

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y TEXTIL**



**“PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA EL
TRATAMIENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS EN UNA
EMPRESA INDUSTRIAL”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

**POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACIÓN DE
CONOCIMIENTOS**

PRESENTADO POR:

RIQUELMER APOLINAR VÁSQUEZ DOMÍNGUEZ

**LIMA - PERÚ
2003**

DEDICATORIA

Dedico esta obra a mis queridos padres Sr. Agustín Vásquez Pereyra y Sra. Julia Magdalena Domínguez Lozano quienes con su ejemplo de dedicación y trabajo me inculcaron valores que jamás olvidaré

RESUMEN

La revolución industrial se inició en las últimas décadas del siglo XVIII en Gran Bretaña, para extenderse después a los restantes países europeos. Su actividad se asociaba como signo de desarrollo económico, y sus efectos colaterales no se examinaron con atención.

En los últimos 30 años la humanidad empezó a sentir la consecuencia de este desarrollo desmedido y nocivo tales como: lluvia ácida, destrucción de la capa de ozono, fenómeno invernadero, calentamiento de la tierra y otros.

En los últimos 10 años se crearon en la gran mayoría de los países, legislaciones con la finalidad de conservar el medio ambiente saludable, equilibrado, ecológicamente para el desarrollo de la vida.

Una de las empresas que conforma el sector industrial peruano es COBRELSA ubicada en la Calle Las Exportaciones N° 189 Urb. Industrial Pro – Lima. Esta empresa realiza operaciones metalúrgicas y químicas para fabricar flejes de aleaciones de cobre.

En esta empresa se han realizado dos estudios:

El primero está orientado a evaluar y describir los aspectos físico-químicos naturales en el área de influencia, se realizan mediciones para hacer una comparación con los estándares fijados legalmente por la autoridad competente.

El segundo desarrolla la alternativa de solución a los principales impactos ambientales, incluyendo una descripción de las operaciones de una planta de tratamiento para eliminar o minimizar el efecto contaminante de los residuos en los efluentes que se obtienen al final del proceso de producción de flejes.

También se considera un plan de cierre que incluye las medidas que el titular debe adoptar antes de la culminación de sus operaciones.

ÍNDICE

I DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PRELIMINAR DE LA COMPAÑÍA COBRELSA

	PAG.
1.1 Visión general y objetivos del DAP.....	7
1.2 Marco legal.....	8
1.3 Ubicación y localización geográfica.....	9
1.4 Descripción del entorno.....	10
1.4.1 Ambiente físico.....	10
1.4.2 Ambiente ecológico.....	11
1.4.3 Ambiente socio-económico.....	11
1.4.4 Ambiente de interés humano.....	11
1.5 Organización y descripción del proceso productivo.....	12
1.6 Descripción de las etapas del proceso productivo y equipos.....	13
1.6.1 Diagrama de flujo del proceso productivo.....	13
1.6.2 Descripción de las etapas del proceso de producción.....	14
1.7 Identificación de residuos contaminantes.....	16
1.7.1 Residuos sólidos.....	17
1.7.2 Residuos líquidos.....	17
• Efluentes municipales.....	17
• Efluentes ácidos.....	18
1.7.3 Emisiones gaseosas.....	18
1.7.4 Ruidos.....	18
1.8 Caracterización y medición.....	19
1.8.1 Caracterización.....	19
• Parámetros químicos.....	19
1.8.2 Estaciones de medición.....	19
1.8.3 Preservación de muestras de análisis.....	19
1.9 Concentración de los efluentes.....	19

II PROGRAMA DE ADECUACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL.....	.21
2.1 Tratamiento del efluente líquido contaminante.....	.21
2.1.1 Tratamiento del efluente del área de decapado22
2.1.2 Historia.....	.22
2.1.3 Características.....	.22
2.1.4. Usos.....	.24
2.1.5 Reacciones químicas.....	.24
2.1.5.1 Precipitación del cobre iónico con chatarra de hierro.....	.24
2.1.5.2 Proceso de electrólisis de la chatarra y el cemento de cobre.....	26
2.1.5.3 Neutralización.....	26
2.1.5.4 Evaporación.....	26
2.1.5.5 Proceso de cristalización.....	27
2.1.6 Diagrama de flujo de la planta de tratamiento.....	27
• Planta de tratamiento.....	29
2.1.7 Planes de monitoreo, contingencia y cierre.....	30
2.1.7.1 Monitoreo.....	.30
• Estación E1	30
• Ubicación.....	30
• Frecuencia de medición.....	30
• Estación E2.....	31
• Ubicación.....	.31
• Frecuencia de medición.....	.31
• Diagrama de ubicación de las estaciones.....	.31
2.1.8 Plan de contingencia32
2.1.8.1 Plan de contingencia en el proceso productivo.....	32
• Ausencia de energía eléctrica.....	32
• Derrame de efluentes en el área de decapado.....	32
• Incendio.....	32

• Sismos.....	33
• Actos terroristas.....	33
• Inundaciones.....	33
• Accidentes.....	33
2.1.8.2 Plan de contingencia de la planta de tratamiento.....	34
• Ausencia de energía eléctrica.....	34
• Averías en el evaporador.....	34
• Derrame de efluentes ácidos.....	34
• Incendios.....	34
• Sismos.....	35
• Actos terroristas.....	35
• Accidentes.....	35
2.1.9 Plan de Cierre	35
III CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
IV ANEXOS.....	37
- Plano 1.....	38
- Plano 2.....	40
- Plano 3.....	42
V BIBLIOGRAFÍA.....	44

I DIAGNÓSTICO AMBIENTAL PRELIMINAR DE LA COMPAÑÍA COBRELSA

1.1 Visión general y objetivos del DAP

La compañía COBRELSA es una de las más importantes del medio en su línea de producción de aleaciones de cobre, su interacción con el medio ambiente, permitió tener un indicio de la influencia sobre el mismo. Esto motivó a realizar un diagnóstico ambiental preliminar (DAP), para evaluar el impacto ambiental de sus efluentes y emisiones gaseosas en ese medio ambiente.

Esta Compañía es una empresa reconocida internacionalmente en el mercado de aleaciones de Cobre-Zinc (70%, 30%) y (99%, 1%), Cobre-Plata, Alpaca. Su área de mercado está principalmente en Sudamérica y las líneas de comercialización son los flejes de las aleaciones de cobre referidas con anterioridad.

Estructura orgánica

- **Área de administración;** que dirige y establece las políticas de calidad de mercado y de producción
- **Área de producción,** está estructurada bajo ciertos principios acordes con el objetivo de la empresa.
- **Área de control de calidad** que tiene un fin específico, su tarea es tomar acciones coherentes con respecto con la política de calidad de los productos de la empresa y la preservación del medio ambiente.

1.2 Marco legal

Las normas que regulan la contaminación ambiental, datan de la Constitución Política del Perú de 1993 Título III (Capítulos I, II, IV, IX, XII), y la Ley N° 27314 Título III (Capítulo III).

También existen normas específicas con respecto a límites permisibles como: la RM-011-96-EM/VMM “Niveles máximos permisibles de emisión de efluentes líquidos para las actividades Minera Metalúrgica 1996 Ministerio de Energía y Minas - Perú”.

TABLA 1 : EFLUENTES LÍQUIDOS

Parámetro mg/l (excepto el pH)	Operaciones nuevas		Operaciones actuales	
	En todo Momento	Promedio Anual	En todo Momento	Promedio Anual
Ph	> 6-9<	>6-9<	>5,5 – 10,5<	>5,5-10,5<
Sólidos Suspendidos	50,0	25,0	100,0	50,0
Plomo	0,4	0,2	1,0	0,5
Cobre	1,0	0,3	2,0	1,0
Zinc	3,0	1,0	6,0	3,0
Hierro	2,0	1,0	5,0	2,0
Arsénico	1,0	0,5	1,0	0,5
Cianuro Total	1,0	1,0	2,0	1,0

Fuente : R.M. 011-96 EM/VMM : “Niveles máximos permisibles de Emisión de Efluentes Líquidos para las Actividades Minero – Metalúrgicas” 1996 Ministerio de Energía y Minas, Perú.

TABLA 2 : REGLAMENTOS DE DESAGÜES INDUSTRIALES

PARÁMETRO	VALORES
pH	5-8,5
Sólidos suspendidos ml/h	8,5 ml/h
Temperatura, °C	35 °C
Grasas, mg/L	100 mg/l
Demanda bioquímica de oxígeno	1000 mg/l

Fuente: Reglamento Desagües Industriales. Valores máximos que deben tener las descargas antes de ingresar a la red pública (Título S226 1.07 de RNC) D.S.028-60 SAPL(29-11-60)

1.3 Ubicación y localización geográfica

La compañía se desarrolla en un ámbito único de aproximadamente 3000 m², al oeste de Sudamérica en Perú, sus instalaciones están en la cuenca occidental (costa del Perú), exactamente en el valle de confluencia de los ríos Rímac y Chillón, Departamento de Lima, distrito de los Olivos, Zona Industrial Pro.

La posible zona de impacto ambiental sería el sistema hidrográfico del pacífico.

En el apéndice se muestran los planos de ubicación de la empresa:

Plano N°1 : Localización geográfica a nivel mundial.

Plano N°2: Localización en la Provincia de Lima.

Plano N°3: Ubicación en el Distrito de los Olivos

(Calle Las Exportaciones N° 189, Urb.Pro.Distrito Los Olivos, Lima).

1.4 Descripción del entorno

1.4.1 Ambiente físico

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Holdridge, adoptada en el mapa geológico del Perú (HONREN 1976) la zona de influencia de la compañía COBRELSA (ZICOBRELSA) comprende la zona denominada Páramo Pluvial Subalpino tropical.

El relieve es no orógeno por la ubicación cercana al mar y el clima es subtropical sin lluvias.

El suelo es seco y estratigráfico con rellenos fluviales de los ríos Chillón y Rímac.

Las instalaciones de la compañía están muy cerca de las riberas del río Chillón y sus descargas, tales como efluentes líquidos, llegan al mar a través del alcantarillado público.

La ZICOBRELSA es un ambiente heterogéneo, presentan ecosistemas y/o hábitat diversos entre los que se pueden mencionar:

- **Roquedal:** Zona de rocas y pedregales sin pendientes con presencia de un poco de fauna silvestre.
- **Bofedal:** Zona con suelos siempre empapados que permite el desarrollo de algunas especies vegetales típicas.
- **Arial:** Zona con suelos aptos para el cultivo y desarrollo agrícola.
- **Mar:** Océano Pacífico.

1.4.2 Ambiente ecológico

1.4.2.1 Flora

La flora de la ZICOBRELSA regularmente es variada, habiéndose registrado especies de plantas de diversos géneros y familias como por ejemplo: Choloque: (*Sapindus saponaria*) totora: (*Juncus sp.*), camote, yuca, lechuga, chala, pacay, ponceana, etc.

1.4.2.2. Fauna

La fauna de la ZICOBRELSA es también regularmente diversa, habiéndose registrado algunas especies entre las cuales se puede nombrar como ejemplo: anfibios (sapos, ranas), aves (patos, palomas, gallinas de granja, etc), vacunos (vacas), lanar (carneros), etc.

1.4.3 Ambiente socio económico

La compañía se encuentra rodeado por otras empresas ubicadas en la zona Industrial Pro y esta zona industrial se encuentra rodeado de muchas urbanizaciones y algunos mercados de frutas.

1.4.4 Ambiente de interés humano

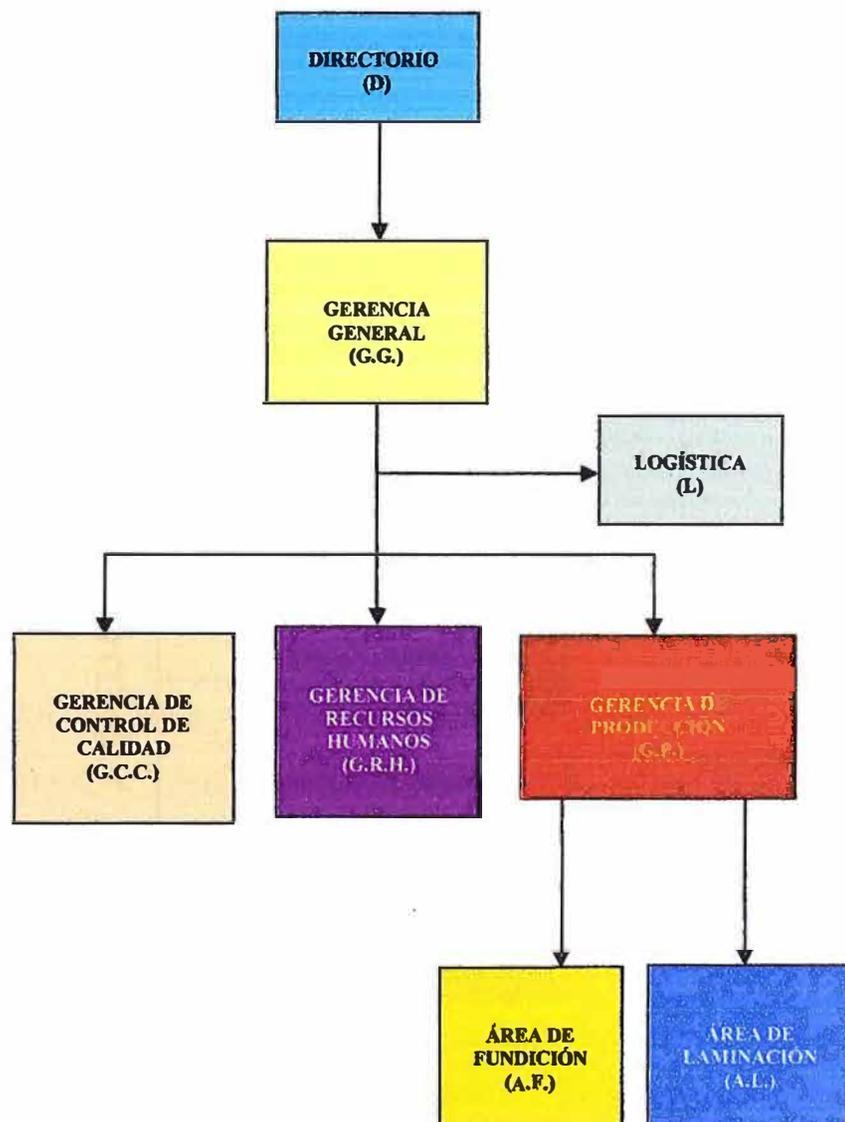
No existen evidencias de restos arqueológicos, ni otros intereses económicos relacionados con minería y petróleo.

1.5 Organización y descripción del proceso productivo

1.5.1 Organización

La compañía COBRELSA esta organizada de acuerdo a la siguiente estructura (Fig. 1).

Figura 1 : Organigrama de la compañía COBRELSA

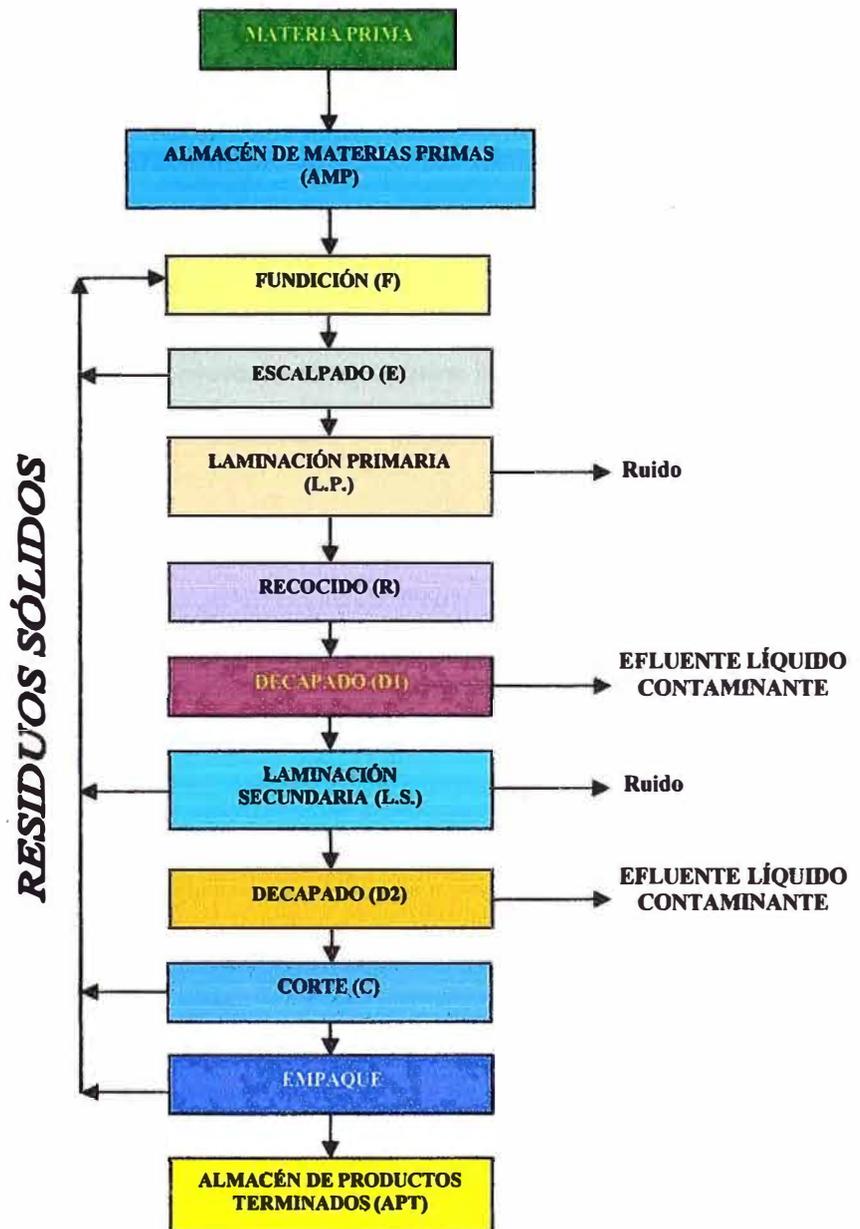


1.6 Descripción de las etapas del proceso productivo y equipos

1.6.1 Diagrama de flujo del proceso productivo

Las etapas de proceso productivo se indican en el diagrama mostrado (Fig.2) y también se hace una descripción breve de los mismos.

Figura 2 : Diagrama de flujo del proceso productivo de la Compañía COBRELSA



1.6.2 Descripción de las etapas del proceso de producción

Las operaciones que desarrolla la empresa así como los equipos que utiliza se describen a continuación:

- **Almacén de materias primas (AMP)**

Esta unidad se encarga de proveer de la materia prima al proceso productivo.

- **Fundición**

Es una operación que utiliza como materia prima slaps de zinc electrolítico y palanquillas de cobre electrolítico.

La materia prima se hace ingresar a los hornos de inducción eléctrica que eleva la temperatura hasta fusionarlos y obtener una aleación de cobre que se va colando continuamente.

Mediante un corte transversal en la colada cada cierto tiempo, se van obteniendo placas con 17,10 mm de espesor.

- **Escalpado**

Sirve para remover algunas imperfecciones geométricas generadas en las superficies de las placas.

El quipo utilizado es una fresadora que reduce en $\pm 0,5$ mm de espesor cada cara de la placa

- **Laminación Primaria**

Esta operación sirve para reducir el espesor de la placa manteniendo el ancho constante. En la primera etapa en este proceso entra la placa con 16,10 mm y sale con un espesor de 6,0 mm.

Esta unidad cuenta con dos equipos de laminación:

Dominión – 1

Dominión – 2

Estos últimos espesores permiten que las placas se enrollen formándose bobinas que en adelante se denominan material del proceso.

- **Recocido**

Es una operación con la finalidad de recuperar en el material de proceso, propiedades físicas para continuar con futuras laminaciones sin que el material pueda sufrir a consecuencia de ello, fisuras o fracturas.

Esta operación se realiza en hornos con atmósfera inerte de CO_2 y O_2 y el material de proceso en el caso de latones 70 y 30; permanece por espacio de 6 horas a una temperatura de 650 °C; en otros productos estos valores puede variar.

- **Decapado**

Es una operación que sirve para eliminar impurezas en la superficie del material procesado, producidos por el proceso anterior.

Se desbobina el material procesado haciéndolo pasar por la poza o tina de decapado que contiene ácido sulfúrico. Esta operación se realiza también después de efectuar la laminación secundaria.

- **Laminación secundaria**

Llamada también laminación intermedia o fina, es una operación que consiste en reducir aún más los espesores del material de proceso.

Las reducciones se hacen hasta valores requeridos por los clientes y en equipos de laminación de mayor precisión

- **Decapado**

Es una operación descrita con anterioridad, sirve para dar acabado al material de proceso.

1.7 Identificación de residuos contaminantes

Por los componentes de la materia prima que la compañía COBRELSA utiliza en sus operaciones de producción, se ha podido identificar dos tipos de residuos y emisiones gaseosas.

1.7.1 Residuos sólidos

1.7.2 Efluentes líquidos

- Efluentes municipales

- Efluentes ácidos

1.7.3 Emisiones gaseosas

1.7.4 Ruido

1.7.1 Residuos sólidos

Estos residuos sólidos aparecen en las diferentes etapas de la producción, como: Área de fundición, Área de tratamientos térmicos y laminación, estos residuos sólidos son reciclados e ingresan al proceso productivo como parte de la materia prima.

Por ser absorbidos en este proceso productivo, no afectan las condiciones ambientales de los ecosistemas que rodean a la planta de la compañía.

Otros residuos sólidos que se generan son aquellos que provienen de los servicios higiénicos y oficinas que son residuos municipales y son trasladados por la Municipalidad a rellenos sanitarios.

1.7.2 Residuos líquidos

- **Efluentes municipales**

Estos efluentes líquidos provienen de las instalaciones sanitarias no constituyen un agente que cambie o deteriore las condiciones ambientales a gran magnitud.

No es necesario hacer mantenimiento alguno, a causa de los efluentes del proceso o efluentes municipales.

- **Efluentes ácidos**

Estos efluentes líquidos con un caudal de 4,4 m³/mes, provienen de la intermedia y última fase del proceso de producción de la compañía.

Por los componentes que intervienen en estas fases productivas como son el ácido sulfúrico concentrado y el material de proceso (aleaciones de cobre), permiten reconocer la existencia de indicios de contaminación ambiental.

Estos efluentes líquidos interactúan con algunos de los ecosistemas que rodean a la compañía COBRELSA. Estos efluentes son ácidos y de alto contenido de Cobre como se pueden observar en la tabla 3, pueden afectar la calidad de las aguas de los ecosistemas hidrográficos.

1.7.3 Emisiones gaseosas

Las emisiones gaseosas se pueden producir en los hornos de Inducción eléctrica y el horno de recocido. En éste último podría originarse por un escape de CO₂. Se recomendaría medirse la concentración de estos gases para confirmar la posibilidad de contaminación.

1.7.4 Ruidos

El ruido a un radio mayor de 3 m es imperceptible en los equipos de laminación, lo que indica que los niveles de ruido no superan los 60 decibeles máximos permisibles en la industria.

1.8 Caracterización y medición

1.8.1 Caracterización

- **Parámetros químicos**

Concentración de H_2SO_4 (pH)

Concentración de cobre [Cu]

Sólidos totales suspendidos (Olor)

Temperatura

1.8.2 Estaciones de medición

El proceso de decapado, es por lotes con respecto al agua de decapado, pero de tipo continuo con respecto al material de proceso, se utilizarán muestras al momento de la descarga del efluente al alcantarillado público.

1.8.3 Preservación de muestras de análisis

Los análisis en la compañía deben ser realizados por las autoridades legales competentes quienes utilizarán procedimientos adecuados.

1.9 Concentración de los efluentes

Los efluentes de la empresa sobrepasa los límites permisibles de contaminación tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3 : Concentración de efluentes líquidos.

Tina de decapado	% H₂SO₄	pH.	pH. Intervalo Permisible	gr/l Cu	gr/l Cu Máx Permisible*
1	17,5	0,4	5 – 8,5	33,3	2,0
2	9,3	0,5	5 – 8,5	27,6	2,0
3	8,5	0,5	5 – 8,5	20,4	2,0

* Fuente: RM 011-96EM/CMM “Niveles Máximos Permisibles de Emisión de Efluentes Líquidos para las actividades Minera y Metalúrgicas 1996 Ministerio de Energía y Minas – Perú.”

II PROGRAMA DE ADECUACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL

El manejo ambiental de la Compañía COBRELSA está fundada en la nueva política ambiental que considera que los puntos más importantes son:

- La preocupación por la conservación del medio ambiente.
- Cumplir con las leyes, reglamentos y estándares de: seguridad, salud y ambientales.
- Motivar al personal a desarrollar sus capacidades, habilidades y crear un hábito por la utilización de principios de mejora continua.
- Mantener informadas a las autoridades, acerca de los programas de conservación de la naturaleza y medio ambiente.

La concentración de estos contaminantes pueden reducirse a valores dentro de los límites permisibles creando un plan de manejo ambiental el cual incluya el tratamiento de 4,4 m³ /mes de efluentes líquidos contaminantes, cuyas concentraciones en iones cobre(II) e hidrógeno sobrepasa los límites permisibles.

También incluye un plan de monitoreo, plan de contingencia y un plan de cierre.

2.1 Tratamiento del efluente líquido contaminante

Después de realizar el diagnóstico ambiental preliminar, se concluye que el efluente contaminante es el que proviene de las tinajas de decapado.

2.1.1 Tratamiento del efluente del área de decapado

Para alcanzar valores dentro de los límites permisibles de este efluente líquido, se ha definido un tratamiento basado en la recuperación del cobre para obtener sulfato de cobre pentahidratado.

Se hace una reseña, características y usos de este producto y se plantean las reacciones químicas, y un diagrama de flujo del tratamiento

2.1.2 Historia

Los Griegos y Romanos conocieron el sulfato de cobre en la antigüedad, aunque varias veces fue confundido con el sulfato de hierro y con el acetilo de cobre.

La primera materia que sirvió para preparar el sulfato de cobre fue, el agua de las minas de Chipre y de España , Basilio Valentín en el siglo XV ideó un procedimiento, para preparar artificialmente, calentando largo tiempo cobre con azufre y lixiviando el producto formado.

2.1.3 Características

El sulfato de cobre pentahidratado , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, conocido corrientemente con los nombres de vitriolo o piedra azul es el más importante de todos los componentes de cobre, cristaliza su solución en forma de cristales grandes triclinicos de cobre azul ultramar de

peso específico 2,28, solamente el 25% del sulfato es cobre aproximadamente, el resto es ácido y agua.

El $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, pierde una molécula de agua a $53,7^\circ\text{C}$ (ver tabla 4) para obtenerse $\text{CuSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, a 102°C pierde otra molécula de agua, a 110°C pierde otras dos moléculas para obtenerse $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, y la última molécula de agua no se pierde a una temperatura definida sino gradualmente con el aumento de la temperatura. A 650°C el CuSO_4 anhidro se convierte a CuO y SO_3 .

La solución de sulfato de cobre tiene reacción ácida y un sabor metálico astringente, el pH de la solución $0,1\text{M}$ a 15°C es 4,17.

Tabla 4 : Solubilidad del $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ a diferentes temperaturas

T °C	0	20	40	60	80	100
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ PPM/100P H_2O	31,6	42,31	56,90	77,30	118,00	203,00

El sulfato de cobre pentahidratado es soluble en metanol, muy poco soluble en ácido sulfúrico concentrado, casi insoluble en alcohol etílico absoluto y es precipitado de sus soluciones acuosas con ácido acético glacial en forma de CuSO_4 .

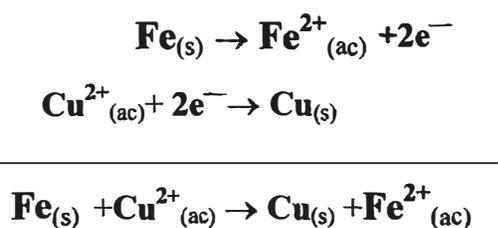
2.1.4 Usos:

Aplicaciones del sulfato de cobre:

- Sirve de inicio para la preparación de muchos compuestos de cobre.
- Para combatir diversas enfermedades de las plantas.
- Se usa como fertilizante.
- En la minería se utiliza como activador para la flotación de minerales de zinc, cobalto y plomo.

2.1.5 Reacciones Químicas

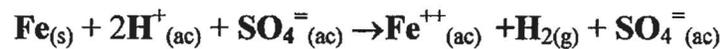
2.1.5.1 Precipitación del cobre iónico con chatarra de hierro



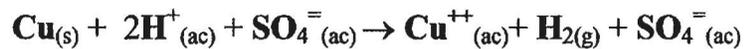
De los datos de potenciales de reducción normales: $E^{\circ} \text{Fe}/\text{Fe}^{++} = 0,44 \text{ V}$, $E^{\circ} \text{Cu}/\text{Cu}^{++} = 0,373 \text{ V}$, se determina la constante de equilibrio, K_{eq} .

$$K_{eq} = \left[\frac{Fe^{++}}{Cu^{++}} \right] = 2,19 \times 10^{26} \quad \text{cuyo valor es alto}$$

Como se observa el valor de dilución constante es grande y por lo tanto la reacción de estudio se desplaza íntegramente hacia la derecha. También en forma simultánea podrían llevarse a cabo las siguientes reacciones:



$$K_{eq} = 7,59 \times 10^{14}$$

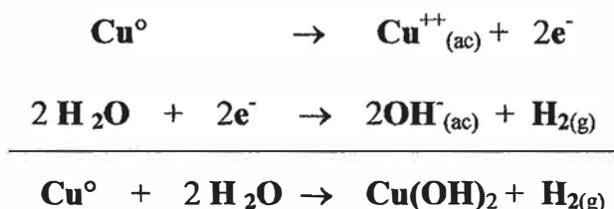


$$K_{eq} = 1 \times 10^{-11}$$

La primera reacción se realiza siempre, es por ello que la alta acidez en el licor ocasiona mayor consumo de chatarra de hierro.

La segunda reacción es imposible de realizar desde el punto de vista termodinámico, esto significa que la acidez no afecta al cobre metálico precipitado.

2.1.5.2 Proceso de electrólisis de la chatarra y el cemento de cobre.



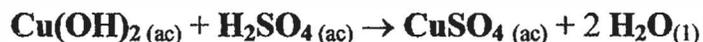
$$\Delta V = -1,838V$$

$$\text{Densidad} = 4,3 \text{ A/dm}^2$$

Cada kilogramo de cobre metálico que se trate en la celda tendrá un consumo teórico de 1,551 kwatt – hr de fluido eléctrico.

2.1.5.3 Neutralización (reacción del hidróxido de cobre con ácido sulfúrico).

Termodinámicamente ésta reacción se produce:



2.1.5.4 Evaporación

Este proceso se realizará a 105 °C para concentrar el sulfato de cobre a un 52% de concentración. Se debe realizar dos evaporaciones para que los vapores de uno de ellos sirva para el calentamiento del otro.

2.1.5.5 Proceso de cristalización

La cristalización puede definirse como la precipitación de la materia sólida en una solución.

El proceso de cristalización envuelve los fenómenos siguientes:

- Difusión
- Formación de núcleos.
- Crecimiento de cristales

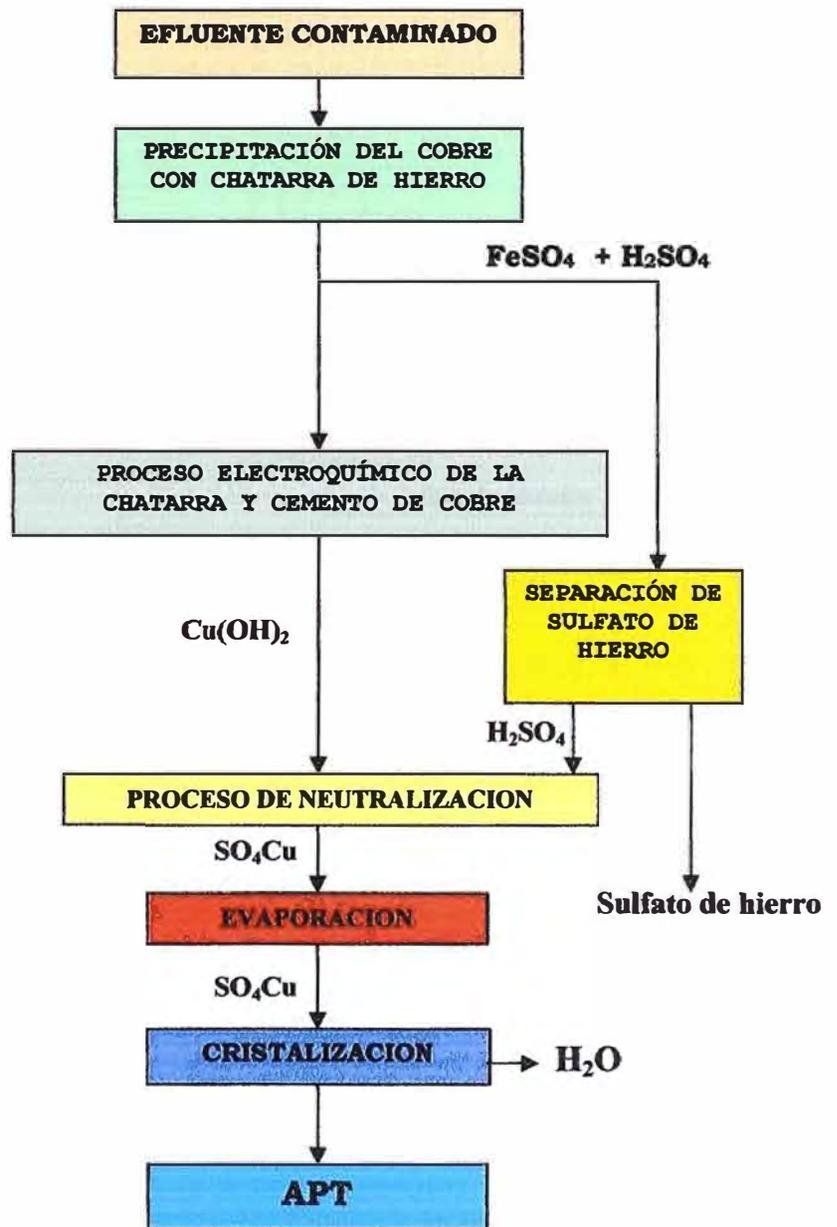
En la práctica para que el proceso de cristalización se realice con la mayor eficiencia posible, se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- Solubilidad
- Saturación y sobresaturación
- Mecanismo de formación de cristales
- Impurezas.

2.1.6 Diagrama de flujo de la planta de tratamiento

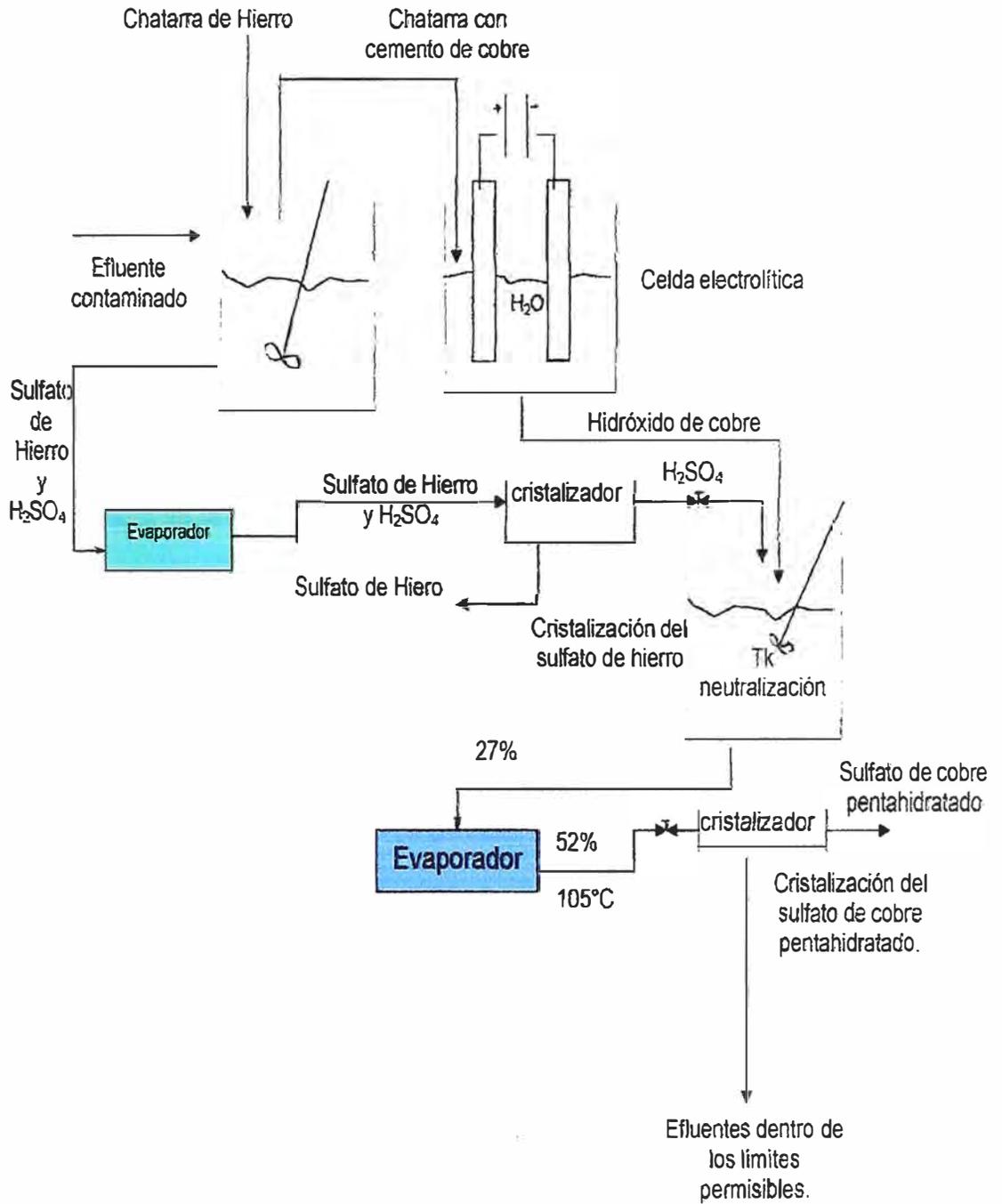
En la figura 3 se muestra el diagrama de flujo de los procesos de la planta de tratamiento (planta de obtención del $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) y en la figura 4 la planta de tratamiento.

Figura 3 : DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO



APT: Almacén de Productos Terminados

Figura 4 : PLANTA DE TRATAMIENTO



2.1.7 Planes de monitoreo, contingencia y cierre.

El monitoreo y las contingencias que se adopten son de importancia en el plan de manejo ambiental para el tratamiento de efluentes de la compañía. El monitoreo tiene como finalidad detectar cambios o determinar niveles de efluentes o emisiones que sirvan de base para medir los impactos ambientales y su variación en el tiempo.

Los planes de contingencias se establecen para enfrentar situaciones no acostumbradas, las medidas de contingencias que se adopten son de importancia en el plan de manejo ambiental para el tratamiento de efluentes de la compañía.

El plan de cierre garantiza un adecuado saneamiento de la zona de influencia de la compañía cuando ésta finalice sus operaciones.

2.1.7.1. Monitoreo

Se llevará a cabo realizando mediciones de pH y concentración de cobre en los efluentes de la compañía (Estación E1) y en el efluente de la planta de tratamiento (Estación E2). (ver figura 5)

- **Estación E1**

- **Ubicación**

- Esta estación estaría ubicado en la descarga de efluentes de las tinas de decapado.

- **Frecuencia de medición**

- Las mediciones se van a efectuar cada tres meses que es la frecuencia de descarga.

- **Estación E2**

- Ubicación**

- La estación E2 se ubica al final de la planta de tratamiento.

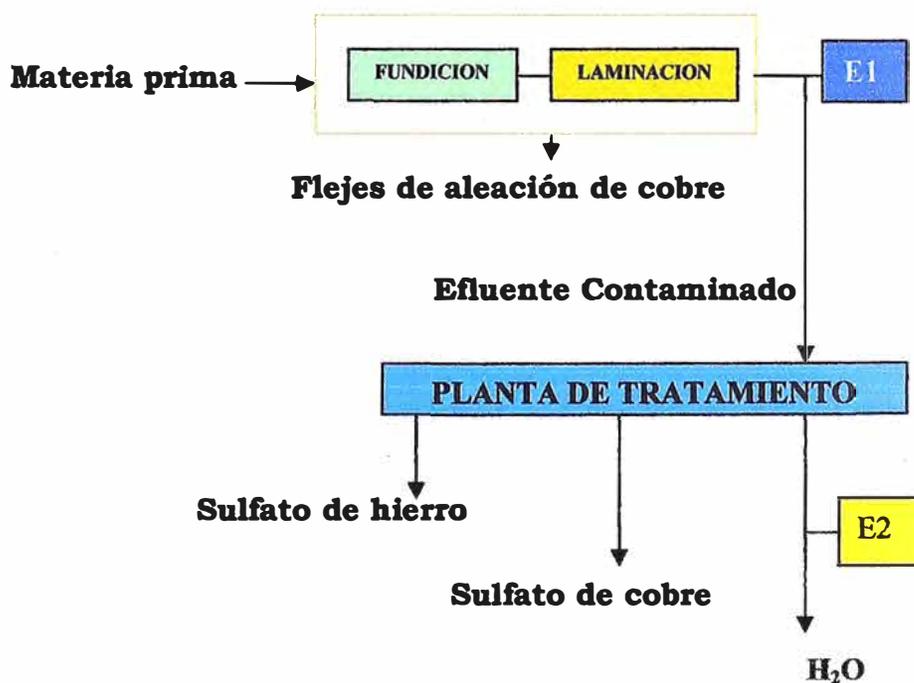
- **Frecuencia de medición**

- Las mediciones se efectuarán cada tres meses una vez instalada la planta de tratamiento.

- **Diagrama de ubicación de las estaciones**

En la figura 5 , se muestra la ubicación de las estaciones de monitoreo para el control de efluentes en la planta de la compañía COBRELSA.

Figura 5: DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES



2.1.8 Plan de contingencia

2.1.8.1 Plan de contingencia en el proceso productivo

Este plan incluye soluciones a problemas de emergencia en el proceso de producción de la compañía.

- **Ausencia de energía eléctrica**

La compañía cuenta con un generador de energía eléctrica para la planta y sus hornos de fundición.

También debe conformarse una brigada de seguridad con preparación calificada en actos de sabotaje y terrorismo.

- **Derrames de efluentes en el área de decapado**

Estos efluentes ácidos, al derramarse de las tinajas de decapado deben ser neutralizadas con soluciones de cal.

Las soluciones de cal deben prepararse en el instante mezclando agua con cal viva.



Estas tareas deben ser desarrolladas por el personal de trabajo, en el turno respectivo, cuyo jefe de grupo sería el supervisor de planta.

- **Incendio**

La compañía debe establecer un procedimiento para enfrentar este siniestro, que contenga:

- Manual de utilización de equipos contra incendio.
- Certificaciones de operatividad de equipos contra incendios.
- Simulacros periódicamente.

Pueden realizarse simulacros de incendio en coordinación con los bomberos.

Las actividades de gran responsabilidad orientadas a mitigar incendios estarán a cargo del personal de fundición, del área de laminación en un número de diez.

- **Sismos**

La compañía debe tener un procedimiento para enfrentar actos de esta naturaleza.

Este procedimiento debe estar sometido a pruebas, por tanto es necesario realizar simulacros.

- **Actos terroristas**

La compañía debe establecer un procedimiento para enfrentar actos terroríficos como por ejemplo explosiones, etc.

Este procedimiento debe estar sometido a pruebas, por tanto es necesario realizar simulacros en coordinación con la policía.

El personal de la compañía entrenada para estas actividades debe ser el mismo que enfrenta acciones de sabotaje.

- **Inundaciones**

Esto no ocurriría, pero si sucediera debe existir costales de arena para proteger los equipos de laminación y hornos de fundición.

- **Accidentes**

Deben instalarse botiquines de primeros auxilios en las zonas de alto riesgo. Se deben establecer convenios con clínicas para asegurar un servicio inmediato de ambulancia y atenciones quirúrgicas.

Deben realizarse seminarios de primeros auxilios anualmente.

2.1.8.2 Plan de contingencia de la planta de tratamiento

Este plan contempla soluciones en situaciones de emergencia en la planta de tratamiento.

- **Ausencia de energía eléctrica**

Se debe adquirir un equipo de generación de energía eléctrica, con corriente continua y de 1,838 V.

También debe conformarse una brigada de seguridad con preparación calificada en actos de sabotaje y terrorismo.

- **Averías en el evaporador**

Se debe contar con dos evaporadores más, ubicados en paralelo para sustituir a cualquiera de los dos evaporadores del proceso.

- **Derrames de efluentes ácidos**

Estos efluentes ácidos al derramarse en la planta de tratamiento siguen el mismo procedimiento utilizado en el plan de contingencia de la compañía.

Estas tareas deben ser desarrolladas por el personal de trabajo, en el turno respectivo, cuyo jefe de grupo sería el supervisor de la planta de tratamiento.

- **Incendios**

La Compañía debe establecer un procedimiento para enfrentar este siniestro, que contenga:

- Manual de utilización de equipos contra incendio.
- Certificaciones de operatividad de equipos contra incendios.
- Materiales y accesorios con un alcance a todas partes de la planta de tratamiento.
- Simulacro periódicamente.

Pueden realizarse simulacros de incendio en coordinación con los bomberos.

- **Sismos**

La Compañía debe contener un procedimiento de evacuación a los lugares más seguros, debe describir la metodología de transporte de personas por los corredores.

- **Actos terroristas**

La compañía debe establecer un procedimiento para enfrentar actos terroríficos como por ejemplo explosiones, etc.

Este procedimiento debe estar sometido a pruebas, por tanto es necesario realizar simulacros en coordinación con la policía.

El personal de la compañía entrenada para estas actividades debe ser el mismo que enfrenta acciones de sabotaje.

- **Accidentes**

Deben instalarse botiquines de primeros auxilios en las zonas de alto riesgo. Se deben establecer convenios con clínicas para asegurar un servicio inmediato de ambulancia y de atenciones quirúrgicas.

2.1.9 Plan de cierre

La compañía COBRELSA. está ubicada cerca al Puerto del Callao y al Aeropuerto Internacional “Jorge Chávez”.

Su espacio físico es extenso, está construido todo el perímetro y cuenta con techo industrial.

Por estas razones las instalaciones de la compañía podría ser utilizado como un gran almacén de productos, cuando la compañía cese sus operaciones.

III CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

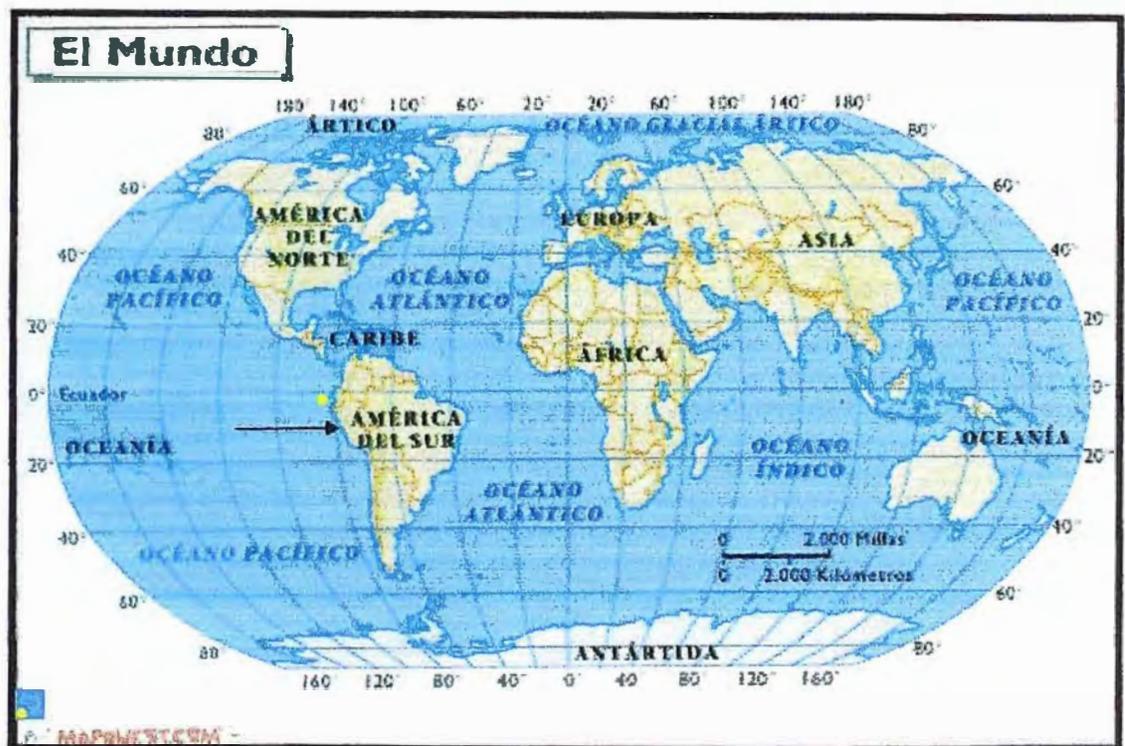
Del diagnóstico ambiental preliminar concluimos que el efluente contaminante, es el efluente líquido proveniente de las tinas de decapado.

Los contaminantes del efluente líquido son el H_2SO_4 y el cobre. Los valores de concentración de estos contaminantes se encuentran fuera de los límites permisibles tal como se puede observar en la tabla 3.

- Se recomienda realizar una Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), para mitigar el efecto de estos contaminantes en el medio ambiente.
- Para la mitigación del efecto de los contaminantes en los efluentes de la compañía se ha preparado un plan de manejo ambiental y tratamiento de efluentes contaminantes, que permita recuperar el cobre de estos efluentes y neutralizar la acidez.
- La efectividad de un PAMA esta sujeta a los resultados obtenidos.
- Los resultados de los monitoreos del plan de manejo ambiental debe asegurar su eficacia en el control de contaminantes y su eliminación.
- Por la elevada proporción de cobre respecto al zinc en el material de proceso, ejm.: Aleaciones de cobre, zinc: 99-1, Latón: 70-30, la concentración de zinc en la tina de decapado, sería de valores no significativos, aunque se recomienda efectuar un análisis para confirmar estos valores. En caso de que los valores excedieran los límites permisibles se recomendaría realizar una descontaminación utilizando procedimientos electroquímicos.

IV ANEXOS

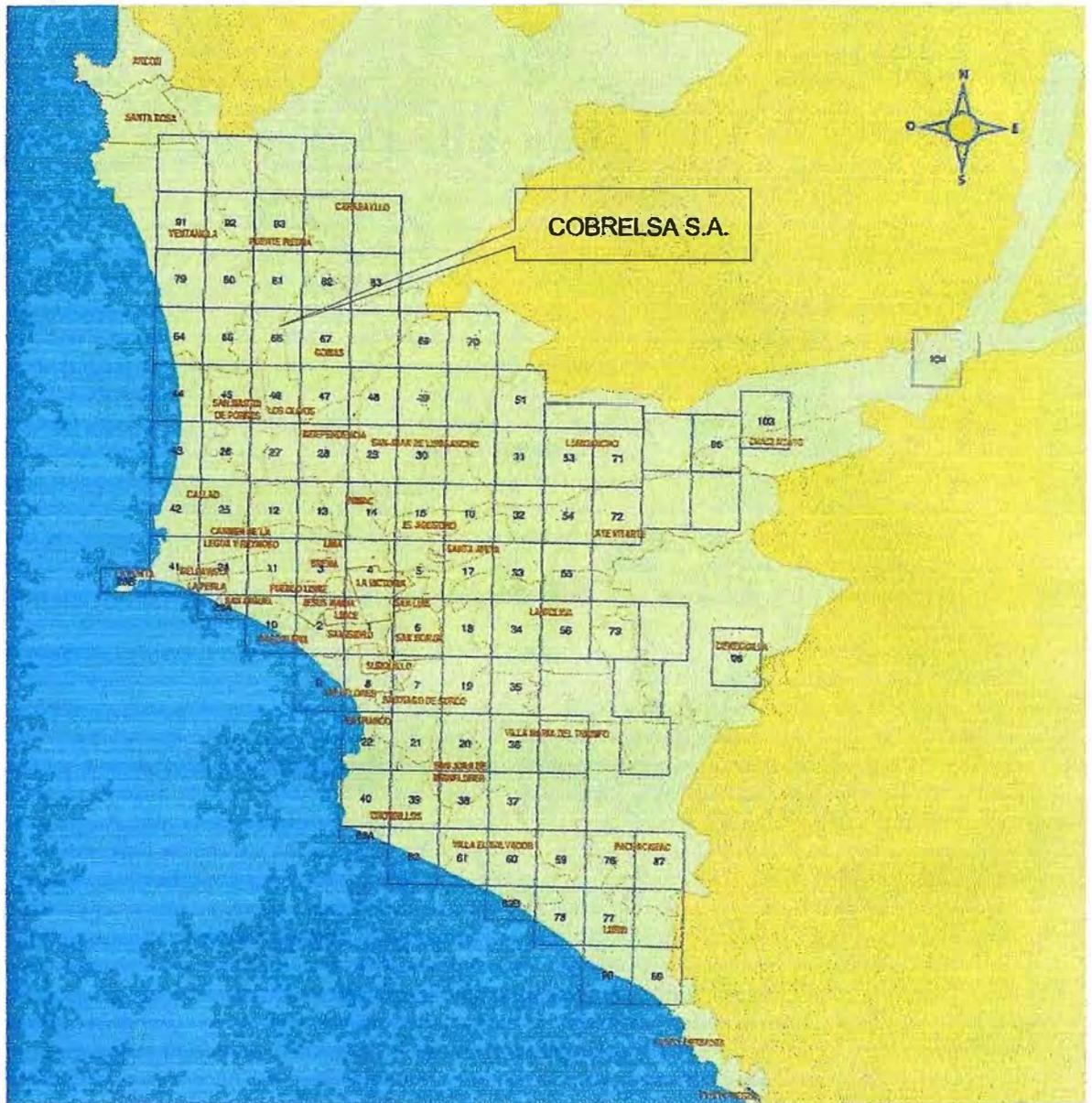
PLANO 1



LEYENDA

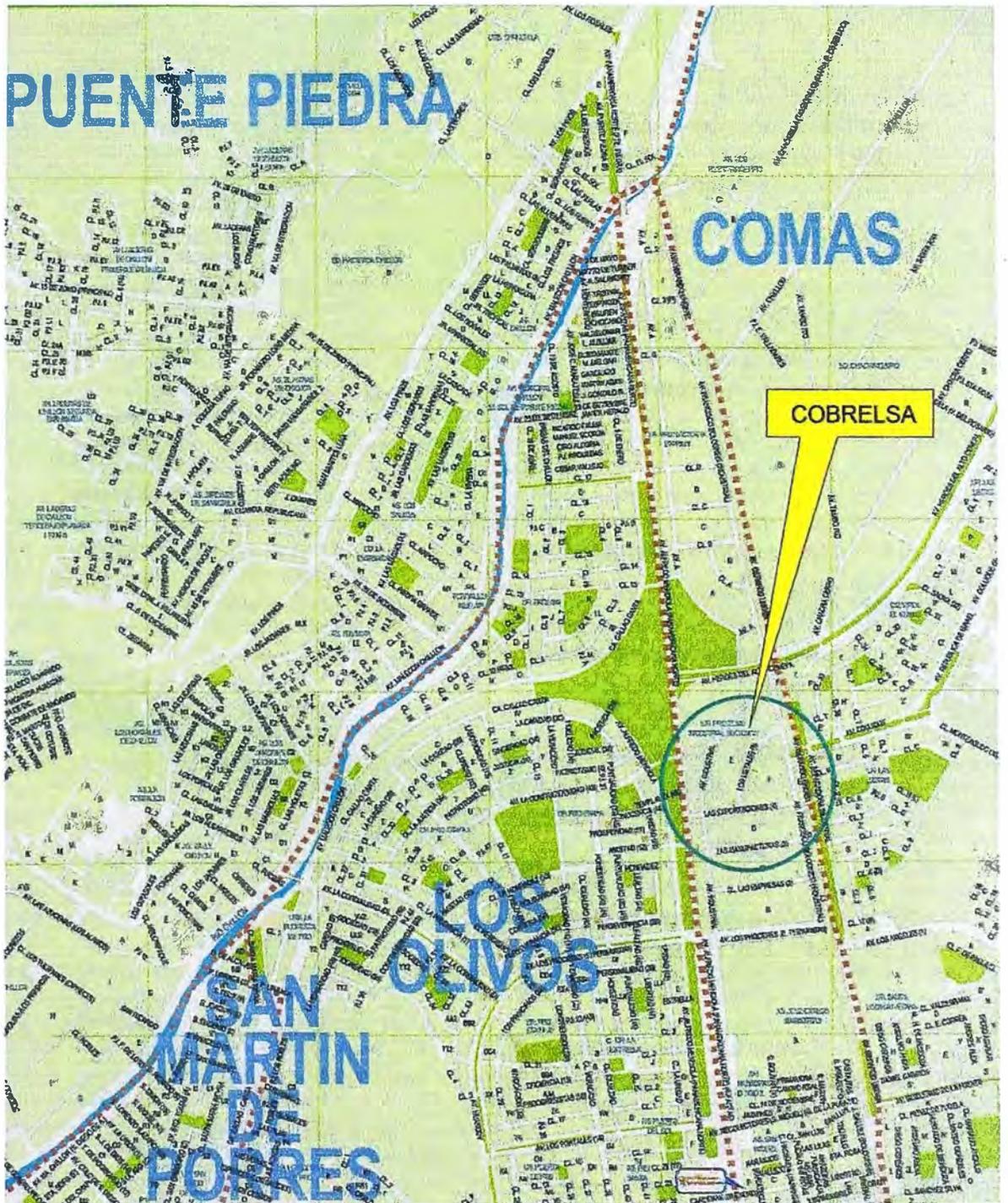
→ UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA COMPAÑÍA COBRELSA

PLANO 2



Plano 2: Localización en la Provincia de Lima

PLANO 3



PLANO 3: Localización en el Distrito de Los Olivos

V BIBLIOGRAFÍA

Foust , A.
Clump,C.
Maus,L.
Andersen, L.

Principles of Unit Operations.
Decimatercera edición .Editorial
Continental S.A. México. 1980.
Pág. 450 a 495.

Hougen,O.
Watson, K.
Ragatz,R.

Chemical Process Principles Part.
II ThermodynamicsI. S/Edición.
Editorial Reverte S.A. España 1975.
Pág.498 a 509.

Lasheras J.
Sánchez, J.
Pizarro, M.

Tecnología de los Materiales
Industriales. Tercera Edición.
Editorial Ediciones CEDEL.
Barcelona S/Año. Pág.638 a 657.

Gray, H.
Haight, G.

Basic Principles of Chemistry
S/Edición. Editorial Reverte S.A.
España.1972. Pág.3-2 a 3-24.

Perry. J.

Chemical Engineering Hand
Book. Segunda edición .Editorial Mc.
Graw Hill. España 1982. Pág. 4-47 a 4-
83.

Vetter ,K

Electrochemical Kinetics.
S/Edición. Editorial W.A. Benjamín
Inc. New York. Estados Unidos
.1965 .Pág. 95-120.