ni | 232.2 | 0.2 A-AC | 7 |
| As | 193.7 | 0.7 | A-AC | 40 | Os | 290.9 | 0.2 N-AC | 45 |
| As | 193.7 | 0.7 | N-AC | 45 | P | 213.6 | 0.2 N-AC | 15000 |
| As | 193.7 | 0.7 | Ar-H | 7 | Pb | 283.3 | 0.7 A-AC | 25 |
| Au | 242.8 | 0.7 | A-AC | 12 | Pd | 247.6 | 0.2 A-AC | 12 |
| B | 249.7 | 0.7 | N-AC | 2000 | Pr | 495.1 | 0.2 N-AC | 2500 |
| Bo | 553.6 | 0.2 | N-AC | 20 | Pt | 265.9 | 0.7 A-AC | 90 |
| Ba | 553.6 | 0.2 | A-AC | 225 | Rb | 780 | 2 A-AC | 5 |
| Be | 234.9 | 0.7 | N-AC | 1.2 | Re | 346 | 0.2 N-AC | 700 |
| Bi | 223.1 | 0.2 | A-AC | 18 | Rh | 343.5 | 0.2 A-AC | 15 |
| Ca | 422.7 | 0.7 | A-AC | 3.5 | Ru | 349.9 | 0.2 A-AC | 25 |
| Ca | 422.7 | 0.7 | N-AC | 2.5 | Sb | 217.6 | 0.2 A-AC | 25 |
| Cd | 228.8 | 0.7 | A-AC | 1.2 | Sc | 391.2 | 0.2 N-AC | 20 |
| Co | 240.7 | 0.2 | A-AC | 7 | Se | 196 | 2 A-AC | 25 |
| Cr | 357.9 | 0.7 | A-AC | 4 | Se | 196 | 2 Ar-H | 12 |
| Cs | 852.1 | 2 | A-AC | 15 | Si | 251.6 | 0.2 N-AC | 85 |
| Cu | 324.7 | 0.7 | A-AC | 4 | Sm | 129.7 | 0.2 N-AC | 400 |
| Dy | 421.2 | 0.2 | N-AC | 40 | Sn | 286.3 | 0.7 N-AC | 200 |
| Er | 400.8 | 0.2 | N-AC | 45 | Sn | 286.3 | 0.7 A-AC | 180 |
| Eu | 459.4 | 0.2 | N-AC | 25 | Sn | 286.3 | 0.7 A-H | 70 |
| Fe | 248.3 | 0.2 | A-AC | 6 | Sr | 460.7 | 0.2 A-AC | 6 |
| Ga | 248.3 | 0.7 | N-AC | 65 | Sr | 460.7 | 0.2 N-AC | 4 |
| Gd | 407.9 | 0.2 | N-AC | 800 | Ta | 271.5 | 0.2 N-AC | 725 |
| Ge | 265.1 | 0.2 | N-AC | 110 | Tb | 432.6 | 0.2 N-AC | 400 |
| Hf | 286.6 | 0.2 | N-AC | 700 | Tc | 261.5 | 0.2 A-AC | 120 |
| Hg | 253.6 | 0.7 | A-AC | 350 | Te | 214.3 | 0.2 A-AC | 45 |
| Ho | 410.4 | 0.2 | N-AC | 50 | Ti | 365.3 | 0.2 N-AC | 85 |
| In | 303.9 | 0.7 | A-AC | 35 | Tl | 276.8 | 0.7 A-AC | 25 |
| Ir | 264 | 0.2 | A-AC | 400 | Tm | 371.8 | 0.7 N-AC | 16 |
| K | 766.5 | 2 | A-AC | 1.8 | U | 358.5 | 0.2 N-AC | 2300 |
| La | 550.1 | 0.2 | N-AC | 2000 | V | 318.4 | 0.7 N-AC | 75 |
| Li | 670.8 | 0.7 | A-AC | 1.5 | W | 255.1 | 0.2 N-AC | 500 |
| Lu | 336 | 0.2 | N-AC | 300 | Y | 410.2 | 0.2 N-AC | 85 |
| Mg | 285.2 | 0.7 | A-AC | 0.3 | Yb | 398.8 | 0.2 N-AC | 5 |
| Mn | 279.5 | 0.2 | A-AC | 2.5 | Zn | 213.9 | 0.7 A-AC | 0.8 |
| Mo | 313.3 | 0.7 | N-AC | 25 | Zr | 360.1 | 0.2 N-AC | 475 |
| Mo | 313.3 | 0.7 | A-AC | 40 | | | | |
| Na | 589 | 0.2 | A-AC | 0.7 | | | | |
| Nb | 334.4 | 0.2 | N-AC | 1700 | | | | |

A-AC = Aire-Acetileno
 N-AC = Oxido Nitroso-Acetileno
 Ar-H = Argon-Hidrogeno-Entrada de aire
 A-AH = Aire-Hidrogeno

a = concentracion de metal en g/ml en solucion acuosa da una lectura aproximada 0.2u
 b = Agregar gran cantidad de materia ionizable 1000 g/ml de cloruro de potasio
 c = Adicionar fluoruro para obtener una sensibilidad check mostramos los valores

c.- Rendimiento Instrumental

c.1 Sensitividad

Es un término que permite al operador determinar si las condiciones instrumentales están óptimas y si el equipo está rindiendo de acuerdo con sus especificaciones, este término se expresa como la concentración del elemento en microgramos por litro requerida para producir una absorción del 1%.

c.2 Límite de Detección

Describe las características de la relación señal-ruido de la línea base para que de esta manera se determine la más baja concentración del elemento que es medida y pueda ser claramente diferenciada de cero.

2.3 INSTRUMENTACION DE ABSORCION ATOMICA-COMPONENTES

BASICOS DE UN ESPECTROMETRO

Los tres requerimientos básicos son:

a.- Fuente de luz

b.- Celda de muestreo

c.- Consideraciones Opticas y Medida de la Luz
Especifica

a.- Fuente de Luz

La fuente de Luz debe emitir longitudes de onda discretas que puedan ser absorbidas por los átomos, esto se logra con las lámparas de cátodo hueco, es una fuente de energía discreta para la mayoría de elementos determinados por A.A., en algunos casos cuando los elementos son volátiles se utilizan lámparas de descarga sin electrodo que duran más y mejoran su sensibilidad .

La lámpara de cátodo hueco es un cilindro de vidrio lleno de argon y neón donde se encuentra el ánodo y cátodo hecho de un metal puro, que emite un espectro muy puro del material del cátodo.

b.- Celda de Muestreo

b.1 Sistema de Excitación

Este sistema de excitación es importante porque permite alta precisión y sensibilidad, requiriéndose de un buen quemador atomizador.

b.1.1 Quemador

Tenemos los de consumo total o difusión y los quemadores de tipo Premix o Premezclado
- Quemador de Consumo Total

Inicialmente se usaba este tipo, donde la muestra es aspirada totalmente dentro de la llama, el combustible y la muestra son pasados por diferentes canales a una única abertura simple del cual emerge la llama.

- Quemador de Premix o Premezclado

Es el que actualmente se utiliza, en este quemador la muestra es pulverizada por el atomizador dentro de la cámara donde se mezcla con el combustible y los gases oxidantes.

El aerosol de la muestra tiene gotitas de variado tamaño cuando entra a la cámara de premezclado, al entrar en la llama se vaporiza el agua de esas gotitas, el material sólido remanente debe, de igual forma, ser vaporizado y se debe romper los enlaces químicos, para obtener átomos libres al estado fundamental.

- Ventajas

- * Tiene buena atomización de la muestra, evitará la presencia de interferencias químicas, por esto se coloca un espiral de deflección de flujo en la cámara de premezcla.
- * El aerosol de la muestra se mezcla con los gases combustibles y oxidantes en la cámara de premezcla y luego es llevado al cabezal en donde ocurre la combustión y atomización de la muestra.
- * En este sistema el gas combustible y el oxidante es introducido a la cámara de

mezcla produciendo una llama constante así como la velocidad de entrada de la muestra es independiente, los ajustes de flujo del oxidante son efectuados por medio de una línea auxiliar que es la entrada del oxidante auxiliar.

Cabezales del Quemador

1.- Cabezal de titanio con una ranura

Que son de 10 cm, se usa para llamas de aire-acetileno, se usa para cualquier trabajo con este tipo de llama.

2.- Cabezales de titanio con tres ranuras

Es recomendable para muestras que contengan alto nivel de sólidos disueltos.

3.- Cabezales de titanio de 5 cm

Se emplean para llamas de óxido nitroso-acetileno, se usa para ampliar el rango analítico de trabajo.

b.1.2 Llama

Las combinaciones de gases usados en los análisis de absorción atómica son aire-acetileno, óxido nitroso-acetileno, aire-hidrógeno, argón-hidrógeno, aire-propano.

aire - acetileno. - se usa para determinar

más de 35 elementos por absorción atómica.

óxido nítrico - acetileno. - se usa para determinación de elementos que forman óxidos refractarios.

aire - hidrógeno. - es útil para la determinación de metales alcalinos como Na, K, Cs, Rb.

argón - hidrógeno. - la absorción que produce esta llama en el ultravioleta es entre (190 - 220)nm, por eso es particularmente útil para la determinación de arsénico (197.3nm) selenio (196nm).

TEMPERATURA DE LLAMA DE PRE-MEZCLA

| <u>OXIDANTE - COMBUSTIBLE</u> | <u>TEMPERATURA °C</u> |
|-------------------------------|-----------------------|
| Aire - Acetileno | 2125 - 2400 |
| NO ₂ - Acetileno | 2660 - 2800 |
| Aire - Hidrógeno | 2000 - 2050 |
| Argón - Hidrógeno | 300 - 800 |
| Aire - Metano | 1875 |
| Aire - Gas Natural | 1700 - 1900 |

REF.: J. A. Dean y T. C. Rains "Flame emission and atomic absorption", Vol I, Marcel Dekker (New York) 1969.

TABLA 2.2

c.- Consideraciones ópticas y medidas de la luz Especifica

c.1 Equipos

Para lograr el mejoramiento de la estabilidad de la línea base se ha diseñado equipos de un solo haz y de doble haz.

- Espectrofotómetro de Absorción Atómica de un solo haz.- se llama de un solo haz porque todas las medidas se basan en la variación de la intensidad de luz en un solo haz.

- Espectrómetro de Absorción Atómica de doble haz.- En este diseño, la luz de la lámpara es dividida en un haz muestra que es enfocado a través de la celda de muestra y un haz de referencia que pasa alrededor de la celda de la muestra y la señal que se obtiene es la relación de 2 haces.

- Ventajas y desventajas de los Espectrómetros de un solo haz y de doble haz.

* En un sistema de un solo haz cualquier fluctuación en la intensidad de la fuente se manifiesta en las lecturas del instrumento. Mientras que el sistema de doble haz, la fluctuación no es registrada por la relación entre los dos haces.

* La línea base, desde donde se hacen las medidas de las absorbancias, es entonces más estable en un instrumento de doble haz.

* En un sistema de doble haz hace que no sea

necesario precalentar la lámpara antes de usarla, lo que permite al operador una extensión de vida útil de la lámpara.

- * El mejoramiento de la estabilidad de la línea base da la facilidad de emplear más altas escalas de expansión para la determinación de muy bajas concentraciones.
- * El mejoramiento de la línea base permite producir un instrumento con bajas características de ruido.

ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA DE UN SOLO HAZ

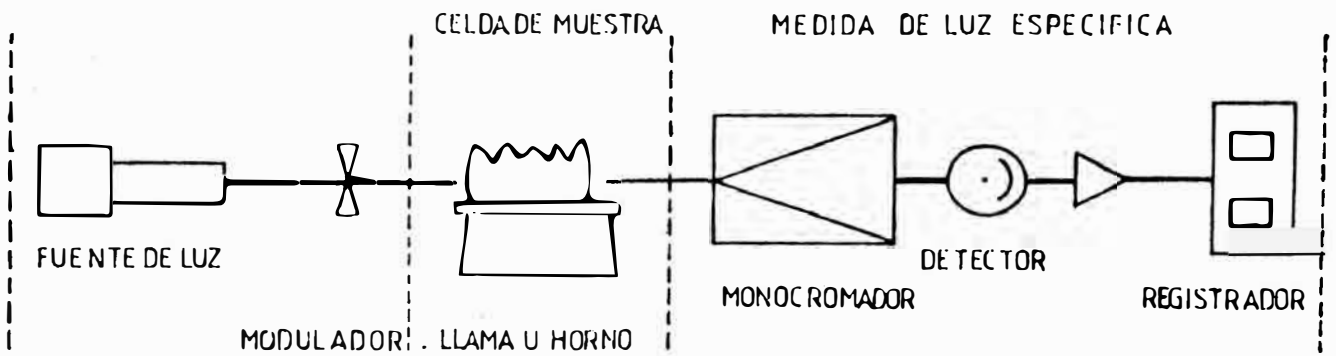


FIG. # 2.2

ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA DE DOBLE HAZ

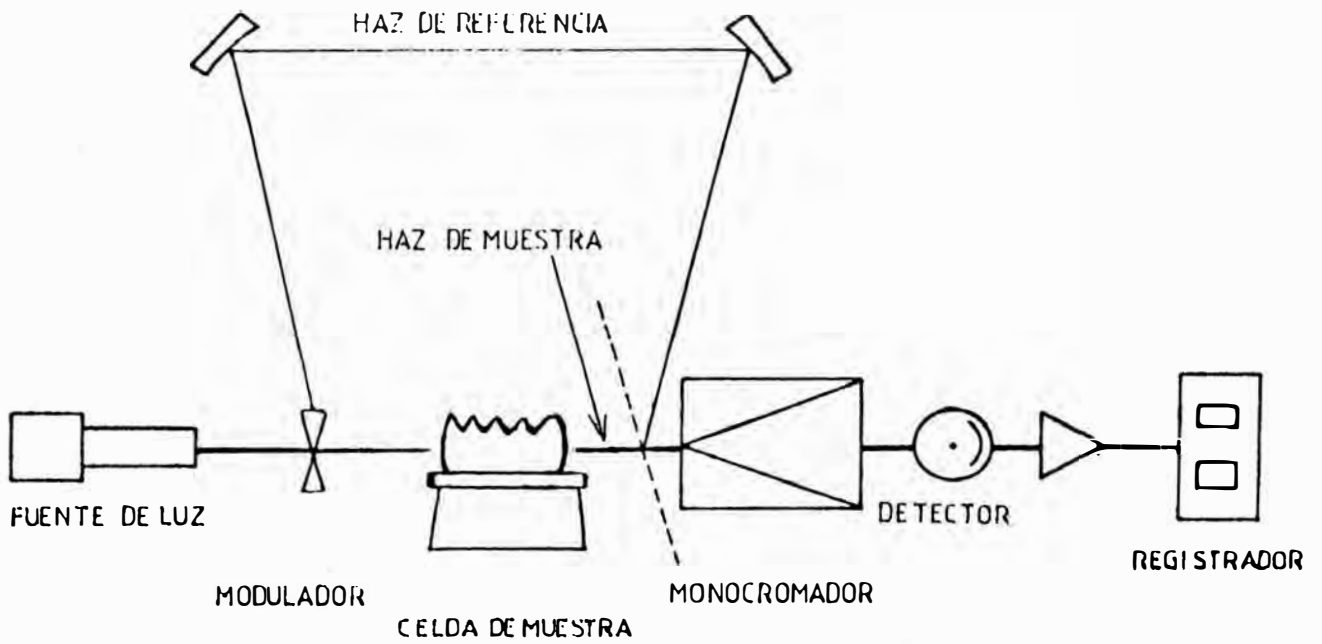


FIG. # 2.3

c.2 Monocromador

Es variable en los equipos pero se caracterizan por que dispersan las longitudes de onda de la luz y solo la línea analítica es enfocada sobre el detector, posee una red de difracción que produce la dispersión, las redes grandes de alta calidad son costosas y difíciles de hacer, pero se construyen redes pequeñas y el efecto es corregido con las rejillas.

Otro factor que afecta la eficiencia óptica es el ángulo con que es cortado la red, esto permite que no haya pérdida en la intensidad, como resultado de un proceso de difracción.

c.3 Detector

Este es un tubo termocónico muy sensible y con un tiempo de respuesta muy pequeño.

c.4 Amplificador

La señal la amplifica y no degrada la forma de longitud de onda.

c.5 Sistema de Lectura, Microcomputador:

Es un circuito integrado simple, capaz de suministrar un control centralizado y manipulación de datos para un número de operaciones dados.

2.4 PARAMETROS ANALITICOS EN LOS EQUIPOS DE ABSORCION

ATOMICA

Es muy importante controlar estos parámetros, pues si uno de ellos esta erróneo. los resultados también lo serán.

a.- Longitud de Onda

Para los análisis por A.A. se trabaja dentro del rango (380 - 780)nm (nanómetros) en la región visible y en radiaciones ultravioleta con longitud de onda más corta, la longitud de onda es característica de cada elemento y se tiene que buscar la máxima deflexión donde la absorbancia sea máxima con el menor límite de detección.

b.- Rendija (Slit)

Llamada rendijas o ventana cuyo tamaño presenta el paso de luz que va al detector, este parámetro depende de cada elemento. Véase Tabla 2.3.

c.- Control de la Energía Eléctrica

El control se lleva tanto en el cátodo como en el sistema electrónico ya que se requiere de una cantidad de energía, que si se excediera tanto las lámparas como el equipo se dañarían, y si fuera muy baja la energía los resultados serían erróneos.

PARAMETROS ANALITICOS DE LOS ELEMENTOS DE TRABAJO

| FUENTE : | PLATA : | COBRE : | PLOMO : | ZINC : | FIERRO : | ANTIMONIO: | BISMUTO : | CALCIO-Mg : |
|--------------------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|--------------------|
| CATODO HUECO : | PLATA : | COBRE : | PLOMO : | ZINC : | FIERRO : | ANTIMONIO: | BISMUTO : | CALCIO-Mg : |
| CORRIENTE (Ma) : | 10-12 : | 10-15 : | 5-10 : | 15-20 : | 30 : | 15-20 : | 5-15 : | 5-15 : |
| LONG. DE ONDA (nm) : | 328.1 : | 324.75 : | 283.3 : | 213.86 : | 248.3 : | 231.2 : | 223.1 : | 422.7 : 215.2 : |
| REGION : | U.V. : | U.V. : | U.V. : | U.V. : | U.V. : | U.V. : | U.V. : | U.V. : |
| RENDIJA (nm) : | 0.7 : | 0.7 : | 0.7 : | 0.7 : | 0.2 : | 0.7 : | 0.2 : | 0.7 : |
| QUEMADOR : | PREMEZCLA: | PREMEZCLA: | PREMEZCLA: | PREMEZCLA: | PREMEZCLA: | PREMEZCLA: | PREMEZCLA: | PREMEZCLA: |
| CAPILAR (cm) : | 12.5 cm : | 12.5 cm : | 12.5cm : | 12.5cm : | 12.5cm : | 12.5cm : | 12.5cm : | 12.5 : |
| LLAMA : | OXIDANTE : | OXIDANTE : | OXIDANTE : | OXIDANTE : | OXIDANTE : | OXIDANTE : | OXIDANTE : | OXIDANTE : |
| COMBUSTIBLE : | ACETILENO: | ACETILENO: | ACETILENO: | ACETILENO: | ACETILENO: | ACETILENO: | ACETILENO: | ACETILENO: |
| PRESION SALIDA: (psig) : | 10 : | 10 : | 10 : | 10 : | 10 : | 10 : | 10 : | 10 : |
| OXIDANTE : | AIRE : | AIRE : | AIRE A 60 : | AIRE : | AIRE : | AIRE : | AIRE : | AIRE : |
| PRESION SALIDA: (psig) : | : | 60-100 : | 60-100 : | 60-100 : | 60-100 : | 60-100 : | 60-100 : | 60-100 : |
| SENSIBILIDAD (ug/ml) : | 0.06 : | 0.10 : | 0.50 : | 0.015 : | 0.1 : | 0.5 : | 0.08 : | 0.08 : 0.007 : |
| INTERFERENCIA : | NO HAY : | NO HAY : | NO HAY : | NO HAY : | NO HAY : | NO HAY : | NO HAY : | NO HAY : |

MANUAL CONDICIONES STANDAR - PERKIN ELMER, September 1976

Tabla 2.3

d.- Las Llamas

Se debe de tener una llama con suficiente poder calorífico para disociar los elementos y no producir interferencia.

e.- Tipo de Quemador

Deben ser construídos de titanio para darle resistencia extrema al calor y a la corrosión, el uso de los diversos quemadores es de acuerdo a la muestra con que se trabaja.

2.5 ESPECTOFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA MODELO 2380

PERKIN ELMER

Como se necesitaba analizar trazas metálicas, se eligió este equipo por que era el más moderno y con las últimas innovaciones en el diseño y mejor técnica de fabricación.

Los equipos instrumentales a través de los años van cambiando y van teniendo un rendimiento analítico garantizado.

a.- Sistema Optico

El rendimiento de un Equipo Instrumental se mide por su Sistema Optico.

ESPECIFICACIONES OPTICAS DE LOS ESPECTROFOTOMETROS

| ESPECIFICACIONES | M O D E L O S | |
|------------------|---|---|
| | PERKIN ELMER 2380 | OTROS MODELOS |
| FOTOMETRO | Posee un sistema óptico de haz doble | Posee un sistema óptico de haz simple |
| MONOCROMADOR | Posee un monocromador de alta dispersión | Monocromador de alta dispersión |
| MONOCROMADOR | Utiliza una red de difracción de 71x64 mm | Red de difracción menores de 45x45 mm |
| MONOCROMADOR | Dispersión de la red de difracción de 1.6 nm/mm | Dispersión de la red de 1.6 nm/mm |
| MONOCROMADOR | Posee 2 ángulos de brillo máximos en el U.V. de 236nm y en el visible de 597 nm | Sus ángulos brillo son como máximo 255 nm |
| MONOCROMADOR | Posee 2 conjuntos de rendijas | Posee 2 conjuntos de rendijas. |

a.1 Ventajas de la 2380

1. Eficiente transmisión de energía en el intervalo completo de longitud de radiación.
2. Eficacia de una red de difracción, produciendo una elevada transmisión de energía, a menor ganancia, y a mayor precisión.
3. Debido a su elevada dispersión, utiliza rendijas mecánicas más anchas aprovechando

la mayor radiación sin sacrificar la capacidad de resolución del espectrómetro.

b.- Quemador y Sistema de Control del Quemador

- Al quemador se le puede acomodar un flow spoiler o una bola de impacto que ofrecerá mejoras en los límites de detección para varios elementos.
- Sistema de Control del Quemador, se ha ido variando conforme avanza la tecnología, se va automatizando, proporcionando completa seguridad de funcionamiento.

c.- Electrónica del Microprocesador

La electrónica ha permitido:

- Calibración sencilla empleando 1, 2 ó 3 patrones hasta para curvas no lineales.
- Lleva programas estadísticos incorporados logrando mayor precisión en el análisis.
- El instrumento muestra al analista sobre la existencia de condiciones de error. Ver en el Anexo 8

2.6 ESPECTOFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA 3100

Es el último modelo a la fecha diseñado con un poderoso sistema de manejo de datos basado en un P.C. con una pantalla de datos innovadora y un software específico realizado por y para el usuario de Absorción Atómica.

En cuanto a estructura física no varía con los modelos anteriores.

Este equipo ha sido diseñado para maximizar la relación prestaciones/precio, rendimiento, versatilidad, seguridad y facilidad de uso.

CAPITULO 3
DESCRIPCION DEL PROCESO DE
REFINACION PIROMETALURIGICO DE PLOMO

3.1 FUNDICION DE CONCENTRADOS

a.- Localización

La Fundición de Concentrados S. A., se encuentra ubicada en la zona norte de Lima, en la provincia de Chancay a 30.5 Km. de la ciudad de Huacho y a 6 Km. de un pueblo llamado Chambara. Observar Fig. 3.1

b.- Clima

El clima en la costa central es bastante caluroso y húmedo en verano y durante los meses de invierno es frío.

c.- Mano de Obra

En el lugar no hay disponibilidad de personal calificado es por eso que constantemente hay entrenamiento del personal.

d.- Distribución de Planta

Se encuentra distribuídos en área operativa del proceso y en área de servicios.

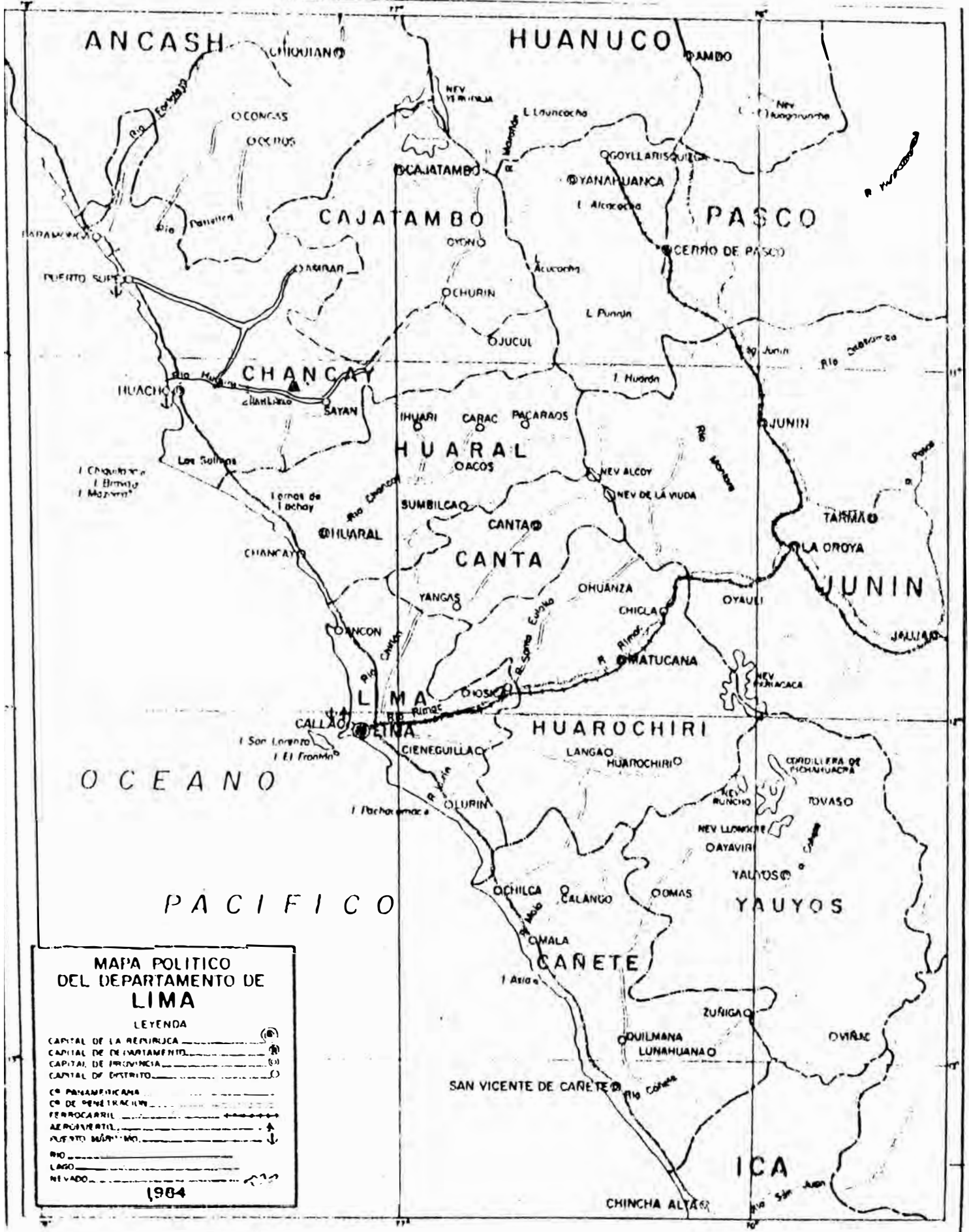
d.1 Area Operativa

- Planta de aglomeración
- Planta de altos hornos
- Planta de afinos de plomo
- Planta de metales preciosos

d.2 Area de Servicios

- Sección de mantenimiento
- Sección de laboratorio

PLANO DE UBICACION DE LA FUNDICION DE CONCENTRADOS S.A



- Sección administrativo

- Sección de almacenamiento de carga

e.- Suministro de Energía

Se realiza mediante grupos electrógenos principal y auxiliar, lo cual asegura la disponibilidad de la energía eléctrica.

El principal combustible es el diesel que se adquiere en Huacho o en Sayan.

f.- Suministro de Agua

Por el pueblo de Chumbara pasa el río Huaura, habiendo agua para provisionar a la planta.

Se ha hecho una poza muy profunda donde el agua se filtra del subsuelo, posteriormente es bombeado a la planta.

g.- Depósito de Residuos

Muy cerca a 600 metros de las laderas de los cerros se depositan los residuos (escoria de los hornos).

h.- Materias primas

Los concentrados de plomo con los fundentes llegan a la fundición donde son tratados en la planta de aglomeración y altos hornos, obteniendo el plomo de obra que luego de ser desnatado, es llamado plomo drossado.

La composición del plomo de obra en porcentaje está dentro de los siguientes rangos:

Pb = (92 - 99)%

Au = (0.0001 - 0.05)%

Ag = (0.05 - 0.8)%

Cu = (0.1 - 7.0)%

Zn = (0.006 - 1.3)%

Sb = (0.1 - 1.5)%

Bi \leq 0.3 %

As \leq 1.9%

Fe \leq 0.25%

3.2 PLANTA DE AFINOS DE PLOMO

Es el lugar donde el material fundido con cierto grado de impurezas se le va a refinar y purificar, logrando obtener un plomo de 99.99%.

La separación de impurezas se realiza por un proceso de refinación pirometalúrgico, observamos en la Figura 3.2 su ubicación.

a.- Distribución de Planta

La planta consta de tres áreas

- Area operativa del proceso
- Area administrativa
- Area de moldeo y almacenamiento

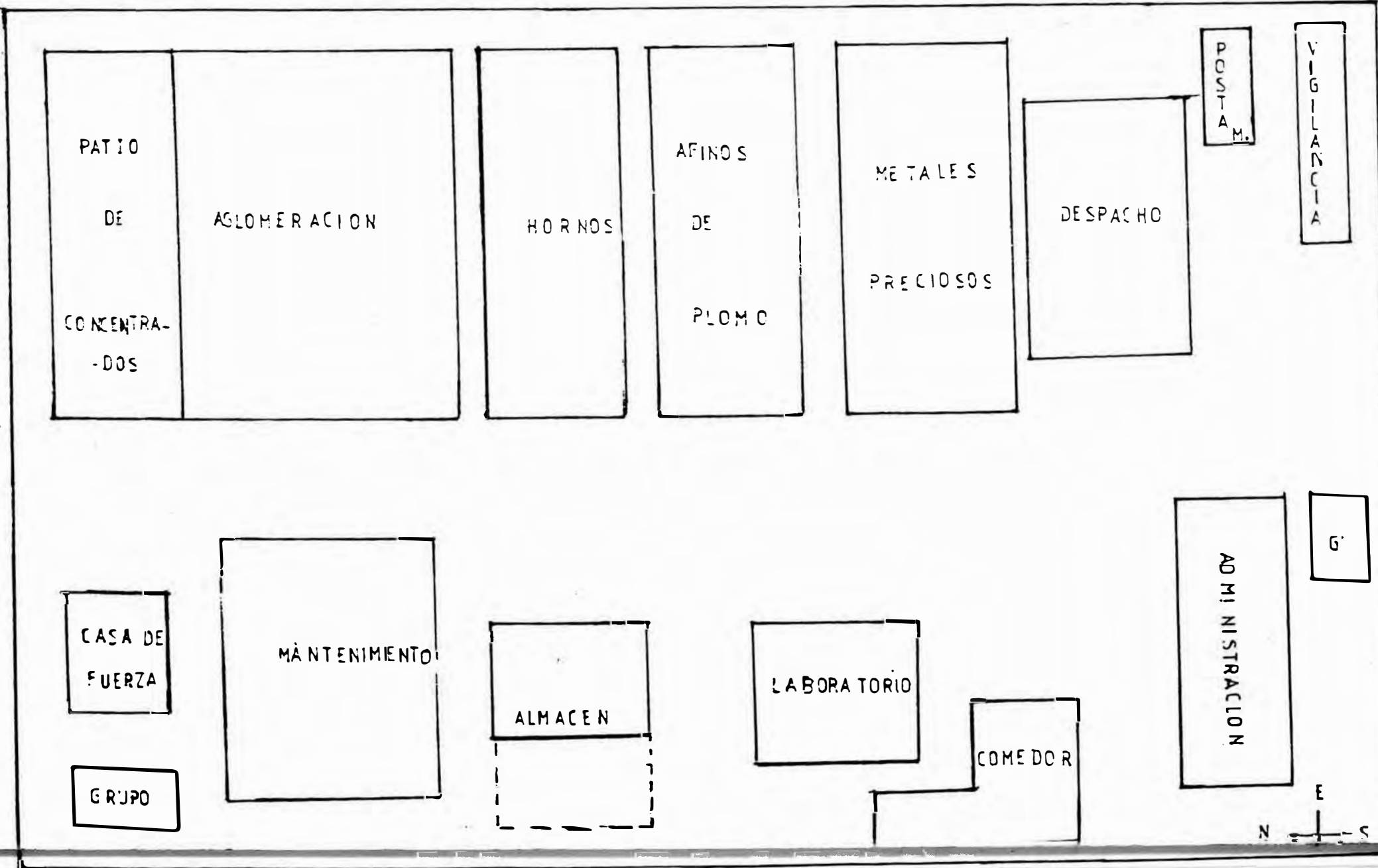
b.- Materia Prima

Es el plomo de obra proveniente de los siguientes lugares:

- 1.- Alto Horno (trata el sinter)
- 2.- Horno Reverbero (trata el dross de cobre)
- 3.- Horno de Licuación (trata el dross de plata)

En estos tres hornos se obtiene plomo impuro que

DISTRIBUCION DE PLANTA DE FUNDICION DE CONCENTRADOS S.A



contiene cantidades variables de otros metales y que requieren ser separados antes de poder obtener plomo puro comercial.

COMPOSICIONES PROMEDIOS DE PLOMO DE OBRA

| PROCEDENCIA | COMPOSICION | | | |
|-----------------|-------------|----------------|----------------|------|
| | Pb % | Ag * onz/TC | Au * onz/TC | Cu % |
| Alto Horno | 97.10 | 130.50 | 0.108 | 0.60 |
| Horno Reverbero | 96.00 | 176.50 | 0.4 | 1.15 |
| Horno Licuación | 96.80 | 0.63 | 0.06 | 0.15 |

Fuente : FUNDECONSA - SECCION ALTOS HORNOS, 1988

CUADRO 3.1

3.3 DEPURACION DEL PLOMO DE OBRA

El bullón obtenido de los hornos a una T = (600-650)°C, es depositado en unas tazas de fierro recubiertos con una mezcla de escoria y cemento, este plomo es descargado a una olla en la cual se realiza la primera refinación cruda de plomo por enfriamiento, formándose una espuma (dross de cobre) donde se depura al plomo con una zaranda de fierro. Este plomo drossado cuando está más o menos limpio es bombeado a la planta de refinación.

Esta operación dura de 20 - 22 horas y se trabaja con 2 ó 3 hombres.

COMPOSICIONES PROMEDIOS DE PLOMO DROSSADO

| MUESTRA | COMPOSICION | | |
|-----------|-------------|-----------|------|
| | Pb % | Ag onz/TC | Cu % |
| Muestra 1 | 95.75 | 198.5 | 0.25 |
| Muestra 2 | 96.36 | 183.7 | 0.38 |
| Muestra 3 | 95.35 | 115.4 | 0.20 |

Referencia: FUNDECONSA, Altos Hornos 1988

CUADRO 3.2

3.4 AREA OPERATIVA DEL PROCESO DE REFINACION

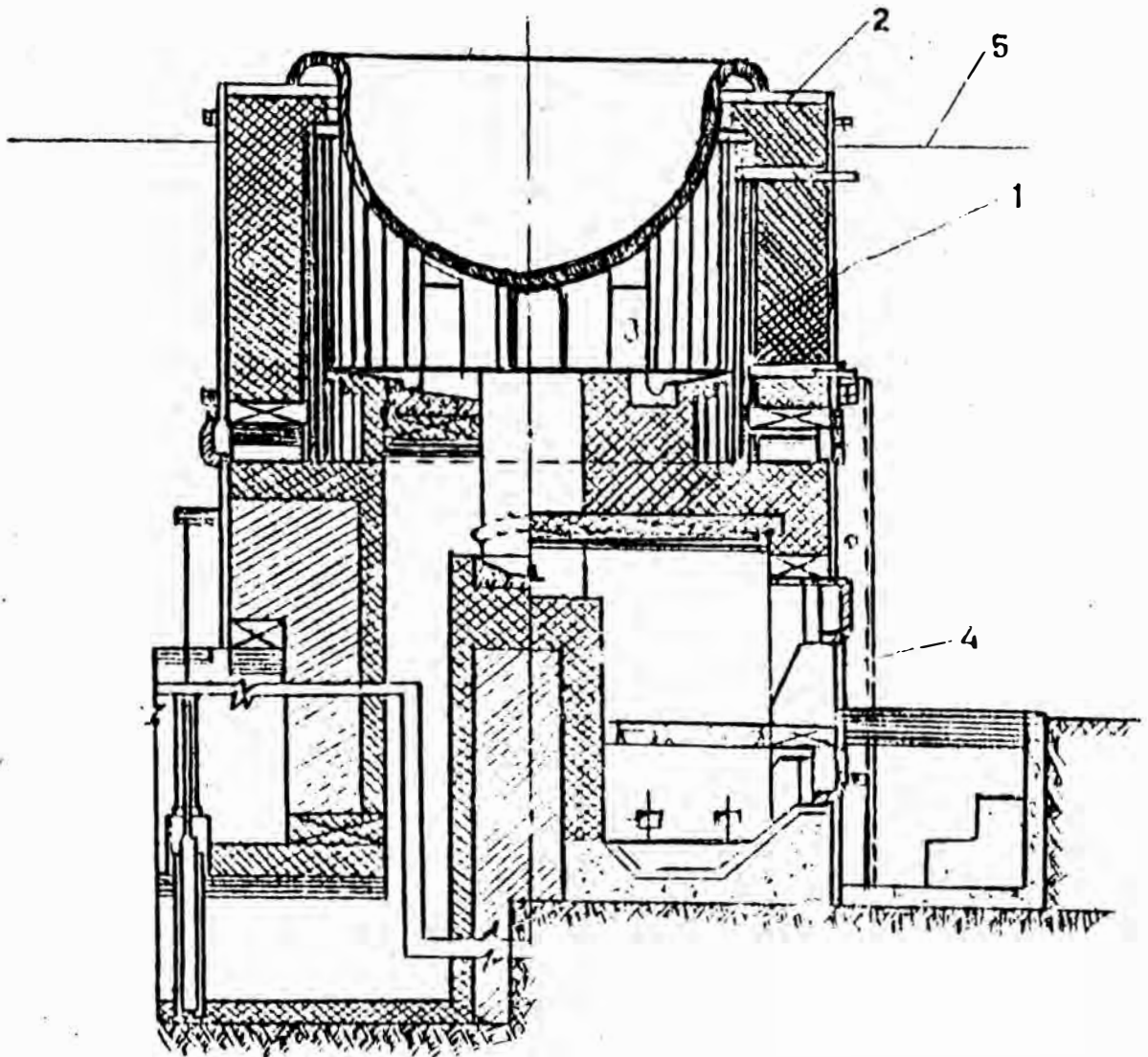
PIROMETALURGICA

El proceso de refinación pirometalúrgica o llamado de horno caldera, es el que se lleva a cabo en esta planta.

La parte central de la planta son las ollas de fierro fundido o acero, calentados con petróleo gas o electricidad, las ollas están construidas bajo una manpostería de ladrillos como se ve en la Fig. 3.3. Los gases producidos son descargados a una chimenea y eliminados fuera de este ambiente.

Una olla de refinación normal tiene una capacidad máxima de 47 Toneladas métricas de plomo fundido. Este plomo es transportado de olla a olla por bombas centrífugas que son movilizadas con la ayuda de puentes grúas.

OLLA PARA REFINAMIENTO DE PLOMO



1-Manposteria de soporte ; 2-Anillo protector ;
3-Soporte de base ; 4-Camara de combustión ;
5- Piso de cargio.

FIG. # 3.3

Agitadores portátiles son usados para mezclar el plomo fundido en la olla mejorando apreciablemente la operación de refinación y reduciendo los costos.

La materia prima de la planta es el plomo drossado que proviene de la sección hornos. Este metal tiene un alto contenido de impurezas y es tratado, logrando eliminarlos al máximo, obteniendo un plomo puro comercial.

3.5 FASES DEL PROCESO DE REFINACION

3.5.1 Remoción de cobre en Frio y Decoperizado

a.- Etapa Nº 1

El plomo drossado es recibido a 400°C aproximadamente y es enfriado hasta 340°C a fin de extraer cualquier elemento o sus compuestos que sean menos solubles a más baja temperatura. Desde que el cobre es el principal sub-producto el cual llega a estar concentrado en el dross. El cobre se precipita como sulfuro, arseniuro, antimoniuro o estaniuro; estos compuestos precipitan en **ese orden.**

Este proceso es llevado a cabo con un buen batido y se va agregando coque fino o aserrín para así ayudar a la formación de aquel precipitado que termina como un "polvo negro"

que nos indica que ya ha terminado y se encuentra listo el baño para entrar a la segunda etapa que es el decoperizado con azufre.

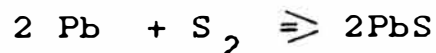
b.- Etapa Nº 2

La finalidad de la segunda etapa es disminuir el contenido de cobre a niveles de partes por millón ya que en la primera etapa solo se llega hasta 0.1%, observamos en el Diagrama Pb-Cu, la solidificación ocurre a 326°C y el eutéctico solidificado a esta temperatura llega a ese contenido de cobre.

En la segunda etapa se agrega azufre al baño en pequeñas partículas porque la reacción es violenta.

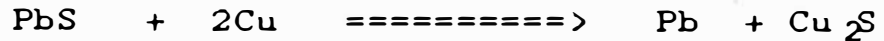
A una temperatura de (320 -330°C) y con una agitación de 45 a 60 minutos.

El cobre remanente reacciona con el azufre para formar sulfuro cuproso insoluble en sulfuro de plomo.



El sulfuro de plomo se forma preferencialmente (se explica por la ley de masas), la concentración de plomo en la aleación es mucho más alta que la de cobre, este sulfuro de plomo se disuelve en el plomo líquido, como se

aprecia en el sistema Pb - S, la solubilidad de sulfuro de plomo a la temperatura del proceso puede ser tan alta como 0.7 a 0.8%, inicialmente el cobre tiene alta afinidad para el azufre.



En equilibrio

$$K = \frac{a_{\text{PbS}} \cdot a_{\text{Cu}}^2}{a_{\text{Pb}}}$$

Si $a_{\text{(Pb)}} = 1$

$$K = a_{\text{(PbS)}} \cdot a_{\text{(Cu)}}^2$$

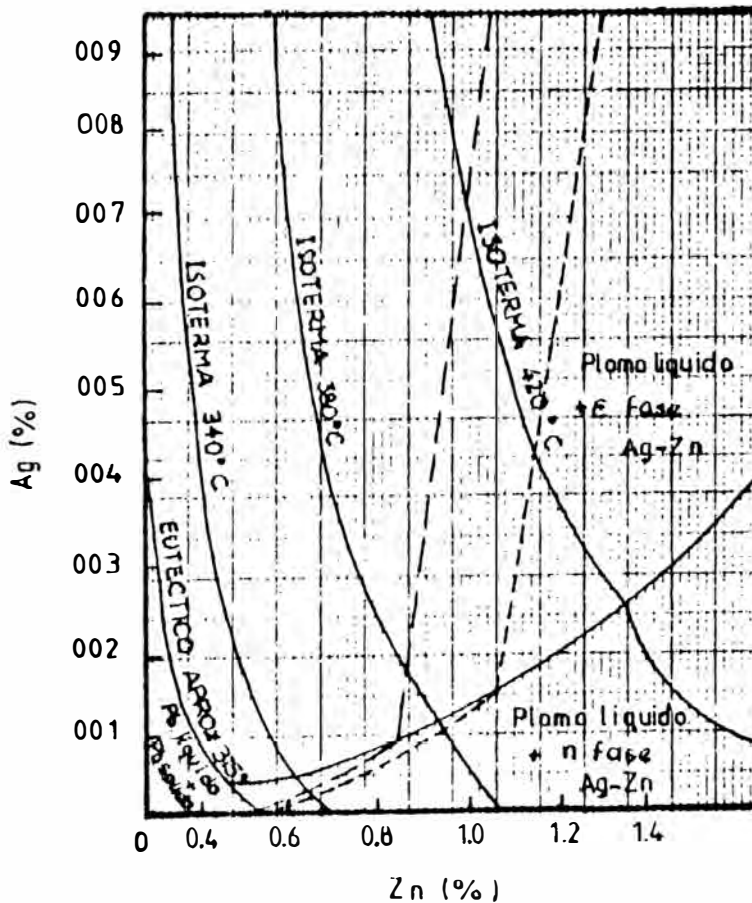
Por lo tanto el contenido residual de cobre en el plomo será:

$$[\text{Cu}] = a_{\text{(Cu)}} = \sqrt{\frac{K}{a_{\text{(PbS)}}}}$$

Explicando de otra forma el equilibrio de la concentración residual del cobre después del drossado será menor cuanto mayor sea la cantidad de sulfuro de plomo, para una solución saturada de (SPb) (0.7 - 0.89)% a 330°C, se muestrea y analiza. La concentración debe ser del orden de partes por millón.

SISTEMA PLOMO - COBRE

En el diagrama 3.1 de constitución de la aleación. La solidificación final ocurre a 326°C, el eutéctico solidificado a esta temperatura, contiene alrededor de 0.1% de cobre.



Ref. Enciclopedia tecnologica XII (7)
Diagrama 3.1

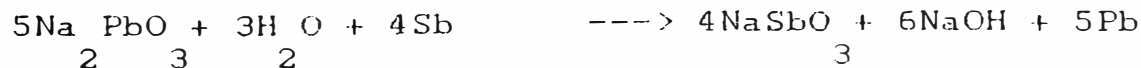
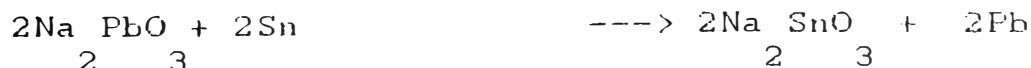
3.5.2 Remoción de Antimonio - Arsénico (ablandamiento)

Luego de decoperizar el baño de plomo y libre de dross de cobre en su superficie de baño, se prende el quemador para elevar la temperatura y empezar el proceso de ablandamiento, cuya temperatura óptima de reacción están en el rango (600 - 650)°C

En la olla K-2 se agrega el plomo decoperizado, mezclado con hidróxido de sodio - nitrato de sodio - cloruro de sodio (fundente). Se introducen también por una tubería aire enriquecido con oxígeno, el aire ingresa a una presión de 75 psia y el oxígeno a una presión de 100 psia.

A medida que se agrega la mezcla ingresa el aire más oxígeno y con agitación continua el material reacciona.

Las reacciones que se producen en la olla de reacción son probablemente las siguientes:



El nitrato de sodio oxida primero al baño de plomo, el plomo es oxidado formando plumbato de sodio, este compuesto reacciona a su vez con el arsénico, estaño y antimonio formando sales.

El aire enriquecido de oxígeno que es introducido a la olla ayuda a la oxidación que se basa en reacciones del Sistema Pb - Sb - O, Pb - As - O, Pb - Sn - O. El cloruro de sodio introducido también, es un fundente que ayuda a elevar la temperatura a más de 600°C formándose los óxidos SnO_2 , As_2O_3 y Sb_2O_3 , por lo tanto esta mezcla de óxidos y sales de Sn, As y Sb flotan en la superficie del baño en forma de escoria y son removidos hasta la aparición del arco iris en la superficie del baño en forma nítida, momento en que se paraliza todo y se muestrea por antimonio y plata, posteriormente el plomo es transvasado a la (olla K-3), para remover la plata.

3.5.3 Remoción de Plata y Oro (desplate)

Después de la remoción de las impurezas que no tienen valor comparado con el plomo, quedan las impurezas más notables que el plomo y son la plata, el oro, y el bismuto.

La plata se separa por precipitación con cinc, formando cristales de Ag - Zn y Au - Zn, fase "n" o

fase "s" dependiendo de la concentración y temperatura.

La planta de afino de plomo, opera en dos etapas, por medio del cual el consumo de cinc es menor que el de una sola etapa.

a.- Primera Etapa

En la olla K-3 se agrega el cinc a una temperatura cerca de 460°C , una vez disuelto el cinc se agita por veinte minutos como máximo, con el fin de evitar que se impregne la escoria con el plomo.

La costra de plata - cinc, llamada dross de Plata se separa en un rango de temperatura ($370 - 460^{\circ}\text{C}$) por medio de herramientas llamadas espumaderas y es llevado a la parrilla donde se le presiona con el fin de escurrir la mayor cantidad de plomo arrastrado.

Luego a partir de 370°C se hace lo que se llama primer desplate que consiste en separar cristales de Ag-Zn fase n (con una razón Ag/Zn más baja).

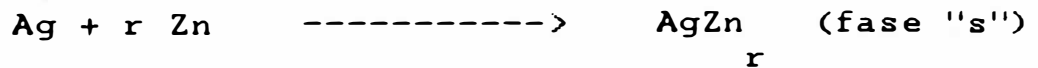
Hasta antes de su punto de solidificación ($320-318^{\circ}\text{C}$) de temperatura a la cual se muestrean y si se añadió el cinc correcto, la concentración de plata debe ser menor que $(70 - 50)\text{ppm}$.

b.- Segunda Etapa

Aquí nuevamente se eleva la temperatura a 460°C y se agrega cinc conveniente para asegurar un buen segundo desplate y se agita 20 minutos, produciéndose cristales Ag-Zn, se enfria hasta 370°C y se procede de igual forma que el primer desplate.

Si el cinc agregado ha sido correcto el plomo final, justo antes del punto de solidificación (318 - 320 °C) contendrá 3 - 10 ppm y cerca de 0.5 a 0.6% de Zinc requisitos indispensables para pasar a la olla (K-4).

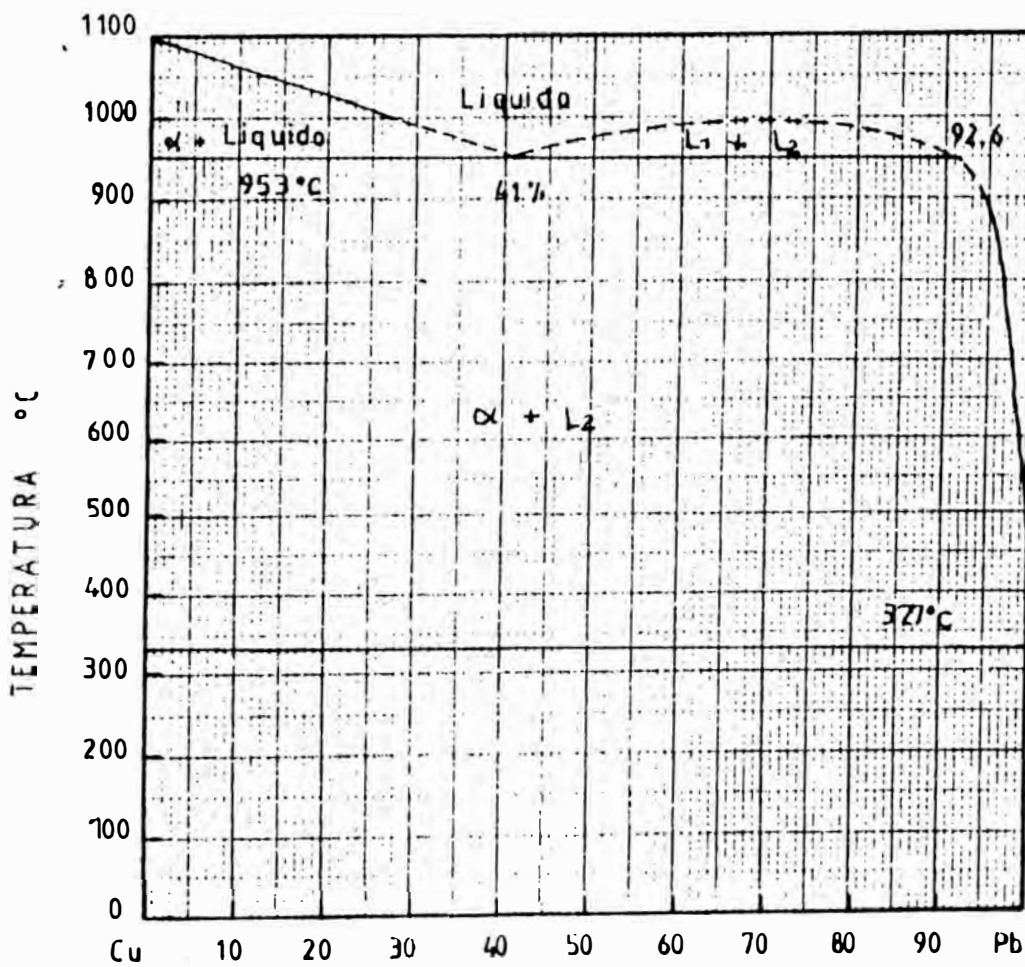
La reacción probable del proceso será:



Donde (r), varia con la temperatura y con la concentración.

SISTEMA PLOMO, PLATA - ZINC

En el diagrama la composición de plomo cambia a lo largo de la curva de enfriamiento a la derecha y alcanza una composición de cerca de 3 ppm de plata; 0.50% Zn y esta cerca a 318°C



P L O M O % En peso

Ref. Enciclopedia tecnologica XII (7)

Diagrama. 3.7

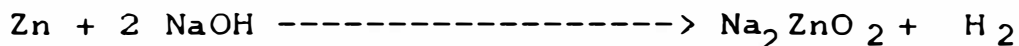
3.5.4 Remoción de Cinc (descincado)

El plomo después del desplate contiene de 0.50% al 0.60% de cinc.

El cinc es separado en la olla (K-4), por oxidación mediante la adición de soda granulada en el rango (400 - 460 °C) con agitación continua de 3 a 4 horas aproximadamente.

La remoción de cinc por este proceso produce un dross, el cual es una mezcla de óxido de cinc y de óxido de plomo y de plomo metálico, él cual se retorna a la fundición para su recuperación del plomo.

La reacción que ocurre es:



Cuando se termina la descincación, el contenido de Zn al final será inferior a 0.001%.

3.5.5 Remoción del Bismuto (debismutizado)

Existen varios métodos para eliminar el bismuto, siendo el más funcional el de adición de metales alcalinos térreos, calcio y magnesio conocido como procedimiento "Bitterton Kroll", se basa en que el calcio y magnesio forman compuestos de punto de fusión alto Ca_2Bi y Mg_2Bi que se eliminan del baño de plomo como una liga de bismuto (escoria que flota).

Este proceso se realiza en dos etapas.

a.- Primera Etapa

El plomo descincado junto con el calcio metálico se mezclan a una temperatura (390 - 400 °C) con ayuda de una batidora se agita, luego de disuelto se agrega el magnesio metálico se disuelve y agita en el mismo rango de temperatura, se saca la batidora y se comienza a extraer la liga de CaMg_2Bi_2 rico en bismuto hasta una $T = 365$ °C, temperatura a la cual se coloca una bomba de recirculación para así poder sacar una nata muy fina, desde 350°C hasta (320-325)°C, temperatura que se para de recircular y se muestrea, analizándose el contenido de calcio y magnesio, datos necesarios para la saturación en la segunda etapa.

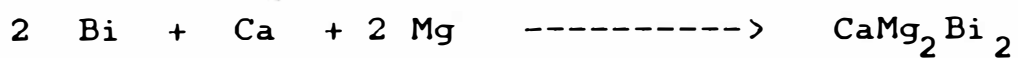
b.- Segunda Etapa

Aquí en esta etapa el plomo de la olla se satura con calcio y magnesio llevándolo hasta $\text{Ca} = 0.08\%$ y $\text{Magnesio} = 0.18\%$. Se adiciona siguiendo el mismo procedimiento de la primera etapa. Si el calcio y magnesio han sido calculados correctamente el plomo final, justo antes del punto de solidificación (320 - 325°C)

contendrá un promedio menor que 65 ppm de Bi, lo cual puede ser observado en el Sistema Ca-Mg-Pb-Bi.

Cumplido con este requisito el baño se encuentra apto para ser bombeado a la olla (K-6), para su refinación final.

La reacción probable en esta etapa es



SISTEMA PLOMO-BISMUTO-CALCIO-MAGNESIO

En el diagrama Pb-Bi-Ca-Mg, para la segunda etapa del debismutizado se satura con calcio (0.08%) y magnesio (0.18%) como se muestra en el diagrama, asegurandonos que el bismuto sea menos de 60ppm.

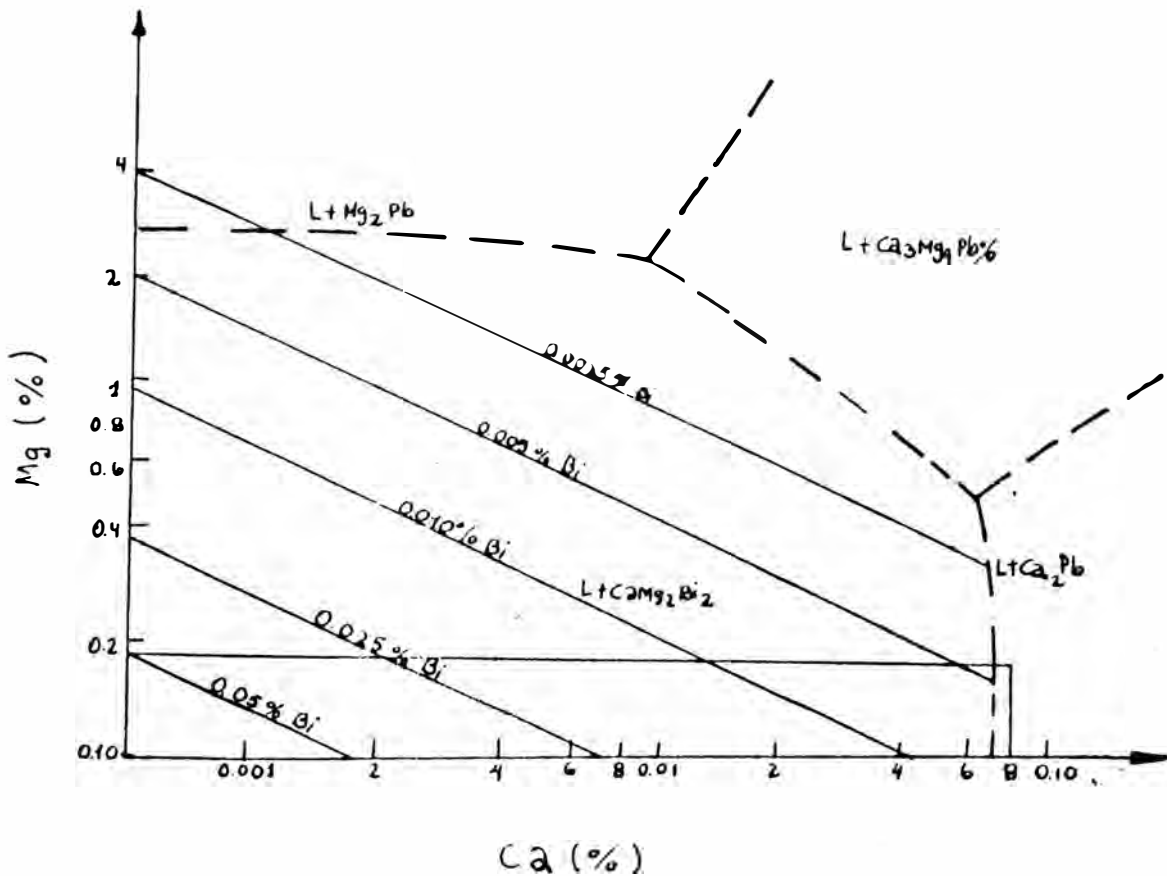


Diagrama 3.3

3.5.6 Refinación Final (Lavado Final)

Es la última etapa del tratamiento de plomo, antes del moldeo.

El proceso que se utiliza es el Harris que consiste en la agitación continua de la mezcla soda cáustica, nitrato de sodio y cloruro de sodio en el plomo debismutizado a una temperatura (450-500)°C, las reacciones proceden formando un dross de cinc que se retorna a la planta de hornos para la recuperación del plomo.

En la olla la superficie del plomo queda limpia, el contenido de antimonio, hierro y cinc son reducidos a valores del orden de la cuarta cifra decimal, el arsénico y estaño no son detectables. Estos resultados son verificados en el laboratorio.

3.5.7 Moldeo de Plomo Refinado

Cuando se ha terminado el lavado final del Plomo refinado, se inicia el moldeo, el cual se ejecuta de la siguiente manera:

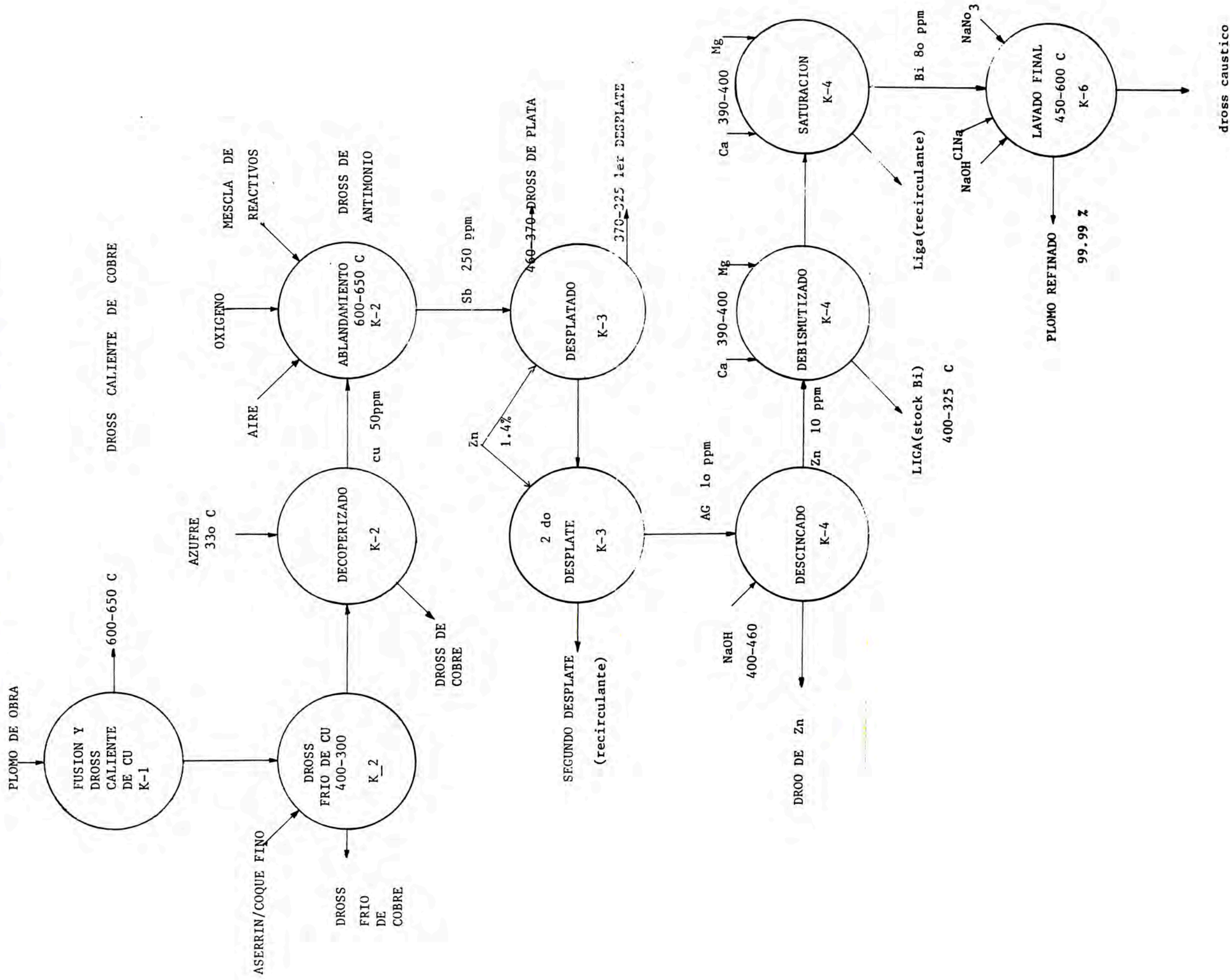
El plomo es bombeado a un crisol y posteriormente a un cilindro distribuidor con salidas, cayendo el plomo sobre un tornamesa con moldes de baños, que están hechos de plomo fundido, se enfría, se extraen y se almacenan.

RANGOS ACEPTABLES DE LAS IMPUREZAS EN EL PROCESO DE REFINACION

| ETAPAS DEL PLOMO | | Cu % | Sb % | Ag % | Zn % | Bi % | Cu % | Mg % |
|------------------|------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
| DECOPERIZADO | max | 0.030 | 1.8 | | | | | |
| | min. | 0.050 | 0.4 | | | | | |
| ABLANDADO | max. | | 0.030 | 0.60 | | | | |
| | min. | | 0.01 | 0.31 | | | | |
| DESPLATE I | max. | | | 0.015 | | | | |
| | min. | | | 0.007 | 0.30 | | | |
| DESPLATE II | max. | | | 0.001 | 0.65 | | | |
| | min | | | 0.0001 | 0.50 | | | |
| DESINCADO | max. | | | | 0.001 | | | |
| | min. | | | | 0.0001 | | | |
| DEBISMUTIZADO I | max. | | | | | 0.020 | 0.03 | 0.09 |
| | min. | | | | | 0.012 | 0.01 | 0.07 |
| DEBISMUTIZADO II | max. | | | | | 0.006 | | |
| | min. | | | | | 0.005 | | |
| LAVADO FINAL | max. | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.005 | | |
| | min. | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.004 | | |
| REFINADO | max. | | | | | 0.005 | 0.0001 | 0.0001 |
| | min. | | | | | 0.004 | | |

FUENTE : FUNDICION DE CONCENTRADOS S. A. REFINACION 1987.

CUADRO 3.3

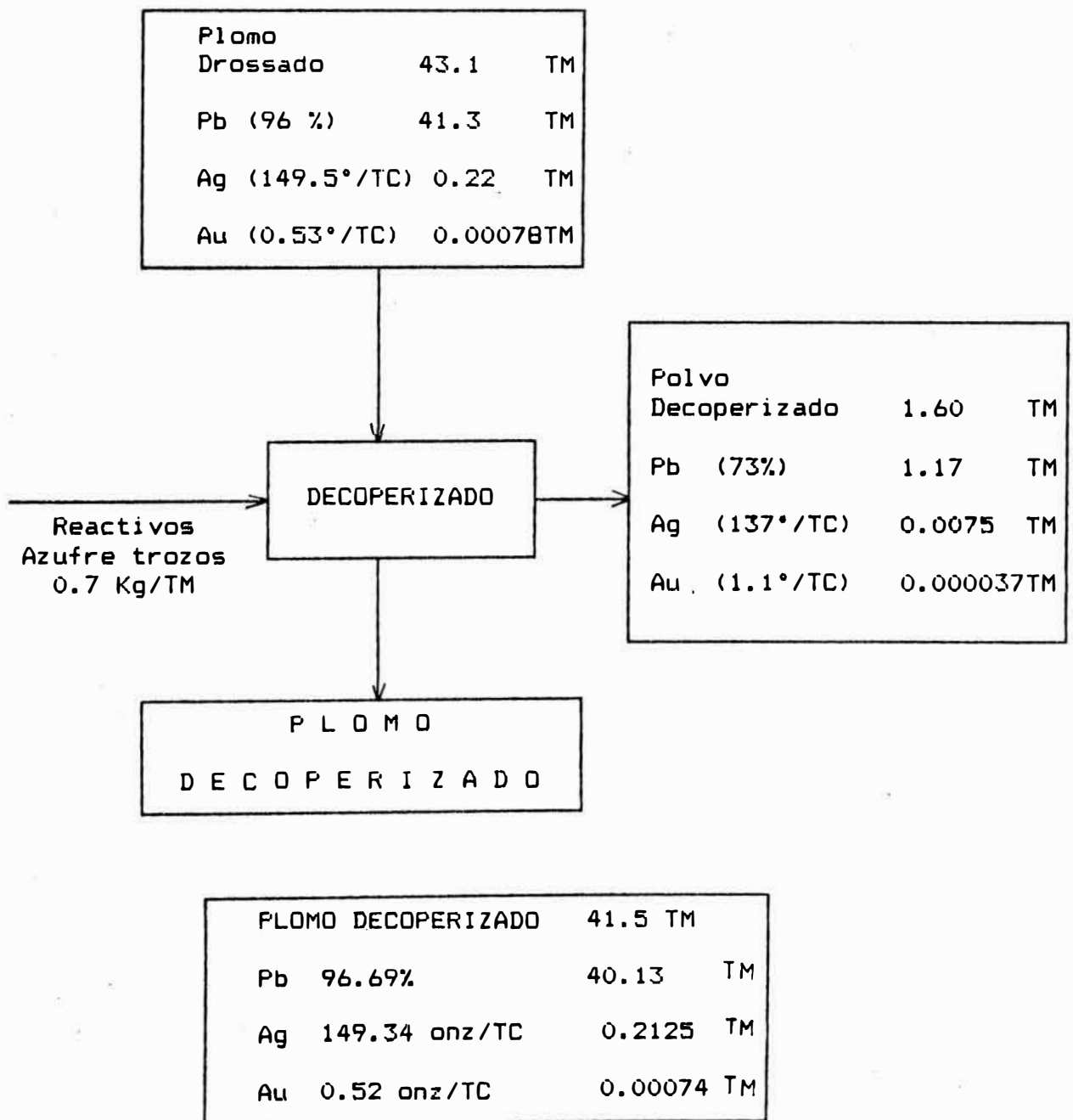


3.8 BALANCE DE MATERIA EN LA PLANTA DE AFINOS DE PLOMO

Tomamos como base un día de operación, la capacidad de las ollas de trabajo es de 45 Toneladas métricas.

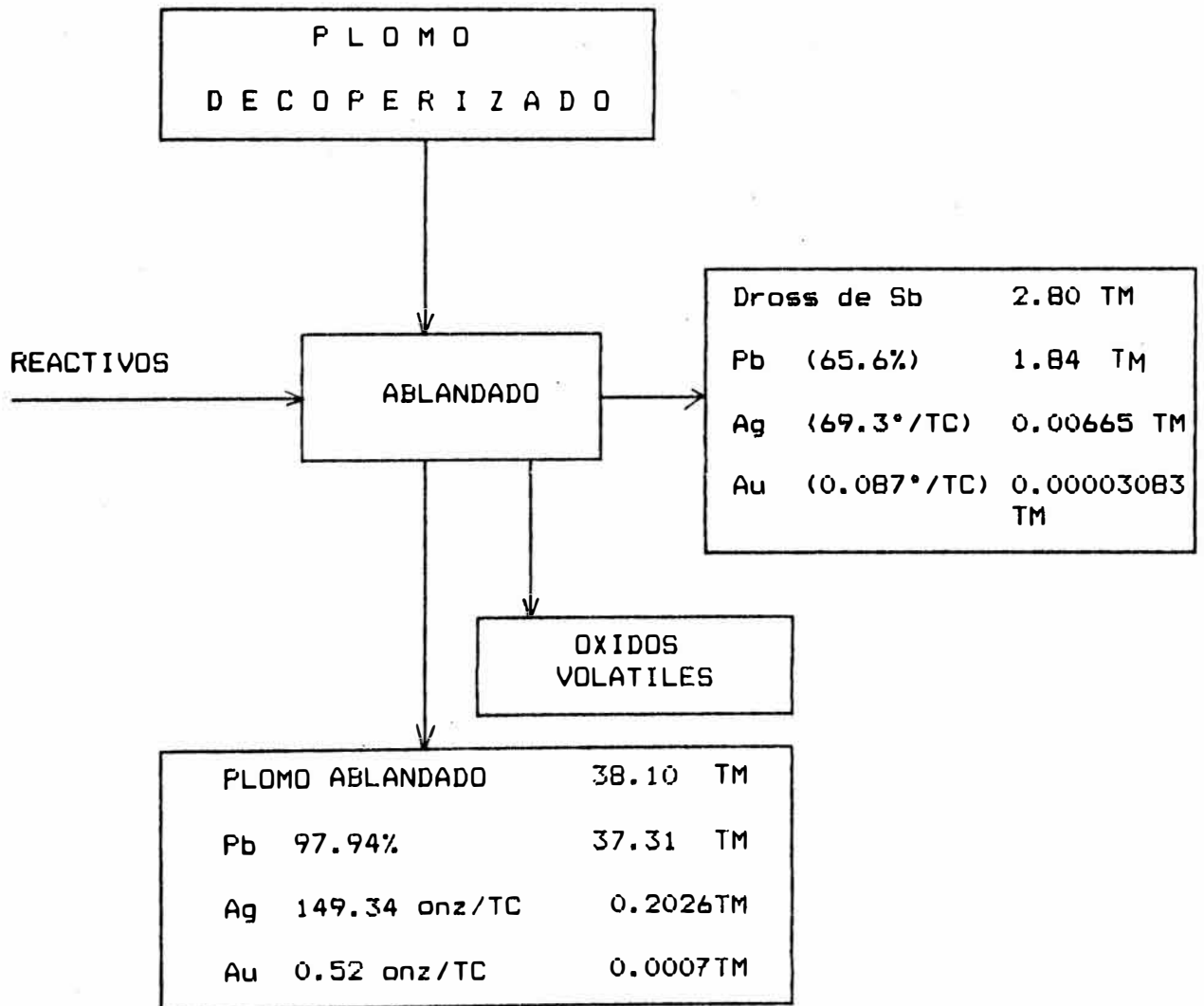
Decoperizado

En esta olla se lleva a cabo el decoperizado, obtenemos el polvo decoperizado y el plomo decoperizado.



Ablandado

Se continua trabajando en la olla (K-2), se obtiene el dross de antimonio para ser recuperado posteriormente así como el plomo ablandado.



Los reactivos que se agregan son:

NaCl = 10 Kg

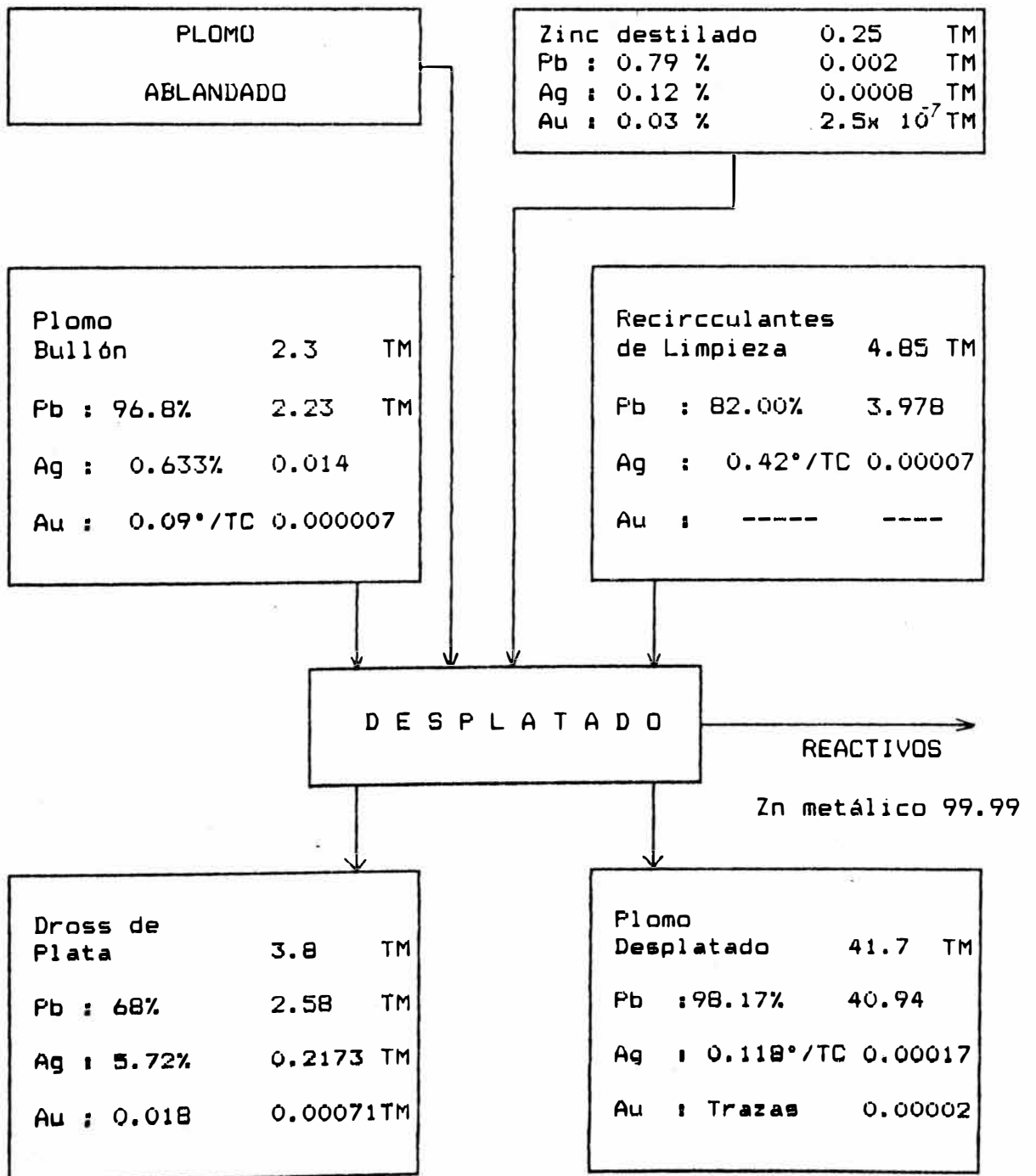
NaOH = 10 Kg

NaNO₃ = 16 Kg

O₂ > = 1.5 m³/TM
Aire

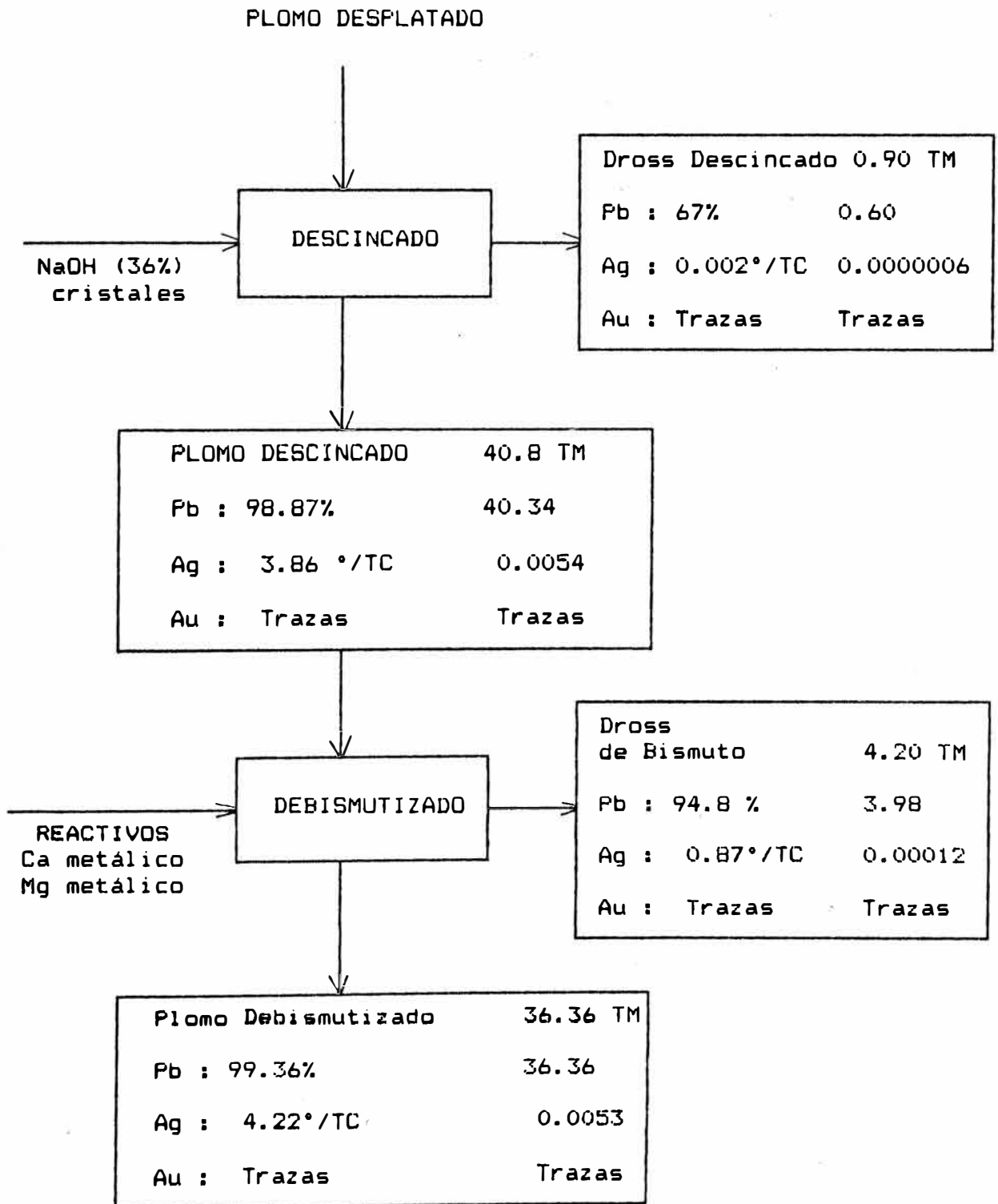
Desplate

En esta etapa se obtiene el plomo desplatado y el dross de plata materia prima para la planta de metales preciosos. En esta etapa entran los siguientes recirculantes.



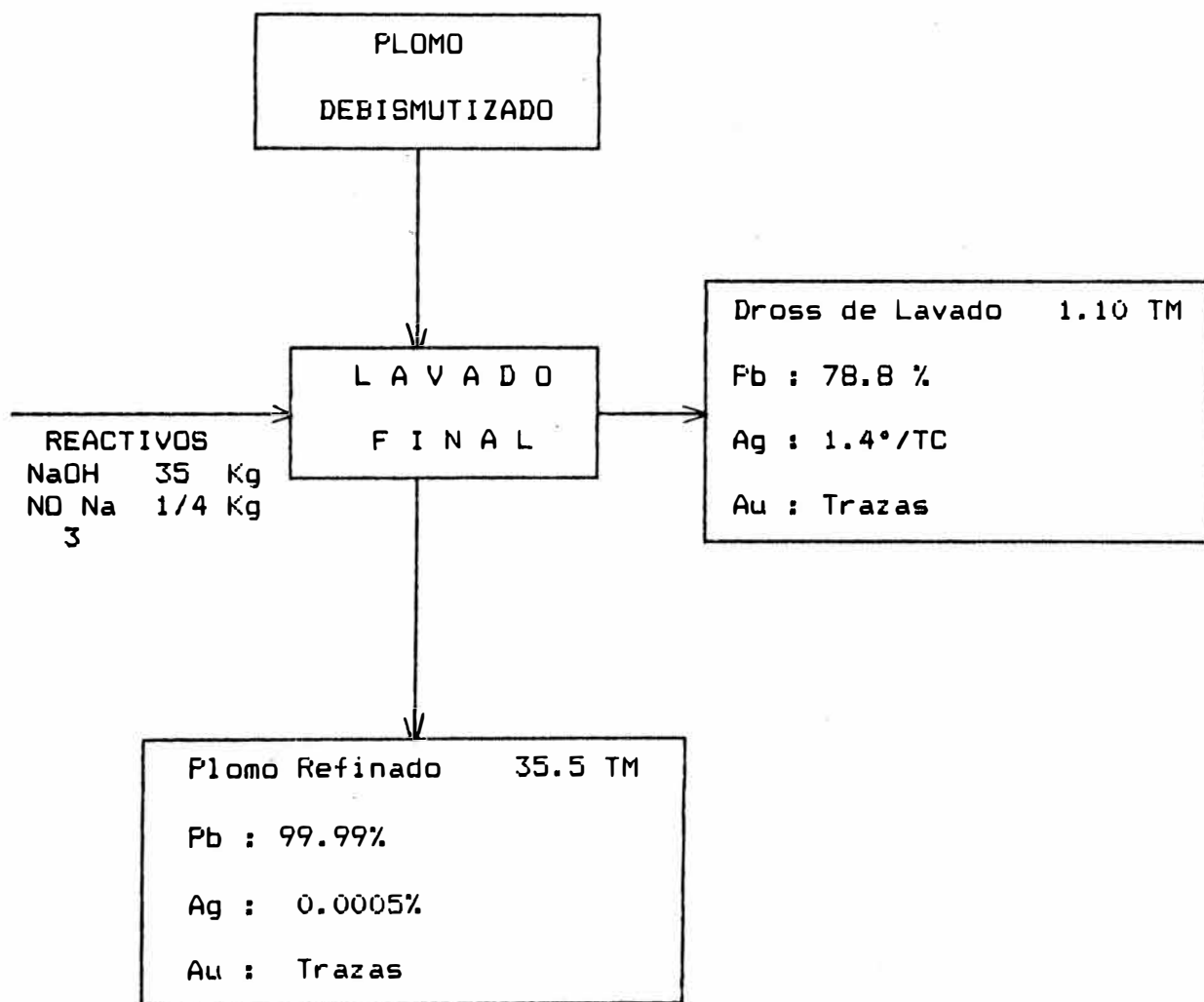
Descincado - Debismutizado

En el descincado obtenemos el dross de cinc y el plomo descincado que entra al debismutizado para eliminar el bismuto presente.

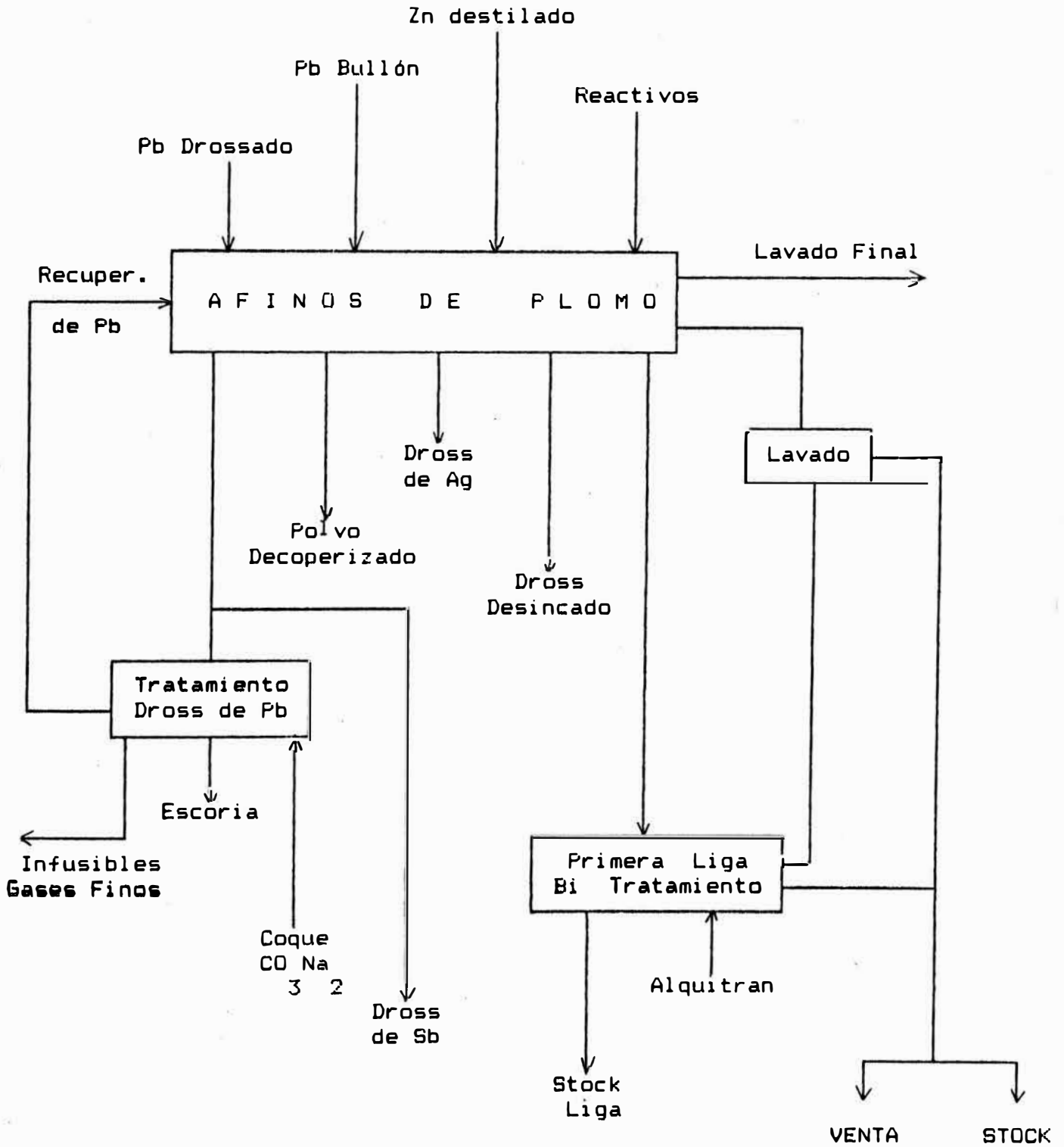


Lavado Final (refinación final)

La última etapa del proceso, obtenemos como producto el plomo refinado y el dross de lavado.



BALANCE GLOBAL DE LA REFINERIA DE AFINOS DE PLOMO



CAPITULO 4
TRABAJO EXPERIMENTAL

4.1 CONTROL DE IMPUREZAS

El plomo que obtenemos en la planta debe ser de alta pureza, para lo cual debemos controlar constantemente todas las operaciones, para ello necesitamos los servicios de laboratorio mediante los Análisis Químicos.

Materia Prima: plomo drossado

- 1.- Remoción de cobre (Decoperizado), control químico de cobre, antimonio, plomo.
- 2.- Remoción de antimonio, arsénico, control químico de antimonio, plata y plomo.
- 3.- Remoción de plata (Desplate), control químico de plata, oro y cinc.
- 4.- Remoción de cinc (Descincado), control químico de zinc, plata y bismuto.
- 5.- Remoción de bismuto (debismutizado), control químico de bismuto, calcio y magnesio.
- 6.- Remoción final (lavado Final), control químico de todos los elementos.
- 7.- Refinado de plomo, determinación de la pureza de plomo refinado.

4.2 MUESTREO

El muestreo se lleva a cabo en la planta de afinos de plomo, se toma la muestra en diferentes ollas,

consiste en tomar una pequeña cantidad que represente tan apróximadamente como sea posible a la masa global.

a.- Toma de Muestra

Durante la toma de muestra debe observarse la mayor limpieza a fin de no contaminarla con otros elementos o suciedades, las bandejas, moldes y demás útiles que se usen para sacar muestras deben estar perfectamente limpios.

b.- Clases de muestras

Las muestras de plomo en forma de discos y de perdigones.

Para obtener discos

- Limpiar bien la superficie del metal de la olla donde se va a sacar la muestra.
- Lave bien el cucharón con plomo líquido.
- Saque dos muestras, como prueba y para calentar el molde deseche estas muestras.
- Saque la muestra de la olla de la parte limpia.
- Se toma dos discos por olla.

Para obtener perdigones

- Limpiamos la superficie del metal, de la olla donde se va a sacar la muestra.
- Introduzca el cucharón, con mucho cuidado y saque una cantidad de plomo líquido.
- Eche el plomo, en forma de chorro fino, casi

como gotas a un depósito de agua fría.

- Bote el agua y saque los perdigones y lave con agua limpia.
- Se pesa 100 gr. de muestra aproximada y se lleva al Laboratorio.

4.3 PROCEDENCIA Y RECEPCION DE LA MUESTRA

Las muestras enviadas por la planta al laboratorio se registran en la sala de muestras con el mismo número de lote que ha sido registrado en planta, se le indica el número de laboratorio en su sobre, así como las determinaciones a realizarse en la respectiva orden de análisis.

- Preparación Mecánica de la Muestra.

Los discos son limpiados exteriormente, con limas eliminando las impurezas sobre la superficie, posteriormente se les corta la rebabas quedando los discos redondos, luego son sujetos con el tornillo de banco y limados con limas manuales, se toma 100 gramos de muestra y se le guarda en una bolsita, para ser llevada a la sección de balanza, las limas son guardados bien limpias (se les limpia con escobilla de púas metálicas).

4.4 ANALISIS QUIMICOS DE LAS MUESTRAS

Los análisis químicos realizados en esta

refinería obedecen a las Normas por la ASTM y por ITINTEC.

En la determinación cuantitativa he usado métodos no instrumentales, así como instrumentales.

METODOS NO INSTRUMENTALES

- Método para determinar el contenido de plomo y cinc

Norma Técnica Nacional ITINTEC 122.010

- Determinación de plata por vía seca

Normas Técnicas Nacional ITINTEC

METODOS INSTRUMENTALES

- Determinación de plomo - plata - cinc - cobre, fierro, antimonio y bismuto

ITINTEC 342.301 - 342.320

4.4.1 Análisis Volumétricas, Determinación de Plomo EDTA

a.- Principio del Método.- consiste en la precipitación del plomo como sulfato de plomo, disolución con solución de acetato de amonio y titulación con etilendiaminatetraacetato (EDTA)

b.- Material

Material usual de Laboratorio

c.- Reactivos

Acido nítrico $\delta = 1.42$

Acido clorhídrico $\delta = 1.19$

Acido sulfúrico $\delta = 1.84$

Pb metálico puro 99.99%

Solución extractiva de plomo ; 1.6 Kg de acetato de amonio y 100 ml de ácido acético en 3.9 litros de agua destilada.

Solución EDTA ; Se pesa 9 gramos de sal disódica y se diluye a 1 litro de agua.

Solución 0.1% anaranjado de xilenol.

Papel Filtro Whatman N^o 2 y N^o 42 Ø = 12.5 cm

d.- Standarización y Valoración

Se pesan 3 porciones de plomo metálico entre (0.0809 y 0.100) gramos en vasos de 400 ml. y se someten al mismo ensayo que la muestra, para la determinación del plomo.

e.- Determinación del Factor

$$F = \frac{P}{V}$$

F ; Factor o equivalente gramos de Pb/ml

P ; Peso de plomo patrón gr

V ; Volumen de EDTA consumidos ml

f.- Procedimiento

Se pesa (0.1 - 0.5) gramos de muestra en vaso de 400 ml y se agrega 20 ml de ácido nítrico (1:3), se lleva a la plancha y se disgrega hasta completa eliminación de gases nitrosos.

Luego se agrega 10 ml de ácido sulfúrico y se

hierve por 30 minutos, se retira de la plancha y enfria diluyendo con 20 ml de agua destilada y se pone a hervir por 10 minutos, se enfria y se filtra en papel whatman NQ 42.

El sulfato de plomo se lava 3 veces con agua fria destilada.

El precipitado se transvasa al vaso y se le agrega 50 ml de solución extractiva caliente, se diluye 300 ml con agua y se hace hervir por 5 minutos, quedando listo para titular con EDTA.

g.- Resultados y Cálculos

$$\% P = \frac{V \times F}{W} (100)$$

F : Factor para Pb (gramos de plomo/ml de EDTA)

W : Peso en gramos de muestra

V : Volumen gastado en ml de EDTA.

La ventaja de este método es que la titulación es rápida y exacta el viraje es nítido de color grosella al amarillo, este método es adecuado en la fundición que se va a trabajar con concentrado de plomo.

En la fundición y refinación de plomo se va a

necesitar de este tipo de análisis para saber la calidad del producto a obtener.

4.4.2 Análisis Instrumental

a.- Determinación de plata, plomo, cinc, cobre, fierro por Absorción Atómica.

a.1 Fundamento del Método

Se basa en la solubilidad que tienen estos elementos con un exceso de ácido clorhídrico, forman compuestos solubles como AgCl_2^- , AgCl_3^- , PbCl_4^- , PbCl_3^- , .. etc. esto ha permitido agruparlos para el análisis, incrementando la eficiencia en el laboratorio.

a.2 Equipo - Material y Reactivo

Equipo

Espectrómetro de Absorción Atómica 2280, 2380 PERKIN ELMER.

Balanza Analítica sensibilidad 0.001 g

a.3 Materiales

- Vasos de 250 ml Pirex
- Lunas de reloj
- Frascos volumétricos 100, 200, 250 y 1000 ml
- Pipetas volumétricas de 1, 2, 5 y 10 ml
- Pipetas graduadas de 5 y 10 ml

a.4 Reactivos

- Acido clorhídrico Q.P. $\delta = 1.18$

- Acido nítrico Q.P. $\delta = 1.45$
- Agua destilada
- Soluciones stock 1000 $\mu\text{g/ml}$

Solución patron de plata (1 cc = 1mg de Ag), se disuelve 1,000 gramos de plata (pureza 99.99% min) a un vaso de precipitado de 400 cc y se le disuelve con 20 cc de HNO_3 (1/3), calentando suavemente si es necesario, cuando la disolución es completa, se enfria se transfiere a un frasco volumétrico de 1000 cc, se agrega HNO_3 1% V/V se diluye a volumen se mezcla y se almacena en frasco de polietileno.

Solución patron de cobre: (1cc = 1 mg de cobre), se disuelve 1,000 gramos de cobre (pureza 99.99% min.) en 20 ml de ácido nítrico (1:3), se diluye a 1 litro con agua y se guarda en frascos de polietileno.

Solución patron de cinc: (1 cc = 1 mg de Zn), se procede como se indica anteriormente, usando 1,000 gramos de cinc pureza 99.99 % min.

Solución patron de fierro: (1 cc = 1 mg de Fe), se procede como caso anterior, usando 1,000 gramos de fierro de pureza

99.99% mínimo.

- Solución Standar de 100 μ /ml

Se pipetea 10 ml de la solución stock de 1000 μ /ml y se transfiere a frascos volumétricos de 100 ml y se enrasa con agua destilada.

a.5 Preparación de la Muestra

Pesamos la muestra metálicas (0.2 - 5.0)g dependiendo de la etapa de proceso que nos encontremos, la muestra se echa a vasos de 250 ml y se disuelve con ácido nítrico (1:3) en plancha caliente hasta disolución completa y eliminando totalmente los gases nitrosos, luego se diluye cuantitativamente al volumen deseado, agregando 25% de HCl se determina plata, en esta muestra se puede leer plomo, cinc, cobre, fierro. Para determinación de plomo se enrasa con 10% de ácido clorhídrico. Mientras que para cobre, fierro, cinc, se enrasa con 2% de ácido clorhídrico.

b.- Determinación de bismuto y antimonio por Absorción Atómica.

b.1 Fundamento

Este método se basa en solubilizar en medio nítrico estos elementos, a estos nitratos para evitar que se descompongan se adiciona

PREPARACION DE MUESTRAS

Para el laboratorio de Absorción A, se ha establecido diluciones estandar cuyos factores se incluyen en el siguiente cuadro.

| MUESTRAS de PROCESO | PESO/VOLU- MEN | | DILUCION ml | FACTOR DE CALCULO | | |
|---------------------------|-------------------|-----|----------------|-------------------|---------------|--------|
| | g | ml | | Directo | Dilu- ción | Ag * |
| CONCENTRADOS | 0.2 | 200 | 2 - 100 | 0.1 | 5 | 29.167 |
| SINTER GRUESO | 0.2 | 200 | 2 - 100 | 0.1 | 5 | 29.167 |
| Pb DE OBRA | 0.2 | 200 | 2 - 100 | 0.1 | 5 | 29.167 |
| Pb DE DEOPERIZADO | 0.2 | 250 | 2 - 100 | 0.125 | 6.25 | 36.458 |
| DROSS DE COBRE | 0.2 | 200 | 2 - 100 | 0.1 | 5 | 29.167 |
| Pb ABLANDADO | 0.2 | 250 | 2 - 100 | 0.125 | 6.25 | 36.458 |
| DROSS DE Sb | 0.2 | 200 | 2 - 100 | 0.1 | 5 | 29.167 |
| Pb DESPLATADO | 0.2 | 100 | ----- | 0.005 | --- | 1.458 |
| DROSS DE PLATA | 0.2 | 200 | 2 - 100 | 0.1 | 5 | 29.167 |
| Pb DESCINCADO | 0.2 | 250 | 2 - 100 | 0.125 | 6.25 | 36.458 |
| DROSS DESINCADO | 0.2 | 250 | 2 - 100 | 0.1 | 5 | 29.167 |
| Pb DEBISMUTIZADO | 5 | 100 | ----- | 0.002 | --- | 0.583 |
| DROSS DE LAVADO | 1 | 100 | 2 - 100 | 0.01 | 0.5 | 2.9167 |
| Pb REFINADO | 5 | 100 | ----- | 0.002 | --- | 0.583 |

* onz troy/tonelada corta

FUNDICION DE CONCENTRADOS, Laboratorio General

CUADRO 4.1

ácido tartárico, esto hace que las sales se mantengan en solución.

b.2 Equipo - Material

Son los mismos que en el caso anterior.

b.3 Reactivos

Acido nítrico Q.P. $\delta = 1.45$

Acido tartárico 250 gr/l

Solución Stock de 1000 μ /ml

Bismuto :

Se pesa 1000 g de Bi (99.99%), en un vaso de 400 cc y se agrega 20 ml de ácido nítrico (1:3), se calienta suavemente sobre asbesto cuando la disolución es completa, se transfiere a un frasco volumétrico de 1000 cc y se agrega 1% V/V de ácido nítrico y se diluye a volumen, se mezcla y se almacena en botellas de polietileno.

Antimonio :

Se procede como en el caso anterior, usando 1000 gramos de antimonio (99.99% mínimo).

b.4 Preparación de la Muestra

Se pesa (0.2 a 0.5) g, se echa en vaso de 250 ml y se disuelve con ácido nítrico (1:3) hasta eliminar los gases nitrosos luego se agrega 10% de ácido tartárico y se vacía en fiolas y se enrasa con agua, se

homogeniza quedando lista para quemar.

c.- Determinación de calcio y magnesio por Absorción Atómica.

c.1 Fundamento

La muestra es solubilizada en medio nítrico hasta completa disolución, las sales formadas con suficiente HCl son llevados a cloruros de Ca, y Mg, que son enlaces más fáciles de romper. Pero como hay interferencias de otros iones, se agrega lantano o EDTA que reprime las interferencias quedando libre el calcio y magnesio.

c.2 Reactivos

- Lantano puro al 3%
- Solución Stock de 1000 μ /ml
- Calcio : Se pesa 1,000 g de Ca o Mg puro (99.99%) y se disuelve con HCl (1:1) y se diluye a un litro con 1% de HCl y agua.

c.3 Procedimiento

Se pesa (0.2 a 0.5)g de muestra, se disuelve con ácido nítrico (1:3), se elimina los gases nitrosos y se agrega 25% de HCl y 3% de lantano, se enfria, se vierte a la fiola, se enraza se homogeniza y esta listo para ser leído.

c.4 Analisis

- 1.- Se optimiza la respuesta del instrumento, se fija los parámetros del instrumento y se enciende el quemador.
- 2.- Se ajusta el instrumento hasta obtener la absorbancia máxima.
- 3.- Se optimiza los flujos de combustible, aire y la posición del quemador, mientras se aspira la muestra y se toma la lectura más alta.
- 4.- Se absorbe agua para obtener una lectura inicial (aproximadamente absorbancia cero).
- 5.- Se lee las muestras y después de 8 muestras se lee el standar.

4.4.3 ANALISIS VIA SECA - ORO Y PLATA

a.- Objetivo

El objetivo principal es que por este tipo de análisis los resultados son casi exactos sobre todo para los de alta ley, ya que los de baja ley, se pueden hacer por la vía instrumental (absorción atómica) que son más rápidos.

b.- Materiales

- Balanza, capacidad de 5 Kg sensibilidad 0.1 gr

- Balanza, capacidad 100g y sensibilidad 10 mg
- Microbalanza capacidad 1g con sensibilidad 0.001 mg
- Mufla eléctrica con termostato
- Planchas con fuego lento
- Crisoles de arcilla de 30 g
- Lingoteros de fierro con cavidades semiesféricos o cónicos de $\varnothing = 7$ cm con 5 cm de profundidad
- Copelas de arcilla Nº 5 y Nº 6
- Escorificador de arcilla
- Martillos
- Brochas resistentes
- Pinzas y tenazas
- Crisoles de porcelana 40 mm x 35 mm
- Guantes de asbesto
- Lentes de seguridad
- Mandil de cuero
- Material usual de laboratorio.

c.- Reactivos

- Litargirio (PbO) puro
- Plomo granulado, libre de Ag y Au 98 - 99%
- Carbonato de sodio anhidro comercial
- Sal de borax anhidro
- Sílice, pureza 95%

- Harina de uso común
- Nitrato de potasio, de calidad técnica.
- Plata metálica pura, 99.99% de pureza.
- Acido nítrico 6 = 1.42 libre de cloro.
- Hidróxido de amonio
- Agua destilada o desmineralizada
- Flux:
 - 5 Kg de litargirio o escalite (PbO)
 - 1.5 Kg de carbonato de sodio
 - 200 gr de sal de borax
 - 500 gr de sílice

d.- Procedimiento

- Los ensayos se efectuarán por duplicado sobre cada muestra
- Se lleva un blanco
- Se pesa 100 - 150 gramos de flux y se hecha en el crisol de arcilla de 30 gramos.
- Se pesa 15 gramos de muestra, se mezcla con una espátula de acero y se adiciona 0.5 gramos de harina común y 1 gramo de nitrato de potasio, se mezcla bien hasta que este uniforme y se adiciona la mezcla fundente de 6 mm de espesor.
- Se coloca el crisol en la mufla cuando la temperatura esta 1100°C se deja por

10 minutos más a manera que la escoria se lícua completamente.

- Completa la fusión, se retira el crisol, se revuelve el crisol y se vierte el contenido en una lingotera
- Se deja enfriar y golpeándola con el martillo pesado, se libera el botón de plomo al que con el martillo se le da la forma de un cubo, se le quita los residuos de escorias.
- Con este botón se efectúa la operación de copelada
- Se precalienta la copela de 5 a 10 minutos en mufla de 800-900°C, se coloca el botón de plomo en la cubeta, se cierra la puerta de la mufla y cuando el plomo se ha licuado completamente se entreabre la puerta a fin de permitir la entrada de aire para la oxidación del plomo que se volatiliza.
- Se considera que la temperatura de copelación es de 850°C, se debe regular la ventilación de la mufla de manera que la copelación de un botón de 30 g sea completa en 45 minutos.
- El punto final de la copelación es

aquel en que un brillo especial se produce (relámpago de la plata)

- Se retira inmediatamente la copela de la mufla, se deja enfriar, y una vez fría, se extrae el botón de plata, se limpia bien, se martilla, luego se pesa, se pesa el contenido de oro y plata.
- Se agrega 10 ml de ácido nítrico (1:6) y se calienta primero a fuego lento, luego a fuego fuerte, se continua calentando cuidadosamente hasta que cese la reacción.
- Este botón se lava con agua destilada por 8 veces consecutivas, luego con solución de hidróxido de amonio se seca en una estufa o mufla eléctrica durante 10 minutos, se saca y deja enfriar y se pesa el botón de oro en la microbalanza con sensibilidad de 0.001 mg el resultado del oro se le resta al resultado de la plata, para dar una respuesta exacta.
- Pero cuando una muestra se quiere analizar por oro solo, todo el procedimiento de análisis se sigue igual, pero al momento de copelar se le

aumenta 0.100 g de plata metálica envuelta en papel de plomo, cuando ya esta copelada se saca y enfria para luego martillar el botón y se sigue el mismo procedimiento ya descrito sobre el análisis de oro.

e.- Resultados y Cálculos:

- Para dar resultados en g/Tn

$$Au = \frac{P_1}{P} * 1000$$

donde:

Au : Contenido de oro en gramos por tonelada

P₁ : Peso en mg del botón de oro

P : Peso en gramos de la muestra inicial.

$$Ag = \frac{(P_1 + P_2) - P_1}{P} * 1000$$

Donde:

Ag = Contenido de plata en g/Tn

(P₁ + P₂) = Peso en mg del botón de oro y plata

P₁ = Peso en mg de botón de oro

P = Peso en g de la muestra inicial

4.5 EXPRESION DE LOS RESULTADOS

$$\% \text{ Elemento} = \frac{C \times V \times f}{10000 w}$$

C = Concentración en $\mu\text{g/ml}$

V = Volumen de la fiola ml

w = Peso de muestra (g)

f = factor de dilución

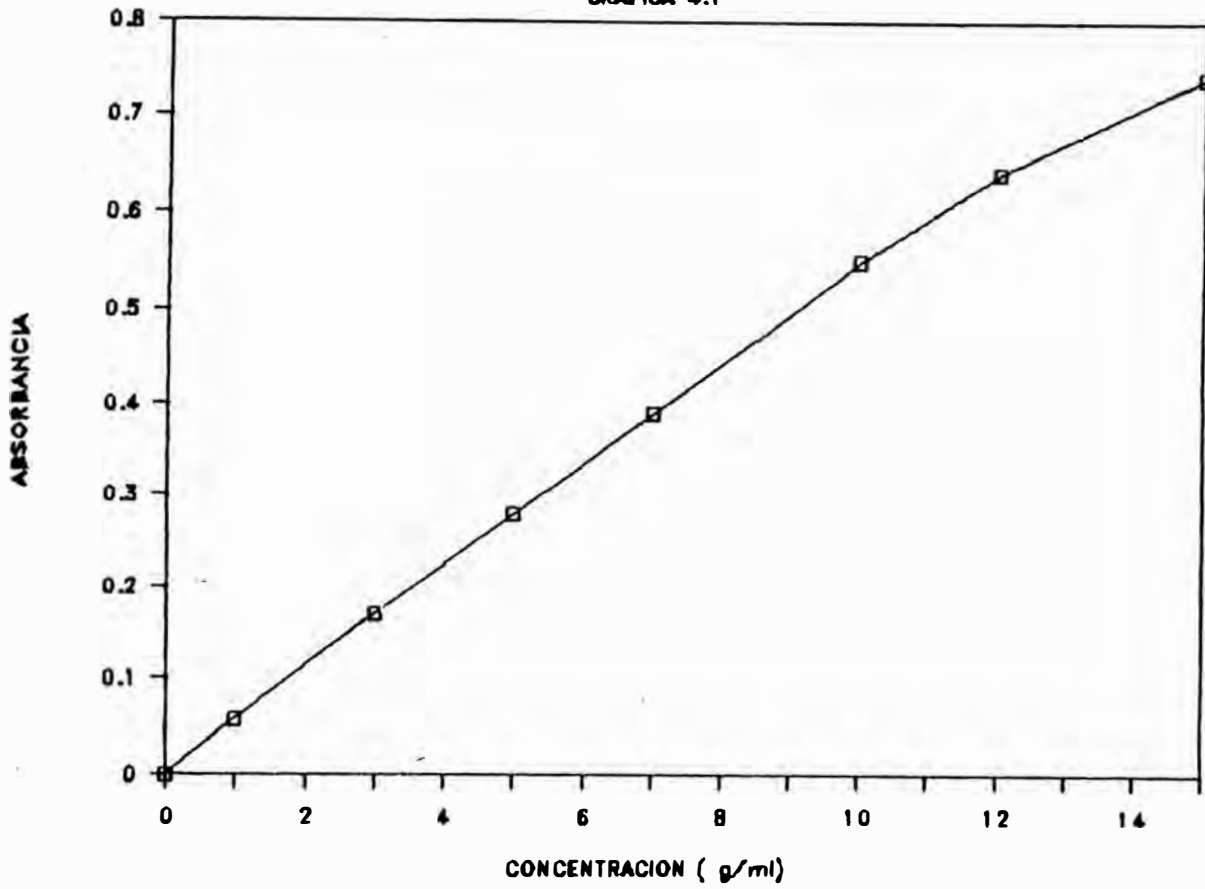
$$f = \frac{\text{Volumen de la fiola (ml)}}{\text{Volumen de la pipeta (ml)}}$$

4.6 TRAZO DE CURVAS DE CALIBRACION

Las curvas de calibración concentración vs absorbancia muestran una proporcionalidad, en la región donde se cumple la ley de Lambert Beer, la calibración produce una línea recta, y conforme se va incrementando la concentración y absorbancia, comportamientos no ideales de los procesos de absorción producen una desviación de la línea recta como se muestra en los siguientes gráficos.

CONCENTRACION VS ABSORBANCIA DEL COBRE

GRAFICA 4.1

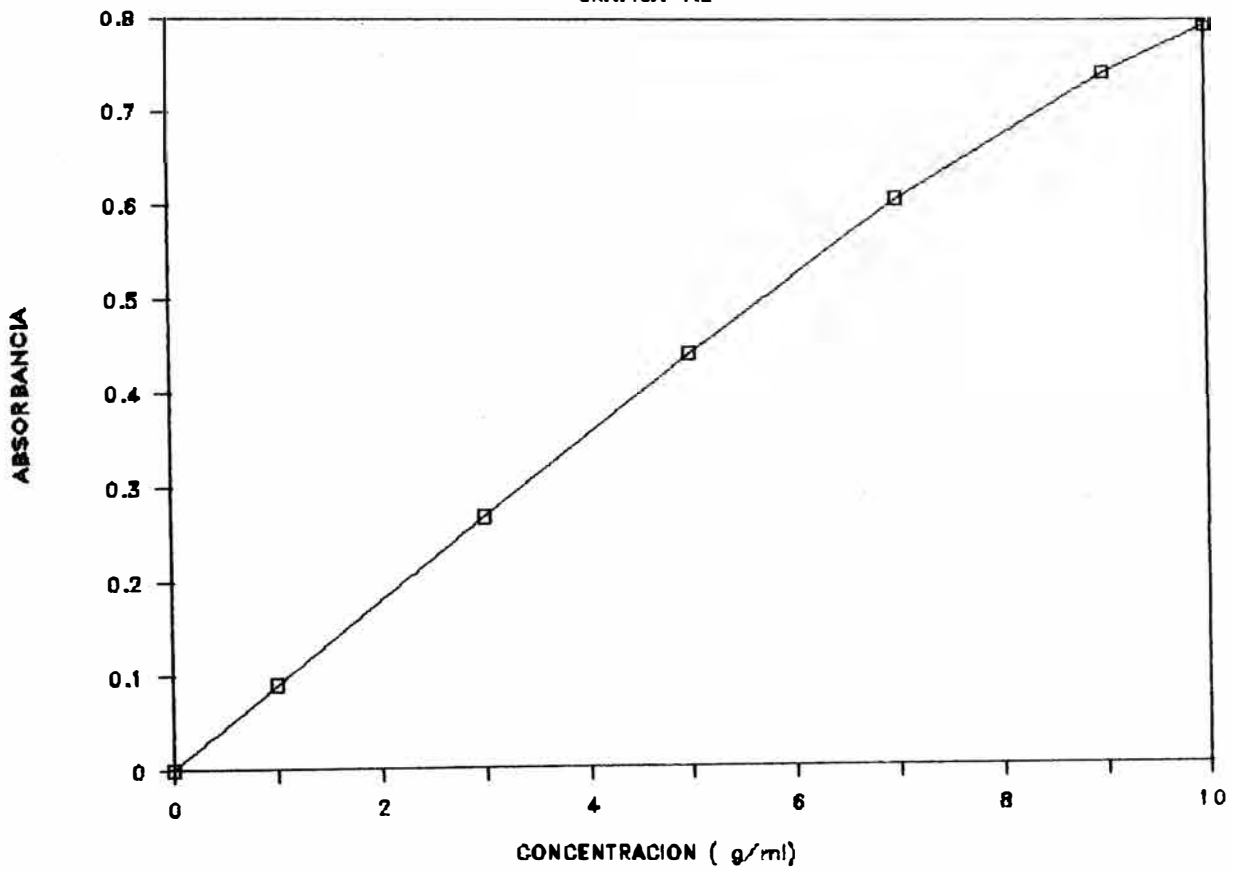


DATOS PARA EL TRAZO DE LA CURVA
PARA EL COBRE

| CONCENTRACION $\mu\text{g/ml}$ | ABSORBANCIA |
|-----------------------------------|-------------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0.056 |
| 3 | 0.17 |
| 5 | 0.28 |
| 7 | 0.39 |
| 10 | 0.55 |
| 12 | 0.64 |
| 15 | 0.74 |

CONCENTRACION VS ABSORBANCIA DE PLATA

GRAFICA 4.2

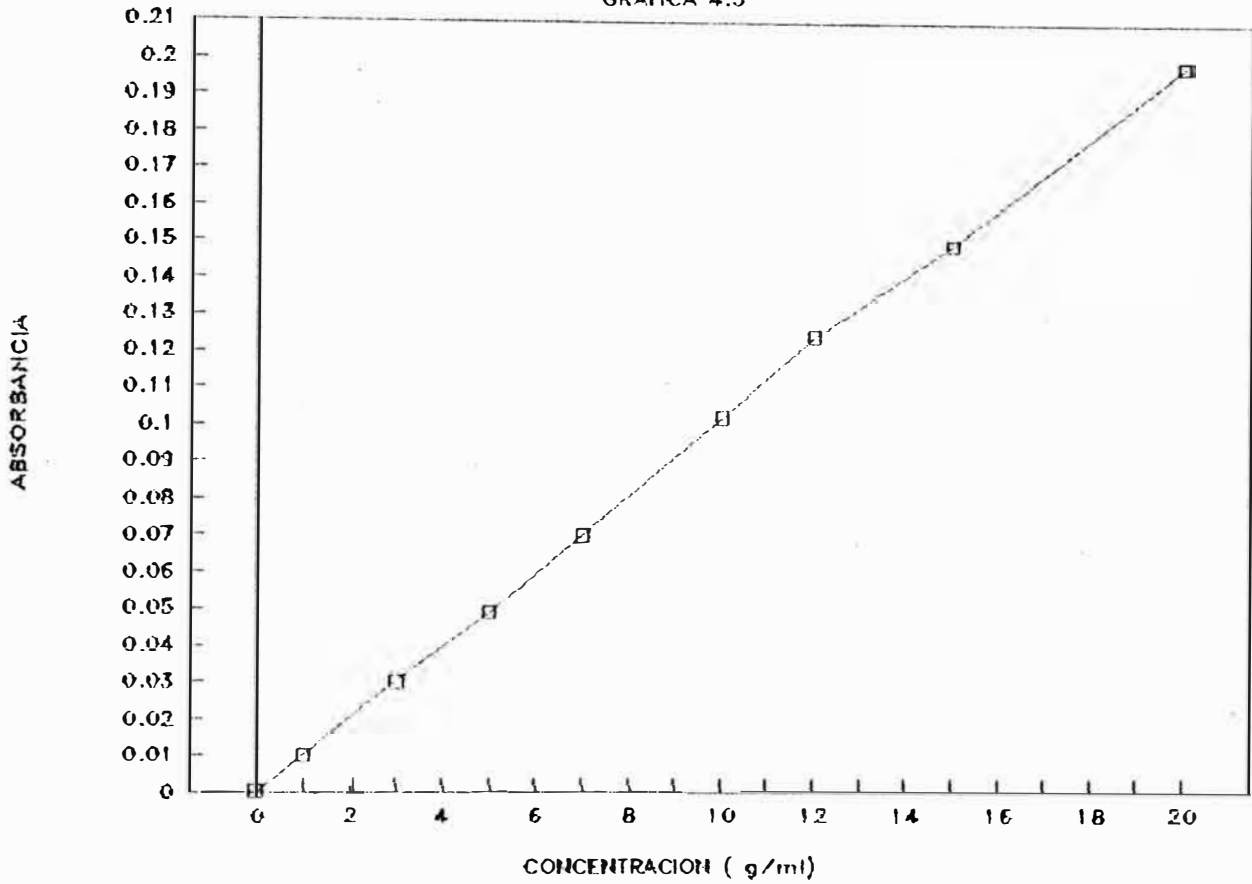


DATOS PARA EL TRAZO DE LA CURVA
PARA LA PLATA

| CONCENTRACION $\mu\text{g/ml}$ | ABSORBANCIA |
|-----------------------------------|-------------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0.09 |
| 3 | 0.268 |
| 5 | 0.441 |
| 7 | 0.605 |
| 9 | 0.738 |
| 10 | 0.789 |

CONCENTRACION VS ABSORBANCIA DEL PLOMO

GRAFICA 4.3

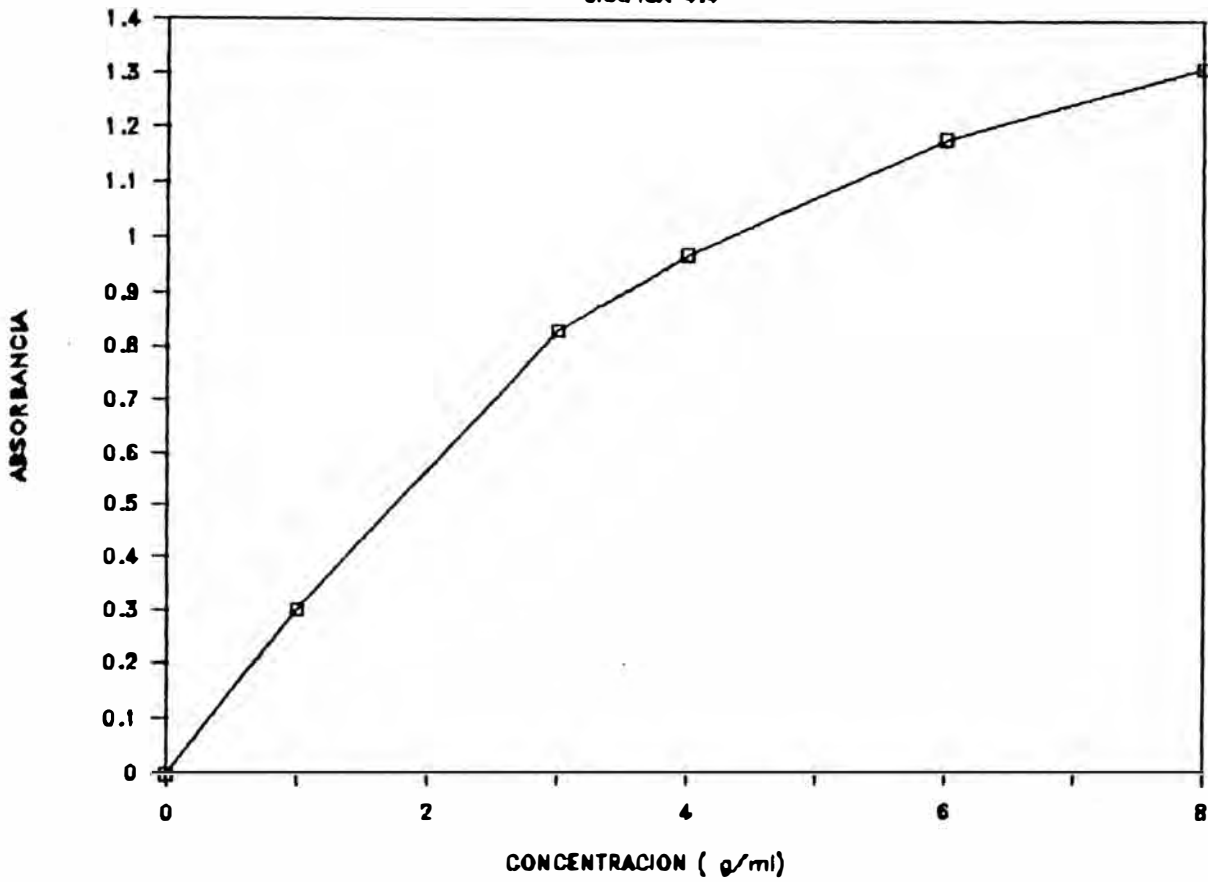


DATOS PARA EL TRAZO DE LA CURVA
PARA EL PLOMO

| CONCENTRACION μ g/ml | ABSORBANCIA |
|-----------------------------|-------------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0.01 |
| 3 | 0.03 |
| 5 | 0.049 |
| 7 | 0.07 |
| 10 | 0.102 |
| 12 | 0.124 |
| 15 | 0.148 |
| 20 | 0.196 |

CONCENTRACION VS ABSORBANCIA DEL ZINC

GRAFICA 4.4

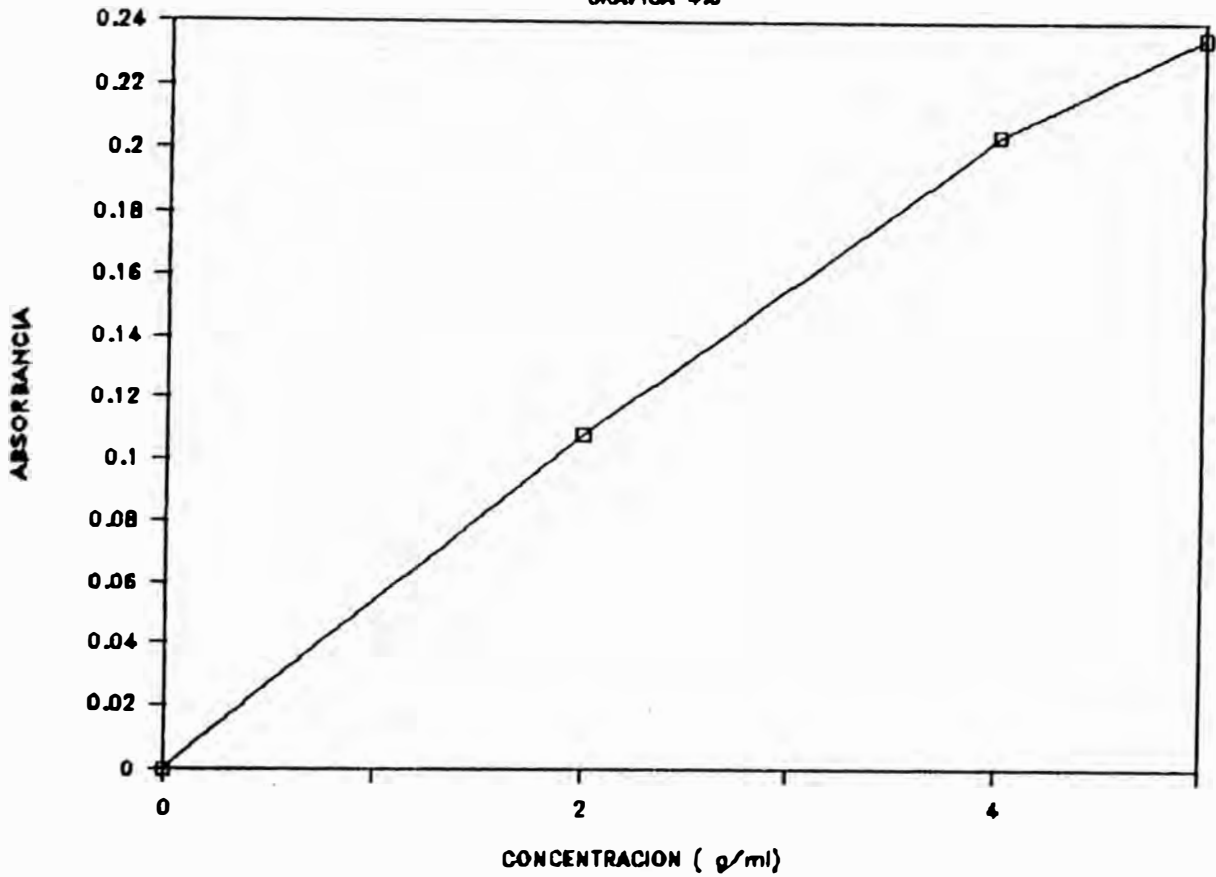


DATOS PARA EL TRAZO DE LA CURVA
PARA EL CINC

| CONCENTRACION $\mu\text{g/ml}$ | ABSORBANCIA |
|-----------------------------------|-------------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0.301 |
| 3 | 0.83 |
| 4 | 0.971 |
| 6 | 1.18 |
| 8 | 1.31 |

CONCENTRACION VS ABSORBANCIA DEL CALCIO

GRAFICA 4.8

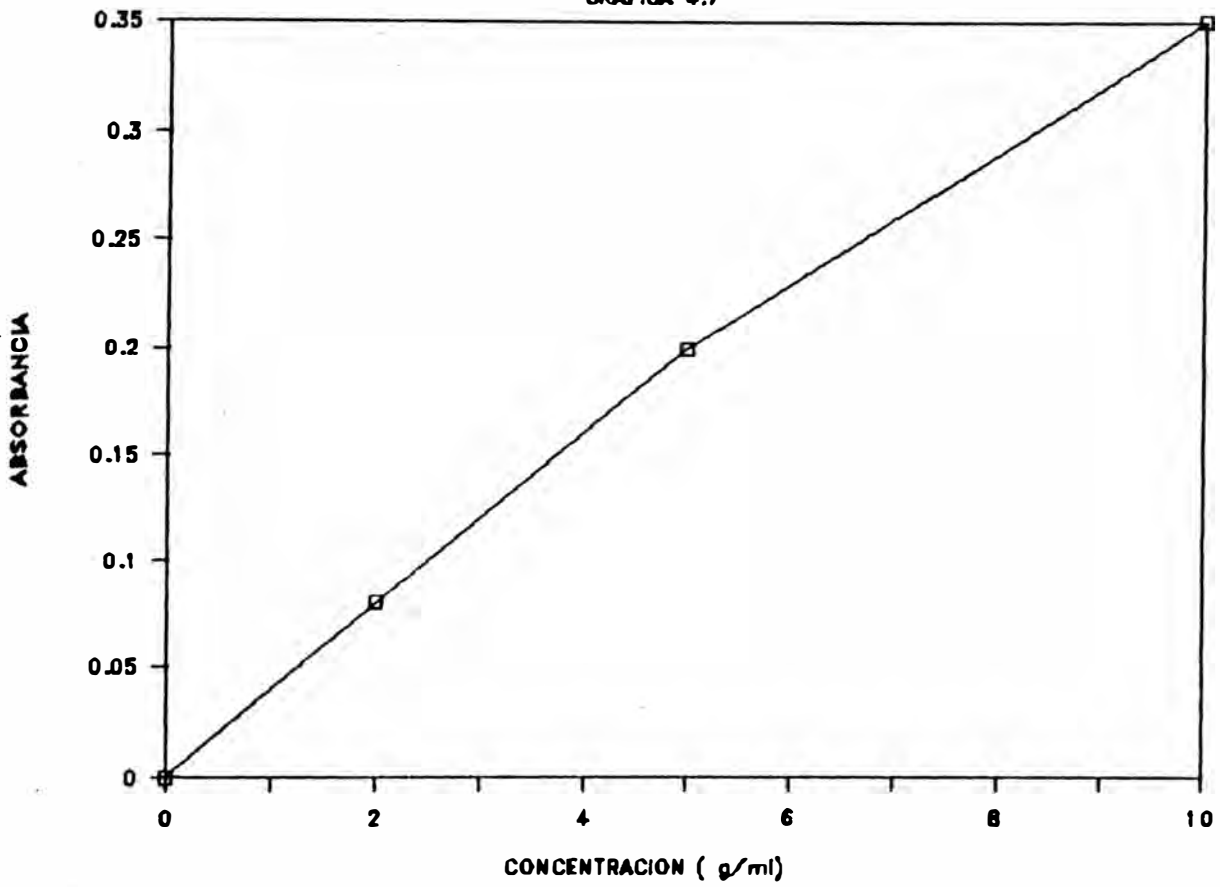


DATOS PARA EL TRAZO DE LA CURVA
PARA EL CALCIO

| CONCENTRACION $\mu\text{g/ml}$ | ABSORBANCIA |
|-----------------------------------|-------------|
| 0 | 0 |
| 2 | 0.108 |
| 4 | 0.204 |
| 5 | 0.235 |

CONCENTRACION VS ABSORBANCIA DEL FIERRO

GRAFICA 4.7

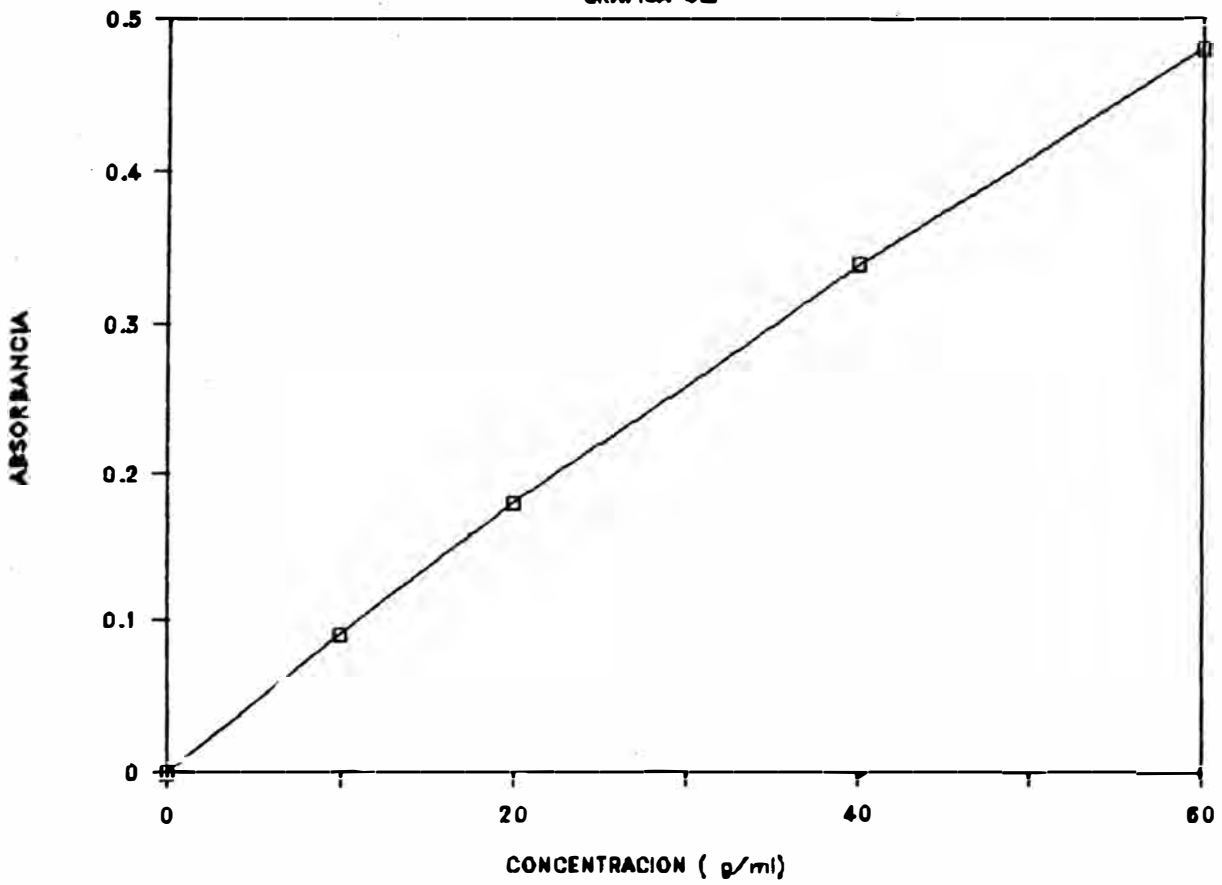


DATOS PARA EL TRAZO DE LA CURVA
PARA EL FIERRO

| CONCENTRACION $\mu\text{g/ml}$ | ABSORBANCIA |
|-----------------------------------|-------------|
| 0 | 0 |
| 2 | 0.08 |
| 4 | 0.2 |
| 10 | 0.35 |

CONCENTRACION VS ABSORBANCIA DEL Sb

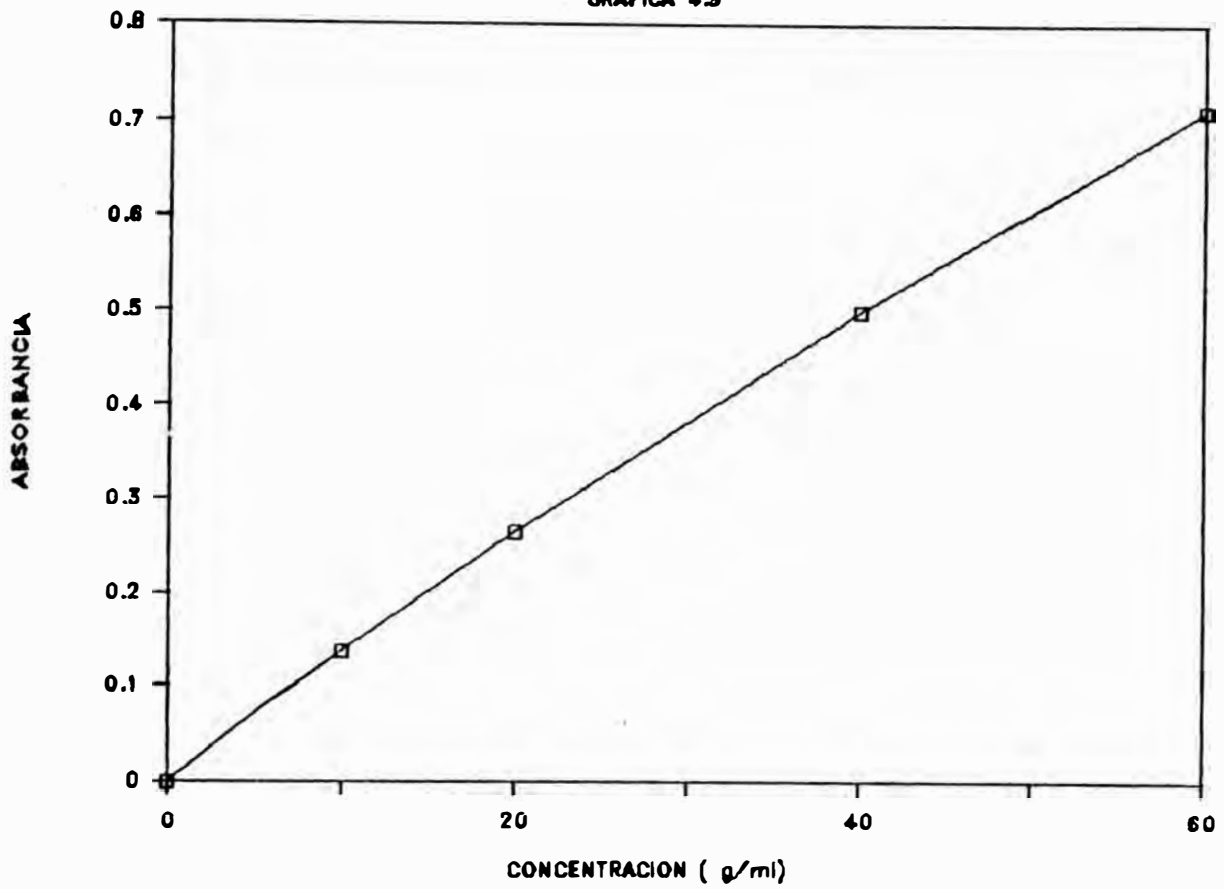
GRAFICA 4.8



DATOS PARA EL TRAZO DE LA CURVA
PARA EL ANTIMONIO

| CONCENTRACION $\mu\text{g/ml}$ | ABSORBANCIA |
|-----------------------------------|-------------|
| 0 | 0 |
| 10 | 0.09 |
| 20 | 0.18 |
| 40 | 0.34 |
| 60 | 0.48 |

CONCENTRACION VS ABSORBANCIA DEL Bi GRAFICA 4.9



DATOS PARA EL TRAZO DE LA CURVA
PARA EL BISMUTO

| CONCENTRACION $\mu\text{g/ml}$ | ABSORBANCIA |
|-----------------------------------|-------------|
| 0 | 0 |
| 10 | 0.138 |
| 20 | 0.265 |
| 40 | 0.5 |
| 60 | 0.712 |

4.7 LINEARIDAD INSTRUMENTAL

Para las condiciones intrumentales descritas anteriormente, los rangos de trabajo para cada elemento es lineal hasta las concentraciones mostradas en el siguiente cuadro. Verificamos estos resultados con una regresión lineal hasta el punto donde el factor de correlación (r) este (0.999 a 1) la que indica que la curva es lineal.

| | | | | |
|----|--------|-------|---|-------|
| Ag | -----> | 2 τ | - | 4 τ |
| Pb | -----> | 5 τ | - | 18 τ |
| Zn | -----> | 1 τ | - | 3 τ |
| Bi | -----> | 10 τ | - | 50 τ |
| Sb | -----> | 10 τ | - | 50 τ |
| Fe | -----> | 5 τ | - | 6 τ |
| Ca | -----> | 1 τ | - | 4 τ |
| Mg | -----> | 0.1 τ | - | 0.5 τ |
| Cu | -----> | 2 τ | - | 10 τ |

CUADRO 4.2

Todos estos standares son leídos en solución acuosa.

4.8 RESULTADOS

a.- Cuadros Comparativos

De los cuadros N^o 4.3 y N^o 4.4 , observamos que en nuestro laboratorio no se determina algunas impurezas, ya que el equipo no detecta menos de 0.0001%, mientras que CENTROMIN PERU, tiene mejor implementado la sección de instrumentación donde los análisis son hechos por colorimetría, absorción atómica, por rayos X y por polarimetría, son equipos más sensibles y detectan hasta ppb (partes por billón).

Tomamos muestras de proceso y se compara los resultados de laboratorio de esta planta con los de CENTROMIN PERU y observamos que el porcentaje de variación es ínfimo, cumpliendo con el grado máximo CB de pureza en plomo.

b.- Patrones Referenciales

Diversos laboratorios como Alex Stewart, C Plenge, CENTROMIN PERU emiten los análisis de refinados, estos resultados son comparados y se obtiene un resultado promedio, que es utilizado en este laboratorio como Patrón Referencial.

Para cada muestra de proceso se debe tener un patrón que se corra con la muestra problema en paralelo, su uso es necesario para saber como se está trabajando y si las condiciones de trabajo son buenas.

CUADRO COMPARATIVO DE LOS ANALISIS REPORTADOS POR
CENTROMIN PERU Y FUND. DE CONCENTRADOS

| MUESTRA de PROCESO | P L O M O B U L L O N | | | |
|--------------------------|----------------------------|------------|------------|------------|
| | DESPLATADO I | | DESCINCADO | |
| # Lab. | CENTROMIN | FUNDECONSA | CENTROMIN | FUNDECONSA |
| Pb | 99.60 | 99.66 | 99.00 | 99.15 |
| Ag | 0.0079 | 0.0070 | 0.044 | 0.036 |
| Zn | 0.0002 | 0.0001 | 0.0002 | 0.0004 |
| Cu | 0.0003 | 0.0003 | 0.27 | 0.24 |
| Fe | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.001 |
| Bi | 0.34 | 0.32 | 0.34 | 0.30 |
| Se | 0.0002 | 0.0004 | 0.28 | 0.27 |
| As | 0.00005 | ---- | 0.00005 | ---- |
| Tl | 0.0001 | ---- | 0.0001 | ---- |
| Se | 0.0001 | ---- | 0.0001 | ---- |

REPORTES DE CENTROMIN - FUNDECONSA

CUADRO 4.3

CUADRO COMPARATIVO DE LOS ANALISIS REPORTADAS POR
CENTROMIN PERU Y FUNDICION DE CONCENTRADOS

| MUESTRA DE PROCESO | P L O M O B U L L O N | | | |
|--------------------|-----------------------|------------|--------------------|------------|
| | PLOMO DEBISMUTIZADO I | | PLOMO LAVADO FINAL | |
| ELEMENTO | CENTROMIN | FUNDECONSA | CENTROMIN | FUNDECONSA |
| Pb | 99.98 | 99.67 | 99.997 | 99.993 |
| Ag | 0.0009 | 0.0010 | 0.0002 | 0.0006 |
| Bi | 0.0170 | 0.0178 | 0.0020 | 0.0050 |
| Cu | 0.0008 | 0.0005 | 0.0001 | 0.0001 |
| Zn | 0.0001 | 0.0002 | 0.0001 | 0.0001 |
| Fe | 0.0005 | 0.0005 | 0.0001 | 0.0001 |
| As | 0.00005 | ---- | ----- | ----- |
| Sn | 0.0001 | ---- | ----- | ----- |
| Tl | 0.00005 | ---- | ----- | ----- |

REPORTES DE CENTROMIN PERU - FUNDECONSA.

CUADRO 4.4

c.- Remoción de Drosses

Consiste en separar la nata o espuma que se forma y flota sobre la superficie de plomo fundido, en los siguientes cuadros observaremos la composición aproximada de las diferentes drosses formados.

COMPOSICION APROXIMADA DE LOS DIFERENTES DROSSES FORMADOS

| MUESTRA | ELEMENTOS | | | | |
|--------------------|-----------|-------|-------|-------|--------------|
| POLVO DECOPERIZADO | % Cu | % Pb | % Sb | % As | Ag onz/TC |
| 1 | 8.55 | 78.35 | 2.59 | 2.11 | 102.453 |
| 2 | 6.85 | 76.25 | 1.32 | 0.50 | 71.73 |
| 3 | 6.80 | 76.76 | 1.65 | 3.18 | 91.23 |
| 4 | 6.10 | 79.40 | 1.68 | 3.51 | 83.94 |
| DROSS DE COBRE | % Pb | % Cu | % Sb | % As | Ag cc/TC |
| 1 | 60.30 | 17.70 | 1.35 | 5.79 | 65.92 |
| 2 | 63.95 | 13.80 | 0.79 | 4.81 | 50.06 |
| 3 | 60.36 | 14.30 | 0.66 | 5.28 | 63.09 |
| 4 | 51.08 | 9.15 | 3.88 | 2.88 | 89.54 |
| DROSS DE ANTIMONIO | % Pb | % Sb | % Zn | % INS | Ag onz/TC |
| 1 | 60.74 | 11.70 | 0.95 | 2.70 | 52.189 |
| 2 | 60.33 | 11.20 | 0.13 | 0.80 | 41.22 |
| 3 | 73.20 | 8.95 | 0.096 | 1.30 | 36.32 |
| 4 | 67.10 | 13.20 | 1.2 | 1.26 | 22.33 |
| DROSS DE PLATA | % Pb | % Zn | % INS | % Cu | Ag % |
| 1 | 72.7 | 20.07 | 1.30 | 0.38 | 4.90 |
| 2 | 59.4 | 28.00 | 0.80 | 0.5 | 5.9 |
| 3 | 73.21 | 16.78 | 0.4 | 0.53 | 5.63 |
| 4 | 58.10 | 27.74 | 1.19 | 0.50 | 5.27 |

FUNDICION DE CONCENTRADOS

CUADRO 4.5

COMPOSICION APROXIMADAS DE LOS DIFERENTES DROSSES FORMADOS

| MUESTRA | ELEMENTOS | | | | |
|--------------------|-----------|-------|--------|-------|-------|
| DROSS DE ZINC | % Pb | % Zn | % Cu | * Ag | % As |
| 1 | 74.85 | 21.35 | 0.41 | 5.133 | 0.44 |
| 2 | 70.86 | 14.00 | 0.028 | 0.016 | ----- |
| 3 | 68.72 | 21.27 | 0.011 | 1.99 | 0.07 |
| 4 | 75.45 | 19.21 | 0.0006 | 0.11 | 0.05 |
| DROSS DE BISMUTO | % Pb | % Bi | % Ag | % Ca | % Mg |
| 1 | 86.27 | 6.06 | 0.96 | 1.25 | 1.05 |
| 2 | 85.10 | 11.25 | 0.98 | 1.63 | 0.97 |
| 3 | 75.18 | 10.05 | 3.41 | 4.02 | 4.20 |
| 4 | 77.52 | 12.00 | 1.45 | 3.86 | 2.86 |
| PRIMERA LIGA | % Pb | % Bi | % Ag | % Ca | % Mg |
| 1 | 94.64 | 2.45 | 0.35 | 0.40 | 0.20 |
| 2 | 93.95 | 1.98 | 0.67 | 0.24 | 0.36 |
| 3 | 91.02 | 5.75 | 0.038 | 0.37 | 0.80 |
| 4 | 91.10 | 3.50 | 0.35 | 0.76 | 0.42 |
| DROSS LAVADO FINAL | % Pb | % Zn | % CaO | * Ag | % Sb |
| 1 | 70.56 | 1.70 | 3.20 | 0.272 | 0.18 |
| 2 | 81.13 | 3.05 | 0.84 | 0.048 | 0.53 |
| 3 | 79.25 | 0.015 | 2.16 | 0.09 | 0.04 |
| 4 | 76.51 | 0.98 | 3.86 | 0.38 | 0.04 |

FUNDICION DE CONCENTRADOS

d.- Plomo Comercial

Según las normas de ITINTEC se ha clasificado al plomo como:

a.- Plomo Primario

Es aquel plomo refinado obtenido por refinación pirometalúrgica

b.- Plomo Secundario

Es el plomo metálico con 5000 ppm de impurezas.

c.- Plomo Chatarra

Obtenido de los restos de las Chatarras de plomo.

Del cuadro N^o 4.7 deducimos que el plomo producido en Fundeconsa es plomo primario obtenido por refinación pirometalúrgica con un máximo de 100 ppm de impurezas.

CLASIFICACION DEL PLOMO COMERCIAL

| PLOMO PRIMARIO | Ag* | As * | Bi * | Cu * | Fe * | Sb * | Sn * | Zn * | MAX TOTAL |
|-------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| 99.99 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 100 |
| 99.98 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 10 | 10 | 150 |
| 99.94 | 10 | 10 | 50 | 10 | 10 | 20 | 10 | 10 | 600 |
| 99.90 | 30 | 10 | 90 | 10 | 10 | 20 | 10 | 10 | 1000 |
| PLOMO SE CUNDARIO | | | | | | | | | |
| 99.50 | | | | | | | | | 5000 |

* : Partes por millón

CUADRO 4.7

d.1 Grado de plomo comercial

Comercialmente esta dividido en:

| GRADO | PORCENTAJE DE PLOMO |
|-------|------------------------|
| CB | 99.994 |
| CO | 99.99 |
| C1 | 99.98 |
| C2 | 99.95 |
| C3 | 99.9 |
| C4 | 99.0 |

GRADO DE PLOMO COMERCIAL EN CENTROMIN PERU
(POR CIENTO)

| GRADO | Pb-min. | Ag | Cu | As | Sn | Zn | Fe | Bi | Mg | Ca + Na | TOTAL IMPUREZAS |
|-------|---------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|--------------------|
| CB | 99.994 | 0.0003 | 0.0005 | 0.0005 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.004 | 0.001 | 0.002 | 0.006 |
| CO | 99.99 | 0.0005 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.005 | ----- | 0.003 | 0.01 |
| C1 | 99.98 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.002 | 0.006 | ----- | 0.003 | 0.02 |
| C2 | 99.95 | 0.0015 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.03 | 0.005 | 0.02 | 0.05 |
| C3 | 99.9 | 0.002 | 0.002 | 0.005 | 0.01 | 0.005 | 0.005 | 0.06 | 0.01 | 0.04 | 0.1 |
| C4 | 99.5 | 0.002 | 0.09 | ----- | ----- | 0.1 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.1 | 0.5 |

CENTROMIN PERU - METALURGIA DE PLOMO, 11 de Abril 1977

CUADRO 4.8

GRADO COMERCIAL EN ESTA REFINERIA

(POR CIENTO)

| LOTE | Pb min. | Ag | Bi | Cu | Fe | Zn | Sb | Ca | Mg |
|------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 0285 | 99.9932 | 0.0007 | 0.0057 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | <0.0004 | <0.0001 |
| 0347 | 99.9933 | 0.0007 | 0.0056 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | | |
| 0315 | 99.9938 | 0.0008 | 0.0050 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | | |
| 0354 | 99.992 | 0.0008 | 0.0060 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | | |
| 0831 | 99.99 | 0.0009 | 0.0058 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | | |
| 0120 | 99.99 | 0.001 | 0.0060 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0005 | 0.0010 | | |

CUADRO 4.9

4.9 PLOMO EN LINGOTES - PLOMO PRIMARIO

Como observamos en el cuadro 4.10, las impurezas presentes en el plomo varían y son pequeñas en cada calidad, es importante clasificar el Plomo para diversos usos:

- Plomo de corrosión, es el plomo refinado a un alto grado de pureza y que se usa para hacer blanco de plomo por un proceso de corrosión.
- Plomo químico, es el plomo no desplatado.
- Plomo ácido y el plomo cúprico, con cantidades específicas de cobre.
- Los plomos comunes A y B son plomos desplatados
- Plomo blanco que no tiene Plata.
- El plomo comercial químicamente puro 99.99% con un máximo de 100 ppm de impurezas.

ESPECIFICACIONES NORMALES DE DIVERSAS VARIEDADES DE PLOMO EN LINGOTE

| COMPONENTES | VARIEDAD DE PLOMO | | | | | | |
|------------------------|------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------|
| | PLOMO DE CORROSION (a) | PLOMO QUIMICO (b) | PLOMO ACIDO (c) | PLOMO CUPRICO (c) | PLOMO DESPLATADO (d) | PLOMO BLANCO NO DESPLATADO (e) | PLOMO COMERCIAL (f) |
| PLATA % Max. | 0.0015 | 0.020 | 0.002 | 0.020 | 0.002 | 0.002 | 0.0010 |
| PLATA % Min. | ----- | 0.002 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| COBRE % Max. | 0.0015 | 0.080 | 0.080 | 0.080 | 0.0025 | 0.04 | 0.0010 |
| COBRE % Min. | ----- | 0.040 | 0.040 | 0.040 | ----- | ----- | 0.0001 |
| TOTAL Ag+Cu max. | 0.0025 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.0020 |
| TOTAL As % max | 0.0015 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | 0.0001 |
| TOTAL Sb-Sn % max | 0.0095 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| TOTAL As, Sb, Sn % max | ----- | 0.002 | 0.002 | 0.015 | 0.015 | 0.015 | 0.0003 |
| ZINC % max | 0.0015 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.0010 |
| HIERRO % max | 0.0002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.0010 |
| BISMUTO % max | 0.05 | 0.005 | 0.025 | 0.1 | 0.15 | 0.005 | 0.0060 |
| PLOMO POR DIFERENCIA | 99.94 | 99.90 | 99.90 | 99.85 | 99.85 | 99.93 | 99.99 |

FUENTE: TECNOLOGIA Tomo XII

CUADRO 4.10

CAPITULO 5
DISENO DE LABORATORIO Y
SELECCION DE EQUIPOS

5.1 REQUERIMIENTO DE MATERIALES

Según el Balance de Materiales tenemos que por cada lote de refinado se analizan 25 a 30 muestras con 100 determinaciones aproximadamente, si al mes hay un promedio de (23 - 26) lotes se hacen al mes 2,400 determinaciones promedios.

MATERIAL DE TRABAJO PARA UN MES

| MUESTRAS | #DISCO | #DETER. | ELEMENTO/DETERMIN. |
|--------------------|--------|---------|----------------------|
| Pb de obra | (1) | 7 | Pb-Al-Zn-Fe-Bi-Sb-Au |
| Pb decoperizado | (1) | 2 | Pb-Cu |
| Pb ablandado | (1) | 2 | Pb-Sb |
| Pb de Desplate | (2) | 3 | Pb-Ag-Zn |
| Pb descincado | (1) | 3 | Ag-Zn-Bi |
| Pb debismutizado | (2) | 6 | Bi-Ca-Mg |
| Pb de lavado fina | (1) | 2 | Bi-Ag |
| Pb refinado | (6) | 7 | Pb-Cu-Fe-Bi-Sb-Ag |
| Drosser de c/etapa | (6) | 7 | Pb-Cu-Fe-Bi-Sb-Ag |

De las 2,400 determinaciones, se distribuye proporcionalmente para cada elemento de lote, así tenemos que por cada lote

| LOTE 1 | Cu | Pb | Zn | Fe | Sb | Bi | Ca | Mg |
|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| # DETERMIN. | 13 | 11 | 14 | 11 | 14 | 17 | 2 | 3 |

5.2 REQUERIMIENTOS DE PERSONAL

Laboratorio es una entidad que presta servicios a la planta, y ésta tiene un proceso continuo, por lo que se requiere que el operador del equipo esté en tres guardias, contamos con tres supervisores, 5 operarios y la jefatura.

5.3 REQUERIMIENTO DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS PRINCIPAL

| | |
|---------------------------------|---|
| - Balanzas Granitarias | 1 |
| - Balanzas tipo Analítico | 2 |
| - Microbalanza | 1 |
| - Espectrofotómetro de A. A. | 1 |
| - Compresora de aire | 1 |
| - Balones de acetileno | 2 |
| - Balón de ácido nitroso | 1 |
| - Un Spectronic 20 | 1 |
| - Un desionizador Robic | 1 |
| - Un destilador comercial | 1 |
| - Campanas extractoras | 2 |
| - Planchas eléctricas | 2 |
| - Hornilla eléctrica | 1 |
| - Medidor de pH | 1 |
| - Un agitador magnético | 1 |
| - Un Ventilador extractor | 1 |
| - Una estufa graduada | 1 |
| - Un balón de gas y conecciones | 1 |

| | |
|---|---|
| - Mecheros Bunsen | 2 |
| - Una Bomba de Vacío | 1 |
| - Un Pulverizador Denver | 1 |
| - Un Taladro | 1 |
| - Un Tornillo de Banco | 1 |
| - Un Ventilador Extractor | 2 |
| - Chimenea de 3 mt, $\varnothing = 8''$ | 2 |
| - Ductos de ventilación | 3 |
| - Material de vidrio | - |

5.4 REQUERIMIENTOS AUXILIARES

1.- Energía Eléctrica

La energía eléctrica es proporcionada por la planta de fuerza, como el consumo de laboratorio es bajo, comparado con los equipos de la planta se ha hecho un estimado en el consumo.

2.- Agua

Se bombea el agua, desde un reservorio que está en la parte alta de la fundición. El agua llega al laboratorio para ser usada, por una tubería de 3 pulgadas de fierro galvanizado.

5.5 OTROS REQUERIMIENTOS

1.- Seguridad

Se dotará de material de seguridad a los

operarios tales como guantes de jebe y de cuero, botas, cascos, lentes, respiradores de gases, etc.

La instalación de equipos así como la construcción de pasadizos, escaleras, se efectuará siguiendo las Normas del Consejo Interamericano de Seguridad.

2.- Ambientes

El Laboratorio está dotado de buena ventilación a fin de evitar cualquier peligro de toxicidad. La iluminación es con fluorescentes de 40 w o con focos de 100w y 220 voltios.

3.- Facilidades Sanitarias

Se dotará de baños, duchas y cuartos de vestir para el personal dentro del laboratorio.

Los servicios de desagüe es con tuberías de fierro fundido, que servirá para evacuar toda la descarga de los servicios higiénicos y desperdicios de limpieza, procedente de la sección de ensayos.

Se exigirá permanentemente la limpieza en todos los servicios.

5.6 UBICACION DE LABORATORIO

El laboratorio se encuentra en un área libre dentro de la Planta Fundición de Concentrados S. A.

El área escogida para el Laboratorio sería de 11.9

m de largo por 11.5 m de ancho, utilizando un área efectiva para instalaciones de 157 metros cuadrados.

El Laboratorio estaría ubicado al norte de la Planta de Metales Preciosos, al sur los cerros, al este con las oficinas y el oeste almacén. Solamente presenta un piso y las estructuras serán de cemento, ventanas laterales y superiores con marcos de aluminio.

5.7 DISPOSICION DE LABORATORIO

Recomendamos que el laboratorio sea de un solo piso donde se encontrarán las oficinas y servicios como muestra en el Anexo # 1, luego los equipos se distribuirán como lo indica el Anexo 2.

Para esta disposición he calculado las áreas requeridas para cada sección, haciendo un breve análisis del almacenaje y de las áreas de trabajo, así como de la oficina, y aplicamos el método de Guerchett para determinar el área total requerida.

$$S \text{ total} = S_{es} + S_{gt} + S_{ev}$$

$$S_{es} = \text{Area Ocupada}$$

$$S_{gt} = N * S_e$$

$$S_{ev} = (S_e + S_{gt})k$$

$$k = (1/2) \frac{\bar{h}_{em}}{\bar{h}_{ee}}$$

$$h = \frac{\Sigma \text{ alturas } * \text{ Areas ocupadas}}{\Sigma \text{ Areas ocupadas}}$$

Sgt = Superficie gravitacional

Sev = Superficie Evolutiva

N = # lados a utilizarse

\bar{h}_{em} = Altura Promedio de una persona 1.67 m

\bar{h}_{ee} = Altura De los elementos estaticos

1.- Basamentos

Todos los basamentos serán de concreto en cantidades de acuerdo a la resistencia del terreno.

2.- Edificio

Todo el edificio será construído con material noble y los techos con ladrillo y cemento.

3.- Instalación de Equipo

Se ha situado en la sección que le corresponda, se ha tenido en cuenta :

a.- Espacio óptimo para el equipo, cimentación e instalaciones.

b.- Variaciones de Temperatura y Humedad.

c.- Ventilación y extracción de gases.

5.7.1 Sección de Balanzas

a.- Area de trabajo es de 3.05m x 2.8 con una mesa armario de cemento de 2. m x 0.65 m x 0.8 m, con grandes ventanas de vidrio y con iluminación permanente.

b.- Equipos

Contamos con tres balanzas que es fundamental en el análisis cuantitativo, cada análisis requiere directa o indirectamente 2 serie de pesadas ya que los resultados se expresan en porcentajes de peso.

El pesador debe tener el máximo cuidado al efectuar su trabajo ya que es el primer punto de partida en el laboratorio para la exactitud de un resultado.

b.1 Balanzas Granitarias

Usos.- se utiliza para rangos de (100 - 1000)g, con una precisión moderada, se pesa sólidos, líquidos y se usa para la preparación de reactivos de concentración conocida.

Tipo.- puede ser electrónica digital o manual.

Sensibilidad = 0.01 gr.

Tiempo de integración = 1 a 2 segundos.

b.2 Balanza tipo Analítico

Uso.- para pesar muestras para análisis con las características que sea exacta, reproducible y estable y con buena sensibilidad.

Tipo .- Electrónica, digital

Rango de pesada = Hasta 100 g, sensibilidad
1 mg.

b.3 Microbalanza

Uso.- para pesar muestras de oro y plata

Tipo.- electrónica digital o de platillos

Rango pesada.- 5 g

buena sensibilidad.

Sensibilidad = 0.001 mg.

Las balanzas b.2 y b.3 son colocadas
sobre material amortiguados para evitar
vibraciones.

Hay diversidad de modelos de balanza
analítica, que se diferencian en los
detalles de construcción y en su
sensibilidad, para la mayoría de los
análisis cuantitativos basta una balanza de
100 - 200 gramos y una sensibilidad de 1mg.

5.7.2 Sección Instrumental

a.- Area de Trabajo

Según los cálculos el espacio requerido
es de 3.9 m x 2.9 m, se ha dispuesto una
mesa armario empotrada en la pared de 2.5
m x 0.65 m x 0.8 m y otra de madera muy
resistente y firme para que sirva de base
al espectrofotómetro.

El medio ambiente estará condicionado con controladores de temperatura y humedad, así como se instalará un extractor de gases en la parte superior de la cámara de combustión.

b.- Equipo de Trabajo

b.1 Espectrofotómetro de Absorción Atómica

- Uso

Se usa para análisis de soluciones y sirve para la determinación de trazas de metales en líquidos.

- Sensibilidad

Este método permite detectar elementos distintos a concentraciones tan bajas como 1ppm, sus respuestas son rápidas y con reproductibilidad.

- Ubicación

Se debe apoyar sobre una mesa maciza y firme para evitar vibraciones. Ver el Anexo 5

- Tipo

Equipo de A. A. PERKIN ELMER 2380

Potencia 200 - 240 voltios

50 - 60 Hz

150 Vatios

- Accesorios

a.- Extractor de Gases, evita que el personal absorba estos gases tóxicos y así se evita que los gases corroan el equipo, el flujo de gases eliminados es 200 - 300 ft/min.

Se recomienda un extractor.

Tipo : Extractor Centrífugo
VRTR -10 con $\varnothing = 4''$

Motor: 1/8 HP, 220 v, 60 Hz
velocidad 300 ft/min con 1/8''
pulgada de agua.

b.- Compresora de Aire

La casa Perkin Elmer recomienda una compresora libre de agua y aceite

Capacidad: 28 l/min

Presión : 275 KPa (40 psig)

Este equipo debe estar en otro lugar aislado, ya que produce ruido y vibraciones y requiere mucha ventilación. Ver el Anexo 5.

c.-Balones de Gases

Tenemos balones de acetileno y de óxido nitroso. Se les deposita en la sala de

compresora porque tiene que existir mucha ventilación.

d.- Filtros de Agua y Aceite

Son accesorios del equipo que se colocan en la línea aire, previo a que el aire llegue al equipo.

e.- Cátodos Huecos

Que son las lamparas que emiten luz a una longitud de onda específica que puede ser absorbida por el átomo tenemos Ag, Pb, Zn, Cu, Fe, Bi, Sb, Sn, Ca, Mg.

b.2.- Colorímetro

Usado para análisis de trazas, cantidades menor del 1%, el instrumento es bien sensible y da resultados confiables.

Tipo = Spectronic 20

Rango= 340 -625 nm

Reproductibilidad = 0.5 %

c.- Ventilación

Para la sección de Absorción Atómica, se ha instalado un equipo de aire acondicionado que hace que el cuarto se

mantenga (20 - 35°C) y (20% - 60%) humedad.

Usaremos un equipo de 10,00 Btu/hr, que recomienda la casa Perkin Elmer.

5.7.3 Sección de Ensayes

a.- Area de Trabajo

El área techada es 6 m x 5m rodeado de tres mesas armarios empotrados en la pared y en el centro una mesa armario que divide al laboratorio en ensayos vía clásica y para absorción atómica. Su estructura es de cemento y paredes de loseta asfaltada y con grandes ventanas laterales de 2.5m x 1.5m, con líneas de agua, corriente alterna y continua y bombas de vacío, todas las conexiones están ocultas en conductos de servicio detrás de las mesas de trabajo.

b.- Ventilación

El objetivo principal de la ventilación es la distribución racional de las corrientes de aire puro, ya sea aprovechando su movimiento natural o por medios mecánicos a fin de:

- Suministrar a los trabajadores aire limpio y fresco.
- Reducir por dilución la concentraciones

de los contaminantes del ambiente.

- Regular las condiciones termoambientales.

El tipo de ventilación en este caso, es el exhaustivo local, que consiste en prevenir el escape de gases tóxicos de su punto de origen, se provoca la aspiración a una campana de succión para luego pasar por un sistema de tuberías hasta un ventilador que crea la succión y descarga de los gases hacia una chimenea.

c.- Medio Ambiente

Renovaremos el aire del ambiente a fin de evitar la contaminación atmosférica, usaremos un extractor axial de fierro fundido recubierto con pintura anticorrosiva, con un $\varnothing = 14''$, para una sala de 6 x 5 metros cuadrados con un motor 1/6HP, 220v, 60Hz y con un flujo de cambio 3,000 m³/hr

d.- Materiales y Equipos

- Materiales de Vidrio

Para laboratorio el material más adecuado es el cristal resistente de laboratorio llamado pirex, se selecciona buretas, matraces, erlenmeyer, frascos volumétricos, pipetas, baguetas, embu-

dos, fiolas, etc.

- Estufas Graduadas

Uso : Se utiliza el calor a niveles más bajos, para temperaturas por debajo de 300°C

Tipos: Thermolyne

Temperatura: (100 - 300°C)

Tamaños : Variables

- PH - Metros

Uso: Sirve para determinar el grado de acidez o alcalinidad

Tipo: Electrónico digital

Rango : 0 -14

Rango de Temperatura : (0 -100°C)

- Agitadores Magnéticos

Uso: Para homogenizar soluciones

* Acelera la reacción química

* Produce cambios físicos

* Dispersa

* Transmite calor.

- Desmineralizador

Uso: Sirve para obtener agua desionizada

Tipo: Pueden ser los desionizadores Rovic, de acuerdo a nuestra capacidad que es de 2 litros/min escogemos el modelo 3DF - 30 con su accesorio

principal, un prefiltro de 5 micrones para la eliminación de materias orgánicas insolubles, protegen la resina.

Son rápidas de instalar y ocupan áreas mínimas, se le empotra en la pared con un área de 60cm x 100cm con un sumidero en el piso para la descarga.

- Cabinas Extractoras - Diseño

Para que la captación sea efectiva se necesita encerrar el área donde se disgrega las muestras, evitando que haya escapes de los gases al ambiente de trabajo, ya que sería antieconómico su captación.

Por lo tanto a mayor encerramiento mayor eficiencia y economía.

Cabinas

Este sistema posee paredes laterales y traseras, pero carece de paredes frontales, la parte libre permite el acceso del operador.

En este caso se diseñan las campanas de tal manera que se asegure que la velocidad de captura traiga el material contaminante emitido.

TIPOS DE CABINA

| VOLUMEN DE AIRE | DESCRIPCION | DIMENSIONES |
|-----------------------|------------------------------------|--|
| 1.- $q = 1.4 P.H.V$ | Para campanas abiertas suspendidas | P = perímetro V = velocidad ft/min |
| 2.- $Q = (w + 1)H.V.$ | Para dos caras cerradas | w = lado de campana |
| 3.- $Q = w.H.V.$ | Para tres lados | l = lados de la campana |
| Velocidad de Captura | 50 - 60 pies/min | |
| Velocidad en el ducto | 1000-3000 pies/min | |

Fuente : VENTILACION INDUSTRIAL, Mayo 1988.

CUADRO 5.1

Para el diseño seguimos las siguientes etapas:

1.- Seleccionado ya el equipo de campana (3)

2.- Se realiza el balance de energía desde la cabina hasta el ramal más alejado del ventilador.

A.- Formulas que se emplean en la Selección del Ventilador-Extractor

1.- Area del Ducto

$$A = 5.454 \times 10^{-3} D^2$$

A = Area del ducto (pies cuadrados)

D = Diámetro del ducto (pulg²)

2.- Velocidad del Fluido

$$V = Q / A$$

V = velocidad del fluido (pie/min)

Q = caudal (pie³ / min)

3.- Ecuación de Bernoulli

$$P_1 / \tau_1 + V_1^2 / 2g + z_1 =$$

$$P_2 / \tau_2 + V_2^2 / 2g + z_2 + h_{1-2}$$

h = Pérdidas en pies de fluido

P (lib/pie²)

τ (lib/pie³)

g (pie/min)

P_1 / τ_1 = altura de presión estática

(P_{EL})

$V_1^2 / 2g$ = altura de velocidad (P_{VL})

$$v = \text{ft/min}$$

$$z = \text{ft}$$

Si la altura está en pies de fluido, para convertirla en pulgadas de agua (WG) se debe multiplicar por el factor:

$$\left(\frac{\tau}{\tau_{\text{agua}}} \right) \quad 1 \text{ ft} = 12 \text{ ''}$$

$$\tau_{\text{agua}} = 62.302 \text{ lb/pie cúbico}$$

reemplazando

$$\tau \times 12 / \tau_{\text{agua}} = \tau / 5.192$$

donde

$$P_{E1} + P_{V1} = P_{E2} + P_{V2} + h_{1-2}$$

4.- Presión de velocidad

$$P_v = (V^2/2g) (\tau/5.192) = (V/1096.4)^2 \tau$$

P_v = Presión de velocidad en pulgadas de agua (WG)

V = velocidad del fluido (pie/min)

g = Densidad del fluido (lb/m^2)

τ = Densidad del fluido (lb/pie^3)

5.- Si el fluido es aire a 70°F y $\tau =$

$$0.075 \text{ lb/pie}^3$$

$$P_v = (V/1096.4)^2 (0.075)$$

$$P_v = (V/4005)^2$$

$$V = 4005 (P_v)^{1/2}$$

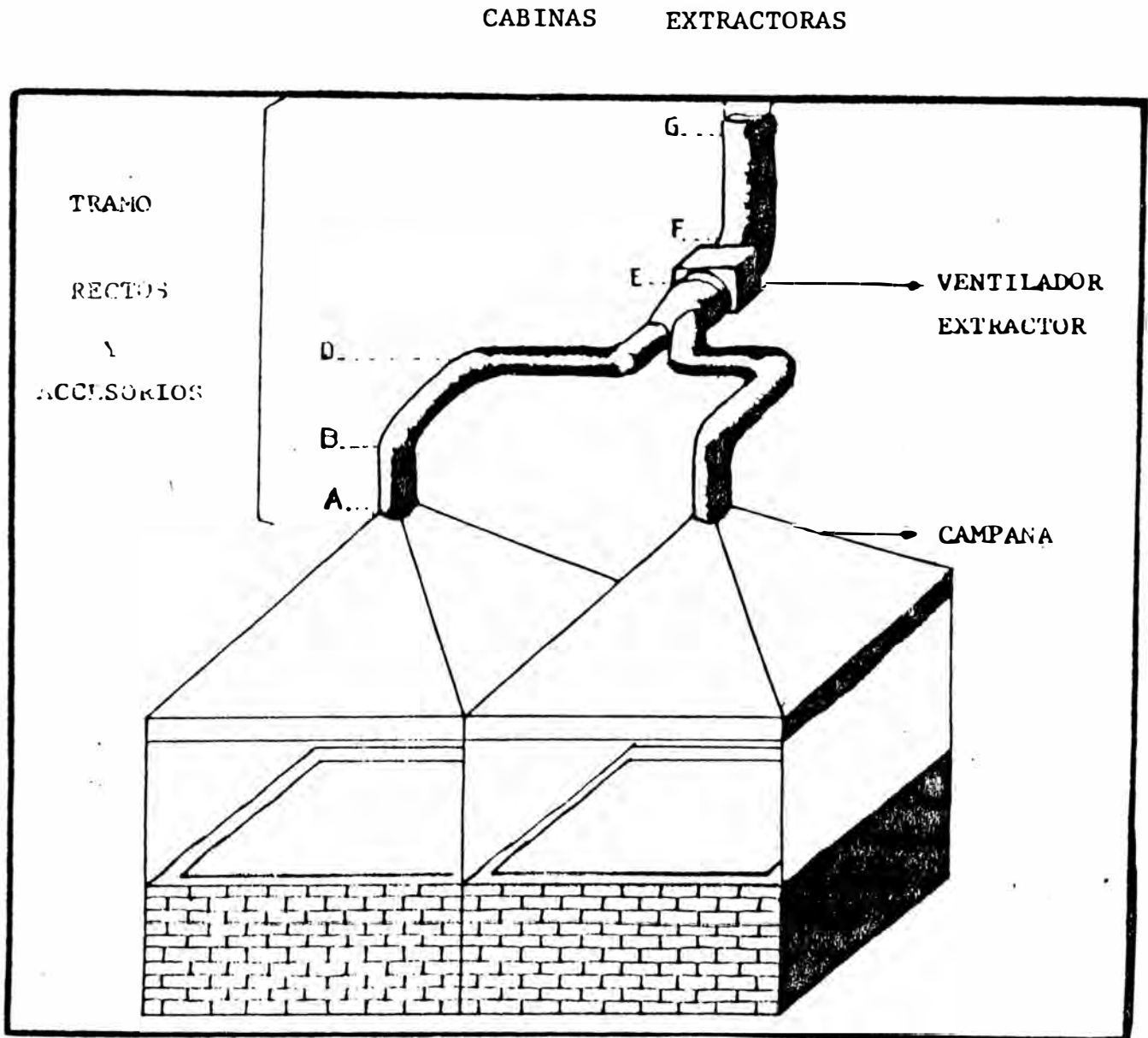
6.- Los gráficos que se utilizan para

el cálculo del sistema de ventilación son mostrados en las figuras 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5

B.- Pérdida de Presión en el diagrama

b.1 Pérdida de presión en la campana

b.2 Pérdida de Presión en los ductos y accesorios



Grafica 5.1

GRAFICAS UTILIZADAS PARA EL CALCULO DEL DISEÑO

GRAFICA 5.1

AREA Y CIRCUNFERENCIA DE CIRCULOS

| Diámetro en Pulgadas | AREA | | Circunferencia | | Diámetro en Pulgadas | AREA | | Circunferencia | |
|----------------------|-----------------------|-------------------|----------------|-------|----------------------|-----------------------|-------------------|----------------|-------|
| | Pulgadas ² | Pies ² | Pulgadas | Pies | | Pulgadas ² | Pies ² | Pulgadas | Pies |
| 1 | .7854 | .0054 | 3.1416 | .2618 | 30 | 706.8 | 4.909 | 94.25 | 7.854 |
| 1 1/2 | 1.787 | .0123 | 4.712 | .3927 | 31 | 754.7 | 5.241 | 97.39 | 8.166 |
| 2 | 3.14 | .0218 | 6.28 | .5238 | 32 | 804.2 | 5.585 | 100.5 | 8.376 |
| 2 1/2 | 4.910 | .0341 | 7.854 | .6544 | 33 | 856.3 | 5.940 | 103.7 | 8.639 |
| 3 | 7.07 | .0491 | 9.42 | .7854 | 34 | 907.9 | 6.305 | 106.8 | 8.901 |
| 3 1/2 | 9.820 | .0668 | 11.00 | .9184 | 35 | 962.1 | 6.611 | 109.9 | 9.163 |
| 4 | 12.57 | .0873 | 12.57 | 1.047 | 38 | 1017.8 | 7.069 | 113.1 | 9.425 |
| 4 1/2 | 15.90 | .1105 | 14.14 | 1.178 | 37 | 1075.2 | 7.467 | 116.2 | 9.688 |
| 5 | 19.63 | .1364 | 15.71 | 1.309 | 38 | 1134.1 | 7.876 | 119.4 | 9.948 |
| 5 1/2 | 23.76 | .1650 | 17.28 | 1.439 | 39 | 1194.5 | 8.295 | 122.5 | 10.21 |
| 6 | 28.27 | .1964 | 18.85 | 1.571 | 40 | 1256.0 | 8.727 | 125.7 | 10.47 |
| 6 1/2 | 33.18 | .2305 | 20.42 | 1.702 | 41 | 1320.2 | 9.168 | 128.8 | 10.73 |
| 7 | 38.48 | .2673 | 21.99 | 1.833 | 42 | 1385.4 | 9.621 | 131.9 | 10.99 |
| 7 1/2 | 44.18 | .3068 | 23.56 | 1.964 | 43 | 1452.2 | 10.08 | 135.1 | 11.26 |
| 8 | 50.27 | .3491 | 25.13 | 2.094 | 44 | 1520.5 | 10.56 | 138.2 | 11.52 |
| 8 1/2 | 56.75 | .3940 | 26.70 | 2.225 | 45 | 1590.4 | 11.04 | 141.4 | 11.78 |
| 9 | 63.62 | .4418 | 28.27 | 2.356 | 46 | 1661.9 | 11.54 | 144.5 | 12.04 |
| 9 1/2 | 70.88 | .4923 | 29.85 | 2.487 | 47 | 1734.9 | 12.05 | 147.6 | 12.30 |
| 10 | 78.54 | .5464 | 31.42 | 2.618 | 48 | 1809.5 | 12.57 | 150.8 | 12.57 |
| 11 | 86.03 | .6000 | 33.00 | 2.749 | 49 | 1885.7 | 13.10 | 153.9 | 12.83 |
| 12 | 133.1 | .7864 | 37.70 | 3.142 | 50 | 1963.5 | 13.64 | 157.1 | 13.09 |
| 13 | 132.7 | .9218 | 40.84 | 3.403 | 61 | 2042 | 14.19 | 160.2 | 13.35 |
| 14 | 153.0 | 1.069 | 43.98 | 3.665 | 62 | 2124 | 14.75 | 163.4 | 13.61 |
| 15 | 176.7 | 1.227 | 47.12 | 3.927 | 63 | 2208 | 15.32 | 166.5 | 13.86 |
| 16 | 201.0 | 1.390 | 50.26 | 4.189 | 64 | 2290 | 15.90 | 169.6 | 14.14 |
| 17 | 226.9 | 1.578 | 53.41 | 4.461 | 65 | 2463 | 17.10 | 175.9 | 14.66 |
| 18 | 254.4 | 1.767 | 56.55 | 4.712 | 66 | 2642 | 18.35 | 182.2 | 15.18 |
| 19 | 283.5 | 1.969 | 59.69 | 4.974 | 67 | 2827 | 19.63 | 188.5 | 15.71 |
| 20 | 314.1 | 2.182 | 62.83 | 5.236 | 68 | 3019 | 20.97 | 194.8 | 16.33 |
| 21 | 346.3 | 2.405 | 65.97 | 5.498 | 69 | 3217 | 22.34 | 201.1 | 16.76 |
| 22 | 380.1 | 2.640 | 69.11 | 5.760 | 70 | 3421 | 23.76 | 207.3 | 17.28 |
| 23 | 415.4 | 2.885 | 72.26 | 6.021 | 71 | 3632 | 25.22 | 213.6 | 17.80 |
| 24 | 452.3 | 3.142 | 75.42 | 6.283 | 72 | 3848 | 26.73 | 219.9 | 18.33 |
| 25 | 490.8 | 3.409 | 78.54 | 6.545 | 73 | 40.72 | 28.27 | 226.2 | 18.85 |
| 26 | 530.9 | 3.687 | 81.68 | 6.807 | 74 | 4301 | 29.87 | 232.5 | 19.37 |
| 27 | 572.5 | 3.976 | 84.82 | 7.069 | 75 | 4536 | 31.50 | 238.8 | 19.90 |
| 28 | 615.7 | 4.276 | 87.96 | 7.330 | 76 | 4778 | 33.18 | 245.0 | 20.42 |
| 29 | 660.5 | 4.587 | 91.11 | 7.592 | 77 | 5027 | 34.91 | 251.3 | 20.94 |

REF: Ventilacion industrial R. Quinchia

GRAFICA 5.2

PRESIONES DE VELOCIDAD PARA DIFERENTES VELOCIDADES AIRE
A CONDICIONES NORMALES

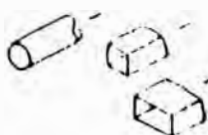
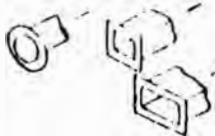

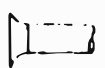
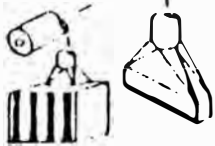
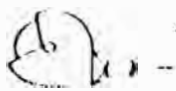
$V = 4005 \sqrt{PV}$ $V =$ VELOCIDAD EN PIES/MIN.

PV = PRESION DE VELOCIDAD, PULGADAS DE AGUA

| PV | V | PV | V | PV | V | PV | V | PV | V | PV | V |
|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 0.01 | 401 | 0.52 | 2.888 | 1.03 | 4065 | 1.54 | 4970 | 2.05 | 5734 | 3.10 | 7052 |
| 0.02 | 566 | 0.53 | 2.916 | 1.04 | 4084 | 1.55 | 4988 | 2.06 | 5748 | 3.20 | 7164 |
| 0.03 | 694 | 0.54 | 2943 | 1.05 | 4104 | 1.56 | 5002 | 2.07 | 5762 | 3.30 | 7275 |
| 0.04 | 801 | 0.55 | 2970 | 1.06 | 4123 | 1.57 | 5018 | 2.08 | 5776 | 3.40 | 7385 |
| 0.06 | 896 | 0.56 | 2997 | 1.07 | 4143 | 1.58 | 5034 | 2.09 | 5790 | 3.50 | 7493 |
| 0.08 | 981 | 0.57 | 3024 | 1.08 | 4162 | 1.59 | 5050 | 2.10 | 5804 | 3.60 | 7699 |
| 0.07 | 1060 | 0.58 | 3050 | 1.09 | 4181 | 1.60 | 5066 | 2.11 | 5818 | 3.70 | 7704 |
| 0.08 | 1133 | 0.59 | 3076 | 1.10 | 4200 | 1.61 | 5082 | 2.12 | 5831 | 3.80 | 7807 |
| 0.09 | 1202 | 0.60 | 3102 | 1.11 | 4220 | 1.62 | 5098 | 2.13 | 5845 | 3.90 | 7909 |
| 0.10 | 1268 | 0.61 | 3128 | 1.12 | 4238 | 1.63 | 5113 | 2.14 | 5859 | 4.00 | 8010 |
| 0.11 | 1328 | 0.62 | 3153 | 1.13 | 4257 | 1.64 | 5129 | 2.15 | 5872 | 4.10 | 8110 |
| 0.12 | 1387 | 0.63 | 3179 | 1.14 | 4276 | 1.65 | 5145 | 2.16 | 5886 | 4.20 | 8208 |
| 0.12 | 1444 | 0.64 | 3204 | 1.15 | 4295 | 1.66 | 5160 | 2.17 | 5900 | 4.30 | 8305 |
| 0.14 | 1499 | 0.65 | 3229 | 1.16 | 4314 | 1.67 | 5176 | 2.18 | 5913 | 4.40 | 8401 |
| 0.15 | 1551 | 0.66 | 3254 | 1.17 | 4332 | 1.68 | 5191 | 2.19 | 5927 | 4.50 | 8496 |
| 0.16 | 1602 | 0.67 | 3278 | 1.18 | 4351 | 1.69 | 5207 | 2.20 | 5940 | 4.60 | 8590 |
| 0.17 | 1651 | 0.68 | 3303 | 1.19 | 4369 | 1.70 | 4222 | 2.21 | 5954 | 4.70 | 8683 |
| 0.18 | 1699 | 0.69 | 3327 | 1.20 | 4387 | 1.71 | 5237 | 2.22 | 5967 | 4.80 | 8775 |
| 0.19 | 1746 | 0.70 | 3351 | 1.21 | 4406 | 1.72 | 5253 | 2.23 | 5981 | 4.90 | 8865 |
| 0.20 | 1791 | 0.71 | 3375 | 1.22 | 4424 | 1.73 | 5268 | 2.24 | 5994 | 5.00 | 8955 |
| 0.21 | 1835 | 0.72 | 3398 | 1.23 | 4442 | 1.74 | 5283 | 2.25 | 6008 | 5.10 | 9045 |
| 0.22 | 1879 | 0.73 | 3422 | 1.24 | 4460 | 1.75 | 5298 | 2.26 | 6021 | 5.20 | 9133 |
| 0.23 | 1921 | 0.74 | 3446 | 1.25 | 4478 | 1.76 | 5313 | 2.27 | 6034 | 5.30 | 9220 |
| 0.24 | 1962 | 0.75 | 3468 | 1.26 | 4495 | 1.77 | 5328 | 2.28 | 6047 | 5.40 | 9307 |
| 0.25 | 2003 | 0.76 | 3491 | 1.27 | 4513 | 1.78 | 5343 | 2.29 | 6061 | 5.50 | 9393 |
| 0.26 | 2042 | 0.77 | 3514 | 1.28 | 4531 | 1.79 | 5358 | 2.30 | 6074 | 5.60 | 9478 |
| 0.27 | 2081 | 0.78 | 3537 | 1.29 | 4549 | 1.80 | 5373 | 2.31 | 6087 | 5.70 | 9562 |
| 0.28 | 2119 | 0.79 | 3560 | 1.30 | 4566 | 1.81 | 5388 | 2.32 | 6100 | 5.80 | 9645 |
| 0.29 | 2157 | 0.80 | 3582 | 1.31 | 4584 | 1.82 | 5403 | 2.33 | 6113 | 5.90 | 9728 |
| 0.30 | 2194 | 0.81 | 3605 | 1.32 | 4601 | 1.83 | 5418 | 2.34 | 6126 | 6.00 | 9810 |
| 0.31 | 2230 | 0.82 | 3627 | 1.33 | 4619 | 1.84 | 5433 | 2.35 | 6140 | 6.10 | 9892 |
| 0.32 | 2266 | 0.83 | 3649 | 1.34 | 4636 | 1.85 | 5447 | 2.36 | 6153 | 6.20 | 9972 |
| 0.33 | 2301 | 0.84 | 3671 | 1.35 | 4653 | 1.86 | 5462 | 2.37 | 6166 | 6.30 | 10052 |
| 0.34 | 2335 | 0.85 | 3692 | 1.36 | 4671 | 1.87 | 5477 | 2.38 | 6179 | 6.40 | 10132 |
| 0.35 | 2369 | 0.86 | 3714 | 1.37 | 4688 | 1.88 | 5491 | 2.39 | 6192 | 6.50 | 10211 |
| 0.36 | 2403 | 0.87 | 3736 | 1.38 | 4705 | 1.89 | 5506 | 2.40 | 6205 | 6.60 | 10289 |
| 0.37 | 2436 | 0.88 | 3757 | 1.39 | 4722 | 1.90 | 5521 | 2.41 | 6217 | 6.70 | 10367 |
| 0.38 | 2469 | 0.89 | 3778 | 1.40 | 4739 | 1.91 | 5536 | 2.42 | 6230 | 6.80 | 10444 |
| 0.39 | 2501 | 0.90 | 3799 | 1.41 | 4756 | 1.92 | 5550 | 2.43 | 6243 | 6.90 | 10520 |
| 0.40 | 2533 | 0.91 | 3821 | 1.42 | 4773 | 1.93 | 5564 | 2.44 | 6256 | 7.00 | 10596 |
| 0.41 | 2564 | 0.92 | 3841 | 1.43 | 4790 | 1.94 | 5578 | 2.45 | 6269 | 7.10 | 10671 |
| 0.42 | 2596 | 0.93 | 3862 | 1.44 | 4806 | 1.95 | 5593 | 2.46 | 6282 | 7.20 | 10745 |
| 0.43 | 2628 | 0.94 | 3883 | 1.45 | 4823 | 1.96 | 5607 | 2.47 | 6294 | 7.30 | 10818 |
| 0.44 | 2657 | 0.95 | 3904 | 1.46 | 4839 | 1.97 | 5621 | 2.48 | 6307 | 7.40 | 10890 |
| 0.45 | 2687 | 0.96 | 3924 | 1.47 | 4856 | 1.98 | 5636 | 2.49 | 6320 | 7.50 | 10961 |
| 0.46 | 2716 | 0.97 | 3044 | 1.48 | 4872 | 1.99 | 5650 | 2.50 | 6332 | 7.60 | 11031 |
| 0.47 | 2746 | 0.98 | 3965 | 1.49 | 4889 | 2.00 | 5664 | 2.60 | 6468 | 11.00 | 13283 |
| 0.48 | 2775 | 0.99 | 3985 | 1.50 | 4905 | 2.01 | 5678 | 2.70 | 6581 | 12.00 | 13874 |
| 0.49 | 2804 | 1.00 | 4005 | 1.51 | 4921 | 2.02 | 5692 | 2.80 | 6702 | 13.00 | 14440 |
| 0.50 | 2832 | 1.01 | 4025 | 1.52 | 4938 | 2.03 | 5706 | 2.90 | 6820 | 13.81 | 14775 |
| 0.51 | 2860 | 1.02 | 4045 | 1.53 | 4954 | 2.04 | 5720 | 3.00 | 6937 | 14.00 | 14985 |

b.1 Pérdida de Presión a la entrada a la campana

La pérdida de presión a la entrada de la campana se calcula de acuerdo al tipo de campana. Así tenemos:

| PERDIDAS DE PRESION DE ALGUNAS CAMPANAS | | | |
|---|--------------------------------|---|----------------------|
| TIPO DE CAMPANA | DESCRIPCION | COEFICIENTE DE ENTRADA | PERDIDA A LA ENTRADA |
|  | ABERTURA PLANA | 0.72 | 0.03 PV |
|  | ABERTURA CON PESTAÑA | 0.62 | 0.40 PV |
|  | CAMPANA RECTAN. GULAR O CÓNICA | VARIA CON EL ANGULO DE LA CAMPANA (VER FIGURA 2.10.1) | |
|  | ENTRADA CON BOCA ACAMPANADA | 0.98 | 0.04 PV |
|  | ORIFICIO | VER FIGURA 2.10 | |
|  | CAMPANA TIPICA PARA ESMERILADO | TOMA RECTA | |
| | | 0.78 | 0.68 PV |
| | | TOMA EN ANGULO | |
| | | 0.63 | 0.40 PV |

Ref. Ventilacion Industrial (10)

Cuadro # 5.2

b.2 Pérdidas por fricción en tramos rectos y accesorios.

Colocamos la pérdida por fricción que ocurre en los codos, entradas, en término de longitud total y conociendo el flujo y diámetro, vamos a la fig. 5.3 y 5.4 así determinamos la pérdida total o pérdida de carga.

Para un flujo de gases (1000,1500) pies cúbicos/minutos y la presión que debe vencer el ventilador que es de 0.66(WG) pulgadas de agua, el fabricante recomienda:

Tipo : Ventilador - Extractor centrífugo para gases ácidos.

Motor : Eléctrico de 3/4 de HP

Voltaje : 220/440 Voltios

Ciclaje : 60 Hz

Resistencia : 0.60 WG

Ductos de extracción

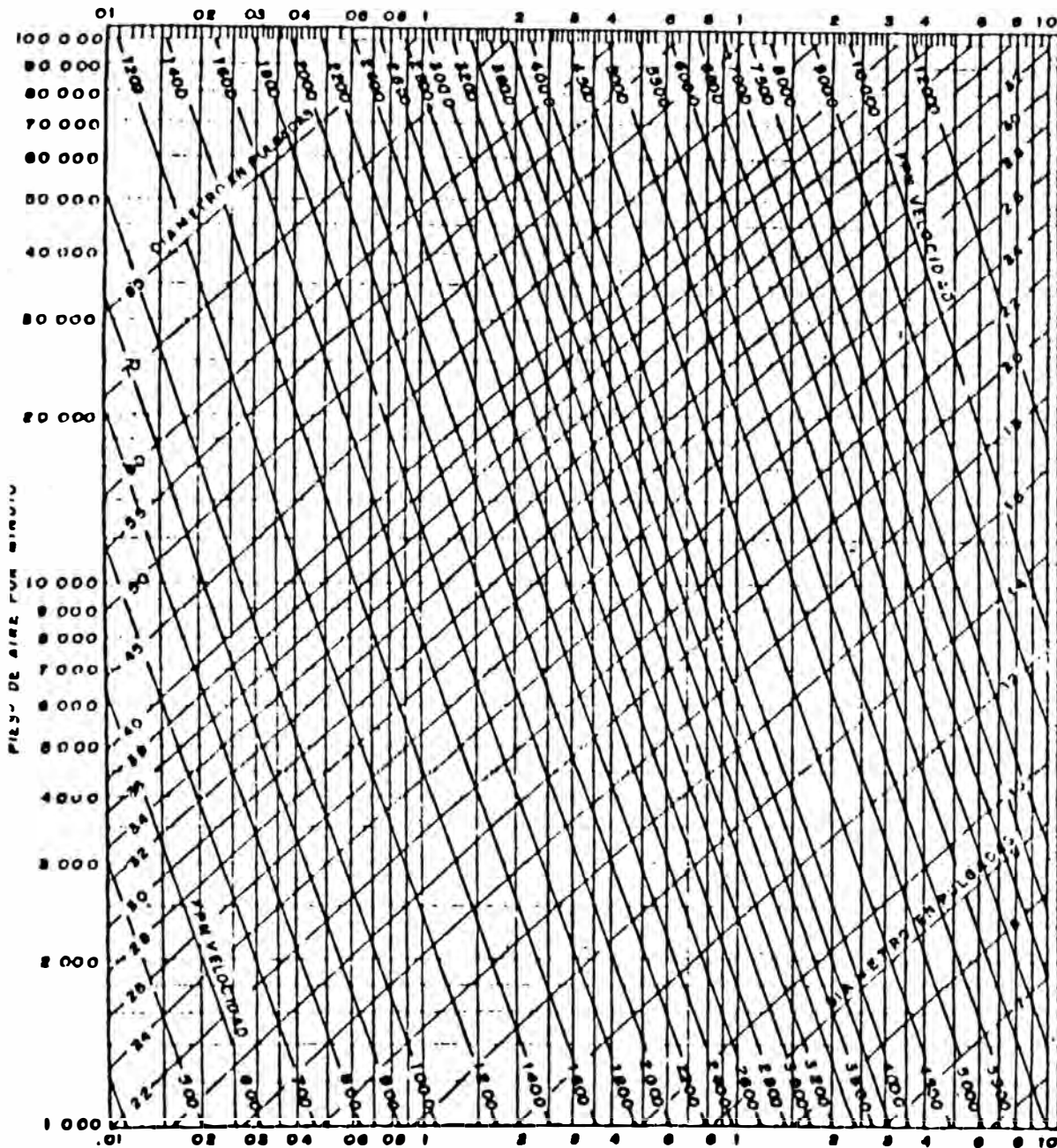
Material : Forrado con PVC

Diámetro : 8 pulgadas

Diámetro de descarga: 12 pulgadas.

GRAFICA 5.4

PERDIDAS POR FRICCION EN PULGADAS DE AGUA POR 100 PIES

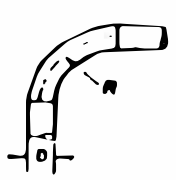
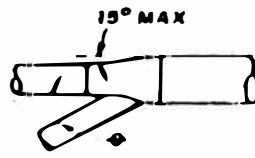
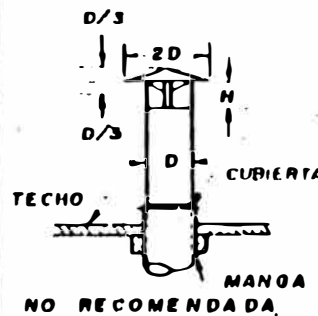


BASADA EN AIRE NORMAL DE 0078 lb/plg³ DE DENSIDAD A TRAVES DE DUCTOS METALICOS REDONDOS
 PERDIDAS FRICCION/100' $\frac{2.74 \left[\frac{V \rho}{1000} \right]^{1.9}}{[D]^{4.75}}$

NOTA: TANTO 1.9 COMO 4.75 SON EXPONENTES

GRAFICA 5.5

FIGURA 320 RESISTENCIA EQUIVALENTE EN PIES DE TUBERIA RECTA

| DUCTO D | 90° CODO° RADIOS DESDE LA LINEA CENTRAL | | | ANGULO DE ENTRADA | | H, No DE DIAMETROS | | |
|------------|--|------|------|-------------------|-----|-----------------------|------|------|
| | 1.0D | 2.0D | 2.5D | 30° | 45° | 1. D | .75D | .5 D |
| | 3" | 6 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 9 |
| 4" | 6 | 4 | 4 | 3 | 6 | 2 | 3 | 12 |
| 6" | 9 | 6 | 6 | 4 | 6 | 2 | 4 | 18 |
| 8" | 12 | 7 | 6 | 6 | 7 | 3 | 6 | 20 |
| 7" | 13 | 9 | 7 | 6 | 9 | 3 | 6 | 23 |
| 8" | 16 | 10 | 6 | 7 | 11 | 4 | 7 | 26 |
| 10" | 20 | 14 | 11 | 9 | 14 | 6 | 9 | 36 |
| 12" | 28 | 17 | 14 | 11 | 17 | 6 | 11 | 44 |
| 14" | 30 | 21 | 17 | 13 | 21 | 7 | 13 | 63 |
| 16" | 36 | 24 | 20 | 16 | 26 | 9 | 16 | 62 |
| 18" | 41 | 28 | 23 | 18 | 28 | 10 | 18 | 71 |
| 20" | 46 | 32 | 26 | 20 | 32 | 11 | 20 | 80 |
| 24" | 67 | 40 | 32 | | | 13 | 24 | 92 |
| 30" | 74 | 61 | 41 | | | 17 | 31 | 126 |
| 36" | 93 | 64 | 62 | | | 22 | 39 | 169 |
| 40" | 106 | 72 | 69 | | | | | |
| 48" | 130 | 89 | 73 | | | | | |

60° CODOS — 0.67 x PERDIDA PARA 90°
 45° CODOS — 0.8 x PERDIDA PARA 90°
 30° CODOS — 0.33 x PERDIDA PARA 90°

CALCULO DEL SISTEMA DE VENTILACION EXHAUSTIVA

BASADOS EN TABLAS Y GRAFICOS

(Manual de ventilacion)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-------------|-------------|-----------------------------|---------------|------------------|-----------------------------------|--------|------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|----------|-------------|-------------|------|-------|-------|------|------|
| TRAMO DUCTO | DIAM. PULG. | AREA DUCTO pie ² | FLUJO DE AIRE | VELOCIDAD pie/mi | LONGITUD DUCTO EN PIE RESISTENCIA | UN | RESISTENCIA EN PULGADA | PERD. ENTRAD | PERD. CAMP. | SUCC. CAMP. | PRES. ESTAT | PRES. G. | PIE POR MIN | PIE POR MIN | | | | | |
| A-E | 8" | 0.349 | 1050 | --- | 3000 | 1.5"×3 | 1-90/1-30 | 10+7 | 21.5 | 1.6 | 0.34 | 0.56 | 0.250 | 1.25 | 0.70 | 1.044 | 1.04 | 1050 | 3000 |
| E-F | 12" | 0.785 | 2100 | --- | 2673 | 3" | --- | --- | 3" | 1 | 0.03 | 0.445 | --- | --- | --- | 1.074 | 1.074 | --- | --- |
| F-G | 12" | 0.785 | 2100 | --- | 2673 | 3" | --- | --- | 3" | 1 | 0.03 | 0.440 | --- | --- | --- | 0.66" | --- | --- | --- |

CAPACIDAD = 2100 PRESION Gob 0.66" WG

Cuadro # 5.6

5.7.4 Vía Seca

Esta sección es pequeña 3 m x 2.6 m, se utiliza solo para análisis de plata y oro por el método de fundición y copelación, se trabaja cuando las leyes de plata son mayores de 74 onz/TC ya que el método experimental no es recomendable para leyes altas si no bajas.

a.- Ambiente de Trabajo

Esta área está bien ventilada, con ventanas laterales y puertas laterales, con suficiente espacio para guardar el material que se usa en la fundición y copelación y con una mesa armario empotrada.

b.- Materiales de Trabajo

Es necesario una mufla eléctrica con resistencia y con material refractario que soporte más de 1,200°C con control estricto de temperatura.

5.7.5 Sala de Muestras

Lugar donde se prepara la muestra, consiste en obtener una pequeña cantidad de material que represente a la masa global.

En la primera sala se prepara las muestras metálicas y en la segunda sala se preparan los drosses.

En ambas salas debe mantenerse el orden y la limpieza ya que repercute en los resultados de los ensayos posteriores.

a.- Equipos

- Pulverizador : Usado para pulverizar las muestras malla - 200 y son para muestras cuyo tamaño es de 1/4". El fabricante recomienda

Tipo : Denver Mc Cool

Nº : 9 1/2"

HP : 5 HP

Peso : 985 libras

- Taladro: Es necesario un taladro de banco, para materiales blando y maleable.

Tipo : Taladro de Banco de 5/8"

Motor: 1/2 HP Monofásico

CHUCK : 1/2"

Velocidades : 5

- Tornillo de Banco

La utilizamos para mantener firme el disco que se lima ya que con las limaduras se trabaja.

Se recomienda el Nº 4 porque la abertura máxima es hasta 3.5"

Tipo: Tornillo de banco # 4, giratorio

Material: Acero Forjado

- Material de Acero

Las bandejas son de acero muy resistente y las limas y pinzas de fierro.

CAPITULO 6
COSTO DE ANALISIS

COSTOS DE ANALISIS

Los costos de análisis son los gastos incurridos en las distintas operaciones que se realiza para averiguar los componentes que forma un compuesto ya sea por métodos cualitativos o cuantitativos.

Los métodos aplicados son los clásicos, como volumétricos, gravimétricos, colorimétricos, siendo algunos reemplazados por métodos instrumentales con equipos sensibles y eficientes lográndose una mayor productividad y menor costo.

El costo total vienen a conformar los costos de servicios de laboratorio y éstos son distribuidos en los departamentos de producción que vienen a formar parte de los gastos generales de fabricación de los departamentos de producción aplicado directamente con el producto de venta, plomo refinado.

El costo de análisis, está referido a los siguientes factores de costo, reactivos, materiales, mano de obra, equipos y otros servicios todos estos rubros, conforman el costo total.

Se ha estimado los costos promedios en muestras trabajadas durante un mes y los resultados se resumen en las siguientes Tablas.

FACTORES DE COSTO

a.- Materiales y Reactivos

- Se determina la cantidad que debe usarse para la determinación, dejando un margen de perdidas cuya eliminación es imposible.
- Especifico la calidad y otras características que afecten a los resultados.
- Los materiales son considerado como el consumo o perdida mensual.

b.- Mano de Obra

- Se selecciona personal para los tres turnos, 5 operarios y 3 supervisores y la jefatura.
- Se considera el tiempo de operación y la calificación del personal.
- Método y equipo que han de usarse y otros factores que influyen en la efectividad con que el personal desempeñe su trabajo.

c.- Equipos y accesorios

- Se ha estimado el costo por operar los equipos mensualmente, se deprecia por el período de vida útil, teniendo en cuenta los gastos por mantenimiento o reposición de accesorios.

d.- Otros gastos indirectos

Dentro de este rubro se considera los servicios auxiliares necesarios para las operaciones en el laboratorio.

COTIZACIONES DE LOS INSTRUMENTOS

| M A T E R I A L | CANTIDAD unidades | COSTO \$ dolares |
|------------------------------------|----------------------|---------------------|
| A.- SECCION INSTRUMENTAL | | |
| Espectrofotómetro | 1 | 16,128 |
| Extractor | 1 | 480 |
| Compresora | 1 | 903 |
| Filtro de aire | 1 | 433 |
| Regulador acetileno | 1 | 396 |
| Lámpara (L.c.H.) | 10 | 4,204 |
| Regulador N O | 1 | 610 |
| Cabezal más accesorios | 1 | 675 |
| Balones 100 lb | 3 | 2,900 |
| B.- SECCION BALANZA | | |
| Balanzas granitaria | 1 | 2,800 |
| Balanzas analíticas | 1 | 4,800 |
| Balanza especial | 1 | 6,000 |
| Colorímetro Spectronic 20 | 1 | 2,010 |
| C.- SECCION DE ANALISIS Y MUESTREO | | |
| Estufa hasta 200°C | 1 | 3,100 |
| Planchas de ataque 30x30cm | 2 | 920 |
| PH-metro digital | 1 | 3,500 |
| Agitador magnético (5 velocidades) | 1 | 800 |
| Taladro de Banco 1/2 HP | 1 | 240 |
| Tornillo de Banco | 1 | 31 |
| Limas metálicas | 6 | 26 |
| Extractores | | |
| Extractor centrífugo PVC | 1 | 1,900 |
| Ductos de 8" más accesorios | | 500 |
| Equipo de aire acondicionado | 1 | 1,820 |
| Extractor axial ambiente | 1 | 550 |
| Desmineralizador | 1 | 1,200 |
| Prefiltro | 1 | 83 |

COTIZACIONES, Marzo 1991.

COTIZACION DE LOS REACTIVOS

| REACTIVOS | CANTIDAD (unidades) | COSTO \$ dolares |
|-------------------------|------------------------|---------------------|
| Ac. clorhídrico | 1 litro | 43 |
| Ac. nítrico | 1 litro | 27 |
| Ac. sulfúrico | 1 litro | 37 |
| Ac. acético | 1 litro | 52 |
| Clorato de potasio | 1/2 Kg | 36 |
| Acetato de amonio | 1/2 Kg | 43 |
| Ac. tartárico | 1/4 Kg | 35 |
| Lantano sal | 1/4 Kg | 40 |
| Pb metálico puro | 1/2 Kg | 80 |
| Mg en cinta | 25 g | 25 |
| Cobre metálico puro | 1/4 Kg | 48 |
| Cinc puro granulado | 1/4 Kg | 24 |
| Fe lámina puro | 100 gr | 47 |
| Nitrato de plata Q.P. | 100 gr | 40 |
| Papel filtro Whatman 40 | 100 u | 35 |
| Papel filtro Whatman 2 | 100 u | 15 |
| EDTA Q.P. | 1 Kg | 77 |
| Naranja de xilenol | 5 g | 86 |

COTIZACIONES, Marzo de 1991

MATERIAL DE VIDRIO COTIZACION

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | COSTOS |
|-------------------------------|--------|----------|--------|
| Erlenmeyer de 500 ml | pza. | 6 | 9.00 |
| Erlenmeyer de 200 ml | pza. | 6 | 7.00 |
| Fiola de 100 ml | pza. | 2 | 48.00 |
| Fiola de 200 ml | pza. | 6 | 30.00 |
| Fiola de 250 ml | pza. | 6 | 32.00 |
| Fiola de 100 ml | pza. | 6 | 28.00 |
| Vaso graduado 400 ml | pza. | 6 | 8.00 |
| Vaso graduado 250 ml | pza. | 6 | 7.00 |
| Pinza para vasos | pza. | 3 | 25.00 |
| Frasco lavador 500 ml | pza. | 2 | 9.00 |
| Varilla de vidrio de 5 mm | Kg | 1 | 52.00 |
| Frasco gotero | pza. | 2 | 7.00 |
| Bureta graduada 50 ml | pza. | 2 | 48.00 |
| Pipeta serológica 10 ml: 1/10 | pza. | 2 | 3.00 |
| Pipeta volumétrica 2 ml: 1/10 | pza. | 2 | 3.00 |
| Luna de reloj 80 mm | pza. | 6 | 5.00 |
| Luna de reloj 100 mm | pza. | 6 | 5.00 |
| Otros materiales | | | 100.00 |
| Mechero bunsen | pza. | 1 | 36.00 |

Los precios no incluyen el % IGV

COTIZACIONES, Marzo de 1991

COSTOS DE ANALISIS

DETERMINACION DE PLOMO; COSTOS

Se ha estimado los costos promedios para la determinación de plomo total en 264 muestras para los dos métodos utilizados; método volumétrico, método instrumental (absorción atómica). Los resultados se resumen en el cuadro 6.4

COSTO DE ANALISIS POR PLOMO TOTAL
(DOLARES)

| FACTORES DEL COSTO | METODO VOLUMETRICO EDTA \$ (DOLARES) | METODO INSTRUMENTAL A. A. \$ (DOLARES) |
|---------------------------|---|---|
| A.- REACTIVOS | | |
| Ac. nítrico | 221.40 | 184.20 |
| Ac. clorhídrico | 150.60 | 72.00 |
| Ac. sulfúrico | 198.00 | |
| Clorato de Potasio | 38.00 | |
| Ac. de amonio | 200.00 | |
| Ac. acético | 274.00 | |
| EDTA | 100.00 | |
| Xilenol | 1.1 | |
| Papel filtro # 40 | 150.00 | |
| Agua | 74.00 | 100.00 |
| B.- MATERIALES | 200.00 | 100.00 |
| C.- MANO DE OBRA | | |
| Operarios | 62.10 | |
| Supervisor | 108.00 | 25.00 |
| Jefe | 60.00 | |
| D.- EQUIPOS | | |
| Balanza | 50.00 | 25.00 |
| Equipo A.A. | ----- | 100.00 |
| Accesorios | 30.00 | 100.00 |
| Auxiliares | 100.00 | 100.00 |
| otros gastos | 50.00 | 100.00 |
| COSTO TOTAL | 2,067.40 | 906.20 |
| COSTO POR ANALISIS | 7.83 | 3.93 |

COTIZACIONES, Marzo 1991.

CUADRO 6.4

COMPARACION DE RESULTADOS

Los métodos clásicos e instrumentales son los más usuales para la determinación de plomo.

| CARACTERISTICA | METODO EDTA PARA PLOMO | ABSORCION ATOMICA |
|------------------------|------------------------|-------------------|
| ESPECIFICADA | muy bueno | muy bueno |
| SENSIBILIDAD | 1 mg/ml | Tabla # C.I. |
| EFEECTO INTERFERENCIA | ninguna | ninguna |
| MANIPULACION | compleja | simple |
| TIEMPO | 2-3 horas | 3/4 de hora |
| ENTRENAMIENTO PERSONAL | común | especial |
| COSTO POR ANALISIS | 7.83 \$ | 3.43 \$ |

CUADRO 6.5

COSTOS DE ANALISIS POR PLATA TOTAL (A. A.)

En un mes de trabajo se ha realizado cuatrocientos treinta y dos análisis de plata por absorción atómica. Muestras cuyas leyes son más de 74 onz/TC. Se analizarán por via seca, un costo aproximado de esta determinación es de 10 \$/análisis.

| FACTORES DEL COSTO | UNIDAD | COSTO/U \$/ml | C. TOTAL |
|---------------------------|--------|------------------|----------------|
| A.- REACTIVOS | | | |
| Ac. clorhidrico | 60 ml | 0.027 | 699.84 |
| Ac. nitrico | 30 ml | 0.043 | 557.28 |
| Agua | | | 100.00 |
| Acetileno | | | 10.00 |
| B.- MATERIALES | | | 150.00 |
| C.- MANO DE OBRA | | | |
| Operario | | | 100.00 |
| Supervisor | | | 176.00 |
| Jefatura | | | 95.00 |
| D.- EQUIPOS | | | |
| Balanza | | | 120.00 |
| Equipo A.A. | | | 150.00 |
| Accesorios | | | 100.00 |
| Otros gastos | | | 200.00 |
| COSTO TOTAL | | | 2180.12 |
| COSTO POR ANALISIS | | | 5.046 |

CUADRO 6.6

COSTOS PARA LA DETERMINACION DE BISMUTO

(DOLARES)

En un mes de trabajo se ha realizado un promedio de 408 muestras, estimando un costo promedio.

| FACTORES DEL COSTO | UNIDAD | COSTO/U \$/ml | C. TOTAL \$ |
|---------------------------|--------|------------------|----------------|
| A.- REACTIVOS | | | |
| Ac. clorhídrico | 10 ml | 0.027 | 391.60 |
| Ac. nítrico | 30 ml | 0.043 | 631.58 |
| Ac. tartárico | 2 gr | 0.096 | 80.30 |
| Agua | | | 74.00 |
| Acetileno | | | 2.00 |
| B.- MATERIALES | | | |
| | | | 100.00 |
| C.- MANO DE OBRA | | | |
| Operario | | | 100.00 |
| Supervisor | | | 177.00 |
| Jefe | | | 99.00 |
| D.- EQUIPOS | | | |
| Balanza | | | 100.00 |
| Equipo A.A. | | | 100.00 |
| Lámparas y acces. | | | 100.00 |
| Otros gastos | | | 100.00 |
| COSTO TOTAL | | | 2056.18 |
| COSTO POR ANALISIS | | | 5.039 |

CUADRO 6.7

COSTOS DE ANALISIS PARA CALCIO

(EN DOLARES)

Se ha estimado los costos promedios en la determinación de calcio en cuarenta y ocho muestras por absorción atómica, con los resultados que se resumen en la tabla.

| FACTORES DEL COSTO | UNIDAD | COSTO/U \$/ml | C. TOTAL \$ |
|---------------------------|--------|------------------|----------------|
| A.- REACTIVOS | | | |
| Ac. clorhidrico | 35 ml | 0.027 | 45.37 |
| Ac. nítrico | 15 ml | 0.043 | 30.96 |
| Lantano | 0.2 gr | 0.300 | 4.00 |
| Agua | 200 ml | | 37.00 |
| B.- MATERIALES | | | |
| | | | 50.00 |
| C.- MANO DE OBRA | | | |
| Operario | | | 11.34 |
| Supervisor | | | 20.00 |
| Jefe | | | 11.00 |
| D.- EQUIPOS | | | |
| Balanza | | | 50.00 |
| Equipo A.A. | | | 25.00 |
| Lámparas y acces. | | | 25.00 |
| Otros gastos | | | 50.00 |
| COSTO TOTAL | | | 359.67 |
| COSTO POR ANALISIS | | | 7.499 |

CUADRO 6.8

Para las determinaciones ensayadas en el laboratorio obtenemos el costo por análisis por cobre, plata, plomo, cinc, fierro, calcio, magnesio, antimonio y bismuto observamos el Cuadro 6.9.

Se le recarga al costo por análisis un promedio de 1-1.5 dolares por preparación de la muestra, así como si la muestra es un lote hay un recargo de 25 a 30 %.

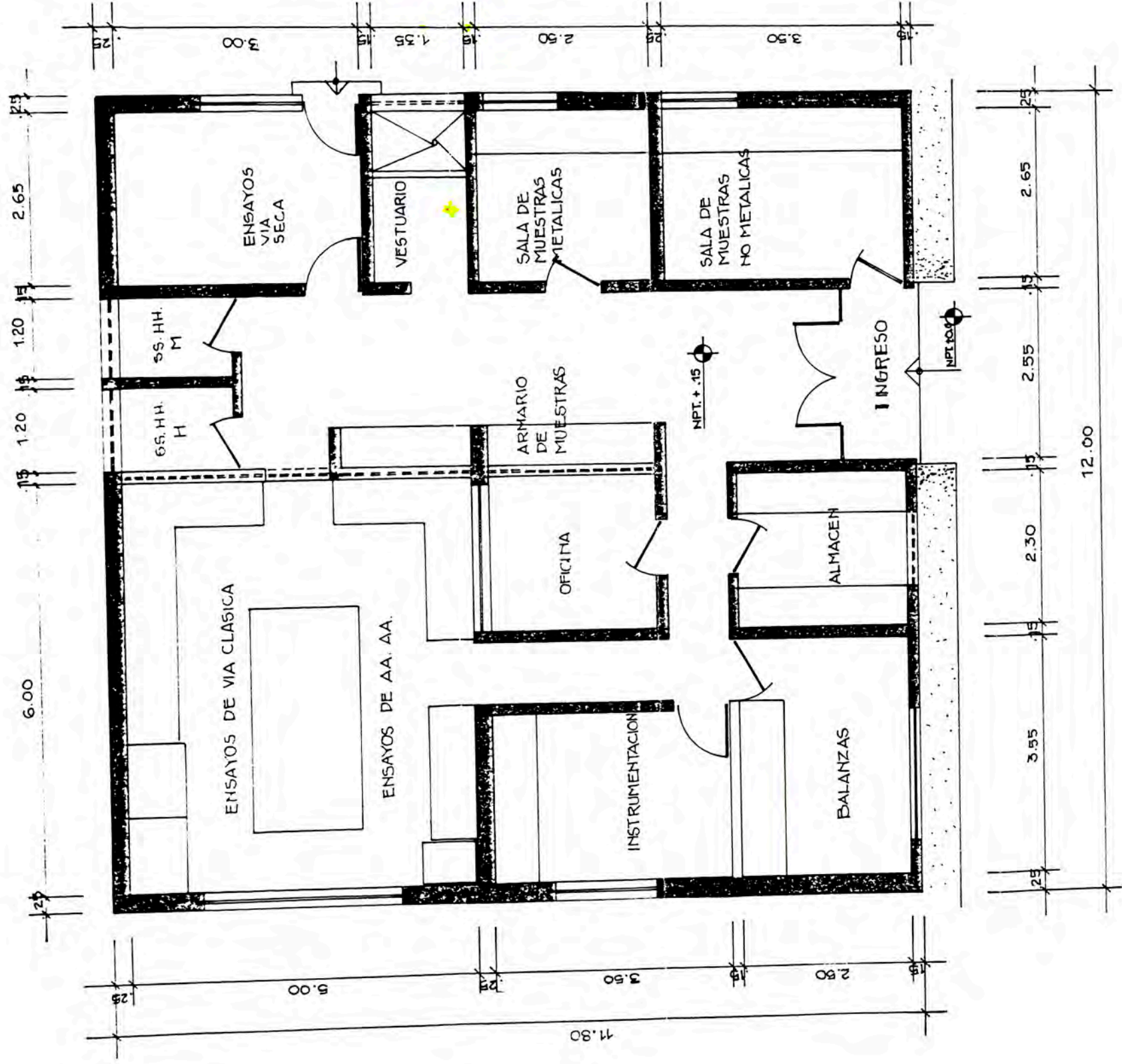
COSTO DE ANALISIS POR ABSORCION ATOMICA PARA LOS
DIVERSOS ELEMENTOS
(DOLARES)

| ELEMENTOS | MEDIO | COSTO \$ | COSTO CON RECARGO |
|----------------|-----------------|-------------|-------------------------|
| Ag (A. A.) | Ac. clorhídrico | 5.68 | 7.18 |
| Pb (A. A.) | Ac. clorhídrico | 3.43 | 4.93 |
| Zn (A. A.) | Ac. clorhídrico | 3.43 | 4.93 |
| Cu (A. A.) | Ac. clorhídrico | 3.43 | 4.93 |
| Fe (A. A.) | Ac. clorhídrico | 3.43 | 4.93 |
| Bi (A. A.) | Ac. nítrico | 5.03 | 6.53 |
| Sb (A. A.) | Ac. nítrico | 5.03 | 6.53 |
| Ca (A. A.) | Lantano + HCl | 7.49 | 7.49 |
| Mg (A. A.) | Lantano + HCl | 7.49 | 7.49 |
| Análisis de Ag | Via seca | 8.34 | 9.84 |

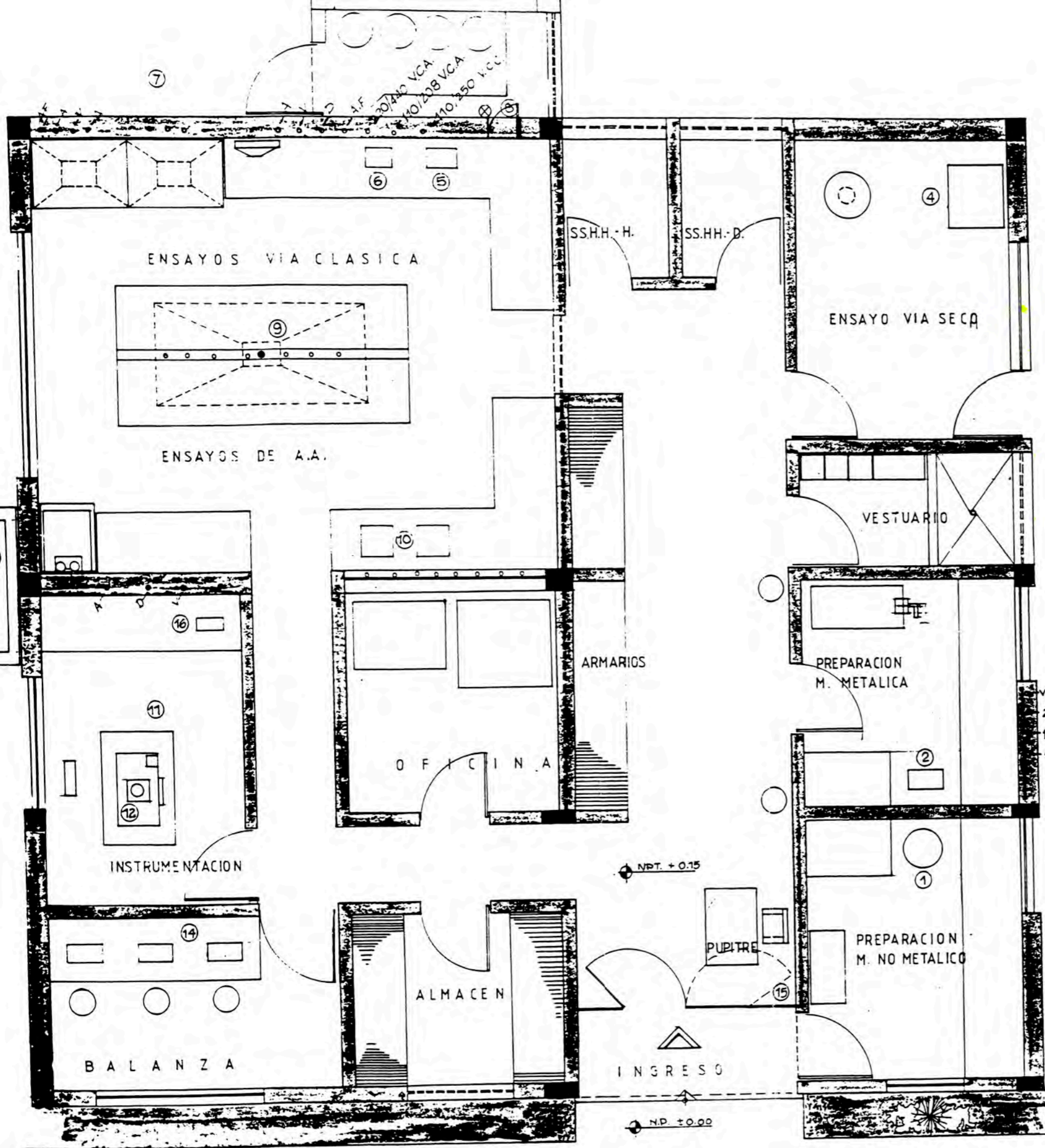
CUADRO 6.9

ANEXOS

- 1.- DISTRIBUCION DE PLANTA DE LABORATORIO QUIMICO.
- 2.- DISTRIBUCION DE EQUIPO Y MAQUINARIA EN EL LABORATORIO QUIMICO
- 3.- CÁLCULO DE REACTIVOS QUE SE ADICIONA EN CADA ETAPA DEL PROCESO DE REFINACION DE PLOMO
- 4.- NORMAS DE SEGURIDAD
- 5.- INSTALACION DE ESPECTROFOTOMETRO PERKIN ELMER 2380
- 6.- INSTALACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE GASES DEL ESPECTOFOTOMETRO.
- 7.- INSTALACION DEL EQUIPO DE REGENERACION
- 8.- LOCALIZACION DE FALLAS DEL ESPECTROFOTOMETRO
- 9.- NORMAS ISO 25 "ACREDITAMIENTO DE LABORATORIO"



| | |
|----------------------------|-----------------------|
| LABORATORIO QUIMICO | |
| ESC.: 1/75 | PLANO DE DISTRIBUCION |
| FECHA: SET. 91 | |
| DIBUJ.: CASZ. | |



| LABORATORIO QUIMICO | |
|---------------------|-------------------------------|
| LEYENDA | |
| CLAVE | DESCRIPCION |
| 1 | PULVERIZADOR DE DISCO |
| 2 | TALADRO DE BANCO |
| 3 | TORNILLO DE BANCO |
| 4 | MUFLA ELECTRICA |
| 5 | PH-METRO |
| 6 | AGITADORES MAGNETICOS |
| 7 | EXTRACTOR CENTRIFUGO (cabina) |
| 8 | EXTRACTOR AXIAL CUARTO |
| 9 | HORNILLA ELECTRICA |
| 10 | ESTUFAS ELECTRICAS |
| 11 | ESPECTROFOTOMETRO |
| 12 | EXTRACTOR CENTRIFUGO |
| 13 | COMPRESORA |
| 14 | BALANZAS |
| 15 | CAJA DE SERVICIOS |
| 16 | Colorimetro |

| LABORATORIO QUIMICO | |
|------------------------|--------------|
| INSTALACION DE EQUIPOS | ESC: 1/50 |
| | FECH: AGOSTO |

ANEXO 3

CALCULO DE REACTIVOS QUE SE ADICIONAN EN CADA ETAPA DE
LA REFINACION DE PLOMO

REMOCION DE LA PLATA

Primer Desplate

Orden de análisis

| ORDEN DE ANALISIS | ANALISIS REQUERIDOS | | | | | |
|----------------------------|---------------------|------|--|--|--|--|
| PRIMER DESPLATE (K - 3) | Ag % | Zn % | | | | |
| | 0.012 | 0.3 | | | | |

En la olla

Pb = 30 TM
Zn = 90 Kg

La cantidad de Zinc presente en el baño es de 90 Kg.

Segundo Desplate

Se satura el baño de la olla a 0.65% de Zinc esto hara que la Plata sea eliminada hasta concentraciones muy bajas en el baño.

Pb = 30 TM
Zn = 195 Kg

Pero como en el baño ya tenemos 90 kilogramos falta 105 kilogramos que agregar que equivale a 5 barras de cinc.

Para todo el desplate se debe agregar de 10 a 12 baños de zinc para asegurar buenos resultados.

REMOCION DE ZINC

Descincado

| ORDEN DE ANALISIS | L A B O R A T O R I O | | |
|-------------------|-----------------------|--------|------|
| | Ag % | Zn % | Bi % |
| Plomo Descincado | 0.0010 | 0.0001 | 0.45 |

En la olla (K-5) al final tenemos:

Pb = 30 TM
 Bi = 135 Kg
 Ca = 0.2 x Bi
 Mg = 0.3 x Bi

Estaría saturando en esta etapa con las siguientes cantidades de :

Ca = 40.5 Kg
 Mg = 27 Kg

Primer debismutizado

| ORDEN DE ANALISIS | L A B O R A T O R I O | | |
|---------------------------|-----------------------|------|------|
| | Bi % | Mg % | Ca % |
| Plomo Debismutizado (K-5) | 0.0150 | 0.07 | 0.03 |

Tengo treinta toneladas métricas de plomo en el baño

$30000 \text{ TM} \times 0.03 \% = 9 \text{ Kg de calcio}$

$30000 \text{ TM} \times 0.07 \% = 21 \text{ Kg de magnesio}$

Cálculo para el segundo debismutizado

Para que el baño de plomo llegue a concentraciones menores de 60 ppm de bismuto, se satura al baño a 0.08% de Ca y 0.2 % de Mg, es decir $\text{Ca} = 24 \text{ Kg}$, $\text{Mg} = 60 \text{ Kg}$

Pero como en el baño tenemos 9 Kg de calcio y 21 Kg de Mg para saturar el baño faltaría $24 - 9 = 13 \text{ Kg de calcio}$ y $60 - 21 = 39 \text{ Kg de magnesio}$.

4.1 NORMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO

II. CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO

En el Diario Oficial de la Federación de fecha 28 de marzo de 1983, se publicó el instructivo número 1, relativo a las Condiciones de Seguridad e Higiene en los Edificios y Locales de los Centros de Trabajo, que contiene:

1. Definiciones

Ancla. Elemento que sirve para alcanzar cualquier estructura a pisos, paredes, techos y otras partes de la construcción.

Barandilla. Estructura de cualquier material resistente, dispuesta para servir de protección y apoyo.

Escaleras de mantenimiento. Escaleras portátiles o fijas que se usen en forma específica en los trabajos de mantenimiento.

Escaleras fijas. Son aquellas cuyo plano, en vista lateral, respecto al horizontal, se sitúa entre los ángulos de 75° y 90°; y se sujetan en forma permanente.

Huella. Plano horizontal del escalón.

Mate. Apariencia sin brillo.

Nariz. Arista formada por la intersección de los planos de la huella y el peralte de los escalones y de los descansos.

Paramento. Superficie de cualquiera de las caras de una pared.

Pasadizo. Instalación que comunica dos áreas del centro de trabajo para librar un obstáculo o un vacío.

Pendiente. Inclinación que forma un plano con la horizontal.

Peralte. Altura del escalón en el plano vertical.

Rampa. Plano inclinado que enlaza dos superficies a diferente nivel.

Superficie antirresbalante. Superficie cuya rugosidad tiene la adherencia segura para evitar caídas a los trabajadores que caminan sobre ella.

2. Características del techo

Los techos deben tener las características de seguridad para soportar la acción de las fuerzas debidas a los fenómenos meteorológicos y a las condiciones internas que

se originen por las actividades en el centro de trabajo.

3. Características de las paredes

Las paredes de los locales de trabajo deben tener las características de seguridad para impedir los efectos de la acción de los fenómenos meteorológicos y de las condiciones internas que se originan por las actividades en el centro de trabajo.

Higiene de parámetros

Los parámetros de las paredes de los locales de los centros de trabajo, deben mantenerse limpios y en el interior, tener colores en tonos claros, de preferencia acabado mate, contrastante con el color de la maquinaria y equipo.

4. Pisos, rampas y escaleras

Los pisos de los centros de trabajo, deben mantenerse limpios, y tener superficies antirresbalantes, en los lugares donde deban transitar los trabajadores.

Pisos diversos

Los pisos de rampas, huellas de escalones, descansos, pasadizos y plataformas elevadas, deben tener superficies antirresbalantes y mantenerlos en esa condición.

Áreas para el tránsito de trabajadores

Las superficies destinadas al tránsito de trabajadores y al transporte de materiales deben ser suficientemente llanas para circular con seguridad.

Cuidado de los pisos

En los pisos de los centros de trabajo debe evitarse el estancamiento de líquidos.

Áreas para diversos.

Las áreas de los pisos destinadas al tránsito, estacionamiento de vehículos, maniobras

Capacitación para trabajadores

El patrón debe proporcionar a sus trabajadores la capacitación y adiestramiento para los procesos, operaciones y actividades que se realicen con materias primas, productos y subproductos que impliquen un alto riesgo de incendio.

3. Protección de los centros de trabajo

Procesos, operaciones y actividades; y materias primas, productos o subproductos que implican alto riesgo de incendio para los trabajadores.

Actividades de alto riesgo

Los procesos, operaciones y actividades que implican alto riesgo de incendio para los trabajadores, son aquellos en los que se fabriquen, almacenen o manejen cualquier materia prima, producto o subproducto comprendidos en la clasificación siguiente:

- a) Líquidos o gases con punto de inflamación igual o menor a 37.8°C (método de copa cerrada).
- b) Sólidos altamente combustibles.
- c) Pirofóricos.
- d) Explosivos.

Peligrosidad de las materias

Las materias primas, productos o subproductos que aceleren la velocidad de reacción química que generen calor o aquellas otras que al combinarse impliquen riesgo de incendio o de explosión, se consideran también de alto riesgo.

Identificación de materias peligrosas

Las materias primas, productos o subproductos que impliquen alto riesgo de incendio, deben mantenerse identificadas con letreros y señalados con avisos de seguridad de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-S-15 o su correspondiente en vigor.

Condiciones de aislamiento de las áreas, locales o edificios con alto riesgo de incendio.

Protección de las materias

Las áreas, locales o edificios en donde se fabrique, almacene o maneje cualquier materia prima, producto o subproducto que implique alto riesgo de incendio, deben estar aislados, de conformidad con lo dispuesto en este instructivo.

Aislamientos por separado

El aislamiento de las áreas, locales o edificios, señalados en el punto anterior, debe hacerse separando éstos por distancia o por pisos, muros o techos resistentes al fuego. Uno u otro tipo de separación, deben seleccionarse y determinar sus dimensiones tomando en cuenta los procesos o actividades y las materias primas, los productos o subproductos, que se fabriquen, almacenen o manejen.

Requisitos de los locales o edificios de trabajo

Las áreas locales o edificios destinados a la fabricación, almacenamiento o manejo de materias primas, productos o subproductos que impliquen alto riesgo de incendio, deben cumplir con lo siguiente:

- a) Ser de materiales resistentes al fuego.
- b) Con la ventilación que técnicamente se requiera para evitar el riesgo de explosión.
- c) Aislados de cualquier fuente de calor, que técnicamente evite el riesgo de incendio o explosión.
- d) Con instalación y equipos eléctricos de conformidad con lo que establece la Norma Técnica de Instalaciones Eléctricas.
- e) Los equipos capaces de generar electricidad estática, deben estar eléctricamente conectados a tierra.
- f) En la entrada y en el interior de los locales, colocar avisos en lugares visibles que indiquen los riesgos específicos; así como con advertencias de "NO FUMAR" ni emplear ningún tipo de elementos inflamables, de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-S-15 o correspondiente en vigor.

Condiciones de aislamiento de materias primas, productos o subproductos que implican alto riesgo de incendio.

Recipientes portátiles

Los recipientes portátiles para líquidos o gases inflamables deben ser de seguridad.

Recipientes fijos

En los recipientes fijos colocados en el interior de áreas, locales o edificios y que almacenen líquidos inflamables y combustibles, se deben instalar dispositivos de relevo de presión que deben descargar hacia otros lugares, donde no provoquen riesgo de incendio o explosión.

Manejo de sólidos combustibles

En las áreas, locales o edificios donde se manejen o almacenen sólidos altamente combustibles, que generen polvos o fibras en suspensión en el aire, deben instalarse, en sus fuentes de origen, un sistema de recolección por succión de dichos materiales.

Materiales inflamables al aire

Los materiales pirofóricos, deben almacenarse en recipientes que contengan sustancias inhibitoras en cada caso, en cantidad suficiente para que los cubra totalmente, aislándolos de todo contacto con el aire u otras sustancias con las cuales pueda reaccionar.

Protección de materiales explosivos

Los materiales explosivos, en su almacenamiento y manejo, deben ser aislados de conformidad con lo que establece el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el trabajo en su artículo 126.

Protección de materias primas

El almacenamiento de las materias primas, productos o subproductos, que impliquen alto riesgo de incendio, debe hacerse aislando, unos de otros, por distancias o por pisos, muros o techos, resistentes al fuego.

Clases de protección

Para el tipo de aislamiento seleccionado, se deben determinar sus dimensiones tomando en cuenta las características de riesgo de las materias primas, producto o subproducto de que se trate.

Depósito de desperdicios

En las áreas, locales o edificios donde se manejen materias primas, productos o subproductos que impliquen alto riesgo de incendio, se deben disponer de recipientes con tapa, que ajuste de tal forma que no permita que escape ningún fluido, para depositar en ellos los desperdicios y éstos deben eliminarse por lo menos una vez en cada turno.

Obligación del patrón

En las áreas, locales o edificios en donde se manejen materias primas, productos o subproductos, que impliquen un alto riesgo de incendio, el patrón debe establecer por escrito los procedimientos para prevenir los riesgos de incendio y proporcionarlos a los trabajadores.

Cantidad de sustancias disponibles

En las áreas, locales o edificios en donde se realicen los procesos, operaciones y actividades sobre las materias primas, productos o subproductos que impliquen alto riesgo de incendio, deben limitarse las cantidades de dichos materiales a las requeridas en un día de trabajo.

4. Salidas de emergencia en centros de trabajo

En los centros de trabajo, todas las áreas, locales o edificios, deben contar con salidas normales y de emergencia para permitir el desalojo rápido de los trabajadores, de conformidad con lo que se establece en este instructivo.

Salidas normales y de emergencia

Las áreas, locales y edificios deben contar con salidas de emergencia, en el caso de que

el tiempo para desalojar a los trabajadores, por las salidas normales sea superior a tres minutos, o cuando sólo exista una salida normal.

Lugares de salidas

Las salidas normales y de emergencia de las áreas de peligro de los locales y edificios, estarán dispuestas de tal forma, que para ir del sitio de trabajo a la salida más próxima, la distancia a cubrir no debe exceder de:

- a) Quince metros en donde exista alto riesgo, y
- b) Treinta metros en los demás casos.

Salidas libres de incendio

Las salidas de emergencia deben dar acceso a espacios libres de riesgo de incendio.

Uso de elevadores

Los elevadores no deben ser considerados salidas de emergencia, y en ellos se debe colocar un aviso que indique:

“No se use en caso de incendio”

Dimensión de las salidas

La dimensión de las salidas normales y de emergencia en su caso, debe ser tal que permita desalojar a los trabajadores en un tiempo máximo de tres minutos.

Momentos de salida

Las salidas normales y las de emergencia deben estar libres de obstáculos que impidan el tránsito de los trabajadores.

Salidas con señales

Las salidas de emergencia deben identificarse mediante letreros y señales visibles que indiquen la dirección y ubicación de las mismas. Los letreros y señales deben ser visibles en forma permanente aun en caso de fallas de energía eléctrica.

Características y especificaciones de pasadizos, corredores, rampas, puertas y escaleras de emergencia.

Partes de las salidas

Los pasadizos, corredores, rampas, puertas y escaleras de emergencia, deben considerarse parte o elemento de las salidas de emergencia.

Requisitos de los elementos de salida

Los pasadizos, corredores, rampas, puertas y escaleras de emergencia, deben:

- a) Ser resistentes al fuego.
- b) Estar libres de obstáculos que impidan el tránsito de los trabajadores.
- c) Dar acceso a espacios libres de riesgo de incendio.
- d) Identificarse con letreros y señales visibles que indiquen la dirección y ubicación de los mismos.
- e) Tener iluminación permanente, aun en caso de fallas de la energía eléctrica.

Requisitos de las puertas de salida

Las puertas de las salidas de emergencia deben:

- a) Abrir en el sentido de la salida hacia afuera.
- b) Poder abrirse fácilmente por cualquier trabajador, para lo cual deben estar libres de picaportes echados durante las labores.
- c) Comunicar a un descanso, en el caso de dar acceso a una escalera.

5. Equipo contra incendios

Los centros de trabajo deben estar provistos de equipos para la extinción de incendios, en relación al grado de riesgo y la clase de fuego que entrañen, las materias primas, productos o subproductos que se almacenen o manejen en ellos; y de conformidad con lo que establece este instructivo.

Clasificación de equipos

Para la determinación del equipo de extinción de incendios, los centros de trabajo se clasifican en tres grados de riesgo:

- a) Bajo.
- b) Medio.
- c) Alto.

Se consideran:

De riesgo bajo, en donde existan productos con punto de inflamación mayor de 93°C. Método de copa cerrada.

De riesgo medio, en donde se fabriquen, manejen o almacenen materias primas, productos o subproductos con punto de inflamación menor de 93°C. Método de copa cerrada.

De riesgo alto, en donde se fabriquen, manejen o almacenen materias primas, productos o subproductos.

Clasificación de fuegos

Para la determinación del equipo de extinción de incendios en los centros de trabajo, los fuegos se clasifican en relación a las materias combustibles involucradas, en cuatro clases, de conformidad con lo que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-S-5-1972.

Clases de equipos

Los equipos de extinción del incendio en los centros de trabajo, pueden ser portátiles y fijos. Los portátiles pueden ser manuales o sobre ruedas, y los fijos pueden ser manuales o automáticos.

Equipos portátiles manuales

Los equipos de extinción de incendios portátiles manuales, son los extintores, cuyo contenido está en relación con las clases de fuego:

- Clase A, que contienen agua, polvos A B C o Halones 1211 y 1301 o sustancias específicas para esta clase.
- Clase B, que contiene polvos B C, polvos ABC, CO2 Halones, 1211 y 1301 o sustancias específicas para esta clase.
- Clase C, que contiene polvos BC, polvos A B C, CO2 o Halones 1211 y 1301 o sustancias específicas para esta clase.
- Clase D, que contiene polvos especiales para cada caso en particular.

Los equipos portátiles sobre ruedas, son los extintores cuyo contenido es igual a los anteriores, pero su peso es superior a lo que puede cargar un trabajador.

Equipos manuales fijos

Los equipos para la extinción de incendios en los centros de trabajo, fijos manuales, son los que están instalados en forma de sistemas, que proporcionan agua, bióxido de carbono u otras sustancias específicas, y que requieren ser operados manualmente.

Equipos automáticos

Los equipos para la extinción de incendio en los centros de trabajo, fijos automáticos, son los que están instalados en forma de sistemas, que proporcionan agua, bióxido de carbono, nitrógeno, halones 1211 y 1301, polvos, espumas, agente A.F.F.F. u otras sustancias específicas, y que operan en forma automática.

Selección de equipos

En los centros de trabajo, por cada área, local o edificio, el patrón debe determinar los grados de riesgo y las clases de fuego, para seleccionar los equipos de extinción de incendio.

Áreas con bajo riesgo

En las áreas, locales y edificios con grado de riesgo bajo, por cada 600 m² de superficie o fracción, se debe instalar, como mínimo, un extintor portátil de la capacidad y tipo requeridos para los riesgos específicos. Cuando el centro de trabajo ocupe una superficie construida de 4,000 m² o más, o que tenga construcciones de 25 m. de altura o más, se debe instalar, un sistema de equipo fijo.

Áreas con riesgo medio

En las áreas, locales y edificios con grado de riesgo medio, por cada 300 m² de superficie o fracción, se debe instalar, como mínimo, un extintor portátil de la capacidad y tipo requeridos para los riesgos específicos.

MEDIDAS PREVENTIVAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

TEMA.- "Medidas Preventivas de Higiene y Seguridad en el Laboratorio"

Objetivo.- Tener en cuenta, entre otras, las siguientes recomendaciones

1. Uso de la campana extractora para la evacuación de humos, gases y vapores tóxicos.
2. Ventilación adecuada, natural ó mediante un sistema acondicionado, para renovar el aire viciado.
3. Disponer de un suministro permanente y abundante de agua potable y destilada.
4. Disponer en un lugar seguro, visible y de fácil acceso, de extinguidores contra incendio adecuados, tipo: CO₂, PQS, otros.
5. Verificar que se encuentren en buen estado las instalaciones eléctricas y que la llave general se encuentre ubicada preferentemente en un lugar seguro, visible y de fácil acceso, a la entrada.
6. Disponer de una buena iluminación, natural y/ó artificial.
7. Evitar que se produzcan fugas de gas ó derrames de sustancias tóxicas ó inflamables.
8. Evitar el recalentamiento prolongado de las planchas eléctricas, muelas, estufas, material de vidrio, etc. Desconectar cuando no se usen los equipos ó instrumentos que funcionan con enchufes ó tomacorriente, y/ó transformador de voltaje.
9. Mantener el area y lugar de trabajo limpia y en orden.
10. Ubicar los diversos instrumentos, aparatos, equipos, materiales, accesorios y reactivos, etc. en lugares apropiados, seguros y debidamente rotulados.
11. Disponer en forma conveniente y segura los diversos residuos ó desechos en recipientes ad-hoc, preferentemente de metal con tapa.
12. Disponer de surtidos de agua, lavabo ó lavatorio, para el lavado y enjuague del material de vidrio, etc. y de las manos y ojos, de ser necesario.
13. Disponer de un equipo portátil para atención en casos de primeros auxilios; en caso de quemaduras, intoxicación, asfixia, etc. leves.
14. Mantener el ambiente de trabajo en condiciones óptimas de Higiene y seguridad, a fin de evitar riesgos potenciales; de accidente y/ó daño a la salud, así como para preservar en buen estado los distintos bienes materiales que lo conforman.
15. Otras, complementarias, como recomendar el uso de implementos de protección personal cuando ello sea conveniente y necesario por razones de higiene y/ó seguridad, como el uso de : lentes ó gafas, guantes de jete ó asbesto, guardapolvo, respirador, etc.
16. Disponer de areas de seguridad y espacios libres seguros, de fácil acceso y evacuación. Evitar también el congestionamiento y la presencia de personas extrañas, por razones de seguridad y a fin de evitar posibles distracciones y sustracciones, etc.

Algunas normas mexicanas sobre seguridad*

1. REQUISITOS DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

En el Diario Oficial de la Federación del 28 de marzo de 1983, se publicó el instructivo número 2, relativo a las Condiciones de Seguridad para la Prevención y Protección contra Incendios en los Centros de Trabajo, en el cual sobresalen los siguientes puntos de interés:

1. Definiciones

Agente AFFF. (Aqueous film forming foam) Agente que disuelto en agua forma espuma, que a su vez establece una película sobre los combustibles líquidos.

Agente extintor. Agente en estado sólido, líquido o gaseoso que en contacto con el fuego en la cantidad adecuada apaga a éste.

Construcción resistente al fuego. Tipo de construcción en la cual miembros estructurales, muros de carga, columnas, trabes, losas, incluyendo muros, divisiones y cancelas, son de materiales incombustibles con grados de resistencia al fuego de 3 a 4 horas para elementos estructurales en edificios de más de un piso, y de 2 a 3 horas para elementos estructurales en edificios de un piso.

Combustibles. Son las materias sólidas, líquidas o gaseosas que arden al combinarse con una comburente y en contacto con una fuente de calor.

Dispositivos de relevo de presión. Son mecanismos o aparatos que permiten liberar la sobrepresión de un recipiente.

Equipo contra incendio. Elementos necesarios para controlar o combatir incendios como: hidrantes, mangueras, extintores de cualquier tipo o tamaño, válvulas, accesos, etc.

Equipo eléctrico a prueba de explosión. Equipo requerido para emplearse en las áreas peligrosas clasificadas en la NORMA TÉCNICA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Explosión. Expansión violenta de gases que se produce por una reacción química, por ignición o por calentamiento de algunas materias que da lugar a fenómenos acústicos, térmicos y mecánicos.

Explosivos. Las materias que por reacción química, por ignición o calentamiento, producen una explosión.

Extintor. Equipo autónomo para arrojar al fuego un agente extintor.

Inflamable. Se asigna a un material líquido o gaseoso que tenga un punto de inflamación menor de 93°C, método de copa cerrada.

Material resistente al fuego. Se asigna a un material incombustible que sujeto a la acción del fuego, no lo transmite ni genera humos o vapores tóxicos, ni falla mecánicamente por un período de dos a tres horas.

Pirofóricos. Son todos aquellos que en contacto con el aire o la humedad del mismo reaccionan violentamente con desprendimiento de grandes cantidades de luz y calor como son: fósforo blanco, rubidio, cesio, litio, sodio, potasio, etc.

Salida de emergencia. Salida independiente de las de uso normal, que se emplea para evacuar al personal en caso de peligro.

Sólidos combustibles ordinarios. Son todos aquellos que arden al sujetarse a un precalentamiento de 800°C durante 5 minutos en contacto con una fuente externa de calor.

Sólidos altamente combustibles. Son aquellos que por su forma o composición pueden arder sin un precalentamiento apreciable.

2. Obligaciones patronales

Los patrones deben disponer la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo de conformidad con lo que establece el presente instructivo.

Informes sobre riesgos

El patrón está obligado a informar a los trabajadores sobre los riesgos de incendio en su centro de trabajo, y las medidas específicas para prevenirlos.

* Tomado de la revista legal y fiscal - Sección Técnica.

ma de noventa centímetros, medidos sobre la vertical del plano de la huella, en el extremo de la nariz del escalón.

Condiciones de los escalones

Las narices de los escalones de cualquier material, deben ser rombas.

Espacio de escaleras

Las escaleras deben tener un espacio sin obstrucciones, con una altura no menor de dos metros con cincuenta centímetros, sobre la superficie de los escalones y los descansos.

Escaleras con pasamanos

Las escaleras deben tener por lo menos un pasamano en toda su longitud, a una altura mínima de noventa centímetros.

Ubicación de los pasamanos

Los pasamanos serán continuos, pulidos y lisos en cada tramo de las escaleras y en los descansos, de manera que no causen lesiones en las manos de los trabajadores y conservarse limpios.

Pasamanos con anclas

Los pasamanos sujetos a la pared, deben fijarse por medio de anclas aseguradas en las partes inferiores del pasamano, de manera que no interrumpen la continuidad de la cara superior y costado del mismo.

Espacio de las anclas

Las anclas para la sujeción del pasamano, deben colocarse y tener la longitud suficiente para dejar entre los pasamanos, la pared o cualquier saliente, un espacio libre de cuatro centímetros por lo menos.

7. Características de rampas

Las rampas para el tránsito de trabajadores que comuniquen pisos a diferente nivel, no deben tener una pendiente mayor de diez por ciento.

Espacio de las rampas

Las rampas en los centros de trabajo, deben tener un ancho mínimo de un metro veinte centímetros, exceptuando las del servicio de mantenimiento.

Rampas con barandilla

Las rampas deben tener barandillas en los costados abiertos y éstas deben tener una altura mínima de noventa centímetros, medidos sobre la vertical del plano inclinado de la rampa.

Altura de las rampas

Las rampas deben tener un espacio sin obstrucciones, con una altura no menor de dos metros con cincuenta centímetros sobre la superficie del plano inclinado.

Rampas con pasamanos

Las rampas deben tener por lo menos un pasamano en toda su longitud, a una altura mínima de noventa centímetros.

Rampas para escaleras con pasamanos

Los pasamanos para las rampas, deben tener las mismas características, sujeción y longitud del anclaje requeridas para los pasamanos de las escaleras.

8. Características de las escaleras

Las escaleras fijas, deben tener un ancho mínimo de cuarenta centímetros y una distancia entre peldaños no mayor de treinta centímetros, así como mantenimiento y limpieza.

Fijas

Las escaleras fijas, deben instalarse con una separación entre el frente de los escalones y los objetos más próximos en el lado del ascenso, por lo menos, de setenta y cinco centímetros.

Partes posteriores

En la parte posterior de las escalas, la distancia entre los escalones y objetos sobresalientes será por lo menos de veinte centímetros.

Instalación de escalas

En la instalación de cualquier escala fija, deben disponerse dos espacios libres, de diez y ocho centímetros por lo menos cada uno, medidos en sentido transversal y hacia afuera de ambos laterales de la escala.

Protección de escalas

Las escalas fijas, deben tener protección circundante a partir de dos metros del piso, hasta noventa centímetros por encima del último peldaño.

Descansos

Las escalas fijas, deben tener descansos y plataformas, por lo menos a cada diez metros de altura, los mismos deben tener barandillas de noventa centímetros de altura como mínimo en los dos lados abiertos.

Estado de las estructuras

Las estructuras laterales en las que se soporten los peldaños de las escalas, deben

prolongarse por encima del último peldaño, por lo menos noventa centímetros y deben ser pulidas, lisas y mantenerse en tal estado, de manera que no causen lesiones en las manos de los trabajadores.

9. Plataformas y pasadizos

Los pasadizos deben tener barandillas de noventa centímetros de altura, como mínimo, en los costados laterales cuando estén abiertos.

Altura de las plataformas

Las plataformas o pisos de trabajo elevados, deben tener barandillas fijas o móviles de noventa centímetros de altura como mínimo en los lados descubiertos.

Plataformas sin barandillas

En las plataformas usadas exclusivamente para soportar motores o equipos, se puede omitir la barandilla en los lados que sean necesarios.

Altura sobre pisos y plataformas

La altura libre sobre la superficie de los pisos de los pasadizos y de las plataformas de trabajo elevados deben ser, como mínimo, de dos metros con cincuenta centímetros.

El instructivo entró en vigor el día 29 de marzo de 1983.***

ANEXO 5

INSTALACION DEL ESPECTOFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA MODELO 2380

Especificaciones

1.- Area de Trabajo

El área debe estar libre de gases corrosivos y vibraciones cuando se trabaja con muestras que tienen trazas metálicas.

2.- Lugar

El equipo se monta en una mesa maciza que no este muy cercana a la pared, el instrumento debe ser accesible por sus lados laterales ya que se le hace mantenimiento general. Por la parte de atrás debe estar a 60cm a lo más de la pared, lo mismo que en los lados laterales.

3.- Controles

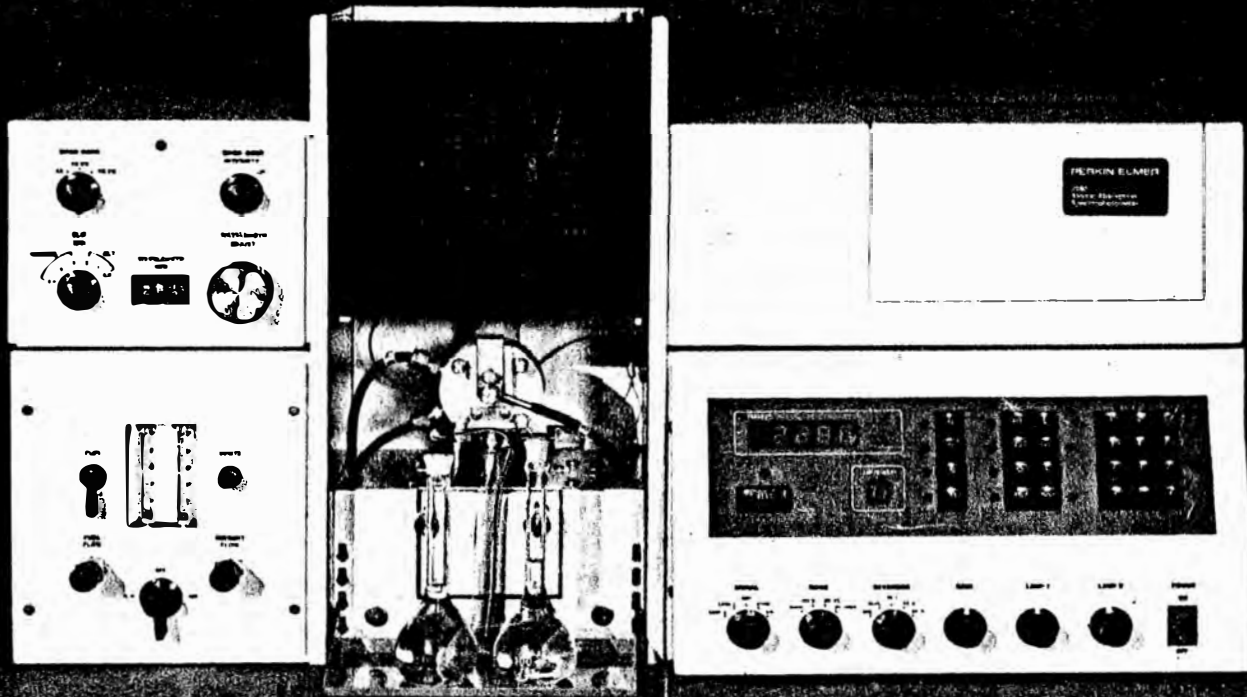
Permite controlar el flujo de oxidante y combustible ver el diagrama.

4.- Extractor de Gases

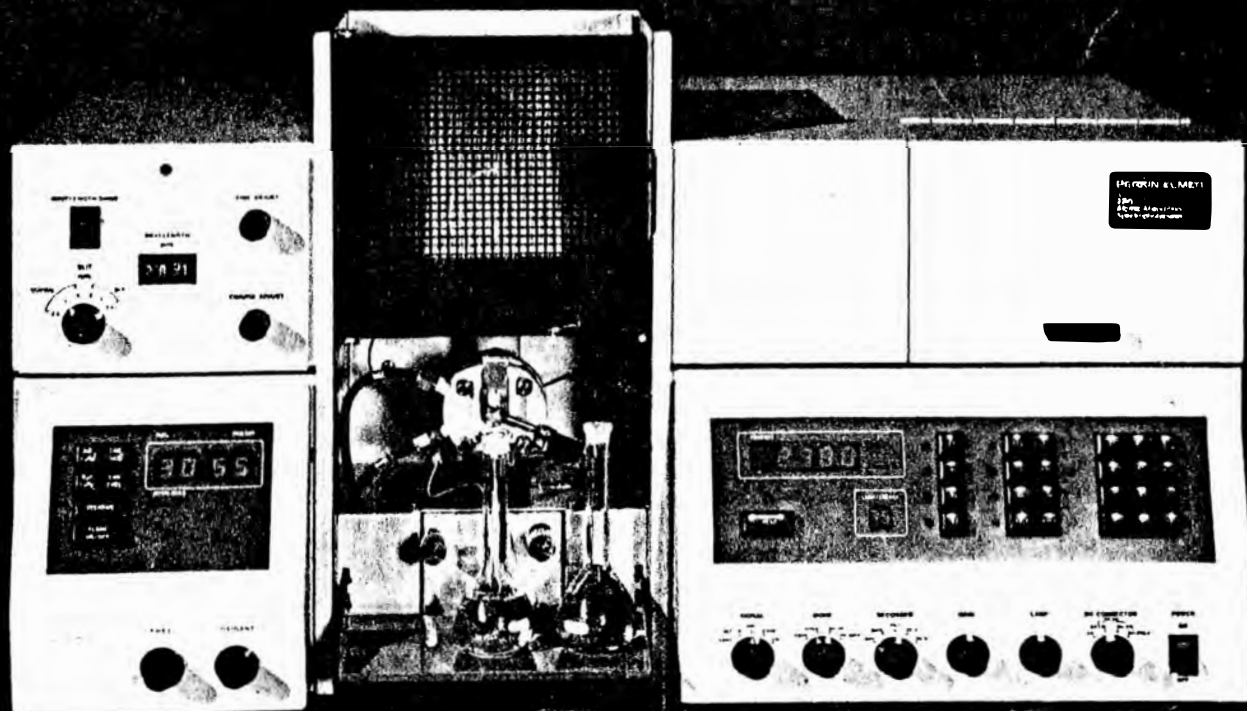
Remueve los gases de combustión, el sistema esta diseñado para absorber un flujo de 5400 a 8400 litros/min.

Perkin Elmer ofrece accesorios (Part N^o 0303.0406), que se requiere para la instalación de este equipo, incluyendo el motor y las correcciones.

ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA



Espectrofotómetro de absorción atómica de un solo haz Modelo 2280.



Espectrofotómetro de absorción atómica de doble haz Modelo 2380.

Las instrucciones para la instalación (Part N^o 0990-9701) son dados en los catálogos de la firma Perkin Elmer.

5.- Compresoras

Los prefiltros colocados después de la compresora son catalogados en la parte N^o 0057-0793 y los accesorios de filtros de aire en la Part N^o 0047-0652 y los filtros de aceite Part N^o 0303-0313 para 110 voltios, 60 Hz y Part N^o 0303-0314 para 220 voltios, 50 Hz.

6.- Acetileno

Deben ser tanques de tamaño 1B, que contiene 9000 litro de gas, disuelto en acetona, tiene un tiempo de duración de 10 a 30 horas toda conexión de balón no debe ser de cobre, mercurio y plata ya que forma acetiluros inestables.

7.- Area de Muestra

Anchura 22.5, profundidad 21 cm con puerta que se abre hacia adelante, removible. Bandeja de muestra de 21 cm y ancho 7 cm de profundidad, ajustable a tres alturas.

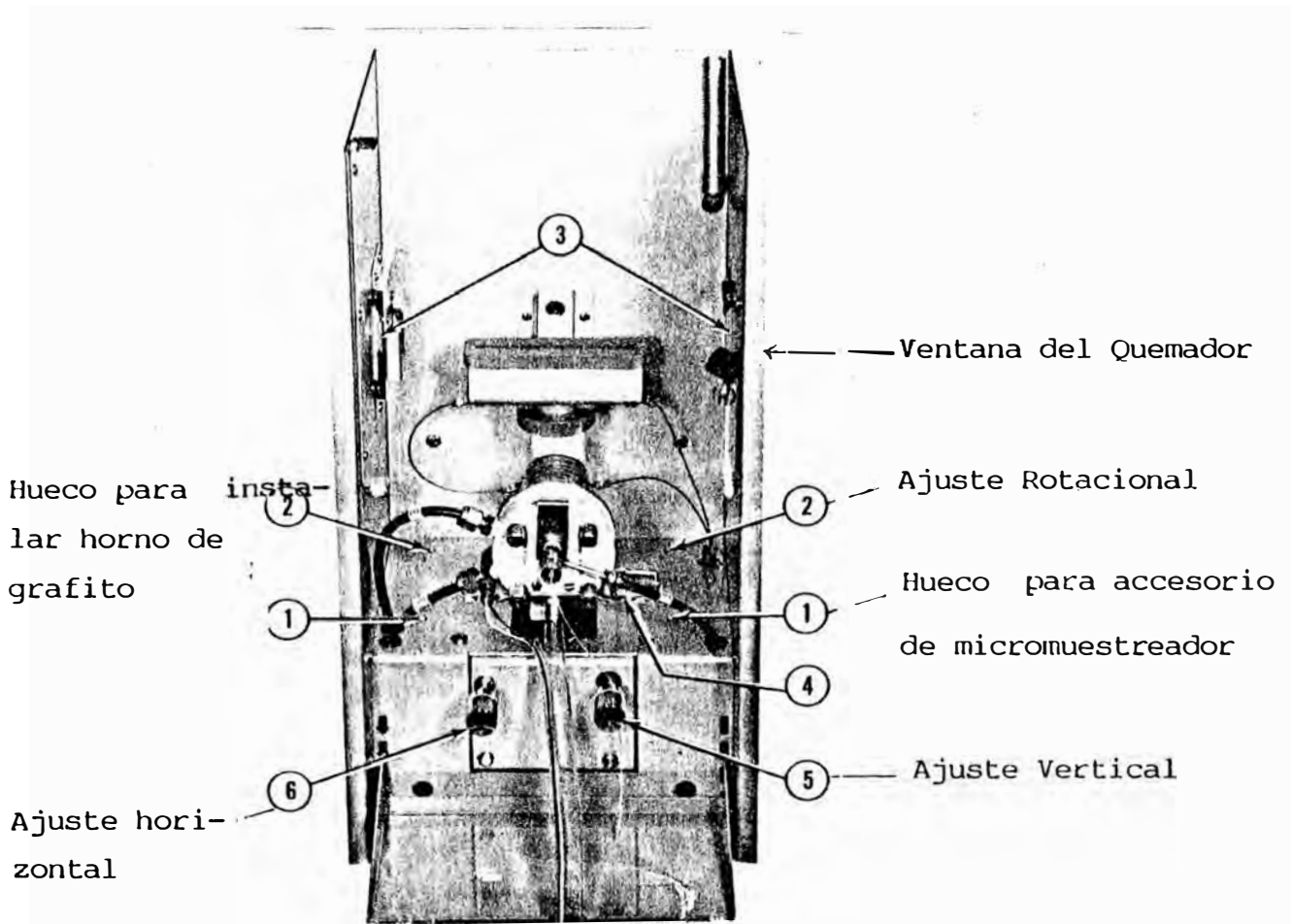
8.- Longitud de Onda

Velocidad de Barrido 5nm/min

9.- Quemador

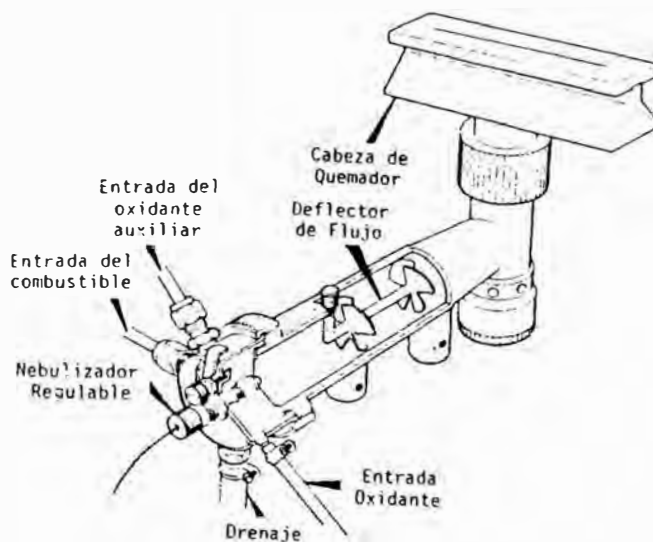
Diseño cámara de premezcla con dispersos de flujo o la esfera de impacto con un ángulo que garantiza un drenaje apropiado.

COMPARTIMIENTO DEL QUEMADOR



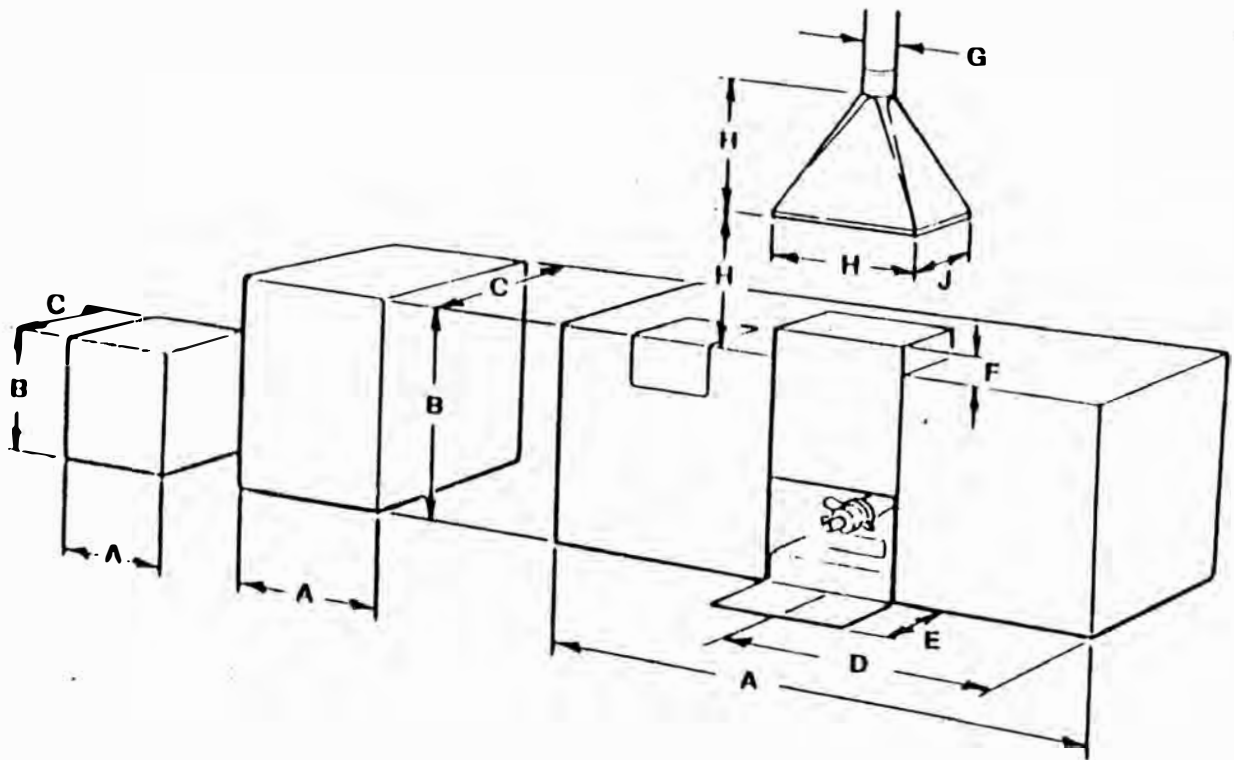
QUEMADOR

SISTEMA DEL QUEMADOR DE PREMEZCLA



EQUIPO DE ABSORCION ATOMICA

MODELO PERKIN ELMER 2380



- A = Largo
- B = Altura de cubierta
- C = ancho
- D = Distancia del centro del quemador a la derecha del instrumento
- E = Salida de la Bandeja
- F = Altura de la Area de Muestra
- G = 10 cm
- H = 30 cm
- J = 15 cm

DIMENSIONES DEL INSTRUMENTO

| MODELO | A | B | C | D | E | F | Peso |
|--------|----|----|----|----|---|-----|------|
| 2380 | 87 | 44 | 57 | 54 | 7 | 8.5 | 70Kg |

ANEXO 6

INSTALACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE GASES DE MEDIDORES DE FLUJO TIPO ROTAMETRO

- 1.- No se usará tuberías de cobre para los conexiones de acetileno, ya que el cobre y el acetileno pueden combinarse formando compuestos inestables.
- 2.- Con el fin de evitar explosiones asegúrese que la botella de drenaje de trampa este perfectamente llena con agua antes de encender los gases.
- 3.- Debe utilizarse un compresor seco, libre de polvo y aceite la casa Perkin Elmer recomienda un tanque de 38 litros con un código 0303-0313.
- 4.- El regulador de óxido nitroso con calentador incorporado tiene un código 0303-0204.
- 5.- La instalación que utiliza un regulador de óxido nitroso con manguera 1/4, requiere el uso de un adaptador de 1/4 a 5/16.
Número de parte 0047 - 0259
- 6.- Cuando se usan un sistema de control de gases digitales (00570560), puede asegurarse un regulador 0303-0106 ó un equivalente para fijar la salida del regulador a 10 psi de otro modo las condiciones de llama, no serían correctas para el análisis que se va a utilizar.
- 7.- No coloque la vasija de drenaje en un área sin ventilación, el operador tiene que ver siempre el nivel del liquido de esta vasija.

INSTALACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE GASES
EN EL ESPECTROFOTOMETRO

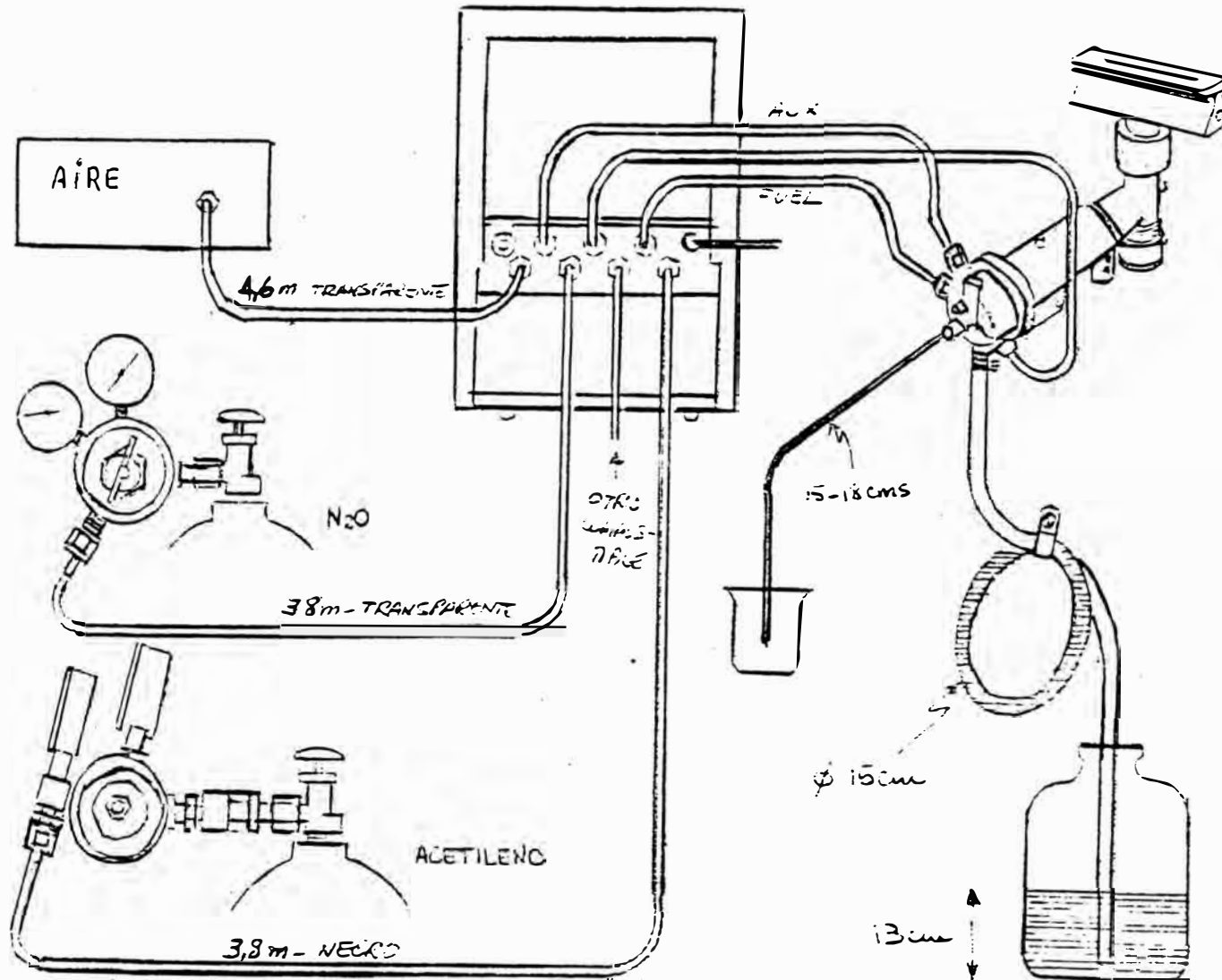


FIG.# 6.1

ANEXO 7

DESIONIZADORES ROVIC

Instrucciones de Regeneración

Preparación de Soluciones

- 1.- En 2 envases de plásticos de 12 litros uno rojo y el otro amarillo.
- 2.- En el envase rojo se hecha 1.5 litro de ácido clorhídrico al 33% en 4 litros de agua químicamente pura.
- 3.- En el envase amarillo se mezcla 200 gramos de soda cáustica (escamas) en 6 litros de agua químicamente pura.
- 4.- Colocar las soluciones en las repisas que le corresponden.

Regeneración.

- 1.- Desconectar las universales A, B, y C.
- 2.- Sacar el tubo D de su posición original y conectarlo debajo del tubo E, ajustando la universal de plástico B tan solo con la presión de la mano.
- 3.- Conectar la universal en la parte baja del tubo D.
- 4.- Desconectar la universal G y allí mismo conectar una de las mangueras de regeneración adicionales.
- 5.- Abrir la llave de agua, sin introducir la manguerita de regeneración en la solución, cerciorándose que a través de la manguerita de regeneración no este

- pasando burbujas de aire, cuando esto ocurra es decir que no pase aire cerrar la llave de agua o inmediatamente introducir la manguerita en la solución, rápidamente desconectar la universal H, la solución que esta pasando es la soda, naturalmente.
- 6.- Desconectar la universal F y allí mismo conectar una de las mangueritas de regeneración adicional, Revisar si está se encuentra bien enroscada solo con la presión de la mano.
- 7.- Abrir la llave de agua, sin introducir todavía la manguerita de regeneración en la solución, nuevamente cerciorarse que no pasen burbujas. Cerrar la llave de agua y rápidamente introducir la manguerita en la solución de ácido e inmediatamente desconectar la universal A o entrada de agua posición Fig 2
- 8.- Cerciorarse que ambas soluciones esten pasando normalmente a través de la columna hacia el desague.

Enjuague

- 1.- Percatarse que los envases de plástico esten vacíos y que en los extremos inferiores de la columna no goteé solución.
- 2.- Conectar la universal A a la entrada de agua, debajo del tubo D, es decir en el lugar que había sacado momentos antes.
- 3.- Abrir la llave hasta que se llene el envase rojo,

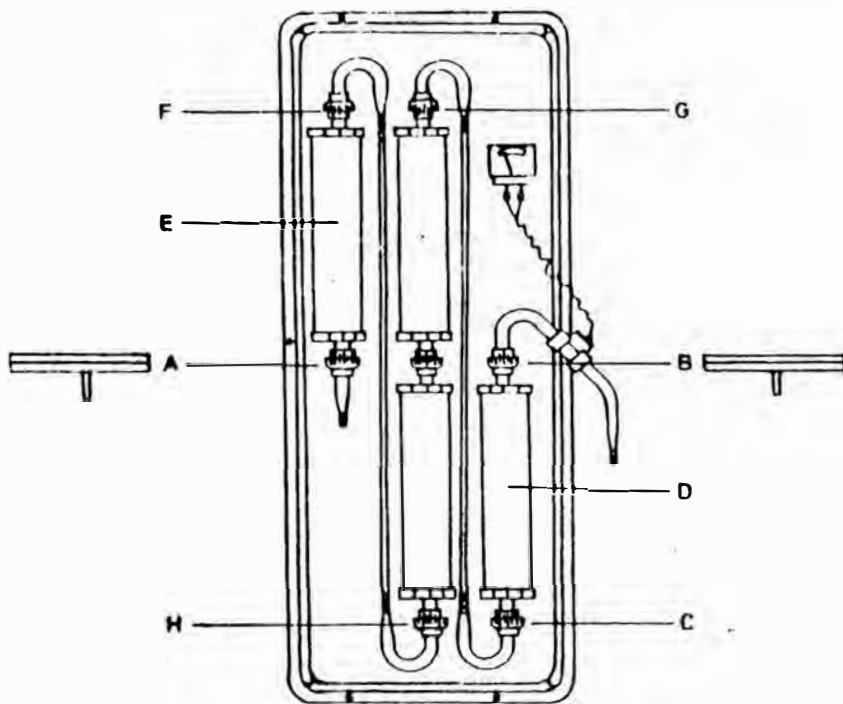
aproximadamente 12 litros.

- 4.- Desconectar la manguerita de regeneración del lado de la solución del ácido o sea la manguerita de regeneración del lado izquierdo y en el mismo lugar conectar la universal F.
- 5.- Conectar la Universal H.
- 6.- Abrir la llave de agua hasta que se llene el envase amarillo aproximadamente 12 litros.
- 7.- Cerrar la llave de entrada de agua y ubicar el tubo b y la universal A, B y C en su posición original.

Obtención de agua químicamente pura

Abrir la entrada de agua por espacio de 5 minutos y cerrar por 2 minutos y el agua fluirá por la salida repetir esta operación hasta que la aguja del reloj indicador ingrese al lado verde de esta agua químicamente pura, es a partir del 0.3 del reloj indicador.

POSICION DE INSTALACION DEL EQUIPO DE REGENERACION



POSICION DE REGENERACION

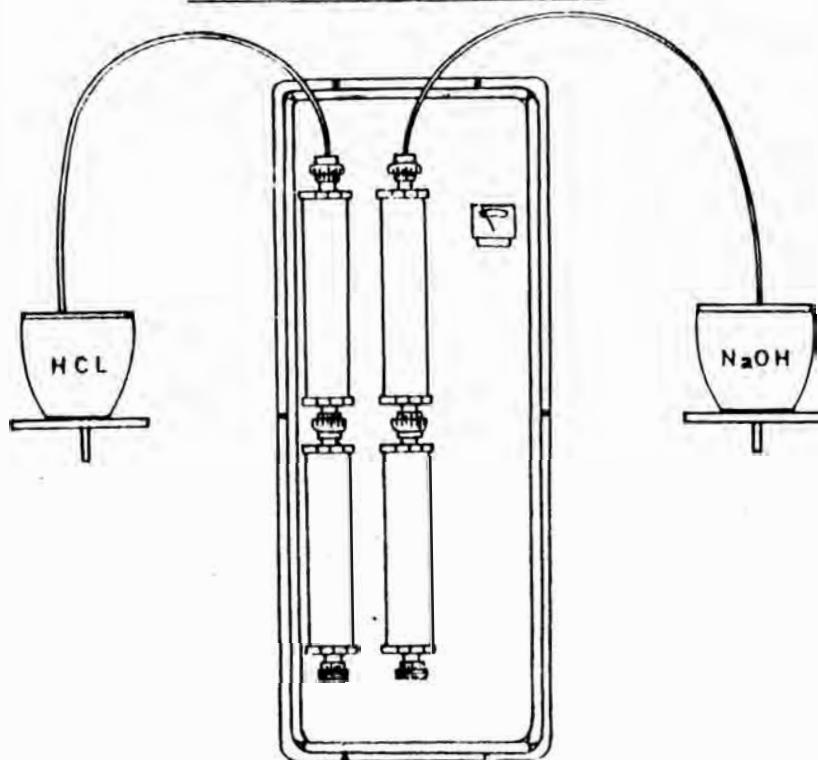


FIG #7.1

ANEXO 8

LOCALIZACION DE FALLAS EN EL ESPECTROFOTOMETRO

Las siguientes sugerencias se incluyen para ayudar al operador a determinar sistemáticamente si los resultados con el espectrofotómetro se deben al funcionamiento incorrecto de los centrales o técnicas analíticas inapropiadas.

Lámpara de cátodo hueco (L. c. H.)

- 1.- La lámpara no asienta correctamente en el soporte de ella.
- 2.- El conector de la lámpara no entra en el conector del instrumento.
- 3.- La lámpara no enciende
 - Aseguremos que el instrumento este conectado, encendido y calentado, si el voltaje de línea es bajo, debe utilizarse un transformador apropiado para estabilizarlo.
 - Asegurese que la perilla de la corriente no esté totalmente hacia la izquierda.
 - Chequear con varias lámparas para determinar si la falla está en el instrumento.
- 4.- La corriente de la lámpara no puede ajustarse al valor deseado.
 - Si el instrumento está operando con un regulador

de voltaje, asegúrese que el regulador tenga una forma de onda de salida senoidal y no cuadrada.

- Si la lámpara venía operando a la corriente normal, y de un momento a otro no puede alcanzar la corriente de trabajo, éste es un síntoma de que la lámpara está empezando a deteriorarse.

5.- La pantalla no responde

- La pantalla está completamente encendida y todos los puntos están en encendido, el interruptor de Signal se ha dejado en posición de set up pase a Abs, Conc.

- La pantalla esta en blanco pero todos las señales de advertencia encendidas.

El interruptor signal están en la posición Lamp, pase a Abs o conc.

6.- La lectura de la pantalla no cambia

- El tiempo de integración son demasiada largos
- El factor de expansión de escalas es muy bajo para el análisis.
- El indicador Keybd esta encendido, indicando que el número ha sido entrado a través del teclado. Borre con CE.
- Los indicadores CV o SD están encendidas, presiones la tecla CE para borrar el SD o CV de la pantalla con esto la pantalla fuciones nuevamente.

7.- Calibración

- a.- La curva de calibración no pasa por cero. Esto

ocurre por:

- Cero ajustado incorrectamente
- Los reactivos o el agua que se utilizó para preparar los estándares. No reúnen los requisitos mínimos y están contaminados.

8.- Luces Indicadoras encendidos

a.- OVR Cal encendido

- El valor que aparece en la pantalla es 5% más alto que el valor del estándar más alto utilizado para la calibración.

b.- Keyb encendido

Es un número que está en la pantalla que fue entrado a través del teclado numérico y no tiene significación analítica.

9.- Resultados diversos

9.a Resultados muy altos

- Ajuste el cero del instrumento aspirando la solución blanco.
- Hay una interferencia de ionización presente en el estándar o en el blanco.
- Las soluciones estándar se han deteriorado

9.b Resultados muy bajos

- Interferencia química o de matriz
- Estándares hechos incorrectamente
- Solución blanco contaminada.

10.- No se puede obtener los límites sugeridos de detención

- Uso de factores con una escala insuficiente o tiempo de integración incorrecto.
- La sensibilidad para el análisis es baja, debido a condiciones incorrectas de llama, o uso de una longitud de onda incorrecta.
- La corriente de la lámpara es tan baja para la estabilidad deseada.

11.- No se puede lograr la sensibilidad sugerida.

El análisis se está ejecutando en una línea espectral equivocada.

- La sensibilidad del nebulizador puede variar de uno a otro.
- Asegúrese que la llama correcta se está utilizando, como lo recomienda el libro de Métodos Analíticos.

12.- Resultados Ruidosos

- Asegúrese que ha instalado la lámpara en el instrumento
- Chequee el voltaje de línea, el ruido puede ser a voltaje bajo.
- La pantalla no es ruidosa con la llama apagada, pero se vuelve ruidosa, cuando la llama se enciende o cuando se aspira la muestra.
- Una lámpara con una emisión débil puede corregirse
 - a.- Aumente la corriente de operación de la lámpara a un valor que no exceda al

recomendado.

- b.- Usar una rendija menos que la recomendada.
- c.- Si la solución acuosa es aspirada después de que sea corrido muestras orgánicas, la señal de absorbancia puede ser ruidosa y errática.
- d.- Para determinar si la dificultad viene del instrumento trate de analizar con varias lámparas tales como cobre y magnesio o algún otro elemento entre < 280 - 350>, manómetro donde la absorción no es dependiente de las condiciones de la llama.
- f.- Chequear la posición de la corriente de la lámpara y la rendija, además las condiciones de flujo del oxidante y el combustible.
- g.- Asegúrese que el quemador este drenando correctamente.
- h.- Chequear el estado del Capilar del nebulizador.
- i.- Chequear la cabeza del quemador y limpiarla.
- j.- Revise la presión del acetileno la cual debe ser por encima de 75 psig
- k.- Revise la presión del aire, debe ser por lo menos de 60 psig
- l.- Chequear el filtro de aire de la línea, especialmente si hay una excesiva cantidad de sodio (en la llama, puntas amarillas).

13.- Los resultados tienden a variar

A.- Los resultados cambian con la llama encendida

a.- El quemador no esta caliente. El quemador debe calentarse mientras se aspire el blanco de 3 a 5 minutos.

b.- Capilar tapado

c.- El quemador no esta alineado correctamente.

d.- La lámpara esta mal puesta en el soporte.

B.- Lecturas no reproducibles

a.- Chequear la cabeza del nebulizador y el tubo capilar para determinar que no estén tapados.

b.- Chequear el capilar (perforaciones)

c.- Chequear el ajuste del capilar y nebulizador.

d.- Asegúrese que el drenaje este fluyendo correctamente de la cámara al quemador.

e.- Chequear el cilindro de Acetileno y la presión de aire.

f.- Chequear la limpieza y la uniformidad del suministro de aire.

g.- La temperatura de la solución pueden variar si son colocadas cerca del área del quemador por un período largo.

14.- Ignición de llama y Central de gases

A.- Si los gases no prenden

a.- Chequear que el combustible y oxidantes estén abiertos y que los reguladores estén ajustados correctamente para todo.

b.- Asegúrese que la cabeza del quemador este colocada en su sitio y que el pin que está conectado a los cables estén colocados correctamente en la base del quemador. Si esto no cumple el sistema de seguridad automático impedirá el encendido.

c.- Asegúrese de que siempre encienda la llama con mezcla de acetileno/aire.

15.- Si el sistema quemador explota.

a.- Chequear que los flujos sean correctos para el combustible oxidante.

b.- Asegúrese que los gases están conectados en las entradas correctas en la caja del control del quemador.

c.- Asegúrese que la manguera de drenaje este conectada al quemador y que hay aire en la trampa.

d.- Revisar si no hay fugas en las líneas y en el drenaje.

MENSAJES DE ERROR QUE EMITE EL EQUIPO DE ABSORCION
ATOMICA PERKIN ELMER

| CODIGO DE ERROR ----- | EXPLICACION ----- |
|--------------------------|--|
| E - 0 (V | Mensaje de error que aparece en la pantalla, permanecerá hasta que la lectura sea actualizada. |
| E- 01 | Resultado mayor que 9999 |
| E - 03 | Saturación Electrónica |
| E - 04 | Error en la función de calibración. |
| E - 05 | Valor fuera de rango en la calibración. |
| E - 1 (x) | Errores de Aplicación |
| E - 10 | Sobre - Exposición |
| E - 11 | Estandares fuera de secuencia |
| E - 12 | Curvas de calibración en forma de "S" |
| E - 13 | Estandares de recalibración fuera de rango |
| E - 14 | S y S no según el formato de S |
| E - 5(x) | Valores entrados por fuera del rango permitido. |
| E - 50 | Demasiados dígitos |
| E - 51 | Tiempo fuera de rango (0.2 a 60 seg.) |
| E - 52 | Factores de expansión fuera de rango. |
| E - 6(x) | Entrada numérica invalida. |
| E - 63 | El número de muestras o promedios no están en el rango de 2 a 99. |

A N E X O # 9

INFORME DEL GRUPO AD HOC ILAC-ISO/CERTICO PARA LA "GUIA ISO-25", FORMULADO DESPUES DE SU REUNION EN WASHINGTON, D.C. DEL 19 AL 20 DE MAYO DE 1981

1. Cumpliendo con la petición formulada durante el Congreso Internacional de Acreditamiento de Laboratorios que tuvo lugar en París en Octubre de 1980 (ILAC 80, Resolución No. 4.1 Párrafo 3) y conforme a la decisión tomada en la decimocuarta convención de ISO/CERTICO celebrada en Noviembre de 1980, el grupo ad hoc ILAC/CERTICO encargado de la revisión de la Guía ISO 25 titulada "Directrices para evaluar la competencia técnica de los laboratorios de pruebas" se reunió en Washington D.C. del 19 al 20 de Mayo de 1981 con los siguientes participantes:

Presidente: Sra. M. Muller (Israel - SII)

Miembros
y observadores:

Sr. J. Bell (Reino Unido)
Dr. G. A. Berman (EE. UU.) observador
Sr. H. H. Bernth (Dinamarca - DS)
Sr. H. C. Bristol (EE. UU. - ANSI) - (Substituto del Sr. Chaucer)
Sr. A. J. Bryden (Francia) - Presidente de ILAC 80*
Sr. K. S. Geiges (IEC) - observador
Sr. J. A. Gilmour (Australia)
Sr. J. Leeming (Canadá - SCC)
Sr. J. P. Leteurtrouis (Francia)
Sr. B. Lindkvist (Suecia)
Sr. J. H. Locke (EE. UU.)
Sr. J. E. Ware (Reino Unido - BSI)
Sr. H. B. Whitaker (EE. UU.)
Sr. F. C. Wilson (EE. UU. - ANSI)
Sr. J. P. Wright (RILEM) observador

Secretariado:
Dr. L. D. Eicher (Asistente del Secretario General)*
Sr. J. Blanc (Secretario de CERTICO)

2. Se convino en presentar un anteproyecto de la revisión de la Guía - ISO-25 (ver anexo). El anteproyecto resultante se pondrá a la consideración de CERTICO y será presentado en ILAC 81 en México del 27 al 30 de Octubre.

3. El grupo considera que es necesario formular directrices adicionales relacionadas con aspectos operacionales y administrativos del reconocimiento de laboratorios.

4. El sentir general del grupo es que será posible preparar tales directrices mediante la unión de esfuerzos, de la misma manera que los empleados anteriormente durante la revisión del anteproyecto adjunto de la Guía ISO-25.

- ANEXO A ISO/CERTICO 203 (Rev.) -

ANTEPROYECTO: DIRECTRICES GENERALES PARA EVALUAR LA COMPETENCIA TECNICA DE LOS LABORATORIOS DE PRUEBAS (Revisión de la Guía ISO 25 1978)

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

El objetivo del presente documento es el de establecer los requisitos generales que deba cumplir aquel laboratorio de prueba que pretenda ser

reconocido como técnicamente competente.

Los requisitos adicionales y la información que deba suministrarse para evaluar la competencia técnica tienen que ser especificados por la organización o autoridad que otorgue el acreditamiento (o reconocimiento), dependiendo de la naturaleza específica del trabajo realizado por el laboratorio.

Cuando se usa el término "laboratorio de pruebas" nos referimos a aquella instalación que opera en una localidad específicamente determinada.

Este documento puede ser utilizado por organismos acreditadores, organismos de certificación y cualesquier otro cuerpo gubernamental o no gubernamental que tenga relación con la evaluación de la competencia técnica de laboratorios de pruebas.

2. DEFINICIONES

Las siguientes definiciones fueron tomadas de la Guía ISO-2

2.1 Laboratorio de Prueba: Laboratorio que mide, examina, prueba, calibra o determina de algún otro modo las características o el funcionamiento de los materiales o productos.

2.2 Método de Prueba: Procedimiento técnico definido para determinar una o más de las características específicas de un material o producto.

2.3 Informe de Prueba: Documento que presenta los resultados de la prueba y otra información pertinente a la prueba.

2.4 Organismo Acreditador: Organismo gubernamental o no gubernamental que coordina y administra un sistema de acreditamiento de laboratorios y otorga los acreditamientos.

2.5 Organismo de Certificación: Organismo imparcial, gubernamental o no gubernamental que posee la competencia y la confiabilidad necesarias para operar un sistema de certificación, y en el cual están representadas todas las partes interesadas relacionadas con el funcionamiento del sistema.

3. ORGANIZACION

El laboratorio de pruebas debe:

- ser legalmente identificable;
- tener una estructura de la organización que incluya un sistema de calidad (gestión), que le permita mantener la capacidad de ejecutar satisfactoriamente las funciones técnicas para las cuales se le concede el reconocimiento;
- estar organizado de tal manera que el personal no esté sujeto a presiones o estímulos indebidos que puedan influenciar los juicios o resultados de su trabajo;
- estar organizado de tal manera que cada uno de los miembros esté enterado, tanto de la extensión, como de la su área de responsabilidad;

- tener un Gerente Técnico (o cualquiera que sea su nombre) que posea la completa responsabilidad de las operaciones técnicas del laboratorio;
- tener las reglas y medidas de seguridad adecuadas para la protección de los derechos de los propietarios y la confidencialidad de la información.

4. PERSONAL

4.1 El personal deberá tener la educación necesaria, entrenamiento, conocimientos técnicos, y experiencia para sus funciones asignadas.

4.2 Habrá una descripción del trabajo para cada categoría ejecutiva de - posición técnica, que incluya la educación necesaria, entrenamiento, conocimientos técnicos y experiencia.

4.3 La proporción del personal supervisor y no supervisor deberá ser tal, que se asegure una supervisión adecuada.

4.4 Se designará al personal conveniente que substituya al personal técnico ejecutivo o bien al personal ejecutivo del sistema de calidad durante sus ausencias.

4.5 El laboratorio deberá mantener información pertinente correspondiente a las calificaciones, entrenamientos y experiencia de su personal técnico.

5. SISTEMA DE CALIDAD

5.1 El laboratorio deberá contar con un programa interno para el aseguramiento de la calidad apropiado al tipo, rango y volumen de trabajo realizado. El programa para el aseguramiento de la calidad deberá escribirse en un manual de calidad, que estará disponible para el uso del personal del laboratorio. El manual de calidad deberá de mantenerse actualizado y con información pertinente, función que efectuará uno de los miembros responsables del personal normal del laboratorio.

La persona o personas que tengan la responsabilidad de asegurar la calidad dentro del laboratorio deberán ser designados por la administración del laboratorio.

5.2 El manual de calidad deberá contener información referente a:

- la estructura del laboratorio (organigramas);
- las obligaciones con respecto a las funciones, operaciones y servicios concernientes a la calidad, de tal manera que cada persona involucrada conozca los límites y extensión de su responsabilidad;
- los procedimientos generales para el aseguramiento de la calidad, incluyendo la coordinación interdisciplinaria;
- los procedimientos para el aseguramiento de la calidad, específicos para cada prueba según sea conveniente. Procedimientos satisfactorios -

de retroalimentación y de acción correctiva siempre que se detecten - discrepancias en las pruebas efectuadas;

- el procedimiento para resolver quejas de tipo técnico.

5.3 El sistema de calidad deberá revisarse periódicamente por la, o en representación de la administración con el fin de asegurarse de que existe una efectividad continua de las disposiciones. Deberá efectuarse asimismo, un registro de tales revisiones.

6. EQUIPO PARA PRUEBAS Y MEDICIONES

6.1 El laboratorio de pruebas deberá de contar con todas las piezas de - equipo mayor y accesorios necesarios para la realización correcta de las pruebas y mediciones por las que ese laboratorio es reconocido.

6.2 A todo el equipo se le dará el mantenimiento adecuado para protegerlo contra la corrosión y otras causas de deterioro. Las instrucciones para seguir los procedimientos adecuados del mantenimiento de las partes mayores del equipo deberán estar disponibles.

6.3 Toda parte del equipo que haya sido sometida a una sobrecarga o a un mal manejo, o que dé resultados dudosos, o que mediante una calibración - o por cualquier otra causa se logre demostrar que está defectuoso, se pondrá fuera de servicio temporalmente hasta que haya sido reparado; en el caso de equipo de medición, deberá demostrarse mediante calibraciones que esta en condiciones satisfactorias.

6.4 Deben de llevarse registros de cada pieza de equipo mayor. Cada registro deberá incluir:

- 6.4.1 El nombre de la pieza del equipo;
- 6.4.2 El nombre del fabricante, tipo de identificación y número de serie,
- 6.4.3 La fecha de recepción y la de puesta en servicio;
- 6.4.4 Localización actual;
- 6.4.5 Detalles del mantenimiento

6.5 En el caso de equipo de medición, el registro deberá incluir también:

- 5.5.1 Fecha de la última calibración y las referencias del informe de la calibración;
- 5.5.2 El periodo de tiempo máximo dentro del cual deberá efectuarse la - próxima calibración.

7. CALIBRACION

7.1 Cada pieza de los equipos de medición y de pruebas, usada en el laboratorio deberá de calibrarse en donde sea adecuado, antes de ser puesta - en servicio y, posteriormente, a intervalos regulares de tiempo, de acuer-

do con un programa establecido. Para ciertos equipos, los intervalos deben ser definidos por el organismo que otorga el reconocimiento de la competencia técnica.

7.2 Todo el programa relativo a calibraciones de equipo deberá diseñarse y operarse, de tal manera que se asegure que las mediciones efectuadas en los laboratorios de pruebas sean trazables, (en donde el concepto es aplicable) con los patrones nacionales de medición y si es factible con los patrones internacionales de medición especificados por el Comité Internacional de Pesas y Medidas. En donde el concepto de trazabilidad de las mediciones con patrones nacionales o internacionales no sea aplicable, los laboratorios de pruebas deberán proporcionar evidencia satisfactoria de la correlación o precisión de los resultados de las pruebas (por ejemplo, mediante la participación en un programa adecuado de comparaciones interlaboratorios).

7.3 Los patrones de referencia de medición que tenga el laboratorio serán utilizados exclusivamente para la calibración del equipo en servicio y no para otros propósitos.

7.4 Los patrones de referencia de medición deberán de calibrarse por el organismo nacional competente o por un laboratorio normalmente aceptable por el organismo que otorgue reconocimiento para la realización de dichas mediciones.

7.5 El equipo en servicio debe calibrarse por el propio personal del laboratorio contra los patrones de referencia que posea, o mediante el servicio de algún otro laboratorio normalmente aceptable por el organismo que otorgue reconocimiento para la realización de dichas mediciones.

7.6 En donde sea pertinente, el equipo de pruebas en servicio deberá someterse a verificaciones efectuadas entre las recalibraciones regulares.

8. METODOS DE PRUEBA Y PROCEDIMIENTOS

8.1 Los laboratorios de prueba deberán tener instructivos adecuadamente documentados para: el uso y operación de todo el equipo importante, el manejo y preparación de los artículos de prueba (en donde sea aplicable), las técnicas de prueba normalizadas y en donde la ausencia de tales instrucciones pudiera comprometer la eficacia de los procesos de prueba. Todos los instructivos, normas, manuales y datos de referencia pertinentes al trabajo del laboratorio de pruebas deberán de mantenerse actualizados y a la disposición inmediata del personal.

8.2 El laboratorio de pruebas deberá utilizar los métodos y procedimientos señalados por la especificación contra la que se probarán los artículos objeto de prueba. Si no se especifican los métodos, deberán usarse procedimientos apropiados. Con tal fin, la especificación deberá estar a disposición del personal que realiza la prueba.

8.3 Cuando sea necesario emplear métodos y procedimientos de prueba que no se hayan normalizado; éstos deberán estar plenamente documentados.

8.4 Deberá contarse con procedimientos satisfactorios de retroalimentación y de acción correctiva, siempre que se detecte alguna discrepancia en una prueba.

8.5 Todos los cálculos manuales y las transferencias de datos deberán de someterse a verificaciones apropiadas.

8.6 Cuando estos resultados provengan de técnicas electrónicas de procesamiento de datos, la estabilidad del sistema deberá ser tal, que no afecte la exactitud de los resultados. Generalmente, esto implica una habilidad para detectar las fallas y tomar las medidas apropiadas.

9. MEDIO AMBIENTE

9.1 El medio ambiente en el cual se efectúan las pruebas no deberá invalidar los resultados de las pruebas ni afectar adversamente la precisión y ejecución correcta de la medición.

9.2 Los laboratorios no deberán utilizarse para propósitos que puedan entrar en conflicto con sus funciones. Se deberá dar atención a factores tales como espacio, alumbrado y calefacción, el espacio para el almacenamiento y las mesas de trabajo deberán estar sólida y adecuadamente construidos, libres de polvos, vapores, vibraciones, ruidos y radiaciones electromagnéticas. La condición de las paredes, pisos y techos deberá ser la apropiada para las funciones que se realicen.

9.3 Deberá existir espacio suficiente alrededor del equipo de prueba para minimizar el riesgo de daño o de peligro y para proporcionar la conveniencia de una operación correcta. Normalmente, se requiere que las mesas de trabajo y los sitios de almacenaje se encuentren cercanos al equipo de pruebas y que cada operador tenga un banco de trabajo o mesa, convenientemente colocado, para registrar las observaciones de la prueba. En los casos en que sea requerido por la prueba, se instalarán controles para la humedad y temperatura, junto con equipos de registro y monitoreo, que proporcionen evidencia de que el control siempre se mantiene dentro de las tolerancias prescritas.

9.4 Todos los servicios necesarios deberán estar convenientemente dispuestos para cumplir con los propósitos de la prueba. Los suministros de energía principales deberán protegerse de sobrecargas y fluctuaciones de corriente. Las baterías auxiliares se colocarán en lugar separado del laboratorio en el que se ejecutan las pruebas. En todos los casos en que los servicios (por ejemplo electricidad, gas, aire comprimido, etc.) puedan afectar críticamente los resultados de las pruebas, será necesario cumplir con las condiciones requeridas, y contar con los medios de monitoreo específicos para el control de tales suministros.

9.5 El acceso a y el uso de las áreas de prueba deberá de controlarse de una manera adecuada a sus propósitos particulares.

9.6 Se deberán tomar las medidas convenientes para asegurar un buen mantenimiento y limpieza en los laboratorios de pruebas. Estas medidas variarán de un laboratorio a otro, pero los siguientes son ejemplos típicos de lo que se puede requerir:

- instrucciones generales fácilmente accesibles a todo el personal referentes al manejo del laboratorio;

- disposiciones para asegurar que las construcciones, trabajos de mantenimiento, que forzosamente se lleven a cabo en el laboratorio, no perjudiquen las funciones del laboratorio.

- suministrar ropa de protección adecuada, para el personal del laboratorio y para visitantes, en los casos en que sea necesario;
 - establecer un programa de limpieza del laboratorio en la forma adecuada para su tipo de función;
 - establecer prácticas de seguridad y de conservación ambiental adecuadas.
10. MANEJO DE LOS ARTICULOS QUE VAN A SER OBJETO DE PRUEBA O DE CALIBRACION
- 10.1 Se deberá aplicar un sistema para identificar las muestras o artículos que van a probarse o calibrarse, mediante documentos o marcas, que aseguren que no puede haber confusión en relación con la identidad de los productos probados ni con los resultados de las mediciones hechas.
- 10.2 Debe existir un procedimiento para guardar en depósito los artículos en los casos en que sea necesario.
- 10.3 En todas las etapas de almacenamiento, manejo y montaje, se tomarán las precauciones necesarias para evitar daños a los artículos, por ejemplo: contaminaciones, corrosión o aplicación de esfuerzos, cualquiera de los cuales podría invalidar los resultados. Todas las instrucciones pertinentes proporcionadas con el artículo, deberán de ser observadas al pie de la letra.
- 10.4 Deberán establecerse reglas perfectamente claras para la recepción, retención y desecho de las muestras.
11. REGISTROS
- 11.1 El laboratorio de pruebas deberá mantener un sistema de registro que se ajuste a sus circunstancias particulares. Deberá de conservar en archivo todas las observaciones originales, los cálculos y datos derivados y los registros de calibraciones durante un período a determinarse por el organismo que otorgue el reconocimiento. Los registros para cada prueba deben contener información suficiente para permitir la repetición satisfactoria de la prueba.
- 11.2 Todos los registros y los informes de prueba deben de ser confidenciales y guardarse en lugar seguro.
12. INFORMES DE PRUEBA
- 12.1 El trabajo efectuado por el laboratorio de pruebas debe de manifestarse en un informe que presente en forma precisa, clara y sin ambigüedades, los resultados de las pruebas y toda la información pertinente.
- 12.2 Cada informe de prueba debe incluir la siguiente información:
- nombre y domicilio del laboratorio de pruebas;
 - número de serie del informe;
 - nombre del cliente;
 - descripción e identificación del espécimen de prueba y su fecha de recepción;
 - una declaración al respecto, de que el informe de la prueba se refiere exclusivamente a las muestras probadas;
 - identificación de la especificación de prueba, método y procedimiento;
 - descripción del procedimiento de muestreo, en donde sea pertinente;
 - cualquier desviación, adición a, o exclusión de la especificación de prueba;
 - mediciones, análisis y resultados derivados, fundamentados por tablas, gráficas, esquemas y fotografías según sea apropiado y cualquier falla detectada;
 - una declaración relativa al nivel de precisión de la medición (si es pertinente);
 - firma y cargo de la persona que acepte la responsabilidad técnica del informe de prueba y la fecha de emisión;
 - una declaración de que el informe no debe ser reproducido en forma parcial sin la autorización previa del laboratorio de pruebas.
- 12.3 Se deberá poner especial atención y cuidado en la elaboración del informe de prueba, particularmente en lo que respecta a la presentación de los datos de la prueba y su facilidad de comprensión por el lector. El formato deberá ser cuidadosa y específicamente diseñado para cada tipo de prueba realizada, pero deberá de normalizarse la mayor parte de los encabezados posible.
- 12.4 Las correcciones o adiciones al informe de prueba original, posteriores a su emisión, se deberán efectuar exclusivamente por un documento adicional convenientemente marcado, por ejemplo: "Suplemento al informe de prueba con número de serie", y deberá cumplir, con los requisitos pertinentes mencionados en los párrafos precedentes.

B I B L I O G R A F I A

1. BEATY D. RICHARD, Instrumentación y Técnicas Absorción Atómica, 1976, National Institute for Metallurgy.
2. CUADRO PINA JOSE MARIA, Mercado del Plomo, Re Metalica 4(1-18), Enero-Abril 1987.
3. DI MARTINI, CARL AND LAMBERT, R. F., Proceeding of a World Symposium on Metallurgy and Enviromental Control Sponsored by TMS-AFME, 1970, Anual Meeting New York.
4. ELWELL W. T. and J. A. FGIDLEY, Atomics absorption spectrophotometryc, 19991
5. HAROLD F., JORGE REYES, Análisis Instrumental, 1978, Edi. Reverte S. A.
6. HOWARD, STRAVEL, Análisis Instrumental, 1968, México Edi. Limusa.
7. KIRK RAYMOND, Enciclopedia Tecnológica, Tomo XII
8. LAIMITO H, JORGE, Extracción de cobre en plomo bullon, Forum de Ciencia y Tecnología M, M. La Oroya 1975.
9. MAYTA ESPINOZA WILFREDO, Plomo Procesos Metalúrgicos OROYA, 1980 II Seminario de Ingeniería Química.

10. QUINCHA H. RIGOBERTO, Ventilación Industrial, 1988, Medellín
11. RIZO PATRON, Metalurgia del Plomo
12. SLAVIN W., Atomic Absorption spectroscopy Wiley and Sons 1968
13. WADIA B. JOSE, Plomo refinado, 1959 Análisis de la Quinta convención de Ingeniería de Minas.
14. WALL G. JOHANNES BURG..., Determinación del Plomo por Absorción Atómica, 1976, Instituto Nacional de Metalurgia.
15. Anual Report Analytical Spectroscopy Atomic 1973, Volumen III- SOCIETY FOR ANALYTICAL CHEMISTRY
16. LABORATORIOS QUIMICOS SINALP - MEXICO, Bases Técnicas Volumen I
17. LABORATORIO - APARATOS ACCESORIOS - ESPECIFICACIONES, Perú CONUP INTITEC (1469/1470)
18. MANUAL CENTROMIN, Centro de Entrenamiento División Morococha, 1983.
19. CENTROMIN PERU, Planta de Aglomeración, 11 de Abril de 19