

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA INDUSTRIAL**



PROYECTO DE GRADO

**DISEÑO DE UNA PLANTA PILOTO PARA LA
RECUPERACION DE PLATA A PARTIR DEL RECICLADO
DE PLACAS RADIOGRAFICAS**

POSTULANTE: VELASQUEZ LARREA CRISTHIAN ROLANDO

TUTOR: Ing. Msc. MONICA LINO HUMEREZ

LA PAZ – BOLIVIA

2016

DEDICATORIA

Este proyecto de grado está dedicado a todos mis seres queridos.

Al GRAN AMOR DE MI VIDA quien es CL@UDITA que es sin duda la que me impulsó, la que me hizo descubrir cosas fantásticas y quien me apoya en todo momento. TE AMO INFINITAMENTE.

A mis abuelos JORGE y ROXANA quienes siempre confiaron en mí y fueron como mis padres, ya que me transmitieron valores y todo su amor en mi crecimiento.

A mis padres ROLO y MARY que me dieron todo el apoyo, amor y comprensión para lograr los objetivos y que hoy se está cumpliendo uno de los más importantes.

A la gran FAMILIA que tengo, puesto que todos han depositado en mí semillas muchas de las cuales ya florecieron, en ESPECIAL a mi TIO JAIME que es para mí como un hermano.

A todos mis DOCENTES a quien les doy las GRACIAS por transmitirme sus conocimientos, experiencias que me sirven para desenvolverme en el campo laboral. A mi tutora Ing. Mónica Lino quien me ayudó en todo momento.

A todos mis amigos con quienes pasamos momentos inolvidables durante toda la carrera universitaria.

CRISTHIAN

AGRADECIMIENTOS

A la vida que me puso enseñanzas maravillosas, que trato de aplicarlos siempre, pero sobre todo de disfrutar en todo momento.

Al gran AMOR DE MI VIDA Cl@udita que me impulsa en todo momento y saca lo mejor de mí para desarrollar las diferentes actividades de la vida, MIL GRACIAS.

Mis QUERIDOS ABUELOS que me regalaron una parte de su vida para que pueda crecer por el buen camino.

A mis PADRES por todo el esfuerzo que realizaron y el apoyo brindado en todo momento.

A toda mi FAMILIA que sin ellos este camino habría sido mucho más duro, además de que es la mejor familia que me pudo dar la vida.

A la linda FAMILIA que gane, Sra. MAGUI, RICHIE, INGRID y todos mis sobrinos que con su amor y generosidad me brindaron su apoyo incondicional.

A los grandes amigos que la vida me los puso en mi camino, de quienes me queda el recuerdo de jordanas largas de estudio, fiestas, recreación a todos MIL GRACIAS.

CRISTHIAN

RESUMEN

El presente proyecto de grado tiene como objetivo principal: recuperar plata metálica a partir del reciclado de placas radiográficas, el producto final está destinado para la comercialización de plata y de baños electrolíticos.

Se realizó estudios de caracterización de la materia prima (placas radiográficas) y se ha verificado el contenido de plata metálica en 7,422 kg Ag/ton, además, se ha identificado el compuesto adherido al acetato, los cuales han facilitado el proceso de obtención de plata metálica.

Para remover la emulsión de las placas radiográficas se ha seleccionado el proceso de extracción sólido-líquido (lixiviación) y el disolvente o reactivo seleccionado es Hipoclorito de Sodio (NaClO), la remoción de la emulsión de las placas fue total, lográndose obtener placas (acetato) limpias y completamente transparentes y sin contenido de plata. El reactivo utilizado se encuentra disponible en el mercado local.

En la extracción sólido-líquido, la remoción de la emulsión de plata de las placas es total, obteniéndose un producto sólido de cloruro de plata, La recuperación total de plata metálica por fusión es 63.32%, la pureza de plata metálica es 99,99%, cuyo producto final puede ser utilizado en varios rubros incluyendo la bisutería.

Por otro lado, el análisis financiero del proyecto y acudiendo al indicador VAN que es igual a 33.621 Bs se puede evidenciar que el proyecto es factible, en cuanto al beneficio/costo, el indicador demuestra la factibilidad del proceso, lo que quiere decir; por cada 1 boliviano invertido se obtendrá 1,34 bolivianos de utilidad.

ABSTRACT

This degree project's main objective: to recover metallic silver from recycling image plates, the final product is intended for marketing and silver plating baths.

Characterization studies of the raw material (X-rays) was performed and verified the contents of metallic silver in 7,422 kg Ag / ton, also it has identified the compound attached to acetate, which have facilitated the process of obtaining silver metal.

To remove the emulsion image plates is selected the process of solid - liquid extraction (leaching) and the solvent or selected reagent is sodium hypochlorite (NaClO) , removal of the emulsion of the plates was complete , achieving obtain plates (acetate) clean and completely transparent and without silver content. The reagent used is available in the local market.

In the solid-liquid extraction, removal of the silver emulsion plates is total, yielding a solid silver chloride product, the total recovery of metallic silver melt is 63.32 % pure metallic silver is 99.99 %, the final product can be used in various items including jewelry.

On the other hand , the financial analysis of the project and going to VAN indicator is equal to 33,621 Bs. can be demonstrated that the project is feasible in terms of cost / benefit, the indicator shows the feasibility of the process, which means; per 1 Bolivian bolivianos utility invested 1.34 is obtained.

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| CAPITULO 1 | 1 |
| INTRODUCCION | 1 |
| 1. ANTECEDENTES..... | 1 |
| 1.2. GENERALIDADES | 3 |
| 1.2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 3 |
| 1.2.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA | 4 |
| 1.2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 6 |
| 1.3.2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS | 6 |
| 1.4.1. JUSTIFICACION ACADEMICA | 7 |
| 1.4.2. JUSTIFICACION ECONOMICA | 7 |
| 1.4.3. JUSTIFICACION METODOLOGICA..... | 8 |
| 1.4.4. JUSTIFICACION LEGAL | 8 |
| CAPITULO 2 | 9 |
| ESTUDIO DE MERCADO | 9 |
| 2.1. LA PLATA | 9 |
| 2.2. DESCRIPCION DEL PRODUCTO | 9 |
| 2.3. EL CONSUMIDOR | 10 |
| 2.4. MERCADO COMPETIDOR | 12 |
| 2.5. MERCADO PROVEEDOR | 13 |
| 2.6. MERCADO DISTRIBUIDOR | 14 |
| 2.7. ANÁLISIS DEL MERCADO NACIONAL | 14 |
| 2.7.1. APLICACIONES DEL ACETATO DE CELULOSA..... | 15 |
| 2.7.2. COMERCIALIZACION DEL ACETATO DE CELULOSA..... | 15 |
| CAPITULO 3 | 17 |
| INGENIERIA DEL PROYECTO | 17 |
| 3.1. CARACTERIZACION DE LAS PLACAS RADIOGRAFICAS | 17 |
| 3.1.1. ANALISIS QUIMICO (I.I.MET.MAT.)..... | 23 |
| 3.2. PRUEBAS PRELIMINARES A NIVEL LABORATORIO | 23 |
| 3.2.1. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE EXTRACCION A NIVEL LABORATORIO | 24 |
| 3.2.2. EXTRACCIÓN DE LA EMULSIÓN DE LAS PLACAS RADIOGRÁFICAS A NIVEL LABORATORIO | 27 |
| 3.3. CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE LIXIVIACION..... | 29 |
| 3.3.1. LIXIVIADOR EN BATEAS | 29 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 3.4. | SISTEMA DE PRODUCCION A GRAN ESCALA..... | 33 |
| 3.4.1. | INSUMOS | 33 |
| 3.4.2. | PROCESO DE PRODUCCION A GRAN ESCALA..... | 33 |
| 3.4.2.1. | RECOLECCION DE LAS PLACAS RADIOGRAFICAS | 33 |
| 3.4.2.2. | PREPARACION DE LA SOLUCION | 34 |
| 3.4.2.3. | EXTRACCION SOLIDO – LIQUIDO..... | 34 |
| 3.4.2.4. | RECUPERACION DEL ACETATO DE CELULOSA | 35 |
| 3.4.2.5. | FILTRACION | 35 |
| 3.4.2.6. | SECADO..... | 35 |
| 3.4.2.7. | FUNDICION DE AgCl..... | 36 |
| 3.4.2.8. | ANALISIS DE LA PUREZA DE PLATA METALICA | 36 |
| 3.4.2.9. | PREPARACION DE LOS BAÑOS ELECTROLITICOS | 36 |
| 3.4.2.10. | DIAGRAMA DE FLUJO..... | 38 |
| 3.4.3. | PRODUCTOS..... | 38 |
| 3.4.4. | EQUIPO EMPLEADO..... | 39 |
| 3.4.5. | DISOLUCION | 39 |
| 3.4.6. | REACCIONES EN LA EXTRACCION SOLIDO – LIQUIDO (lixiviación)..... | 40 |
| 3.5. | CALCULOS DEL BALANCE DE MATERIA A GRAN ESCALA..... | 42 |
| 3.5.1. | CUADRO RESUMEN | 45 |
| 3.6. | CALCULO DEL TIEMPO DE LIXIVIACION A GRAN ESCALA | 45 |
| 3.7. | ANALISIS FLUORESCENCIA RAYOS X (FRX) DEL ACETATO DE CELULOSA | 47 |
| 3.8. | BAÑOS ELECTROLITICOS | 47 |
| | CAPITULO 4 | 52 |
| | IDENTIFICACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES | 52 |
| 4.1. | SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL | 52 |
| 4.2. | ASPECTO AMBIENTAL..... | 52 |
| 4.3. | IMPACTO AMBIENTAL..... | 52 |
| 4.4. | PROCEDIMIENTO PARA LA IDENTIFICACION Y EVALUACION DE ASPECTOS | 52 |
| 4.5. | VALORACION SEGÚN PROBABILIDAD Y GRAVEDAD | 54 |
| 4.6. | PRIORIDAD SEGÚN LA VALORACION | 55 |
| 4.7. | MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES | 56 |
| | CAPITULO 5 | 62 |
| | IDENTIFICACION DE PELIGROS Y EVALUACION DE RIESGOS | 62 |
| 5.1. | JUSTIFICACION PARA REALIZAR EL TRABAJO | 62 |

| | | |
|--------|--|----|
| 5.1.1. | JUSTIFICACION DE LAS VARIABLES DE PROBABILIDAD | 62 |
| 5.1.2. | JUSTIFICACION DE LAS VARIABLES DE CONSECUENCIA | 63 |
| 5.2. | VALORACION DEL RIESGO..... | 64 |
| 5.2.1. | MATRIZ DE EVALUACION..... | 66 |
| 5.3. | PLANES DE GESTION DEL RIESGO | 67 |
| 5.4. | RESUMEN DE RIESGOS SIGNIFICATIVOS SEGÚN TIPO DE RIESGO..... | 67 |
| 5.5. | RESUMEN DE MONITOREOS APLICABLES..... | 67 |
| | CAPITULO 6 | 68 |
| | EVALUACION FINANCIERA | 68 |
| 6.1. | INVERSIONES Y FINANCIAMIENTOS | 68 |
| 6.1.1. | CALCULO DE CAPITAL DE TRABAJO | 68 |
| 6.2. | CUADRO DE INVERSIONES | 68 |
| 6.2.1. | INVERSIÓN DE ACTIVOS DIFERIDOS..... | 71 |
| 6.2.2. | PLAN DE INVERSIONES | 72 |
| 6.3. | AMORTIZACIÓN DEL CREDITO..... | 72 |
| 6.4. | DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS FIJOS Y AMORTIZACIÓN DE ACTIVOS DIFERIDOS..... | 72 |
| 6.5. | INGRESOS Y COSTOS DEL PROYECTO..... | 73 |
| 6.5.1. | INGRESOS DEL PROYECTO | 73 |
| 6.6. | COSTOS DEL PROYECTO..... | 74 |
| 6.7. | FLUJOS DE FONDOS DEL PROYECTO..... | 76 |
| 6.7.1. | CONSTRUCCION DEL FLUJO DE FONDOS DEL PROYECTO PURO..... | 76 |
| 6.7.2. | CONSTRUCCION DEL FLUJO DE FONDOS DEL PROYECTO FINANCIADO | 77 |
| 6.8. | RESULTADOS DE INDICADORES FINANCIEROS | 78 |
| 6.9. | ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD | 78 |
| 6.10. | PUNTO DE EQUILIBRIO..... | 79 |
| | CAPITULO 7 | 80 |
| | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 80 |
| 7.1. | CONCLUSIONES | 80 |
| 7.2. | RECOMENDACIONES | 81 |
| 8. | BIBLIOGRAFIA | 81 |
| 9. | WEBGRAFIA | 82 |
| | ANEXOS | 82 |

CONTENIDO DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 1-1: MATRIZ DEL MARCO LÓGICO..... | 4 |
| TABLA 1-2: JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA..... | 7 |
| TABLA 2-1: DEMANDA DE LOS JOYEROS DE LA CIUDAD DE LA PAZ..... | 11 |
| TABLA 2-2: OFERTA DE PLACAS RADIOGRÁFICAS DE LOS HOSPITALES..... | 13 |
| TABLA 2-3: MATRIZ MAPIC..... | 16 |
| TABLA 3-1: TIEMPO DE EXTRACCIÓN..... | 24 |
| TABLA 3-2: TIEMPO DE EXTRACCIÓN..... | 24 |
| TABLA 4-1: VALORACIÓN SEGÚN ÍNDICES DE GRAVEDAD Y PROBABILIDAD..... | 53 |
| TABLA 4-2: MATRIZ DE VALORACIÓN (V)..... | 53 |
| TABLA 5-1: VARIABLES PROBABILISTICAS..... | 62 |
| TABLA 5-2: RESUMEN RIESGOS TOTALES..... | 67 |
| TABLA 6-1: INVERSIÓN EN CAPITAL DE TRABAJO..... | 68 |
| TABLA 6-2: PRECIOS UNITARIOS PLANTA PILOTO..... | 69 |
| TABLA 6-3: INVERSIONES DE EQUIPOS..... | 70 |
| TABLA 6-4: INVERSIÓN EN MUEBLES Y ENSERES..... | 70 |
| TABLA 6-5: INVERSIÓN TOTAL EN ACTIVOS FIJOS..... | 70 |
| TABLA 6-6: GASTOS DE ORGANIZACIÓN..... | 71 |
| TABLA 6-7: INVERSIÓN TOTAL EN ACTIVOS DIFERIDOS..... | 71 |
| TABLA 6-8: ESTRUCTURA DE INVERSIONES..... | 72 |
| TABLA 6-9: CUADRO DE AMORTIZACIONES CUOTA CONSTANTE..... | 72 |
| TABLA 6-10: ESTRUCTURA DE DEPRECIACIÓN..... | 73 |
| TABLA 6-11: ESTRUCTURA DE AMORTIZACIÓN DE ACTIVOS DIFERIDOS..... | 73 |
| TABLA 6-12: INGRESOS DEL PROYECTO..... | 74 |
| TABLA 6-13: INGRESOS DEL PROYECTO EXPRESADO EN BS..... | 74 |
| TABLA 6-14: COSTOS DEL PROYECTO..... | 75 |
| TABLA 6-15: FLUJO DE FONDOS DEL PROYECTO PURO..... | 76 |
| TABLA 6-16: FLUJO DE FONDOS DEL PROYECTO FINANCIADO..... | 77 |
| TABLA 6-17: RESULTADOS DEL VALOR ACTUAL NETO..... | 78 |
| TABLA 6-18: ANALISIS DE SENSIBILIDAD..... | 79 |
| TABLA 6-19: PUNTO DE EQUILIBRIO..... | 79 |

CONTENIDO DE DIAGRAMAS

| | |
|---|----|
| DIAGRAMA 3-1: EXTRACCIÓN DE LA EMULSIÓN DE LAS PLACAS RADIOGRÁFICAS..... | 28 |
| DIAGRAMA 3-2: SISTEMA DE PRODUCCIÓN..... | 33 |
| DIAGRAMA 3-3: RECETA DEL BAÑO DE PLATA..... | 37 |
| DIAGRAMA 3-4: PROCESO DE PRODUCCIÓN..... | 38 |
| DIAGRAMA 3-5: BALANCE DE MATERIA DE LAS PLACAS RADIOGRÁFICAS..... | 43 |
| DIAGRAMA 3-6: BALANCE DE MATERIA DEL CLORURO DE PLATA..... | 44 |
| DIAGRAMA 3-7: DISEÑO ORGANIZACIONAL..... | 50 |

CONTENIDO DE GRAFICOS

| | |
|---|----|
| GRAFICO 2-1: PROCEDENCIA DE LA PLATA | 13 |
| GRAFICO 3-1: MASA DE EXTRACCIÓN EN FUNCIÓN DEL TIEMPO..... | 25 |
| GRAFICO 3-2: MASA DE EXTRACCIÓN EN FUNCIÓN DEL TIEMPO..... | 26 |
| GRAFICO 3-3: MASA DE EXTRACCIÓN EN FUNCIÓN DEL TIEMPO..... | 46 |

CONTENIDO DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 3-1: DIMENSIONES DEL SISTEMA DE LIXIVIACIÓN | 30 |
| FIGURA 3-2: DIMENSIONES DE LA REJILLA | 31 |
| FIGURA 3-3: BAÑO ELECTROLÍTICO DE PLATA | 36 |

CONTENIDO DE FOTOGRAFIAS

| | |
|---|----|
| FOTOGRAFIA 3-1: SISTEMA DE LIXIVIACIÓN | 29 |
| FOTOGRAFIA 3-2: SISTEMA DE LIXIVIACIÓN CON RECIRCULACIÓN..... | 30 |
| FOTOGRAFIA 3-3: REJILLA PARA PLACAS RADIOGRÁFICAS | 31 |
| FOTOGRAFIA 3-4: RECIRCULACIÓN POR GOTEO..... | 32 |
| FOTOGRAFIA 3-5: EFECTO DE LA GRAVEDAD EN EL SISTEMA DE LIXIVIACIÓN | 32 |
| FOTOGRAFIA 3-6: RECUPERACIÓN DEL ACETATO DE CELULOSA..... | 35 |

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1. ANTECEDENTES

En la Facultad de Ingeniería se revisaron temas concernientes con la Obtención de Plata a partir de las Placas Radiográficas y lo que se puede observar es que en la carrera de Ingeniería Química llegaron a obtener el nitrato de plata a partir de los rollos de fotografía. Mientras que en la carrera de Ingeniería Metalúrgica se obtuvo plata metálica a partir de material segregado de la refinación electrolítica de la soldadura blanda.

Revisando temas similares en el internet se observó que existe un tema muy parecido en el Ecuador, se obtiene plata metálica a partir de las placas radiográficas, pero el proceso realizado es a nivel laboratorio y no se realizarán las mismas operaciones para tener el mismo fin.

Los principales documentos que se revisaron para extraer datos y consultar parte del proceso de recuperación de plata son:

- En la carrera de ingeniería química se realizó un trabajo dirigido realizado por Goyo Damián Conde Flores con el título “OBTENCION DE NITRATO DE PLATA Y SUBPRODUCTOS A PARTIR DEL RECICLADO DE LAS PELICULAS NEGATIVAS DE LA FOTOGRAFIA”¹, el proyecto de obtención de nitrato de plata y subproductos a partir de películas o negativos del proceso fotográfico va dirigido a la industria artesanal y es la que va se va desarrollando de manera sobresaliente.

¹GOYO DAMIAN CONDE FLORES, “OBTENCION DE NITRATO DE PLATA Y SUBPRODUCTOS A PARTIR DEL PROCESO DE RECICLADO DE LAS PELICULAS NEGATIVAS DE LA FOTOGRAFIA”, en el periodo 2002, Trabajo Dirigido, Universidad Mayor de San Andrés.

- En la carrera de ingeniería metalúrgica y de materiales se hizo un proyecto de grado realizado por Adalid Colque Arias con el título “OBTENCION DE PLATA METALICA A PARTIR DE MATERIAL SEGREGADO DE LA REFINACION ELECTROLITICA DE LA SOLDADURA BLANDA”², el presente estudio de investigación se hizo un trabajo experimental, con el propósito de ofrecer una alternativa factible para la recuperación de plata del producto segregado obtenido de los residuos de lixiviación del bismuto, a la que son sometidos los lodos anódicos, producidos en el proceso de electrolisis para obtener soldadura blanda en la Empresa Metalúrgica Vinto (ENAF).
- El proyecto de grado propuesto desea enfocarse en una investigación sobre la recuperación de plata de las placas radiográficas para darle diversas aplicaciones, no olvidando que este residuo es desechado por no tener un segundo uso.

El Gobierno Municipal de La Paz, tiene una área específica de apoyo a los artesanos en joyería la cual se denomina CITE DE JOYERIA quienes tenían pensado obtener plata de las placas radiográficas para venderlas al mismo precio del mercado, pero esta propuesta se quedó solo en intenciones por falta de personal que conozca de esta tecnología.

Por otra parte la empresa REDMETAL está ubicada en la ciudad de Santa Cruz, se dedica a la recolección de chatarra electrónica que provee a las industrias de Estados Unidos, Bélgica y China, ya que los metales que de esta chatarra se obtienen sirven para las computadoras y artefactos electrónicos. Además esta empresa que tiene por dueño al señor Franz Ramírez se dedica también al acopio de placas radiográficas, ya que en ellas existe un metal importante para los artefactos electrónicos como es la Plata.

² COLQUE ARIAS ADALID ” OBTENCION DE PLATA METALICA A PARTIR DE MATERIAL SEGREGADO DE LA REFINACION ELECTROLITICA DE LA SOLDADURA BLANDA” en el periodo 1999, Proyecto de Grado, Universidad Mayor de San Andrés.

En los países vecinos como son Chile y Argentina existen empresas especializadas en recolectar placas radiográficas para obtener plata de las mismas. Sabiendo que es un documento muy importante para el paciente (las placas radiográficas), estas para que sean recicladas deben tener la autorización de un médico quien ordene la destrucción de las mismas, puesto que al paciente ya no le servirán en un futuro.

1.2. GENERALIDADES

1.2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad la plata es considerada como metal precioso, es un metal que tiene diversas aplicaciones y a su vez tiene un valor económico apreciable.

Generalmente la plata se encuentra como mineral en minas de cobre, cobre – níquel, oro, plomo y plomo – cinc, pero también la plata se encuentra en las placas radiográficas y este recurso no se lo está aprovechando para obtener beneficios económicos.

Este desconocimiento del reciclado de placas radiográficas que en nuestro medio son contaminantes y que generalmente, son desechados sin ningún tratamiento previo, hace que se origine el proyecto de grado en el que se desarrollaran técnicas y procesos químicos, que, además de ser eficientes, sean económicas para el tratamiento de estos residuos.

Además de lo mencionado en el párrafo anterior los hospitales de la ciudad de La Paz y El Alto tienen almacenes llenas de placas radiográficas, las cuales para el paciente son inservibles porque en muchos de los casos el tiempo que llevan guardados sobrepasan los 10 años.

1.2.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

TABLA 1-1: MATRIZ DEL MARCO LÓGICO

| | SÍNTESIS NARRATIVA | INDICADORES | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | FACTORES EXTERNOS |
|--------------------------------|---|---|--|--|
| OBJETIVO AMPLIO: | Obtener plata metálica a partir del reciclado de placas radiográficas, transformando los costos de almacenaje de dicho recurso en ingresos. | Demostrando que los costos de procesos son menores a los ingresos percibidos. | Utilizando el indicador Beneficio Costo. | Construcción de nuevos hospitales, centros de salud por parte de nuestros gobernantes. |
| OBJETIVOS ESPECIFICOS | Reducción de la cantidad de placas radiográficas en los almacenes de los hospitales, clínicas y laboratorios de las ciudades de La Paz y El Alto. | Reducir el nivel de almacenamiento de placas radiográficas en un 10% en los principales hospitales, clínicas y laboratorios de la ciudad de La Paz. | Información de los inventarios existentes en los hospitales, clínicas y laboratorios de la ciudad de La Paz. | Hospitales, centros de salud, clínicas y laboratorios entreguen de manera veraz y voluntaria las placas radiográficas. |
| PRODUCTOS / RESULTADOS: | Construcción de una planta | Obtener plata metálica, con el | Certificación del laboratorio que la | |

| | SÍNTESIS NARRATIVA | INDICADORES | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | FACTORES EXTERNOS |
|---------------------|--|--|--|---|
| | <p>piloto, aprovechando la tecnología no utilizada en nuestro medio para la obtención de plata metálica a partir del reciclado de placas radiográficas.</p> | <p>proceso de producción que se plantea en el capítulo de Ingeniería del Proyecto.</p> | <p>plata obtenida sea pura.</p> | |
| ACTIVIDADES: | <p>Recolección de Materia Prima. Realizar un estudio de mercado. Analizar los productos y subproductos que del reciclado se pueden obtener. Comercializar el producto y subproducto. Realizar el</p> | <p>Realizar un control de inventarios sobre la materia prima. Realizar encuestas a proveedores y clientes. Dar valor agregado al acetato de celulosa y plata. Identificar los clientes potenciales. Determinar los indicadores del</p> | <p>Cuantificar la cantidad de placas radiográficas. Identificar proveedores y clientes potenciales. Reutilización del acetato de celulosa, elaborar baños electrolíticos de plata, aplicables a la joyería. Generar ofertas para los clientes potenciales.</p> | <p>Modificar el flujo de caja en caso de un alta o baja en el precio de la plata.</p> |

| | SÍNTESIS NARRATIVA | INDICADORES | MEDIOS DE VERIFICACIÓN | FACTORES EXTERNOS |
|--|-----------------------------------|--------------------|---|--------------------------|
| | flujo de fondos para el proyecto. | flujo de caja. | Mediantes los indicadores Beneficio – Costo, VAN analizar si el proyecto es rentable. | |

1.2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Una vez realizado la matriz del marco lógico, se puede formular el problema de la siguiente manera:

“Las placas radiográficas son un recurso NO APROVECHADO para obtener plata metálica y sub productos de esta, son desconocidas las técnicas de lixiviación para obtener dichos productos, además existe una incertidumbre si en nuestro medio hay la suficiente cantidad de dicho recurso para poder industrializarlo”.

Dicho problema que es la esencia del presente PROYECTO DE GRADO, se resolverán en los siguientes capítulos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Obtener plata metálica a partir del reciclado de placas radiográficas, transformando los costos de almacenaje de dicho recurso en ingresos.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1.3.2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un estudio de mercado, para determinar si existe la suficiente cantidad de placas radiográficas para poder diseñar una planta piloto.

- Diseñar la tecnología adecuada para obtener plata de alta pureza, realizando diferentes pruebas en el laboratorio.
- Determinar el porcentaje de plata contenida en las placas radiográficas.
- Realizar la evaluación económica del proyecto de grado.

1.4. JUSTIFICACION

1.4.1. JUSTIFICACION ACADEMICA

TABLA 1-2: JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA

| Área Académica | Materias |
|------------------------------|--|
| Financiera | <ul style="list-style-type: none"> ○ Administración Financiera. ○ Preparación y Evaluación de Proyectos I |
| Procesos Industriales | <ul style="list-style-type: none"> ○ Operaciones Unitarias II ○ Química General, Inorgánico y Laboratorio. ○ Ingeniería de Métodos ○ Diseño de Procesos Industriales. ○ Gestión de la Producción y Operaciones. |
| Comercial | <ul style="list-style-type: none"> ○ Marketing. ○ Investigación de Mercados. |

FUENTE: Malla curricular de la carrera de Ingeniería Industrial

1.4.2. JUSTIFICACION ECONOMICA

Es importante recuperar la plata de las películas radiográficas ofrecen un interés especial, debido a su gran tamaño y a que tienen doble revestimiento.

“Teniendo datos bibliográficos se pudo averiguar que cada kilo de radiografías contiene de 15 a 20 placas y de la purificación de las sales de plata que contienen se obtienen 5,5 gramos de

este metal noble, estos datos obtenidos teóricamente se deberán corroborar experimentalmente por medio de los procesos planteados”³.

1.4.3. JUSTIFICACION METODOLOGICA

El método de investigación es empírico ya que solo se cuenta con información verbal de parte del Ing. Alberto Alejo que tiene a su cargo el laboratorio de Hidrometalurgia, puesto que dicho tema no fue realizado en la carrera de Ingeniería Metalúrgica ni de Ingeniería Química, ya que solo llegaron a obtener Nitrato de Plata.

1.4.4. JUSTIFICACION LEGAL

Recuperar la plata de las placas radiográficas mediante procesos químicos para evitar la contaminación del medio ambiente. Además de darle una reutilización al acetato de celulosa.

Se tomara en cuenta la ley 1333 que está relacionada con el medio ambiente para cumplir a cabalidad lo estipulado.

También se tomara en cuenta normas como la ISO 14000, que tiene relación con el medio ambiente.

La ley del trabajo es importante tomarla en cuenta ya que se tiene que velar principalmente por la seguridad de los operarios.

³ <http://www.feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria17/107.pdf>

CAPITULO 2

ESTUDIO DE MERCADO

2.1. LA PLATA

Elemento químico, su símbolo es Ag, número atómico 47 y masa atómica 107.870. Es un metal lustroso de color blanco-grisáceo. Desde el punto de vista químico.

En la mayor parte de sus aplicaciones, la plata se alea con uno o más metales. La plata, que posee las más altas conductividades térmica y eléctrica de todos los metales, se utiliza en puntos de contactos eléctricos y electrónicos. También se emplea mucho en joyería y piezas diversas. Entre las aleaciones en que es un componente están las amalgamas dentales y metales para cojinetes y pistones de motores. La ficha de seguridad, la estructura cristalina y el estudio de fluorescencia se encuentra detallado en el **ANEXO D**.

2.2. DESCRIPCION DEL PRODUCTO

La pureza de la plata, igual que la del oro o del platino, se evalúa por el sistema de milésimas, el cual determina las partes por mil de metal puro en el total de la masa de la aleación.

Una “aleación” es una mezcla de dos o más metales utilizada para obtener las cualidades de dureza, resistencia y ligereza necesarias para lo que sea que vaya a utilizarse la plata.

Por ejemplo, si una aleación contiene un 83% de plata y un 17% de cobre, su pureza en milésimas es del 830 o, lo que es lo mismo, de 830 partes por mil.

Para la comercialización de la plata se utilizara el siguiente porcentaje de pureza:

- La plata fina es pura al 99.9% y presentará un sello con el número “999”, en alusión a su pureza de 999 milésimas, lo que explica que a veces se la llame plata “tres nueves fina” o en nuestro medio plata piña. Sin embargo es demasiado blanda para ser utilizada en la fabricación de joyas u otros artículos de plata.

Los precios de plata por gramo en el país es de 5,5 Bs. por gramo actualmente, sin embargo los precios fluctúan de acuerdo a las cotizaciones del mercado internacional.

2.3. EL CONSUMIDOR

Los consumidores del producto que se obtenga del proceso de reciclado serán los joyeros paceños a quienes se les entregara una plata certificada en 99.99999% de pureza. Realizando encuestas a joyeros de las diferentes zonas de la ciudad de La Paz y ferias que organizo el Gobierno Municipal de La Paz, los joyeros aseguran que si la plata comercializada está certificada, ellos podrían comprar un total de 10 kg al mes de dicho metal.

Actualmente los joyeros tienen muchas opciones de compra para la plata, pero aseguran que es una plata la cual les da molestias a la hora de trabajar, ya que al no ser una plata pura las ligaduras que ellos preparan no son de las mejores porque al no tener el conocimiento de refinación no tienen los mecanismos como para certificar que la plata que ellos comercializan tiene una calidad de 950 milésimas.

Aseguran que la mejor plata con la que trabajaron es plata que se trae del Perú, que en algunos casos es más cara pero tienen la certeza de es un metal de alta pureza.

El problema del manejo de reactivos químicos, es para nuestros joyeros un gran problema y una oportunidad para nosotros de poder proveer con baños de plata listos para ser utilizados, por lo cual también se realizara la comercialización de baños de plata.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de la plata requerido por mes de los joyeros:

TABLA 2-1: DEMANDA DE LOS JOYEROS DE LA CIUDAD DE LA PAZ

| Empresa | Cantidad de Plata (kg) | Cantidad de baño (l) |
|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Joyería Art | 1,00 | 4 |
| Adamiani | 1,00 | - |
| Agua Joyas | 0,50 | - |
| Argentaria el camino de la plata | 0,05 | - |
| Zafiro Blanco | 1,20 | 2 |
| Coral | 0,10 | - |
| Joyas de Blanco | 0,20 | 3 |
| Circón Rosa | 0,30 | 3 |
| Ónix | 0,50 | 2 |
| Topacio Imperial | 0,20 | 3 |
| Circón Azul | 0,40 | 4 |
| Santiago Bolivianita | 0,20 | 4 |
| Sagitaria | 0,10 | 3 |
| Luz | 0,60 | 1 |
| Claudia | 0,10 | 5 |
| Lucia | 0,10 | 2 |
| Iris | 0,20 | 3 |
| Walvic | 0,60 | 2 |
| L'ampel | 0,10 | 5 |
| Sergio | 0,30 | 3 |
| La fuente | 0,20 | 3 |
| Franz | 0,10 | 2 |
| Virgen de Remedios | 0,30 | 2 |
| Sánchez | 0,06 | 4 |
| Joyería Topacio | 0,20 | 3 |
| Joyas Valentina | 0,30 | 2 |
| Joyería Mariana | 0,40 | 2 |
| Joyas Rosario | 0,50 | 3 |

| Empresa | Cantidad de Plata (kg) | Cantidad de baño (l) |
|----------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Joyas Lucy | 0,40 | 3 |
| TOTAL | 10,21 | 125 |

FUENTE: Elaboración en base a encuestas realizadas

La tabla anterior muestra que los joyeros requieren 10,21 kg de Plata y 125 litros de baños de plata. Este requerimiento es para cada mes.

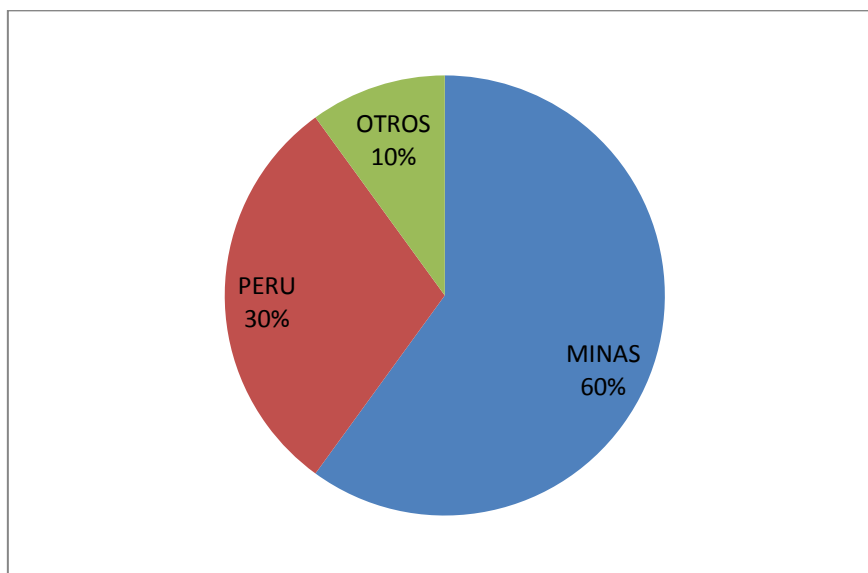
El modelo de encuesta a los joyeros se muestra en el **ANEXO D**.

2.4. MERCADO COMPETIDOR

Actualmente los joyeros obtienen la materia prima proveniente de las minas mediante un intermediario, quien comercializa dicho producto a 5,50 bolivianos por gramo. Pero dichos joyeros no tienen la certeza en cuanto a la pureza de plata que están adquiriendo, además no se sabe que metales están inmersos en dicho metal.

Aseguran que la mejor plata que ellos pueden obtener es la proveniente del país vecino del Perú, ya que con dicho metal las ligaduras que se pueden preparar para elaborar los diferentes trabajos en joyería salen mucho mejor comparado con el metal proveniente de minas Bolivianas. Pero en cuanto al costo que adquieren la plata es más caro comprar del Perú, ya que sospechan que la pureza del metal es más alta.

De las compras realizadas por los joyeros paceños se pudo evidenciar que del total de la plata comprada el 60% de la minas, 30% es del Perú, y el restante 10% de otras fuentes. El siguiente grafico muestra los porcentajes de los mismos.

GRAFICO 2-1: PROCEDENCIA DE LA PLATA

FUENTE: Elaboración en base a encuestas

2.5. MERCADO PROVEEDOR

Como el principal objetivo del proyecto de grado es obtener plata a partir del reciclado de placas radiográficas, la cantidad producida de este metal dependerá de la cantidad de radiografías que se puedan obtener. Para tal efecto se realizó encuestas en hospitales públicos y clínicas habiendo llegado a un acuerdo en el que el conjunto podría proveernos la cantidad de 4200 unidades por mes.

Los hospitales encuestados se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 2-2: OFERTA DE PLACAS RADIOGRÁFICAS DE LOS HOSPITALES

| Hospital | Cantidad de radiografías (unidad) |
|------------------------------|--------------------------------------|
| Hospital de Clínicas | 1000 |
| Hospital del Niño | 650 |
| Instituto Nacional del Tórax | 1200 |
| Hospital Veterinario | 400 |
| Hospital KOREA | 950 |
| TOTAL | 4200 |

FUENTE: Elaboración en base a encuestas realizadas

El modelo de encuesta a los hospitales que proveerán de placas radiográficas se muestra en el **ANEXO D**.

El principal insumo utilizado es el Hipoclorito de Sodio, que actúa como disolvente para extraer la plata, donde no se tiene problemas en obtenerlo, ya que es de venta libre.

2.6. MERCADO DISTRIBUIDOR

Los estudios realizados al producto final muestran que la plata obtenida tiene una pureza de 99,99999%, lo cual indica que la calidad de dicho producto es muy alta.

La distribución de la plata se la realizara directamente al consumidor, por lo que el cliente no tendrá que movilizarse para obtener el producto.

Actualmente el valor de la plata en el mercado es de 5,50 bolivianos por gramo, y dado que el proceso de producción que plantearemos en el siguiente capítulo es muy eficiente, comercializaremos el producto a 5 bolivianos el gramo si el cliente realiza una compra de 500 gramos o más.

2.7. ANÁLISIS DEL MERCADO NACIONAL

Debido a la subida del precio en el oro, joyeros aseguran que la demanda por la plata aumento en un 30% esta, las versiones de algunos propietarios que dicen: “Jorge Daza, ejecutivo de la Joyería Carrasco, expresa que en la actualidad se venden más joyas de plata y otros metales que han ganado adeptos entre sus clientes. La propietaria de Joyería Andrea, Fanny Jiménez, señala que por el precio, las ventas de productos de plata han aumentado”.⁴

Estando realizando la encuesta muchos joyeros coinciden que la plata fue ganando mercado en nuestro medio, ya que el precio es económico y lo adquieren en grandes cantidades de masa.

⁴<http://www.eldeber.com.bo/vernotaeconomia.php?id=120811182642>

El cuadro resumen de la cotización de minerales y la producción de minerales por departamento se encuentran en el **ANEXO D**.

2.7.1. APLICACIONES DEL ACETATO DE CELULOSA

El acetato de celulosa, es un plástico derivado de la celulosa de las plantas, es usado como base de película en la fotografía, para fabricar láminas transparentes, como un componente en algunos pegamentos, soporte de cinta adhesiva, como un material de marco para anteojos; también es usado como una fibra sintética y en la fabricación de filtros de cigarrillo. El acetato es usado, en combinación con otras fibras (seda, algodón, lana, nylon, etc.).

El acetato de celulosa también se puede utilizar en la fabricación de objetos transparentes, translucidos y opacos como las teclas para las máquinas de escribir y calculadoras, pulsadores, revestimientos de volantes para automóviles, empuñadura de cuchillos, pantallas, vidrios de relojes, partes de máscaras de protección, plumas, mangos de paraguas, juguetes, separadores de hojas, manualidades, invitaciones, tapas de cuaderno, flips, así como también material para aislamiento eléctrico.

2.7.2. COMERCIALIZACION DEL ACETATO DE CELULOSA

Para la comercialización del acetato de celulosa tiene como principales consumidores a los trabajadores de fotocopias, pues debido al bajo precio (0.20 Bs. por unidad) al cual se lo comercializara, estos accedieron a comprar toda la cantidad que se les ofrezca.

Los principales clientes de compra se encuentran en las diferentes facultades de la Universidad Mayor de San Andrés.

2.7.3. MATRIZ MAPIC

TABLA 2-3: MATRIZ MAPIC

| RESULTADOS ESPERADOS | POBLACION | VARIABLES | METODO DE COLECTA |
|---|---|---|-----------------------------------|
| Elaborar un flujo de caja para relacionar los beneficios contra los costos. | Especialista | X1: B/C (Continuo) | Flujo de Caja |
| Determinar la cantidad de placa radiográfica con la que se puede trabajar. | Hospitales, clínicas y laboratorios. | X2: Mercado de Proveedores (Continuo) | Encuesta |
| Determinar la pureza y los subproductos que se pueden obtener a partir de la plata. | Estudios de expertos en laboratorio y desarrollo de nuevas tecnologías. | X3: Pureza (Continuo) X4: Subproducto (Discreto) | Análisis de Pruebas DELPHI |

FUENTE: Elaboración en base a los objetivos del proyecto de grado

CAPITULO 3

INGENIERIA DEL PROYECTO

La metodología de trabajo que se realizó para el presente proyecto de grado, tiene las siguientes etapas importantes:

- Caracterización de las placas radiográficas.
- Pruebas preliminares a nivel laboratorio.
- Sistema de producción a gran escala.

Dichas etapas se detallaran en los siguientes subtítulos.

3.1. CARACTERIZACION DE LAS PLACAS RADIOGRAFICAS

El objetivo de la caracterización de las placas radiográficas es determinar la composición química de este material, para verificar si existe o no la presencia de plata.

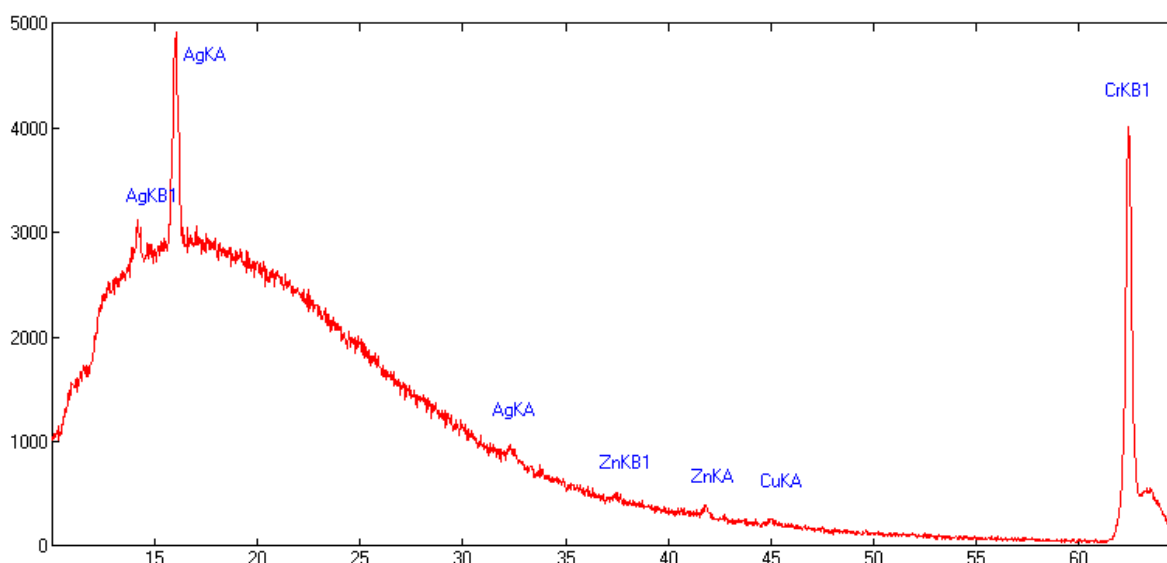
Se hace un análisis mineralógico en el laboratorio de rayos X del Instituto de Investigaciones Geológicas y Medio Ambiente IGEMA, sus instalaciones quedan ubicadas en el campus universitario de cota cota calle 27 pabellón 3, con el asesoramiento del Ing. Mario Blanco Cazas.

Primero se hace el análisis de fluorescencia rayos X (FRX) que determina la composición química de forma cualitativa, el segundo análisis es de difracción rayos X (DRX) nos ayuda a determinar la composición mineralógica, estructural e información sobre la cristalinidad, forma, tamaño de la estructura.

En las siguientes páginas se muestran los gráficos que corresponden a los difractogramas de rayos X y espectros de fluorescencia respectivamente. Cada gráfico va acompañado de la correspondiente Identificación del compuesto químico, obtenido con el auxilio de un software especializado, "X'Pert High Score Plus" de la Pan Analytical-Philips que contiene una base de datos de más de 100.000 registros de comparación.

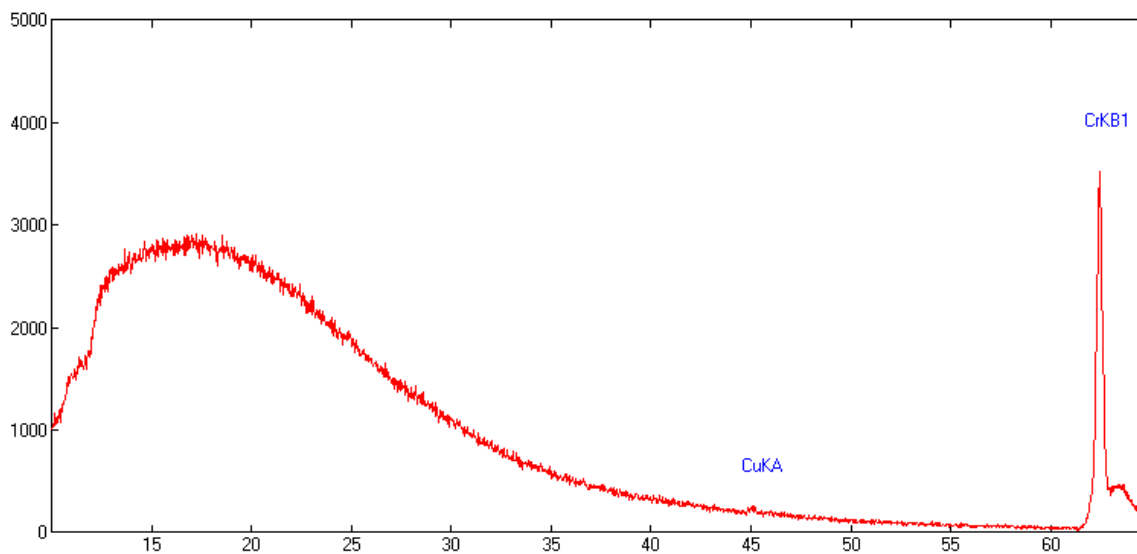
Al inicio del análisis se procedió a la caracterización inicial con una placa radiográfica revelada y el resultado que se obtuvo del análisis realizado fue que presentaba zinc y cobre para verificar si realmente existían estos elementos se hizo una prueba en blanco con base de tetraborato de litio, observándose que el zinc es parte de la placa y descartando al cobre por ser una contaminación del equipo como se muestra a continuación.

i) MCI-1 (Muestra de caracterización Inicial -1) PRUEBA EN BLANCO “CON BASE DE TERABORATO DE LITIO”



Elemento Mayoritario: Ag.
 Elementos menores: No detectados
 Elementos Trazas: Zn, Cu.

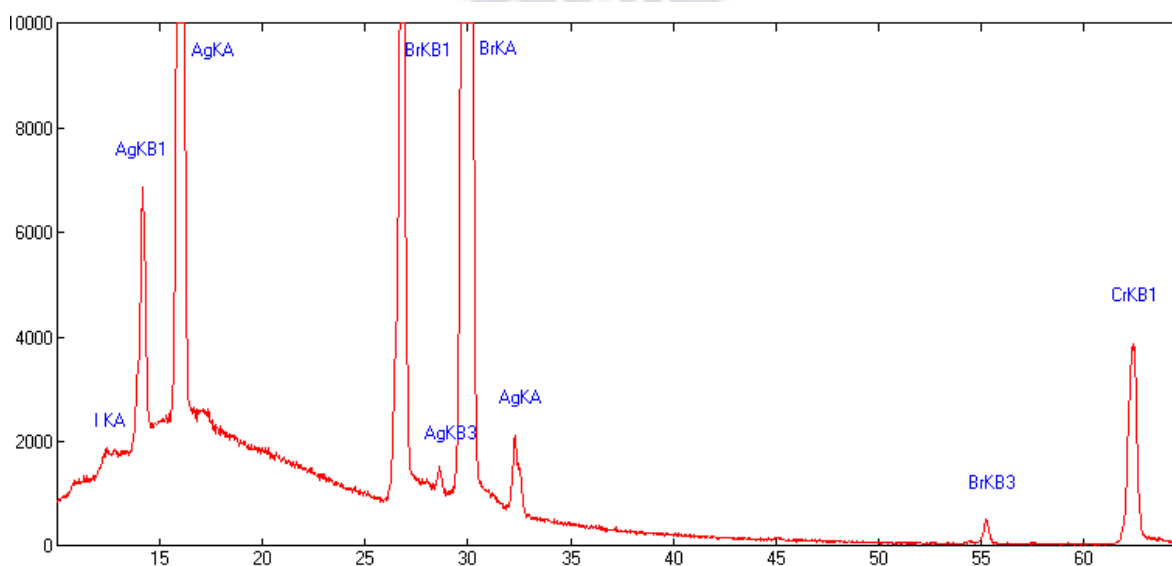
PRUEBA EN BLANCO (TETRABORATO DE LITIO)



La presencia de trazas de Cu implica contaminación del sistema

Una vez realizado el análisis en blanco se pasó a realizar tres pruebas para ver de qué elementos está compuesta una placa radiográfica para así poder determinar que solventes se pueden utilizar.

ii) MCI-2 (Muestra de caracterización Inicial -2) “PLACA VIRGEN”
FLUORESCENCIA RAYOS X (FRX)



Elemento Mayoritario:

I, Br, Ag.

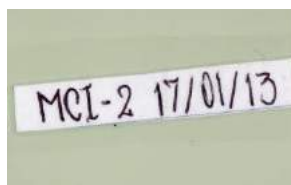
Elementos menores:

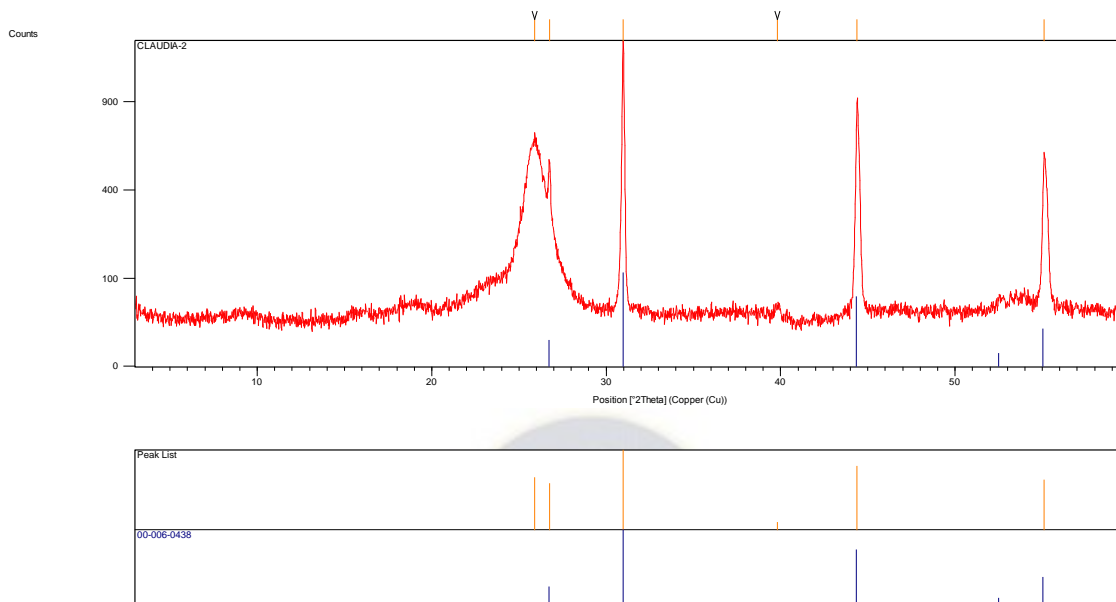
No detectados

Elementos Trazas:

No detectados.

DIFRACCIÓN RAYOS X (DRX)





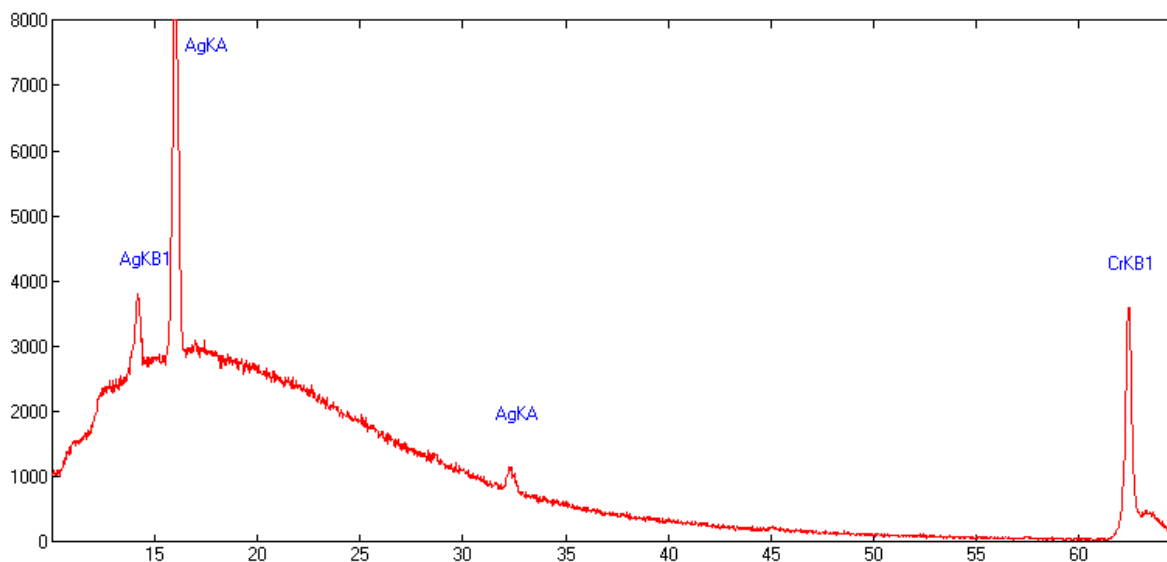
COMPONENTE CRISTALINO IDENTIFICADO:

Bromargyrite Ag Br

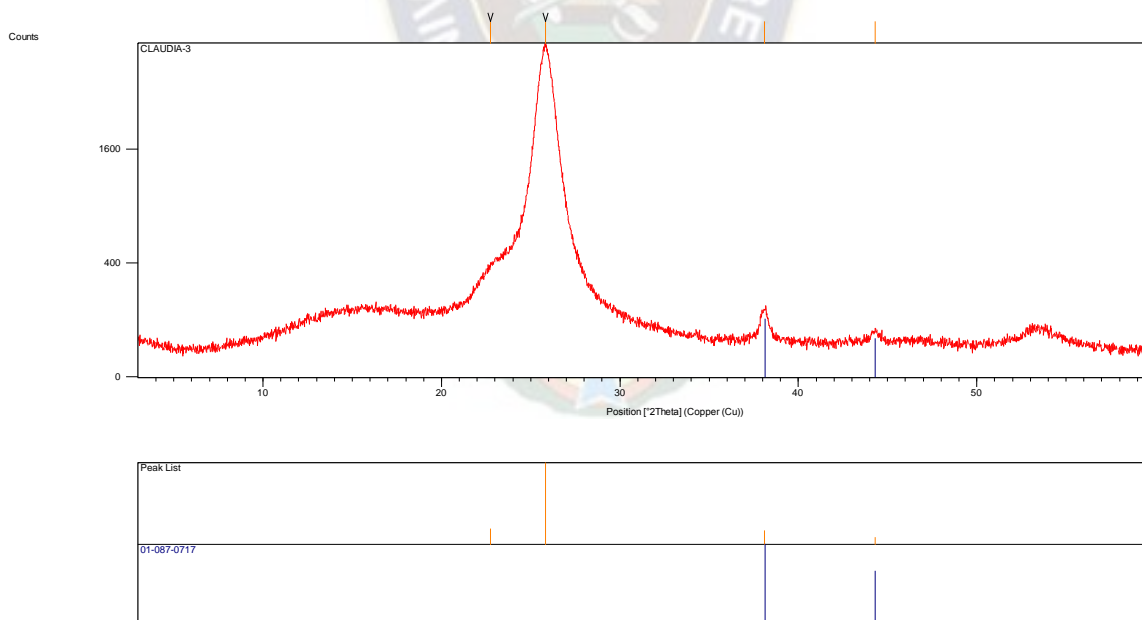
iii) MCI-3 (Muestra de caracterización Inicial -3) "PLACA RADIOGRÁFICA REVELADA"

FLUORESCENCIA RAYOS X (FRX)



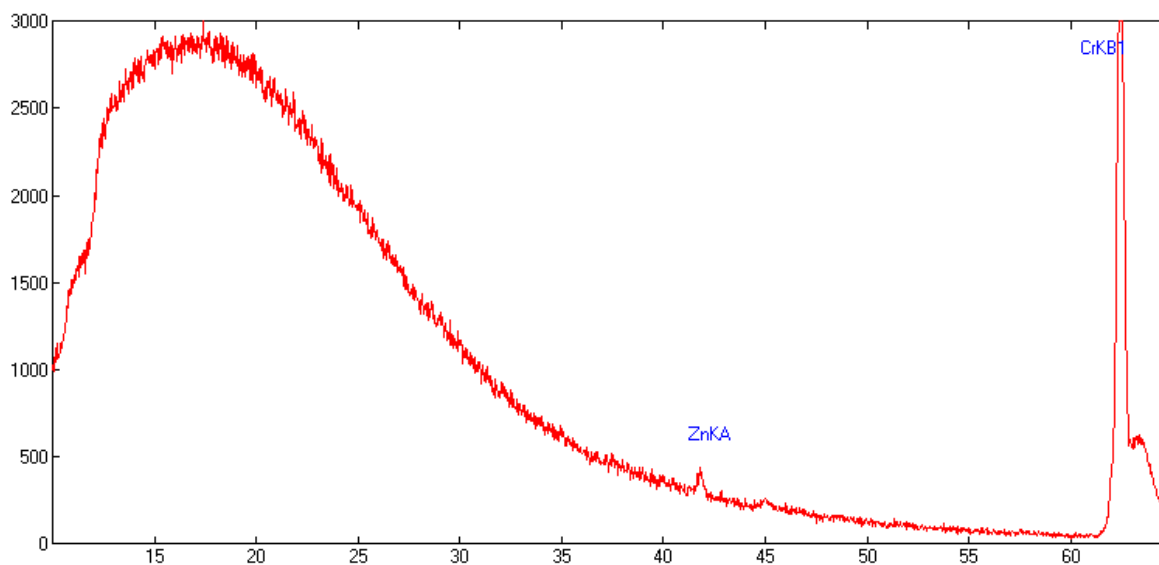


Solo el elemento Ag como componente principal
DIFRACCIÓN RAYOS X (DRX)



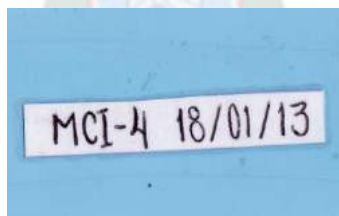
Solo el elemento Ag (metálica) como componente principal presente en mediana cantidad
 iv) MCI-4 (Muestra de caracterización Inicial -4) “Acetato de Celulosa, proporcionado por el Seguro Universitario”

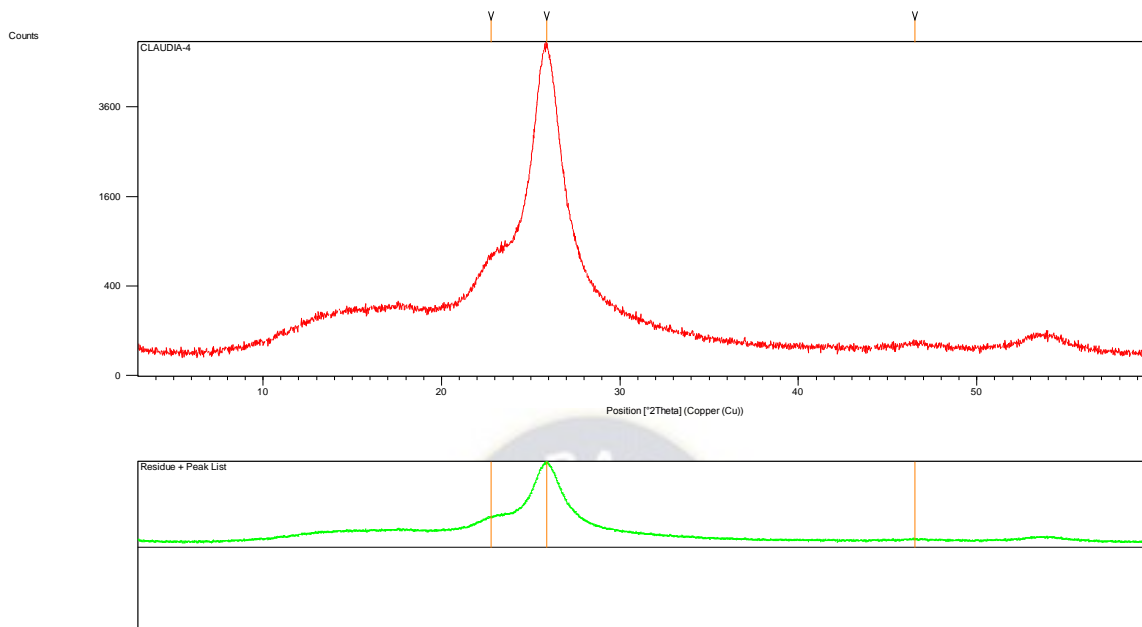
FLUORESCENCIA RAYOS X (FRX)



Solo el elemento Zn como componente principal presente en trazas

DIFRACCIÓN RAYOS X (DRX)





No se detectan compuestos metálicos

Nota Importante: En los registros de Difracción de Rayos X, aparece un pico muy amplio a aproximadamente $2\theta = 25^\circ$, que corresponde a material amorfo de la base de las películas (acetatos) por lo cual no debe tomarse como una difracción de algún componente.

3.1.1. ANALISIS QUIMICO (I.I.MET.MAT.)

En este laboratorio se realizó la cuantificación de plata de las placas radiográficas, el resultado del análisis fue de 7.422,33 g de Ag por 1 Tonelada de placas radiográficas, dicho dato lo utilizaremos para realizar el balance de materia que se verá más adelante.

(Ver Anexo B certificado de análisis químico).

3.2. PRUEBAS PRELIMINARES A NIVEL LABORATORIO

El objetivo de las pruebas preliminares es determinar el mejor disolvente para la extracción de la plata presente en las placas radiográficas. Se tomaran en cuenta dos disolventes inorgánicos, que son el hipoclorito de sodio y el hidróxido de sodio.

(En el ANEXO F ver fotos de los análisis de laboratorio y ANEXO B ver hojas de seguridad de los disolventes utilizados), para escoger cual es el mejor disolvente se evaluarán los siguientes puntos:

- El disolvente debe extraer la emulsión que contiene las placas radiográficas en el menor tiempo posible, y con el menor costo.
- Verificar que la extracción de la emulsión de las placas radiográficas sea total.

3.2.1. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE EXTRACCIÓN A NIVEL LABORATORIO

a) PRIMERA PRUEBA

Para la determinación del tiempo de extracción de la emulsión en la placa radiográfica, se prepararon tres soluciones a diferentes concentraciones, con el objetivo de observar y determinar el menor tiempo posible, además de verificar que el acetato de celulosa no sufra daños, en las siguientes tablas queda resumido los resultados obtenidos:

i) PRUEBAS CON HIDROXIDO DE SODIO

TABLA 3-1: TIEMPO DE EXTRACCIÓN

| | MUESTRA 1 | MUESTRA 2 | MUESTRA 3 |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Porcentaje en peso % | 6 | 12 | 10 |
| Volumen (ml) | 20 | 20 | 20 |
| Temperatura (°C) | 29 | 40 | 38 |
| Peso de placa inicial (g) | 0,1023 | 0,0960 | 0,0937 |
| Tiempo cronometrado (min) | 54,23 | 15,63 | 16,28 |
| Peso de placa final (g) | 0,0995 | 0,0945 | 0,0912 |

FUENTE: Elaboración propia en base a datos experimentales

Como se muestra en la TABLA 3 - 1 la variación del porcentaje en peso utilizando el hidróxido de sodio está relacionado directamente con el tiempo de extracción. Si bien la tabla anterior muestra que utilizando una concentración del 12% en hidróxido de sodio el tiempo será el menor, se observó que utilizando dicha concentración el acetato de celulosa sufre daños, los cuales son: Pérdida del color, volviendo áspero el material y pérdida de brillo.

i) PRUEBAS CON HIPOCLORITO DE SODIO

TABLA 3-2: TIEMPO DE EXTRACCIÓN

| | MUESTRA 1 | MUESTRA 2 | MUESTRA 3 |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Porcentaje en peso % | 5 | 10 | 20 |
| Volumen (ml) | 25 | 25 | 25 |
| Temperatura (°C) | 21 | 21 | 21 |
| Peso de placa inicial (g) | 0,0945 | 0,0996 | 0,0921 |
| Tiempo cronometrado (min) | 2,52 | 2,23 | 2,05 |
| Peso de placa final (g) | 0,0922 | 0,0972 | 0,0903 |

FUENTE: Elaboración propia en base a datos experimentales

Para dicho análisis se prepararon disoluciones diferentes utilizando el hipoclorito de sodio y al igual que en el caso anterior se observó que el tiempo de extracción es directamente proporcional con las soluciones preparadas. Utilizando una concentración del 20% en hipoclorito de sodio, el acetato de celulosa sufre los siguientes daños: Pérdida de color, llega a tener arrugas muy notorias y pierde el brillo característico.

Realizando una comparación entre ambas tablas se puede evidenciar que el disolvente que extrae la emulsión de las placas radiográficas en el menor tiempo es el hipoclorito de sodio, esta primera prueba permite justificar que dicho disolvente es el mejor.

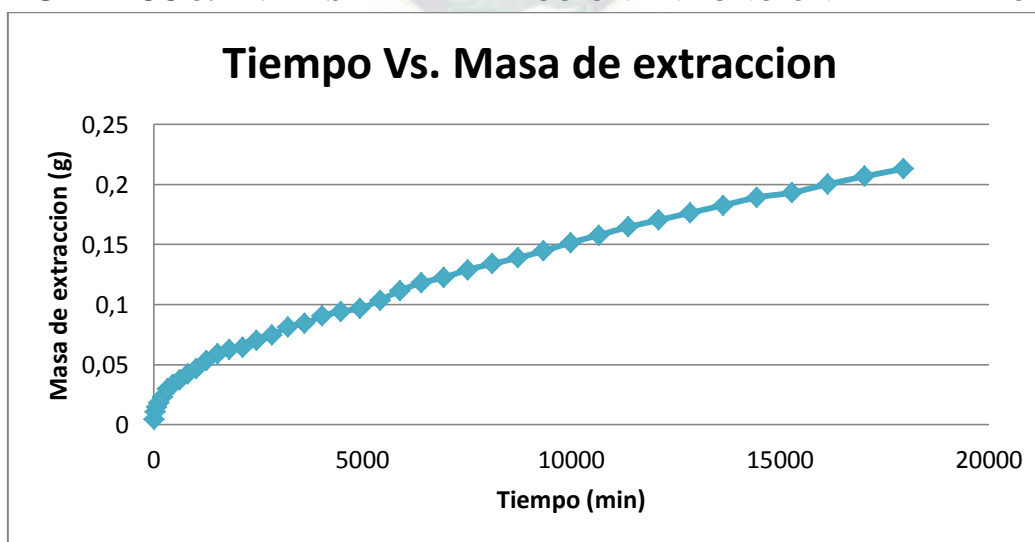
b) SEGUNDA PRUEBA

La segunda prueba consistió en sumergir placas radiográficas cortadas de tamaño homogéneo e igual a $3 * 3 \text{ cm}^2$ a los distintos disolventes utilizados hasta que la solución se sature, el objetivo de esta prueba es el de medir el tiempo de saturación. A continuación se presentan los resultados para ambos casos:

i) PRUEBAS CON HIDROXIDO DE SODIO

En la prueba con hidróxido de sodio para realizar la solución se utilizó una masa de 5 g NaOH, que se mezclaran con un volumen de 45 ml. de agua, teniendo una concentración del 10 %. Los datos están mostrados en el ANEXO B y los resultados obtenidos se muestran en el siguiente Gráfico 3 - 1:

GRAFICO 3.2-1: MASA DE EXTRACCIÓN EN FUNCIÓN DEL TIEMPO



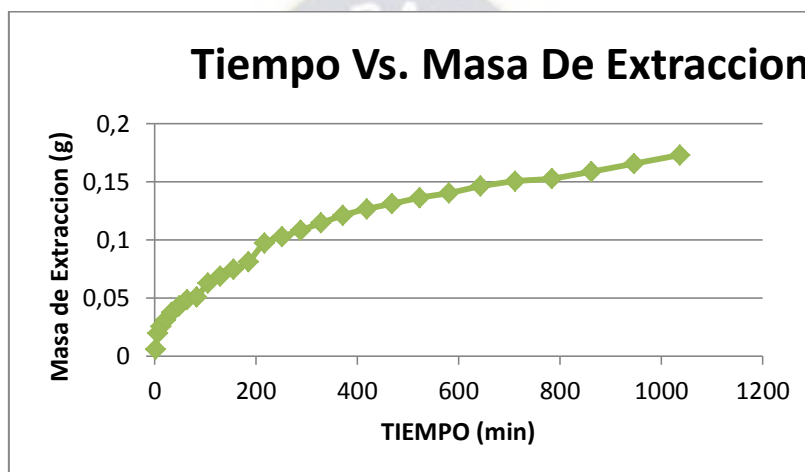
FUENTE: Elaboración propia en base a datos experimentales

Para extraer la emulsión utilizando como disolvente el Hidróxido de Sodio se empleó un tiempo de 15 horas 22 minutos y 25 segundos, extrayendo 0,2129 g de Cloruro de Plata y se han realizado 40 pruebas.

ii) PRUEBAS CON HIPOCLORITO DE SODIO

En la prueba con Hipoclorito de Sodio se preparó una solución al 10 % en volumen, es decir se utilizaron 5 ml de Hipoclorito de Sodio mezclados con 45 ml de agua. Los datos se muestran en el ANEXO B y los resultados se expresan en el siguiente Gráfico 3 - 2:

GRAFICO 3.2-2: MASA DE EXTRACCIÓN EN FUNCIÓN DEL TIEMPO



FUENTE: Elaboración propia en base a datos experimentales

Para extraer la emulsión de las placas radiográficas utilizando como disolvente el hipoclorito de sodio se empleó un tiempo de 1 hora 30 minutos y 9 segundos, extrayendo 0,1730 g de Cloruro de Plata y se han realizado 27 pruebas.

Claramente se puede observar que el hipoclorito de sodio es el disolvente recomendado porque utiliza un tiempo mucho menor para extraer la emulsión de las placas radiográficas comparado con el otro disolvente que es el hidróxido de sodio.

Además que por regla de tres se sacaran los costos por disolvente tomando como base de cálculo 1 kg de placas radiográficas, el cálculo se detalla a continuación:

$$1 \text{ kg}_{PR} * \frac{1000 \text{ g}_{PR}}{1 \text{ kg}_{PR}} * \frac{5 \text{ g}_{NaOH}}{8,66 \text{ g}_{PR}} * \frac{9 \text{ Bs}}{500 \text{ g}_{NaOH}} = 10,39 \text{ Bs.}$$

Lo que significa que para lavar 1 kilogramo de placas radiográficas se necesita de 10,39 Bs. que se utilizaran en comprar Hidróxido de Sodio.

$$1 \text{ kg}_{PR} * \frac{1000 \text{ g}_{PR}}{1 \text{ kg}_{PR}} * \frac{5 \text{ ml}_{NaClO}}{6 \text{ g}_{PR}} * \frac{1 \text{ l}_{NaClO}}{1000 \text{ ml}_{NaClO}} * \frac{30 \text{ Bs}}{5 \text{ l}_{NaClO}} = 5 \text{ Bs.}$$

Lo que significa que para lavar 1 kilogramo de placas radiográficas se necesita de 5 Bs. que se utilizaran en comprar Hipoclorito de Sodio.

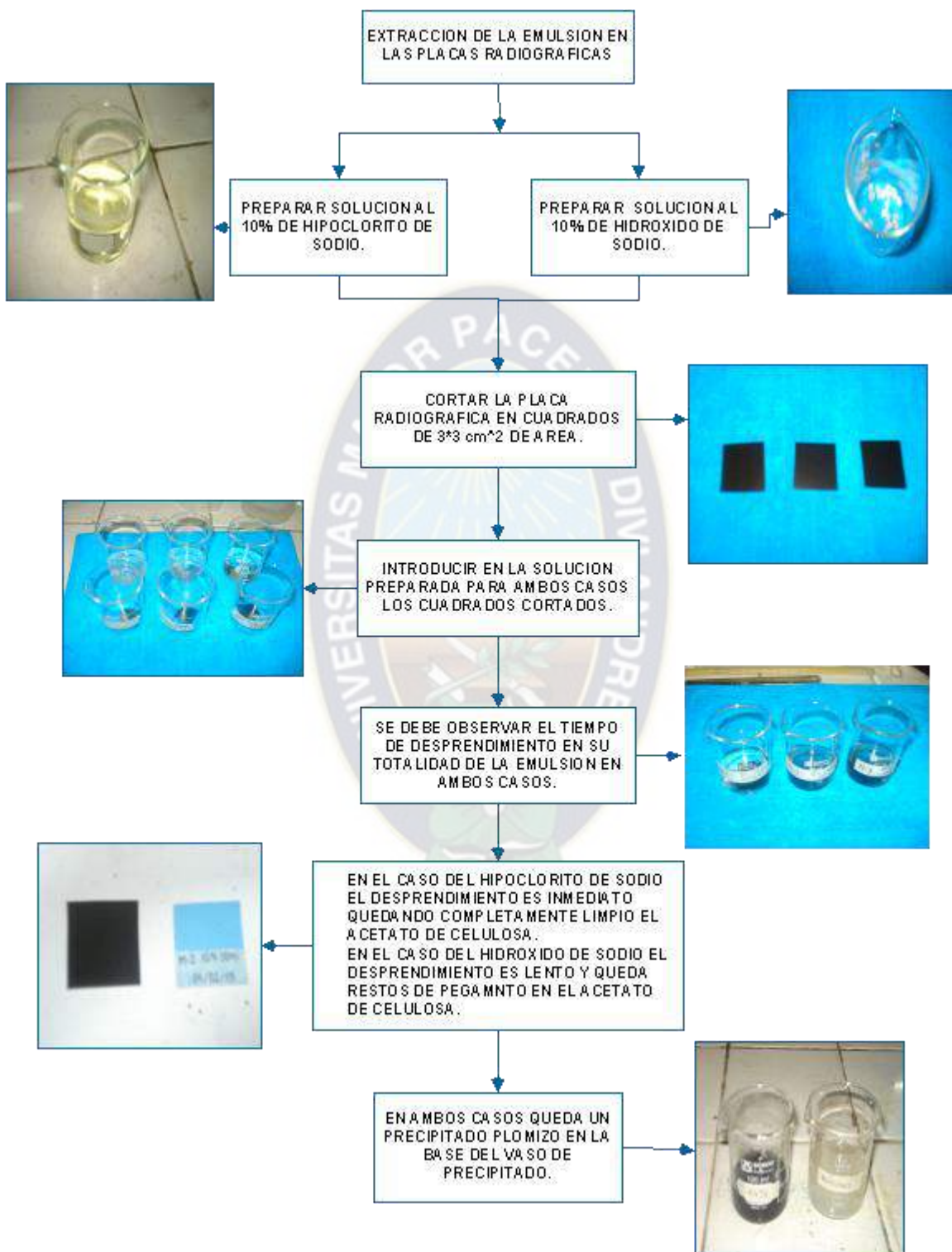
Se puede observar que el disolvente más barato es el hipoclorito de Sodio porque al lavar una misma cantidad de placas radiográficas el costo será menor utilizando este insumo.

3.2.2. EXTRACCIÓN DE LA EMULSIÓN DE LAS PLACAS RADIOGRÁFICAS A NIVEL LABORATORIO

Para la determinación de extracción de la emulsión de las placas radiográficas, lo que se realizó fue lo siguiente:



DIAGRAMA 3.2-1: EXTRACCIÓN DE LA EMULSIÓN DE LAS PLACAS RADIOGRÁFICAS



FUENTE: Elaboración propia en base a análisis realizados en laboratorio

Tras varios estudios realizados se pudo observar claramente que el NaClO (Hipoclorito de sodio proveniente de la lavandina comercial) es el disolvente apropiado con el cual se recomienda trabajar, y la venta de este disolvente es abierta a todo público, ya que se lo puede adquirir en el mercado. Además el NaOH (Hidróxido de Sodio) es una sustancia controlada, por lo que queda descartado.

3.3. CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE LIXIVIACION

3.3.1. LIXIVIADOR EN BATEAS

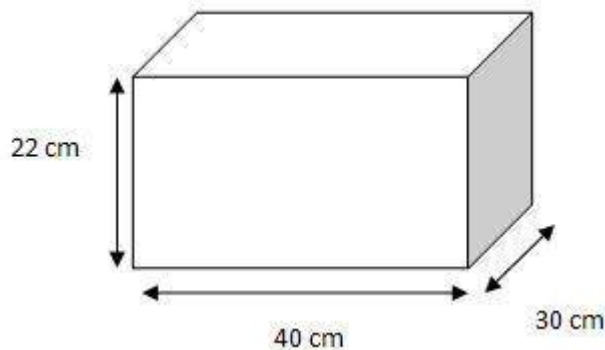
Para la construcción del lixiviador en bateas se realizó el siguiente procedimiento:

- a) Se utilizó una bandeja de polietileno, para que contenga la solución de hipoclorito de sodio con dimensiones de 22 cm de alto, 40 cm de largo y 30 cm de ancho, lo cual garantizara que se pueda introducir una rejilla de plástico.

FOTOGRAFIA 3.3-1: SISTEMA DE LIXIVIACIÓN



FUENTE: Fotografía tomada en el laboratorio de Hidrometalurgia

FIGURA 3.3-1: DIMENSIONES DEL SISTEMA DE LIXIVIACIÓN

FUENTE: Elaboración propia en base a la fotografía 4 - 1

- b) A la bandeja mostrada en la anterior foto se le añadió una manguera en la parte superior con el objeto de que haya recirculación en el sistema tal como se muestra en la siguiente foto.

FOTOGRAFIA 3-2: SISTEMA DE LIXIVIACIÓN CON RECIRCULACIÓN

FUENTE: Fotografía tomada en el laboratorio de Hidrometalurgia

- c) Se utilizó una rejilla de plástico para que contenga las placas radiográficas, además se colocaron hilo de pescar (el más grueso) en el interior que tiene como especificaciones 100 % de poliamida teniendo un diámetro de 0,30 mm.

Esto con el fin de separar las placas unas de otras para que el disolvente tenga contacto con ambas caras en toda su área. En la rejilla lograron entrar 19 unidades de placas radiográficas teniendo una separación entre sí de 1 cm.

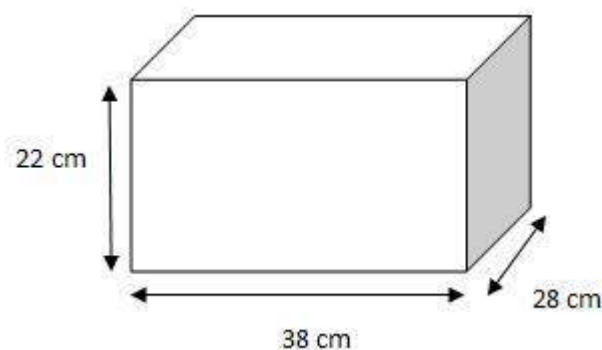
Esta rejilla se colocara en el interior de la bandeja de plástico por lo que sus dimensiones son de 22 cm de alto, 38 cm de largo y 28 cm de ancho, tal como se muestra en la siguiente fotografía:

FOTOGRAFIA 3-3.3: REJILLA PARA PLACAS RADIOGRÁFICAS



FUENTE: Fotografía tomada en el laboratorio de Hidrometalurgia

FIGURA 3.3-2: DIMENSIONES DE LA REJILLA



FUENTE: Elaboración propia en base a la fotografía 3 – 3

- d) Las placas radiográficas que se introducirán en la rejilla tienen como dimensiones 24 * 18 cm.
- e) Para la recirculación por goteo se utilizó una botella pet de 2 litros de capacidad el cual contendrá una solución de hipoclorito de sodio, que alimentara a la bandeja por medio de una manguera para realizar la extracción de plata contenidos en las placas radiográficas.

FOTOGRAFIA 3-4: RECIRCULACIÓN POR GOTEO

FUENTE: Fotografía tomada en el laboratorio de Hidrometalurgia

- f) Aprovechando el efecto de la gravedad la solución excedente de la bandeja que contiene las placas radiográficas es depositada a un recipiente de plástico, por medio de una manguera.

FOTOGRAFIA 3-5: EFECTO DE LA GRAVEDAD EN EL SISTEMA DE LIXIVIACIÓN

FUENTE: Fotografía tomada en el laboratorio de Hidrometalurgia

3.4. SISTEMA DE PRODUCCION A GRAN ESCALA

El sistema de producción del proyecto de grado consiste en el procesamiento de las placas radiográficas con otros insumos, para la obtención de la plata metálica, la preparación de los baños electrolíticos de cobre y plata.

DIAGRAMA 3.4-2: SISTEMA DE PRODUCCIÓN



FUENTE: Elaboración propia en base al sistema de producción

3.4.1. INSUMOS

Los insumos utilizados para la obtención de plata metálica son: hipoclorito de sodio, ácido nítrico, cianuro de sodio e hidróxido de amonio.

3.4.2. PROCESO DE PRODUCCION A GRAN ESCALA

3.4.2.1. RECOLECCION DE LAS PLACAS RADIOGRAFICAS

Las placas radiográficas se recolectan en los laboratorios de rayos X, clínicas y hospitales, cada mes, esto por reglamentos que no les permite descartar inmediatamente los registros y que para desechar realizan una clasificación por tiempo de permanencia en el archivo y el tipo de paciente.

En la etapa de recolección de las placas radiográficas se consideraran los siguientes puntos importantes, que son:

a) CLASIFICACION POR TAMAÑOS DE PLACAS RADIOGRAFICAS

Existen distintos tamaños de placas radiográficas la 35*43 cm; 35*35 cm; 30*40 cm; 24*30 cm y la 18*24 cm, esta última es con la que se trabajó ya que el equipo está diseñado para dicho tamaño.

b) LIMPIEZA DE LAS PLACAS RADIOGRAFICAS

Se observó que algunas placas radiográficas vienen con impurezas que son debidos a la mala manipulación o tiempos largos de almacenamiento que hicieron que el material se deteriore. Para realizar la limpieza lo que se hizo fue quitar grapas, cintas adhesivas, con un trapito húmedo quitar polvos y manchas.

3.4.2.2. PREPARACION DE LA SOLUCION

Se preparó la solución al 10% de Hipoclorito de Sodio, lo que significa que para hallar el porcentaje en volumen para dicho soluto, se utilizara la siguiente expresión⁵:

$$\% V_{NaClO} = \frac{V_{NaClO}}{V_T} * 100$$

Dónde:

V_{NaClO} : Es el volumen del Hipoclorito de Sodio

V_T : Es el volumen total de la disolucion

3.4.2.3. EXTRACCION SOLIDO – LIQUIDO

Se preparan 19 placas radiográficas de 18*24 cm, que son introducidas en el canastillo del lixiviador, para que luego el conjunto sea introducido en la solución de hipoclorito de sodio y de esta manera separar la emulsión (rica en plata) del acetato de celulosa (material inerte), teniendo un tiempo de operación de 10 minutos.

Para saturar dicha solución se necesita 19 ciclos de operación, vale decir que el procedimiento mencionado en el anterior párrafo se debe repetir 19 veces (Ver ANEXO G fotos del proceso de producción).

⁵ Ing. CORONEL R., Leonardo, Msc. Ing. MEJÍA M., Gabriel, Ing. DÍAZ G., Esperanza “COMPENDIOS DE QUÍMICA GENERAL” Segunda Edición La Paz – Bolivia 2004

3.4.2.4. RECUPERACION DEL ACETATO DE CELULOSA

Una vez recuperado el Acetato de Celulosa se realizó la limpieza de la misma lavando con bastante agua cada soporte de las placas para luego secarlas controlando que no se tenga humedad ya que puede dañar severamente y no poder darle otros usos.

FOTOGRAFIA 3-6: RECUPERACIÓN DEL ACETATO DE CELULOSA



FUENTE: Fotografía tomada en el laboratorio de Hidrometalurgia

3.4.2.5. FILTRACION

Para realizar la operación de filtración previamente se hizo una decantación para poder separar la solución del precipitado, luego utilizando papel filtro se realizó la filtración obteniendo el precipitado húmedo para luego proceder al secado.

3.4.2.6. SECADO

Una vez obtenido el precipitado húmedo con la ayuda de un horno de secado se procedió a evaporar la sustancia líquida del cloruro de plata (polvo blanco amarillento). Se pudo observar que el cloruro de plata obtenido difiere de color, debido a la acción de la luz o el calor toma un color violeta claro o plomizo.

La temperatura a la cual se trabajó fue de 60°C ya que a esta temperatura se garantiza que no existirá el quemado del cloruro de plata y el tiempo aproximado de la operación fue de 30min.

3.4.2.7. FUNDICION DE AgCl

La fusión de cloruro de plata se realizó en un horno eléctrico, los aditivos o fundentes utilizados fueron bórax, nitrato de potasio y carbonato de sodio, (la relación es: 10%,15% y 30%).

3.4.2.8. ANALISIS DE LA PUREZA DE PLATA METALICA

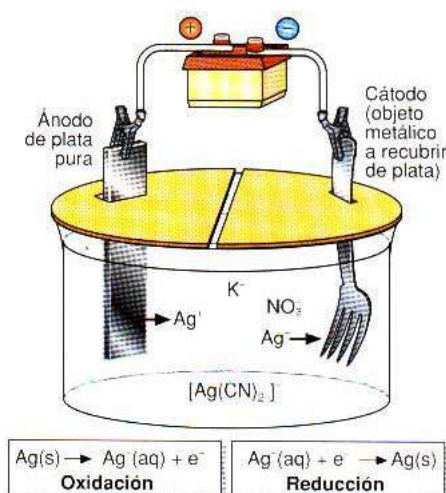
Una vez obtenido la plata metálica es necesario verificar que el producto obtenido es del 99.99999% de pureza para ello se recurrió al análisis de absorción atómica realizado en el laboratorio químico del instituto de investigaciones geológicas y medio ambiente IGEMA, con el asesoramiento del Lic. Pablo Morales Pérez, dicho resultado lo podremos observar en el ANEXO B.

3.4.2.9. PREPARACION DE LOS BAÑOS ELECTROLITICOS

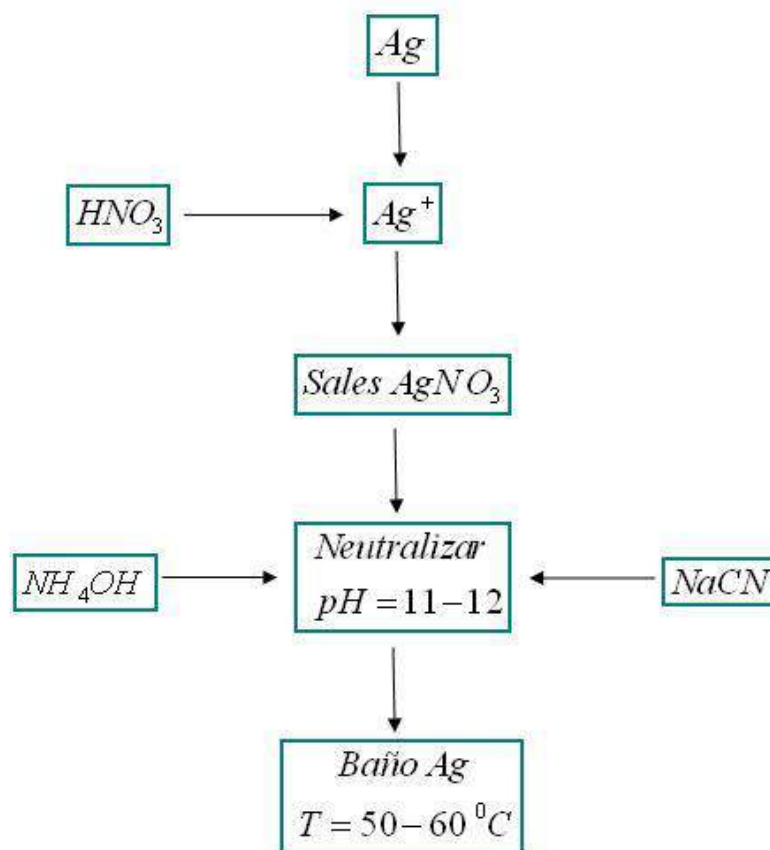
Lo que se realiza en esta etapa es la preparación de dos baños electrolíticos los cuales son:

a) PLATEADO

FIGURA 3.4-3: BAÑO ELECTROLÍTICO DE PLATA



FUENTE: Procesos electrolíticos

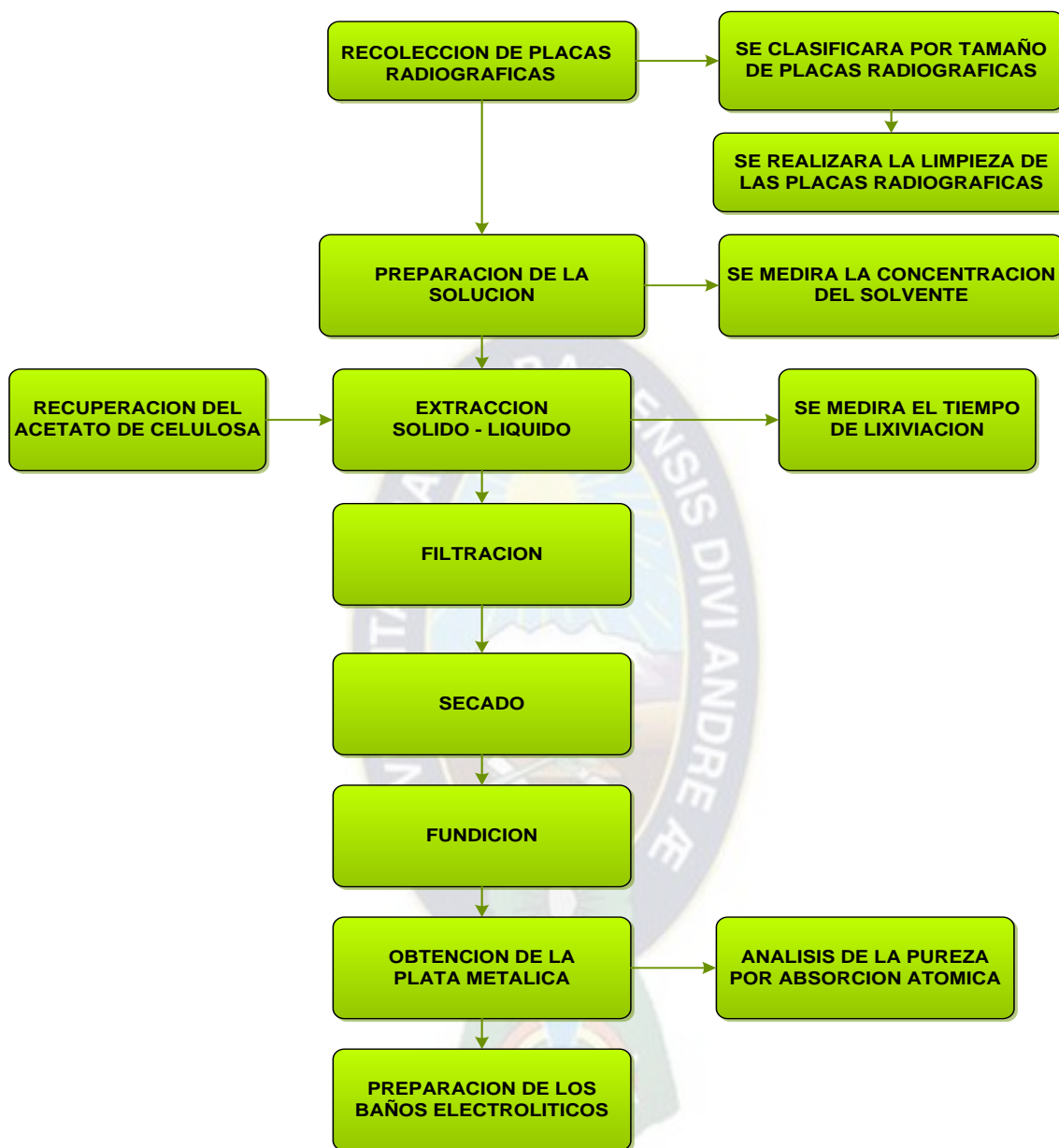
DIAGRAMA 3-3.4: RECETA DEL BAÑO DE PLATA

FUENTE: Elaboración propia en base al procedimiento experimental

La adición del hidróxido de amonio a la solución del baño electrolítico tiene como único objetivo tamponar la misma para evitar desprendimiento del ácido cianhídrico que podría formarse en el baño.

3.4.2.10. DIAGRAMA DE FLUJO

DIAGRAMA 3-4: PROCESO DE PRODUCCIÓN



FUENTE: Elaboración propia en base al desarrollo experimental en el laboratorio

3.4.3. PRODUCTOS

El principal producto que presenta el proyecto de grado es la plata metálica, como productos secundarios se tiene al baño de cobre y al baño de plata.

TABLA 3-3: PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS OBTENIDOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN | UNIDAD | CANTIDAD |
|---|----------------|------------------|------------|
| PRODUCTO PRINCIPAL Plata Metálica | 99.99999% | Gramo | 1.265 |
| PRODUCTOS SECUNDARIOS Baño de Cobre Baño de Plata | | Litros Litros | 131 131 |
| SUBPRODUCTO Acetato de Celulosa | 18 * 24 | Unidad | 23.056 |

FUENTE: Elaboración propia en base a los productos obtenidos

3.4.4. EQUIPO EMPLEADO

El equipo que se empleó funciona de manera manual, esto hará que se reduzcan los costos de producción y que se tenga que contratar los servicios de un operador. El tipo de equipo utilizado se encuentra en la siguiente tabla:

TABLA 3-4: EQUIPO UTILIZADO

| DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS |
|-----------------------------|---------------------------|
| Lixiviador | Manual |
| Recirculación | Por gravedad |
| Horno eléctrico | 250 V |
| Fuente de alimentación (DC) | 20 V |

FUENTE: Elaboración propia en base a la maquinaria utilizada

3.4.5. DISOLUCION

Como se mencionó en el capítulo anterior se preparó una solución de hipoclorito de sodio al 10% utilizando la siguiente fórmula:

$$\% V_{NaClO} = \frac{V_{NaClO}}{V_T} * 100$$

Reemplazando valores y calculando el volumen de Hipoclorito de sodio obtenemos lo siguiente:

$$V_{NaClO} = \frac{\% V_{NaClO} * V_T}{100}$$

$$V_{NaClO} = \frac{10\% * 25 (l)}{100\%}$$

$$V_{NaClO} = 2,5 (l)$$

Lo que quiere decir que para preparar una solución de 25 litros (el volumen del lixiviador) se tomaron 2.5 litros de Hipoclorito de Sodio mezclándolos con 22.5 litros de agua potable a temperatura ambiente.

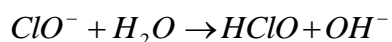
3.4.6. REACCIONES EN LA EXTRACCION SOLIDO – LIQUIDO (LIXIVIACIÓN)

Las reacciones que ocurren en esta etapa son:

a) ACIDOS DEBILES:

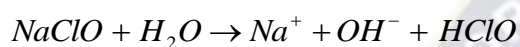
La mayor parte de las sustancias que son acidas en agua son ácidos débiles.

El hipoclorito es la base conjugada de un ácido débil. Es necesario tener en cuenta su equilibrio de disociación:



El medio contiene iones OH^- por tanto la disolución tiene carácter básico y su pH será > 7 .

El NaClO se disuelve en agua y forma iones Na^+ y ClO^- .



El ion Na^+ no se hidroliza ya que procede del NaOH (base fuerte).

El hidróxido de sodio, NaOH es una base fuerte que se encuentra completamente disociada en iones de acuerdo con la ecuación:

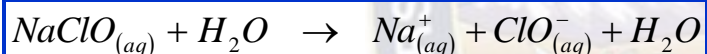
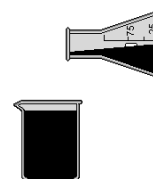
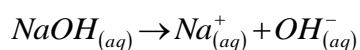


TABLA 3.4-5: CONSTANTES DE IONIZACIÓN PARA ÁCIDOS DÉBILES A 25 °C

| NOMBRE | REACCIÓN | K_a |
|--------------|---|---|
| Acético | $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ | $1.8 * 10^{-5}$ |
| Benzoico | $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} \rightarrow \text{H}^+ + \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ | $6.3 * 10^{-5}$ |
| Fórmico | $\text{HCOOH} \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCOO}^-$ | $1.8 * 10^{-4}$ |
| Cianhídrico | $\text{HCN} \rightarrow \text{H}^+ + \text{CN}^-$ | $4.0 * 10^{-10}$ |
| Nitroso | $\text{HNO}_2 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_2^-$ | $4.5 * 10^{-4}$ |
| Fluorhídrico | $\text{HF} \rightarrow \text{H}^+ + \text{F}^-$ | $7.2 * 10^{-4}$ |
| Hipocloroso | $\text{HClO} \rightarrow \text{H}^+ + \text{ClO}^-$ | $3.5 * 10^{-8}$ |
| Sulfhídrico | $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{H}^+ + \text{HS}^-$ $\text{HS} \rightarrow \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ | $K_1 = 1.0 * 10^{-7}$ $K_2 = 1.3 * 10^{-13}$ |

FUENTE: “COMPENDIOS DE QUÍMICA GENERAL” Ing. Coronel, Msc. Ing. Mejía, Ing. Díaz

- Cálculo del pH de la solución de lixiviación:

DATOS:

$$V_{\text{disolución}} = 25[\text{L}]$$

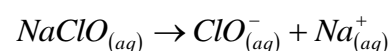
$$V_{\text{NaClO}} = 2.5[\text{L}]$$

$$m_{\text{NaClO}} = 288.56[\text{g}]$$

$$\text{pH} = ?$$

$$2.5 (\text{l})\text{NaClO} * \frac{55 (\text{g})\text{Cl}}{1 (\text{l})\text{NaClO}} * \frac{74.5 (\text{g})\text{NaClO}}{35.5 (\text{g})\text{Cl}} = 288,56 (\text{g})\text{NaClO}$$

El Hipoclorito de sodio (NaClO) se disuelve en agua de acuerdo con la reacción:



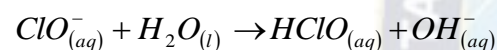
La concentración de esta disolución es:

$$c_{\text{disolución}} = \frac{288.56 \text{gNaClO}}{25 \text{l}_{\text{disolución}}} * \frac{1 \text{molNaClO}}{74.5 \text{gNaClO}} = 154.93 * 10^{-3} [\text{M}]$$

El ion Na^{+} no se hidroliza ya

que procede del NaOH (base fuerte).

El ion ClO^{-} se hidroliza produciendo iones OH^{-} según la reacción:



Aplicando los siguientes balances y aproximaciones se puede escribir:

$$[\text{HClO}] = [\text{OH}^{-}] = x$$

$$[\text{ClO}^{-}] = c - [\text{OH}^{-}] = c - x$$

Siendo c la concentración inicial del NaClO.

La expresión de la constante queda como:

$$K_b = \frac{[\text{HClO}][\text{OH}^{-}]}{[\text{ClO}^{-}]} = \frac{x^2}{c - x}$$

El valor de la constante de basicidad (hidrolisis) del hipoclorito se calcula mediante la siguiente expresión:

$$K_{b(\text{ClO}^{-})} = \frac{K_W}{K_{a(\text{HClO})}} \rightarrow K_{b(\text{ClO}^{-})} = \frac{1.0 * 10^{-14}}{3.5 * 10^{-8}} = 2.85 * 10^{-7}$$

Sustituyendo:

$$2.85 * 10^{-7} = \frac{x^2}{154.93 * 10^{-3} - x} \rightarrow x = [\text{OH}^{-}] = 2.1 * 10^{-4}$$

$$\text{pOH} = -\log(2.1 * 10^{-4}) = 3.68$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3.68 = 10.32$$

b) REACCIONES DE PRECIPITACION

La adición de un ion común (efecto del ion común):

Es el efecto que produce agregar determinada concentración de un ion que es común con uno de los iones de la sal cuando ambos se encuentran en la misma solución, dando como resultado la disminución de la solubilidad. El ion común desplaza el equilibrio de acuerdo con el principio de LeChatelier.

La plata presente en las placas radiográficas se encuentra emulsionada como metal en gel y adherida a esta por un pegamento.

La reacción de precipitación que ocurre entre la solución y las placas radiográficas es la siguiente:



La plata metálica que se encuentra en las placas se puede oxidar a cloruro de plata (AgCl) por la adición de hipoclorito de sodio. La reacción permite una limpieza total de las placas radiográficas y la formación de un precipitado blanco (cloruro de plata).

La experimentación se llevó a cabo en tres pasos principales:

- ✓ Limpieza de las placas radiográficas con hipoclorito de sodio.
- ✓ Recuperación del cloruro de plata a partir del precipitado obtenido.
- ✓ Fundición del AgCl para obtener plata metálica.

3.5. CALCULOS DEL BALANCE DE MATERIA A GRAN ESCALA

Para la obtención de la plata se utilizó la cantidad de 1.784,71 g de placas radiográficas, según los datos proporcionados por el laboratorio del instituto de investigaciones metalúrgicas y de materiales la concentración de plata existente en la placas radiográficas es de 7.422,33g (Ag)/Ton (P.R.)

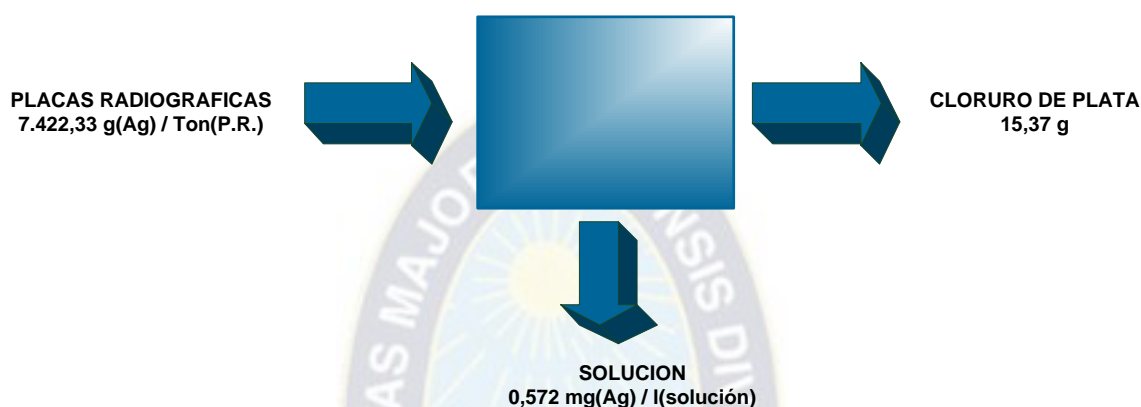
Una vez realizado la operación de lixiviación detallado en el anterior capítulo, queda como resto una solución líquida de 23 litros la cual contiene plata y para cuantificar se mandó una muestra al laboratorio del Instituto De Investigaciones Metalúrgicas y de Materiales quienes reportaron que existe 0,572 mg de plata por litro de solución. (Ver ANEXO B y C)

La obtención del cloruro de plata proviene de la reacción del hipoclorito de sodio con la emulsión de las placas radiográficas, obteniendo un valor real de 15,37 g de este compuesto. El análisis de fluorescencia y difracción para cuantificar la pureza del cloruro de plata en el

precipitado además se muestra su estructura cristalina se encuentra en el ANEXO C, estos análisis fueron realizados con el asesoramiento de la Lic. Wilma Ticona.

En el siguiente esquema se muestra el balance de materia de la plata, con los datos mencionados se calculara el rendimiento y la cantidad de plata obtenida.

DIAGRAMA 4-5: BALANCE DE MATERIA DE LAS PLACAS RADIOGRÁFICAS



FUENTE: Elaboración propia en base a datos experimentales

Como se mostró en el anterior esquema, ingresa plata proveniente de las placas radiográficas, este en contacto con el hipoclorito de sodio reacciona obteniendo como producto de precipitación el cloruro de plata como se muestra en la siguiente reacción química:



- a) Para la determinación de la cantidad de plata presente en las placas radiográficas, se realizara el siguiente calculo:

$$1.784,71 (g)_{PR} * \frac{1 (kg)_{PR}}{1000 (g)_{PR}} * \frac{1 (Ton)_{PR}}{1000 (kg)_{PR}} * \frac{7.422,33(g)_{Ag}}{1 (Ton)_{PR}} = 13,25(g)_{Ag}$$

- b) Para la determinación de la cantidad de plata presente en la solución, se realizara el siguiente calculo:

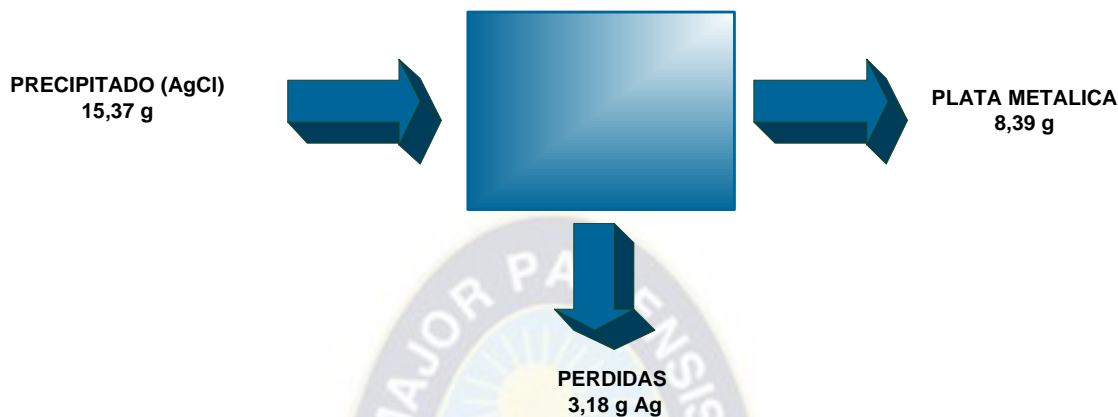
$$23 (l)_{Solucion} * \frac{0,572 (mg)_{Ag}}{1 (l)_{Solucion}} * \frac{1 (g)_{Ag}}{1000 (mg)_{Ag}} = 0,013 (g)_{Ag}$$

- c) Para la determinación de la cantidad de plata presente en el cloruro de plata (precipitado), se tomaron las siguientes consideraciones:

$$15,37 (g)_{AgCl} * \frac{107,87(g)_{Ag}}{143,32(g)_{AgCl}} = 11,57 (g)_{Ag}$$

En el siguiente esquema se muestra el balance de materia para la obtención de plata a partir del cloruro de plata (precipitado).

DIAGRAMA 3-6: BALANCE DE MATERIA DEL CLORURO DE PLATA



FUENTE: Elaboración propia en base a datos experimentales

La plata obtenida experimentalmente es de 8,39 g, lo que quiere decir que existen mermas o pérdidas de plata en la operación de fundición, dicha merma se calculara de la siguiente manera:

- Para la determinación de la merma o pérdida lo que se realizara será una diferencia entre lo que se obtuvo experimentalmente y lo que se debería obtener teóricamente, de la siguiente manera:

$$PERDIDAS = 11,57 (g) - 8,39 (g)$$

$$PERDIDAS = 3,18 (g)$$

- Para el cálculo del rendimiento del horno se procederá de la siguiente manera:

$$\eta_{HORNO} = \frac{8,39}{11,57} * 100\%$$

$$\eta_{HORNO} = 72,50\%$$

- Para calcular el rendimiento total del proceso para la obtención de la plata se realizara el siguiente calculo:

$$\eta_{PROCESO} = \frac{8,39}{13,25} * 100\% = 63,32\%$$

3.5.1. CUADRO RESUMEN

En el siguiente cuadro se presenta el resumen del balance de materia del proceso de lixiviación:

TABLA 3-6: CUADRO RESUMEN DEL BALANCE DE MATERIA

| Producto | Peso [g] | Volumen[l] | Ley [(Ag) g/t] | Ley [(Ag) mg/l] | Cantidad De Ag | Distribución % |
|------------------------|----------|------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| Cloruro de plata | 15,37 | - | 75,26% | - | 11,57 | 99,89 |
| Vol. Liquido Lixiviado | - | 23 | - | 0,572 | 0,0131 | 0,11 |
| Placas Residuo | | - | - | - | | |
| Placas radiográficas | 1.784,71 | - | 7.422,33 | - | 13,25 | 100 |
| Peso de plata | 8,39 | - | - | - | 8,39 | 63,32 |
| Perdidas | | | | | 4,86 | |

FUENTE: Elaboración propia en base a resultados obtenidos del balance de materia

Según los resultados mostrados en el cuadro anterior se puede observar que la mayor parte de la plata que proviene de las placas radiográficas al reaccionar con el hipoclorito de sodio se transforma en cloruro de plata quedando en mínima proporción plata iónica contenida en la solución de la extracción sólido - líquido.

Según datos del laboratorio del instituto de investigaciones metalúrgicas y de materiales se reporta que la ley de plata en las placas radiográficas es de 7.422,33g (Ag)/Ton (P.R.) debiendo obtenerse 13,25 g de Ag, pero experimentalmente se obtuvo 8,39 g Ag, lo cual representa una pérdida de 4,86 g de Ag arguyendo que esto se debe a las siguientes causas:

- Al realizar la extracción sólido – líquido existe en nuestro sistema una recirculación unida por mangueras en las cuales se queda adherida parte de la plata.
- Otra de las pérdidas de plata se debe a que quedo depositada y adherida al canastillo y contenedor del lixiviador, además se quedó en los recipientes de recirculación.
- La inapropiada manipulación al realizar la lixiviación ya que en dicha operación se derramo liquido en diferentes lugares ocasionando pequeñas perdidas de plata.

3.6. CALCULO DEL TIEMPO DE LIXIVIACION A GRAN ESCALA

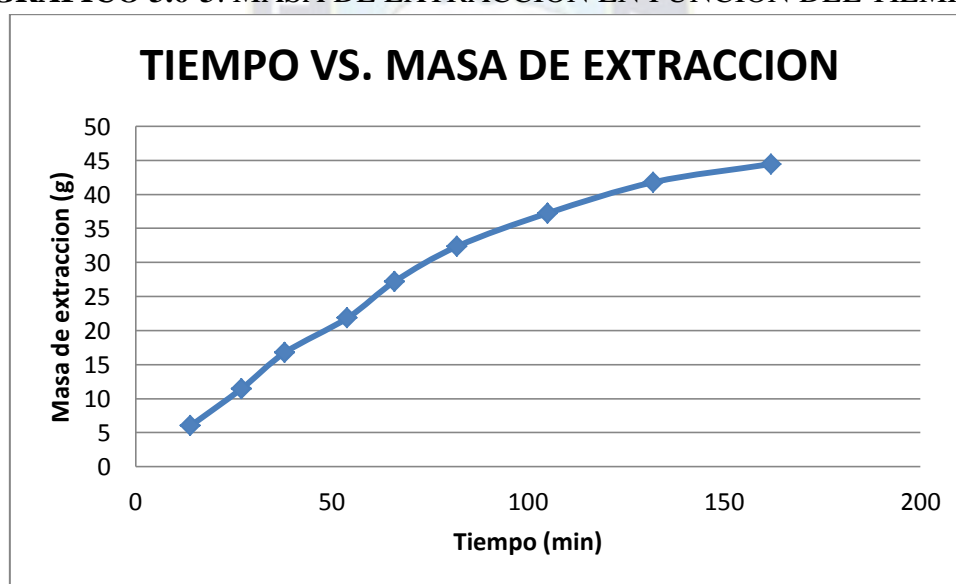
Como se explicó en el proceso de producción, en la operación de lixiviación se colocaron 19 radiografías para extraer la emulsión (solución rica en plata), se realizó esta operación 9 veces habiendo registrado los tiempos y las masas extraídas que se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 3-7: TIEMPO DE LIXIVIACIÓN A GRAN ESCALA

| TIEMPO[min] | MASA[g] |
|----------------------|------------------|
| 14 | 6,02 |
| 27 | 11,49 |
| 38 | 16,76 |
| 54 | 21,87 |
| 66 | 27,21 |
| 82 | 32,38 |
| 105 | 37,24 |
| 132 | 41,79 |
| 162 | 44,46 |

FUENTE: Elaboración propia en base a datos experimentales

El siguiente grafico muestra que la solución se fue saturando a medida que se realizaba la lixiviación, llegando a un punto en el cual el tiempo de extracción era muy largo y que posteriormente ya no se realizaba la extracción.

GRAFICO 3.6-3: MASA DE EXTRACCIÓN EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

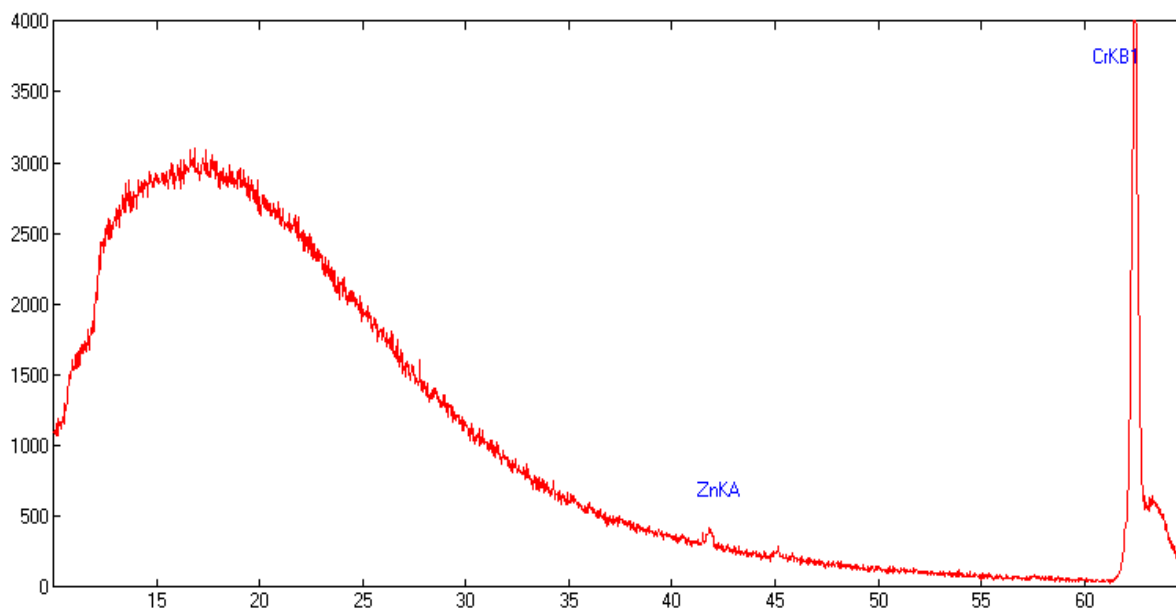
FUENTE: Elaboración en base a datos experimentales

Se tomó una masa de 1.784,71 gramos de radiografía, de los cuales se extrajeron 44,66 gramos de emulsión, pero en el experimento solo se rescató 15,37 gramos de cloruro de plata, esto se debe a que entre un 50% y 55% existe presencia de plata en la emulsión, siendo lo demás impurezas tales como zinc, bromuro, yoduro y pegamento que quedan dentro de la solución líquida.

3.7. ANALISIS FLUORESCENCIA RAYOS X (FRX) DEL ACETATO DE CELULOSA

Para justificar que no existe presencia de plata en el acetato de celulosa luego de la extracción sólido – líquido, se reporta en fecha 01/03/13 que el análisis realizado en el IGEMA no detectó la presencia de plata en el acetato de celulosa, confirmándose la extracción total de plata.

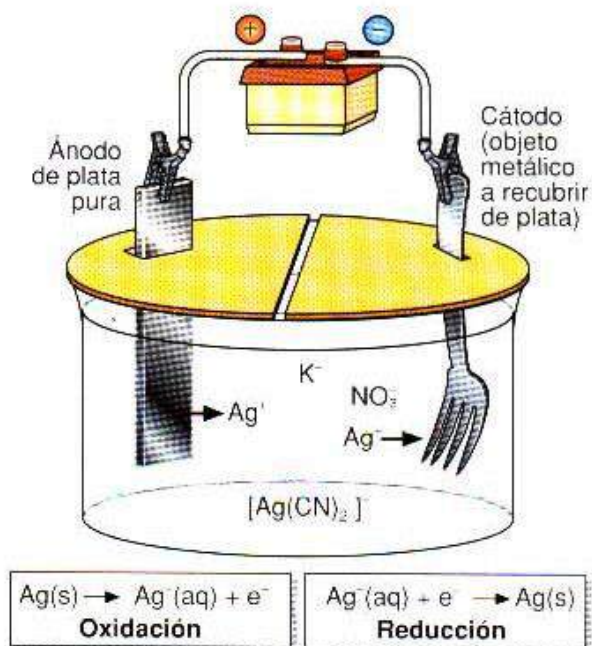
El análisis de fluorescencia muestra que existe el elemento zinc como componente principal presente en trazas.



3.8. BAÑOS ELECTROLITICOS

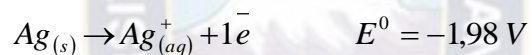
a) PLATEADO

Galvanoplastia o electrodeposición, proceso de recubrir un objeto metálico con una capa fina de otro metal. Tal es el caso de los baños de plata $Ag^+ + 1e^- \rightarrow Ag$



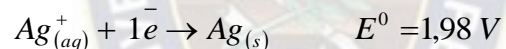
En el ánodo:

Oxidación



En el cátodo:

Reducción



- condiciones de operación para el baño de plata

TABLA 3-8: CONDICIONES DE OPERACIÓN PARA EL BAÑO DE PLATA

| Temperatura del baño [°C] | Densidad de corriente [Amp/dm ²] | Tensión [Voltios] | pH |
|---------------------------|--|-------------------|---------|
| 50 - 60 | 2,5 - 5 | 5 - 15 | 11 - 12 |

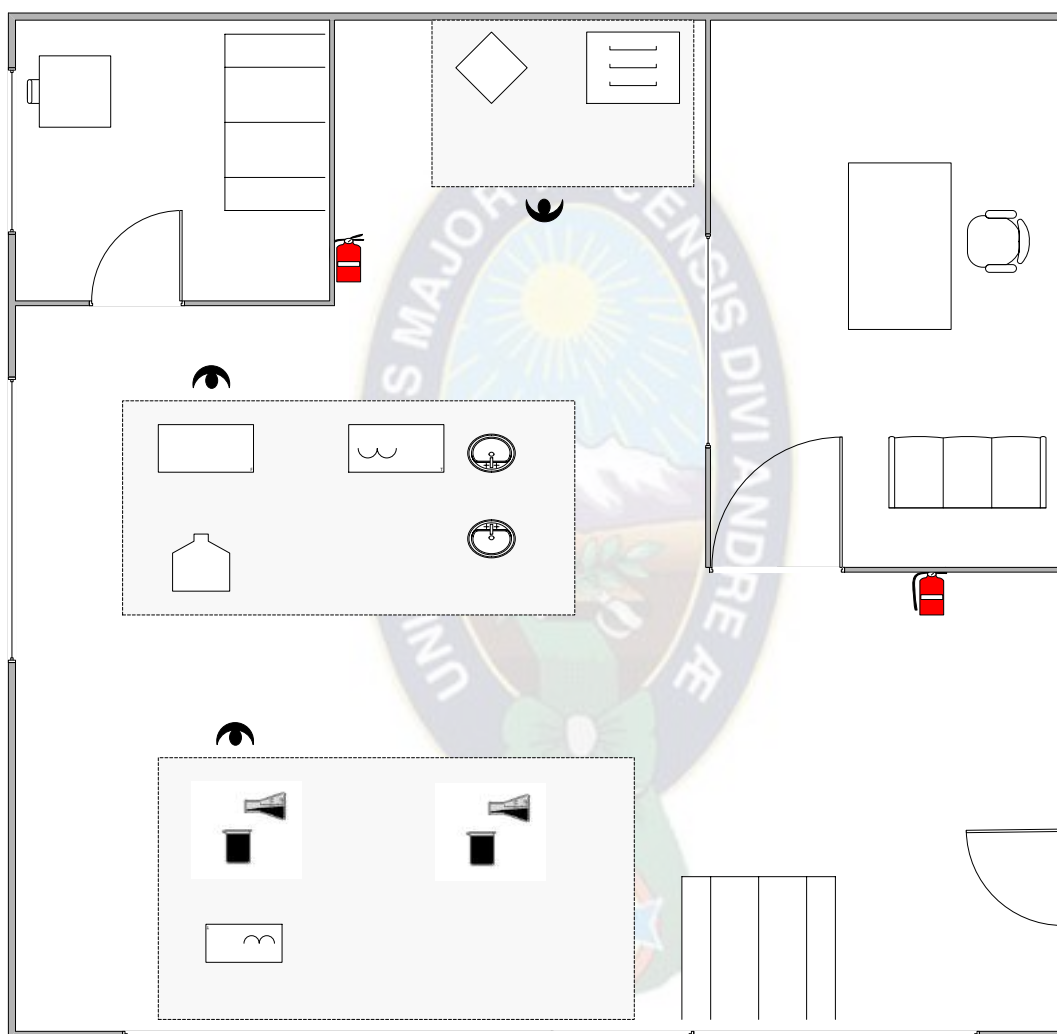
FUENTE: Elaboración propia en base a datos experimentales

Las tablas de potenciales de oxidación reducción se encuentran en el ANEXO C.

3.9. DISEÑO DE PLANTA

El diseño de planta que se propone en el gráfico, se puede observar que existe un almacén, una oficina y tres mesones en los cuales estarán los instrumentos de laboratorio, el sistema de lixiviación que se describió anteriormente y el equipo de secado.

GRAFICO 3-4: DISTRIBUCION DE PLANTA



FUENTE: Elaboración propia en base al proceso de producción.

3.10. SISTEMA ADMINISTRATIVO

Se propone para el presente proyecto de grado un sistema orgánico, el cual asignará y describirá cada puesto de trabajo y sus debidas funciones.

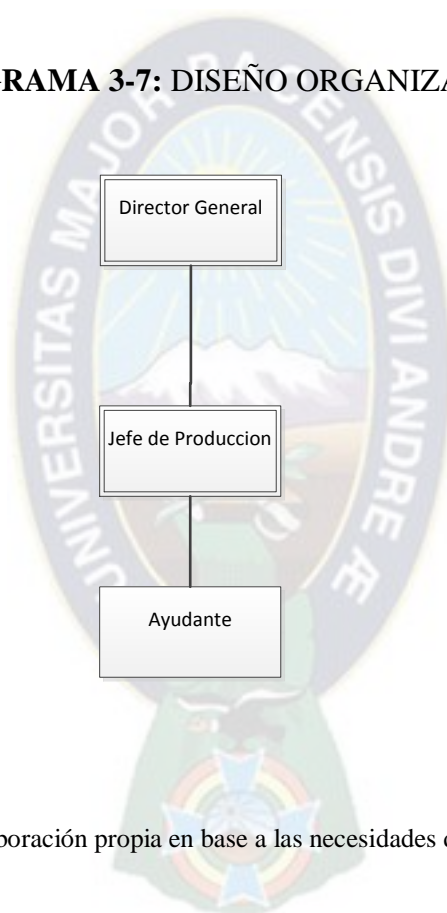
3.10.1. DISEÑO ORGANIZACIONAL

La nueva empresa que se formara tendrá una estructura perfectamente definida e identificada donde cada uno de los elementos que forman parte de ella sabe dónde encajan. Por lo tanto la organización va a ser Formal.

Un director general estará a la cabeza de la empresa.

Existirá un encargado de producción que a su vez tendrá un ayudante.

DIAGRAMA 3-7: DISEÑO ORGANIZACIONAL



FUENTE: Elaboración propia en base a las necesidades de recursos humanos

3.10.2. REQUERIMIENTO DE PERSONAL

Para el manejo de la planta piloto de reciclaje se tendrá los siguientes requerimientos que puede ser mano de obra calificada, mano de obra semi calificada, mano de obra no calificada.

La planilla mostrada nos muestra la mano de obra utilizada durante la ejecución de la construcción de dicha planta piloto.

TABLA 3-9: REQUERIMIENTO DE PERSONAL

| PUESTO | Nº REQUERIDO |
|--------------------|---------------------|
| Director General | 1 |
| Jefe de Producción | 1 |
| Operarios | 1 |

En total se requiere 3 personas cuando la planta piloto inicie y sus primeros años por lo que esta cifra puede modificarse según el pase el tiempo.



CAPITULO 4

IDENTIFICACION DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES

4.1. SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL: Parte del sistema de gestión de una organización, empleada para desarrollar e implementar su política ambiental y gestionar sus aspectos ambientales.

4.2. ASPECTO AMBIENTAL: Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente.

4.3. IMPACTO AMBIENTAL: Cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.

4.4. PROCEDIMIENTO PARA LA IDENTIFICACION Y EVALUACION DE ASPECTOS

Valoración:

Este método de trabajo busca asignar un valor a los factores que interactúan considerando la gravedad de las consecuencias (G) y la probabilidad de ocurrencia (P).

El producto de la gravedad por la probabilidad nos dará un valor que identifica la “Valoración” dada (V)⁶.

$$\text{Valoración (V)} = \text{Gravedad (G)} * \text{Probabilidad (P)}$$

$$V = G * P \dots\dots\dots (1)$$

Los valores a definir por estos factores se describen en la TABLA 6-1, la cual se indica a continuación. La matriz de valoración se desarrolla a través de la formula (1).

⁶ Ing. DEL CARPIO, Renzo “REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL SEGUN NB/ISO 14001”, Instituto Boliviano de Normalización y Calidad IBNORCA Año 2010

TABLA 4-1: VALORACIÓN SEGÚN ÍNDICES DE GRAVEDAD Y PROBABILIDAD

| FACTOR | DESCRIPCION | VALOR |
|--------------|-------------|-------|
| Gravedad | Alta | 9 |
| | Media | 3 |
| | Baja | 1 |
| Probabilidad | Alta | 9 |
| | Media | 3 |
| | Baja | 1 |

FUENTE: Requisitos del SGA según NB/ISO 14001

TABLA 4-2: MATRIZ DE VALORACIÓN (V)

| | | | |
|-----------------------|----|----|---|
| Probabilidad/Gravedad | 9 | 3 | 1 |
| 9 | 81 | 27 | 9 |
| 3 | 27 | 9 | 3 |
| 1 | 9 | 3 | 1 |

FUENTE: Requisitos del SGA según NB/ISO 14001

Clasificación:

27 – 81 Significativo

3 – 9 Moderado

1 - 3 No Significativo

GRAVEDAD

| GRAVEDAD | |
|----------|--|
| BAJA | Es despreciable, el ambiente puede absorberlo sin consecuencias. |
| MEDIA | Localizado, reversible sin secuelas, afecta a pocos ejemplares vegetales o animales. Puede solucionarse. |

| GRAVEDAD | |
|----------|--|
| ALTA | Localizado total o parcialmente, es irreversible con afectación de área regional o global. Afecta a gran cantidad de individuos y/o especies. Destrucción de patrimonio histórico, arqueológico, paleontológico. |

PROBABILIDAD

| PROBABILIDAD | |
|--------------|---|
| BAJA | Remotamente posible: el daño ocurre raras veces. Se estima que podría suceder el daño pero es difícil que ocurra, la probabilidad de que ocurra, la probabilidad de que suceda es remota. |
| MEDIA | Exposición frecuente donde es posible que suceda varias veces. |
| ALTA | Exposición permanente donde es posible que suceda varias veces con frecuencia. |

4.5. VALORACION SEGÚN PROBABILIDAD Y GRAVEDAD

| | | PROBABILIDAD | | |
|----------|-------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | | BAJA | MEDIA | ALTA |
| GRAVEDAD | BAJA | NO SIGNIFICATIVO | NADA SIGNIFICATIVO | MODERADO |
| | MEDIA | NADA SIGNIFICATIVO | MODERADO | SIGNIFICATIVO |
| | ALTA | MODERADO | SIGNIFICATIVO | MUY SIGNIFICATIVO |

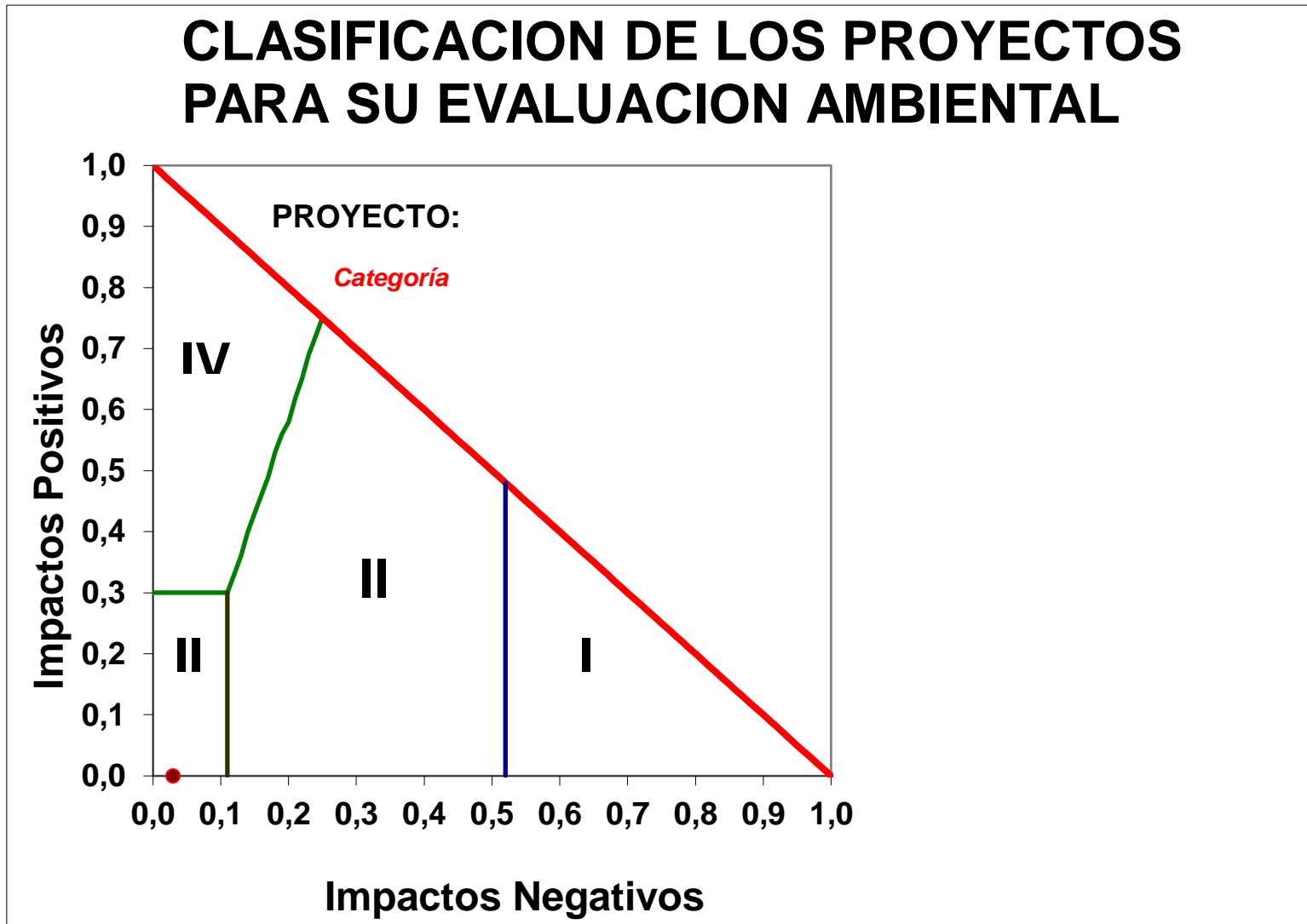
4.6. PRIORIDAD SEGÚN LA VALORACION

| VALORACION | ACCION Y PRIORIDAD DE EJECUCION |
|--|--|
| <p style="text-align: center;">NO SIGNIFICATIVO</p> | <p>No se requiere acción específica. PRIORIDAD BAJA</p> |
| <p style="text-align: center;">NADA SIGNIFICATIVO</p> | <p>No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se debe considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una inversión económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control. PRIORIDAD MEDIA</p> |
| <p style="text-align: center;">MODERADO</p> | <p>Se deben hacer esfuerzos para reducirlo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el posible impacto deben implantarse en un periodo determinado. Cuando el impacto moderado este asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisara una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control. PRIORIDAD MEDIA - ALTA</p> |
| <p style="text-align: center;">SIGNIFICATIVO</p> | <p>No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el posible impacto. Puede que se precisen recursos considerables para controlarlo. Cuando el posible impacto corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema de una forma urgente. PRIORIDAD ALTA</p> |
| <p style="text-align: center;">MUY SIGNIFICATIVO</p> | <p>No deben comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el posible impacto. Si no es posible reducirlo, incluso con recursos limitados, debe prohibirse el trabajo. PRIORIDAD INMEDIATA</p> |

Se diseñara una matriz de aspectos e impactos ambientales con el propósito de mostrar que existen subprocesos que podrían causar daño al medio ambiente y a las personas que se encargan de trabajar en el laboratorio (Ver **ANEXO E** NB/ISO 14001).

4.7. MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES





CAPITULO 5

IDENTIFICACION DE PELIGROS Y EVALUACION DE RIESGOS

5.1. JUSTIFICACION PARA REALIZAR EL TRABAJO

El trabajo de seguridad industrial se realizara en el área de producción, ya que al manipular sustancias químicas como el Hipoclorito de sodio, además de tener equipos los cuales pueden tener riesgos adversos a la integridad de los operarios, es necesario dotar a los mismos de Equipo de Protección Personal adecuado para que este no sufra daños a su salud.

5.1.1. JUSTIFICACION DE LAS VARIABLES DE PROBABILIDAD

TABLA 5-1: VARIABLES PROBABILISTICAS

| Factores de Probabilidad | Justificación |
|---|--|
| Frecuencia y duración de la exposición | Debido a que el operario está expuesto a 8 horas realizando el mismo trabajo, las cuales están divididas 4 horas en la mañana y 4 horas en la tarde. |
| Cantidad de Trabajadores expuestos | <p>Por lo que se considera como trabajo continuo y repetitivo.</p> <p>Se elige este punto como probabilidad debido a que el número de trabajadores expuesto es de 2 cifra pequeña pero considerando que son personas y su vida es apreciada entonces se realizara el análisis de dicha variable.</p> <p>Por qué se debe evitar los posibles riesgos que podrían afectar al trabajador, esté expuesto o no este expuesto.</p> |
| Condiciones Preventivas | Sin embargo se debe tomar en cuenta que en todo estándar de procedimiento se debe considerar la seguridad del trabajador, por lo que se decide considerar como probabilidad |
| Condiciones de Estándares con procedimientos | La manipulación con algunos reactivos químicos hace que se tengan estándares de manipulación para evitar riesgos a la salud del operario. |

| Factores de Probabilidad | Justificación |
|-----------------------------------|--|
| Competencia del Trabajador | Es una Variable que Afecta el Ritmo del operario |

Fuente: Elaboración Propia

5.1.2. JUSTIFICACION DE LAS VARIABLES DE CONSECUENCIA

| Factores de Consecuencia | Justificación |
|-------------------------------------|--|
| Consecuencia de Trabajadores | Debido a que el daño puede ser producido de manera pasiva en el trabajador. La enfermedad ocupacional debe ser considerada por lo que el operario debe sentirse seguro en su medio de trabajo |
| Productos instalaciones | Las instalaciones son afectadas debido a sustancias químicas volátiles y acidas, además de que existen equipos que trabajan con calor, tal es el caso del secador. |
| Medio Ambientales | La contaminación principal presente se debe a los residuos líquidos que quedan después de la lixiviación. |

5.2. VALORACION DEL RIESGO

MODELO MATEMÁTICO PARA DETERMINAR LA PROBABILIDAD

| CODIGO | FACTORES DE PROBABILIDAD | MAXIMO VALOR DE NP | PESO DE IMPORTANCIA | MAXIMO PUNTAJE DEL FACTOR |
|--------|---|--------------------|---------------------|---------------------------|
| FDE | Frecuencia y duración de la exposición | 50 | 35% | 17,5 |
| CTE | Cantidad de trabajadores expuestos | | 25% | 12,5 |
| CPC | Condiciones preventivas y de control existentes | | 20% | 10 |
| EEP | Existencia de estandares o procedimientos | | 10% | 5 |
| CDT | Competencia del trabajador | | 10% | 5 |

FRECUENCIA Y DURACIÓN DE LA EXPOSICION

| CODIGO | CATEGORIA | PUNTAJE |
|--------|-------------------------------|---------|
| FDE-01 | UNA VEZ AL DIA | 1 |
| FDE-02 | HASTA 2 HORAS EN LA JORNADA | 5 |
| FDE-03 | HASTA 4 HORAS EN LA JORNADA | 10 |
| FDE-04 | UNA JORNADA (8 HORAS) | 14 |
| FDE-05 | MAS DE UNA JORNADA DE TRABAJO | 17,5 |

CANTIDAD DE TRABAJADORES EXPUESTOS

| CODIGO | CATEGORIA | PUNTAJE |
|--------|-----------------------|---------|
| CTE-01 | UN TRABAJADOR | 4 |
| CTE-02 | DE 2 A 4 TRABAJADORES | 8 |
| CTE-03 | MAS DE 4 TRABAJADORES | 12,5 |

CONDICIONES PREVENTIVAS Y DE CONTROL EXISTENTE

| CODIGO | CATEGORIA | PUNTAJE |
|--------|--------------------------|---------|
| CPC-01 | EXISTEN / SATISFACTORIAS | 0 |
| CPC-02 | EXISTEN PARCIALMENTE | 5 |
| CPC-03 | NO EXISTE | 10 |

EXISTENCIA DE ESTANDARES O PROCEDIMIENTOS

| CODIGO | CATEGORIA | PUNTAJE |
|--------|---------------------------------------|---------|
| EEP-01 | EXISTEN ESTANDARES/ PROCEDIMIENTOS | 0 |
| EEP-02 | EXISTEN ESTNDARES POCO ADECUADOS | 3 |
| EEP-03 | NO EXISTEN ESTANDARES/ PROCEDIMIENTOS | 5 |

| COMPETENCIA DEL TRABAJADOR | | |
|-----------------------------------|--|----------------|
| CODIGO | CATEGORIA | PUNTAJE |
| CDT-01 | TRABAJADOR COMPETENTE | 0 |
| CDT-02 | TRABAJADOR CON CIERTO GRADO DE COMPETENCIA | 3 |
| CDT-03 | TRABAJADOR NO COMPETENTE | 5 |

PROBABILIDAD

| CATEGORIA | PESO DE IMPORTANCIA | |
|-----------------------|----------------------------|------|
| PROBabilidad MUY BAJA | 5,0 | 14,0 |
| PROBabilidad BAJA | 14,1 | 23,0 |
| PROBabilidad MEDIA | 23,1 | 32,0 |
| PROBabilidad ALTA | 32,1 | 41,0 |
| PROBabilidad MUY ALTA | 41,1 | 50,0 |
| VALOR DEL INTERVALO | 9,0 | |

MODELO MATEMÁTICO PARA DETERMINAR LA CONSECUENCIA

| CODIGO | FACTORES DE PROBABILIDAD | MAXIMO VALOR DE NP | PESO DE IMPORTANCIA | MAXIMO PUNTAJE DEL FACTOR |
|---------------|---|---------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| CET | CONSECUENCIA EN TRABAJADORES | 100 | 40% | 40 |
| CEP | CONSECUENCIA EN PRODUCTOS/INSTALACIONES | | 30% | 30 |
| CEI | CONSECUENCIA EN EL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO | | 30% | 30 |

| CONSECUENCIA EN TRABAJADORES | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|----------------|
| CODIGO | CATEGORIA | PUNTAJE |
| CET-01 | SIN CONSECUENCIAS HUMANAS | 5 |
| CET-02 | INCAPACIDAD TEMPORAL PARCIAL | 15 |
| CET-03 | INCAPACIDAD PERMANENTE PARCIAL | 30 |
| CET-04 | INCAPACIDAD PERMANENTE TOTAL | 35 |
| CET-05 | MUERTE | 40 |

CONSECUENCIA EN PRODUCTOS/INSTALACIONES

| CODIGO | CATEGORIA | PUNTAJE |
|--------|------------------------------|---------|
| CEP-01 | SIN CONSECUENCIAS MATERIALES | 0 |
| CEP-01 | MENOS DE 500 \$US | 10 |
| CEP-03 | ENTRE 501 Y 2000 \$US | 15 |
| CEP-04 | ENTRE 2001 Y 5000 \$US | 25 |
| CEP-05 | MAS DE 5001 \$US | 30 |

CONSECUENCIA EN EL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO

| CODIGO | CATEGORIA | PUNTAJE |
|--------|---------------------------------------|---------|
| CIE-01 | SIN CONSECUENCIAS PARA EL AMBIENTE | 0 |
| CIE-02 | SOLO CONTAMINA EL AMBIENTE DE TRABAJO | 10 |
| CIE-03 | SE GENERAN IMPACTOS AMBIENTALES | 20 |

CONSECUENCIA

| CATEGORIA | PESO DE IMPORTANCIA | |
|-----------|---------------------|------|
| MUY BAJA | 5,0 | 22,0 |
| BAJA | 22,1 | 39,0 |
| MEDIA | 39,1 | 56,0 |
| ALTA | 56,1 | 73,0 |
| MUY ALTA | 73,1 | 90,0 |

5.2.1. MATRIZ DE EVALUACION

NIVEL DE SIGNIFICANCIA

| | | SEVERIDAD | | | | |
|--------------|----------|-----------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | | Bajas | Medias | Importantes | Criticas | Catastróficas |
| PROBABILIDAD | Muy alta | Riesgo Moderado | Riesgo Alto | Riesgo Alto | Riesgo Intolerable | Riesgo Intolerable |
| | Alta | Riesgo Moderado | Riesgo Importante | Riesgo Alto | Riesgo Alto | Riesgo Intolerable |
| | Media | Riesgo Bajo | Riesgo Moderado | Riesgo Importante | Riesgo Alto | Riesgo Alto |
| | Baja | Riesgo Bajo | Riesgo Bajo | Riesgo Moderado | Riesgo Importante | Riesgo Alto |
| | Muy baja | Riesgo Bajo | Riesgo Bajo | Riesgo Moderado | Riesgo Moderado | Riesgo Importante |

5.3. PLANES DE GESTION DEL RIESGO

Los planes para la gestión del riesgo se encuentran en la matriz IPER que está en el ANEXO F.

5.4. RESUMEN DE RIESGOS SIGNIFICATIVOS SEGÚN TIPO DE RIESGO

En la tabla se resume los riesgos significativos:

TABLA 5-2 RESUMEN RIESGOS TOTALES

| | |
|-----------------------------------|----|
| CANTIDAD RIESGO BAJO | 10 |
| CANTIDAD RIESGO IMPORTANTE | 1 |
| CANTIDAD RIESGO MODERADO | 0 |
| CANTIDAD RIESGO ALTO | 0 |
| CANTIDAD RIESGO INTOLERABLE | 0 |

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la matriz IPER

5.5. RESUMEN DE MONITOREOS APLICABLES

El resumen de monitoreo aplicables se encuentran en la matriz IPER que está en el ANEXO F.

CAPITULO 6

EVALUACION FINANCIERA

6.1. INVERSIONES Y FINANCIAMIENTOS

La inversión es un gasto que se efectúa por la adquisición de determinados activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles, vale decir, es la compra de bienes o servicios para la fabricación en nuestro caso la obtención de plata a partir de placas radiográficas, producción o adquisición de bienes de capital, con los que el proyecto producirá durante su vida útil.

6.1.1. CALCULO DE CAPITAL DE TRABAJO

Para el cálculo del Capital de Trabajo se tomaran montos mensuales para cada ítem que se describirá en el cuadro 6-1.

TABLA 6-1: INVERSIÓN EN CAPITAL DE TRABAJO

| CONCEPTO | MONTO (Bs.) | OBSERVACIONES |
|----------------------------|----------------|---|
| Caja chica | 1.000 | Será efectivo del negocio |
| Bancos | 7.000 | Esta cuenta será un colchón de seguridad |
| Compra de Insumos | 500 | Monto de dinero requerido para comprar los insumos. |
| Pago de servicios Básicos | 220 | Pago de energía, agua |
| Pago de sueldos y salarios | 7.300 | |
| TOTAL Bs. | 16.020 | |

El monto de inversión por este concepto es de 16.020,00 Bs.

6.2. CUADRO DE INVERSIONES

Las inversiones para el proyecto permiten promover los recursos necesarios para la ejecución del mismo, para esto es necesario especificar en qué se invertirán dichos recursos, a continuación las inversiones a realizarse son:

- * Inversión de Activos Fijos
- * Inversión de Activos Diferidos
- * Inversión en Capital de Trabajo

INVERSIÓN DE ACTIVOS FIJOS

Los activos fijos en los que se incurrirán son en construcción de la planta piloto y equipos que se detallaran a continuación, ya que esto corresponde a toda la inversión en bienes tangibles que requiere el proyecto de grado.

♣ Inversión en Construcción

Para construir la planta piloto, se cuenta con un terreno de 30 m² el cual tendrá las condiciones necesarias y la instalación de servicios básicos.

Los Precios Unitarios para la construcción se detallan a continuación:

TABLA 6-2: PRECIOS UNITARIOS PLANTA PILOTO

| CONCEPTO | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO TOTAL |
|--------------------------------------|----------|--------|---------------|
| OBRA GRUESO Y OBRA FINA | | | |
| Pared de ladrillo interior | 1100 | M3 | 1.100 |
| Piso de Cerámica Nacional | 300 | M2 | 9.000 |
| Revestimiento c/azulejo | 30.5 | M3 | 5.621 |
| Cielo Falso | 30 | M2 | 5.250 |
| Techo | 10 | M2 | 2.500 |
| Puerta interior moldeado | 3 | Pza | 690 |
| Ventana madera cedro | 6 | pza | 1.365 |
| Campana | 1 | Pza. | 8.500 |
| INSTALACIONES HIDROSANITARIAS | | | |
| Lavamanos | 2 | Pza | 1.340 |
| Lavaplatos | 1 | Pza | 796 |
| Rejilla de piso | 1 | Pza | 55 |
| INSTALACIONES ELÉCTRICAS | | | |
| Iluminación fluorescente | 2 | Pza | 200 |
| tomacorrientes | 2 | Pza | 100 |
| TOTAL | | | 36.517 |

Fuente: Elaboración en base a precios del mercado

El monto para la construcción del laboratorio es de 36.517 Bs.

♣ Inversión en Equipos

Son las inversiones realizadas principalmente en la construcción del equipo de lixiviación que es el objetivo principal del proyecto de grado. Se detalla a continuación las inversiones realizadas en la **TABLA 6 - 3**:

TABLA 6-3: INVERSIONES DE EQUIPOS

| DESCRIPCION | COSTO UNITARIO (Bs.) | CANTIDAD (UNIDAD) | TOTAL (Bs.) |
|---|-------------------------|----------------------|----------------|
| Canastillo del lixiviador | 25 | 2 | 50 |
| Lixiviador en Bateas | 70 | 2 | 140 |
| Mangueras | 20 | 2 | 40 |
| Tanque de almacenamiento de agua | 30 | 2 | 60 |
| TOTAL | | | 290 |

FUENTE: Elaboración propia en base a los precios del mercado

El monto de la inversión para la construcción del equipo de lixiviación es de: 290 Bs.

♣ **Inversión de Muebles y Enseres**

La inversión por este concepto es de pretender amoblar todas las áreas que lo requieran del complejo, así como también proporcionar las herramientas necesarias para facilitar el trabajo, en especial para el restaurant.

TABLA 6-4: INVERSIÓN EN MUEBLES Y ENSERES

| CONCEPTO | Cantidad | Precio unitario (Bs./u) | Valor Total (Bs.) |
|------------------|----------|----------------------------|----------------------|
| Escritorio | 1 | 700 | 700 |
| Sillas | 3 | 40 | 120 |
| Otros | | | 300 |
| TOTAL Bs. | | | 1.120 |

Fuente: Elaboración en base a precios del mercado

La inversión requerida por este concepto es de 1.120,00 Bs.

♣ **Cuadro resumen de la Inversión de Activos Fijos**

Los costos totales de los activos fijos se resumen en el siguiente cuadro:

TABLA 6-5: INVERSIÓN TOTAL EN ACTIVOS FIJOS

| Concepto | Monto Total (\$US) | Monto Total (Bs) |
|--|--------------------|------------------|
| Construcciones civiles y obras complementarias | 5.254,24 | 36.517 |
| Equipo y Artefactos | 41,73 | 290 |
| Muebles y Enseres | 161,15 | 1.120 |
| TOTAL INVERSION EN ACTIVOS FIJOS | 5.457,12 | 37.927 |

El monto mínimo estimado de inversión en activos fijo para el proyecto es de 5.457,12 \$US.

6.2.1. INVERSIÓN DE ACTIVOS DIFERIDOS

Para la planta piloto, que se está proponiendo se constituirá como una empresa, es decir persona jurídica. Para dicho efecto se debe realizar trámites legales para los activos diferidos o activos intangibles.

♣ Inversión en Costos de Organización

La constitución de una empresa, requiere una serie de trámites de orden legal indispensable para establecerse como persona jurídica. El siguiente cuadro detalla los montos de las inversiones previstas:

TABLA 6-6: GASTOS DE ORGANIZACIÓN

| Concepto | Costo (Bs) |
|--|-------------------|
| Testimonio constitución de la sociedad | 215 |
| Balance de apertura | 110 |
| Solvencia profesional del contador | 50 |
| Tramite del patente | 102 |
| NIT | 461 |
| Otros gastos de afiliación | 1000 |
| TOTAL Bs. | 1.938 |

♣ Inversión en la capacitación al Personal

La capacitación se realizara al jefe de producción y el operario, se estima que la capacitación tendrá una inversión de 3.000 Bs.

♣ Cuadro resumen de la Inversión de Activos Diferidos

Los costos totales de los activos diferidos se resumen en el siguiente cuadro:

TABLA 6-7: INVERSIÓN TOTAL EN ACTIVOS DIFERIDOS

| Concepto | Monto Total (Bs) |
|---|-------------------------|
| Organización | 1.938 |
| Capacitación | 3.000 |
| TOTAL INVERSION EN ACTIVOS DIFERIDOS | 4.938 |

6.2.2. PLAN DE INVERSIONES

TABLA 6-8: ESTRUCTURA DE INVERSIONES

| Ítem | Monto Total (\$US) | Monto Total (Bs) |
|--------------------------------|--------------------|------------------|
| Inversión en Activos fijos | 5.457,12 | 37.927 |
| Inversión en Activos diferidos | 710,50 | 4.938 |
| Capital de trabajo | 2.305,04 | 16.020 |
| TOTAL INVERSION | 8.472,66 | 58.885 |

FUENTE: Elaboración propia en base a datos del proyecto.

La inversión total estimada para el proyecto es de \$ 8.472,66 donde se prevé que solo un 35% sea financiado por los socios 2.965,43 \$ (20.610 Bs) y un 65% sea gestionado mediante un préstamo bancario 5.507,23 \$ (38.275 Bs).

6.3. AMORTIZACIÓN DEL CREDITO

Se realizará un préstamo bancario de 38.300 Bs. a una tasa de interés del 20% anual, el préstamo de este crédito será de 5 años.

$$Cuota = 38.300 * \left[\frac{(1 + 0,20)^5 * 0,20}{(1 + 0,20)^5 - 1} \right]$$

$$Cuota = 12.806,74$$

TABLA 6-9: CUADRO DE AMORTIZACIONES CUOTA CONSTANTE

| PERIODO | SALDO INICIAL | INTERES (20%) | AMORTIZACION | CUOTA | SALDO FINAL |
|---------|---------------|---------------|--------------|-----------|-------------|
| 1 | 38.300,00 | 7.660,00 | 5.146,74 | 12.806,74 | 33.153,26 |
| 2 | 33.153,26 | 6.630,65 | 6.176,09 | 12.806,74 | 26.977,17 |
| 3 | 26.977,17 | 5.395,43 | 7.411,31 | 12.806,74 | 19.565,87 |
| 4 | 19.565,87 | 3.913,17 | 8.893,57 | 12.806,74 | 10.672,30 |
| 5 | 10.672,30 | 2.134,46 | 10.672,30 | 12.806,74 | 0,00 |

Fuente: Elaboración propia en base a datos del proyecto de grado

6.4. DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS FIJOS Y AMORTIZACIÓN DE ACTIVOS DIFERIDOS

➤ Depreciación de activos fijos

En el cuadro siguiente se presenta la depreciación de los activos fijos:

TABLA 6-10: ESTRUCTURA DE DEPRECIACIÓN

| ITEM | MONTO TOTAL | VIDA UTIL | DEPRECIACION ANUAL | DEPREC. 5 AÑOS | VALOR RESIDUAL |
|---------------------|-------------|-----------|--------------------|----------------|------------------|
| Equipo y Artefactos | 290 | 5 | 50,00 | 290,00 | 0,00 |
| Muebles y Enseres | 1.120 | 8 | 140,00 | 700,00 | 420,00 |
| Obras Civiles | 36.517 | 40 | 912,93 | 4.564,63 | 31.952,37 |
| TOTAL | | | 635,3 | | 32.372,37 |

✚ Amortización de activos diferidos

Este concepto incluye el monto por la amortización de los activos diferidos y los intereses generados durante la fase de construcción de la planta piloto, en caso que se financie el proyecto.

El interés generado y la amortización del préstamo se calculan según el cuadro de amortizaciones. En caso de realizarse el préstamo este crédito será de 5 años, con un interés 20 % anual .el siguiente cuadro muestra la amortización:

TABLA 6-11: ESTRUCTURA DE AMORTIZACIÓN DE ACTIVOS DIFERIDOS

| ITEM | MONTO TOTAL | VIDA UTIL | DEPRECIACION ANUAL |
|-------------------|-------------|-----------|--------------------|
| Activos Diferidos | 4.938 | 5 | 987.60 |
| Préstamo | 38.300 | 5 | 7.660,00 |
| TOTAL | | | 8.647,60 |

6.5. INGRESOS Y COSTOS DEL PROYECTO

6.5.1. INGRESOS DEL PROYECTO

Los ingresos se generan por los siguientes conceptos:

- ✚ Venta de plata piña
- ✚ Baños Electrolíticos

Se calculara los precios debido a los ingresos del proyecto, como sigue:

$$4200(\text{unidades})_{PR} * \frac{31.33 (g)}{1 (\text{unidad})} * \frac{1 (kg)}{1000 (g)} * \frac{8,39 (g) Ag}{1,78 (kg)_{PR}} = 620,23 (g)Ag$$

Estos 620,23 gramos de plata que se obtendrán a partir de las 4200 unidades de placas radiográficas se distribuirán en:

- 470,23 gramos de plata para poder comercializar con los joyeros a un precio de 5,30 Bolivianos.
- 150 gramos de plata se tomaran para poder producir 125 litros de baños de plata que es la demanda que tienen nuestros joyeros según el estudio de mercado. Donde cada litro se comercializara a 85 bolivianos.
- Las unidades de acetato de celulosa se lo comercializara a 0,20 Bs. en las diferentes fotocopiadoras de la Universidad Mayor de San Andrés.

Los ingresos se resumen en la **TABLA 6 - 12:**

TABLA 6-12: INGRESOS DEL PROYECTO

| PRODUCTO | CANTIDAD | PRECIO (Bs.) |
|-----------------------------|------------|------------------|
| Plata | 470,23 (g) | 2.492,22 |
| Acetato de Celulosa | 4.200 (u) | 840 |
| Baño Electrolítico de Plata | 150 (g) | 11.250 |
| TOTAL INGRESOS | | 14.582,22 |

FUENTE: Elaboración propia en base a la oferta del mercado

TABLA 6-13: INGRESOS DEL PROYECTO EXPRESADO EN BS.

| AÑO | INGRESO TOTAL ANUAL |
|--------------|---------------------|
| 2017 | 14.562,61 |
| 2018 | 14.562,61 |
| 2019 | 15.290,74 |
| 2020 | 16.055,28 |
| 2021 | 16.858,04 |
| 2022 | 17.700,94 |
| 2023 | 18.585,99 |
| 2024 | 14.562,61 |
| TOTAL | 113.616,21 |

6.6. COSTOS DEL PROYECTO

♣ Costos de fabricación

★ Sueldos y salarios del personal operativo

- Los sueldos y salarios de todo el personal operativo para la extracción de plata es de 4.300 Bs.

★ **Materiales e Insumos**

Se tomaran en cuenta todos los costos incurridos para un mes de operación en el proceso de producción de la plata, además de la preparación de los baños electrolíticos, los cálculos se detallan a continuación:

$$4200 (\text{unidades})_{PR} * \frac{31.33 (\text{g})}{1 (\text{unidad})_{PR}} * \frac{1 (\text{kg})}{1000 (\text{g})} * \frac{8 \text{ Bs}}{1 (\text{Kg})_{PR}} = 2.052,69 (\text{Bs})$$

$$60 (\text{l})_{NaClO} * \frac{30 \text{ Bs}}{5 (\text{l})_{NaClO}} = 360 (\text{Bs})$$

$$3,04 \text{ M}^3 \text{ Agua} * \frac{0,35 \text{ Bs}}{1 \text{ M}^3 \text{ Agua}} = 1,06 (\text{Bs})$$

Pero el consumo mínimo de agua es de 10 Bs por lo que será el monto que manejaremos por el consumo de agua potable.

Con respecto al baño de plata, se prepararan 125 litros considerando que para cada litro se utilizan 1,2 gramos de plata.

El resumen de los costos se muestra en la **TABLA 6 – 14**:

TABLA 6-14: COSTOS DEL PROYECTO

| INSUMO | COSTO (Bs.) |
|----------------------|-----------------|
| Placas Radiográficas | 2.050,69 |
| Hipoclorito de Sodio | 360 |
| Agua | 10 |
| Hidróxido de Amonio | 50 |
| Cianuro de Sodio | 50 |
| Ácido Nítrico | 50 |
| Salarios | 4.300 |
| TOTAL | 6.870,69 |

FUENTE: Elaboración propia en base a los precios del mercado

6.7. FLUJOS DE FONDOS DEL PROYECTO

6.7.1. CONSTRUCCION DEL FLUJO DE FONDOS DEL PROYECTO PURO

TABLA 6-15: FLUJO DE FONDOS DEL PROYECTO PURO

| | AÑO | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
| Ingresos | 0,00 | 174.991,32 | 183.740,89 | 192.927,93 | 202.574,33 | 212.703,04 |
| IT (3%) | 0,00 | 5.249,74 | 5.512,23 | 5.787,84 | 6.077,23 | 6.381,09 |
| IVA ventas (13%) | 0,00 | 22.748,87 | 23.886,32 | 25.080,63 | 26.334,66 | 27.651,40 |
| Ingresos Netos | 0,00 | 146.992,71 | 154.342,34 | 162.059,46 | 170.162,43 | 178.670,56 |
| COSTOS | | | | | | |
| Costo Fabricación | 0,00 | 86.748,28 | 91.953,18 | 97.470,37 | 103.318,59 | 109.517,70 |
| Costo de Administración | 0,00 | 39.000,00 | 39.000,00 | 40.950,00 | 42.997,50 | 45.147,38 |
| Costo Impacto Ambiental | 7.000,00 | 6.000,00 | 6.000,00 | 6.000,00 | 6.000,00 | 6.000,00 |
| Costo Operativo | 7.000,00 | 131.748,28 | 136.953,18 | 144.420,37 | 152.316,09 | 160.665,08 |
| Costo financiero | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dep. activos fijos | 0,00 | 635,30 | 635,30 | 635,30 | 635,30 | 635,30 |
| Amortización act diferidos | 0,00 | 987,60 | 987,60 | 987,60 | 987,60 | 987,60 |
| Total costos | 7.000,00 | 133.371,18 | 138.576,08 | 146.043,27 | 153.938,99 | 162.287,98 |
| IVA (13%) | 0,00 | 17.338,25 | 18.014,89 | 18.985,62 | 20.012,07 | 21.097,44 |
| COSTO TOTAL | 7.000,00 | 116.032,93 | 120.561,19 | 127.057,64 | 133.926,92 | 141.190,54 |
| Utilidad Bruta | -7.000,00 | 30.959,78 | 33.781,16 | 35.001,82 | 36.235,51 | 37.480,01 |
| IUE (25%) | 0,00 | 7.739,95 | 8.445,29 | 8.750,45 | 9.058,88 | 9.370,00 |
| Utilidad neta | -7.000,00 | 23.219,84 | 25.335,87 | 26.251,36 | 27.176,64 | 28.110,01 |
| Flujo de Fondos | | | | | | |
| Depreciación activos fijos | 0,00 | 635,30 | 635,30 | 635,30 | 635,30 | 635,30 |
| Amortización activos diferidos | 0,00 | 987,60 | 987,60 | 987,60 | 987,60 | 987,60 |
| Amortización Préstamo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Inversión | -58.900,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Préstamo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Capital de Trabajo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Valor residual | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 16.005,50 |
| FFPP | -65.900,00 | 24.842,74 | 26.958,77 | 27.874,26 | 28.799,54 | 45.738,41 |

FUENTE: Elaboración propia en base a datos del proyecto

6.7.2. CONSTRUCCION DEL FLUJO DE FONDOS DEL PROYECTO FINANCIADO

TABLA 6-16: FLUJO DE FONDOS DEL PROYECTO FINANCIADO

| | AÑO | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| Ingresos | 0,00 | 174.991,32 | 183.740,89 | 192.927,93 | 202.574,33 | 212.703,04 |
| IT (3%) | 0,00 | 5.249,74 | 5.512,23 | 5.787,84 | 6.077,23 | 6.381,09 |
| IVA ventas (13%) | 0,00 | 22.748,87 | 23.886,32 | 25.080,63 | 26.334,66 | 27.651,40 |
| Ingresos Netos | 0,00 | 146.992,71 | 154.342,34 | 162.059,46 | 170.162,43 | 178.670,56 |
| COSTOS | | | | | | |
| Costo Fabricación | 0,00 | 86.748,28 | 91.953,18 | 97.470,37 | 103.318,59 | 109.517,70 |
| Costo de Administración | 0,00 | 39.000,00 | 39.000,00 | 40.950,00 | 42.997,50 | 45.147,38 |
| Costo Impacto Ambiental | 7.000,00 | 12.000,00 | 12.000,00 | 12.000,00 | 12.000,00 | 12.000,00 |
| Costo Operativo | 7.000,00 | 137.748,28 | 142.953,18 | 150.420,37 | 158.316,09 | 166.665,08 |
| Costo financiero | 0,00 | 5.240,00 | 4.535,85 | 3.690,87 | 2.676,89 | 1.460,12 |
| Depreciación activos fijos | 0,00 | 635,30 | 635,30 | 635,30 | 635,30 | 635,00 |
| Amortización activos diferidos | 0,00 | 6.227,60 | 6.227,60 | 6.227,60 | 6.227,60 | 6.227,60 |
| Total costos | 7.000,00 | 149.851,18 | 154.351,93 | 160.974,14 | 167.855,88 | 174.987,80 |
| IVA (13%) | 910,00 | 19.480,65 | 20.065,75 | 20.926,64 | 21.821,26 | 22.748,41 |
| COSTO TOTAL | 6.090,00 | 130.370,53 | 134.286,18 | 140.047,50 | 146.034,62 | 152.239,39 |
| Utilidad Bruta | -6.090,00 | 16.622,18 | 20.056,17 | 22.011,96 | 24.127,82 | 26.431,17 |
| IUE (25%) | 0,00 | 4.155,55 | 5.014,04 | 5.502,99 | 6.031,95 | 6.607,79 |
| utilidad neta | -6.090,00 | 12.466,64 | 15.042,13 | 16.508,97 | 18.095,86 | 19.823,38 |
| Flujo de Fondos | | | | | | |
| Depreciación activos fijos | 0,00 | 635,30 | 635,30 | 635,30 | 635,30 | 635,30 |
| Amortización activos diferidos | 0,00 | 987,60 | 987,60 | 987,60 | 987,60 | 987,60 |
| Amortización Préstamo | 0,00 | 5.240,00 | 4.535,85 | 3.690,87 | 2.676,89 | 1.460,12 |
| Inversión | -58.900,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Préstamo | 26.200,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Capital de Trabajo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Valor residual | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 16.005,50 |
| FFPF | -38.790,00 | 8.849,54 | 12.129,18 | 14.441,00 | 17.041,87 | 35.991,66 |

FUENTE: Elaboración propia en base a datos del proyecto

6.8. RESULTADOS DE INDICADORES FINANCIEROS

✚ ANÁLISIS DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Los resultados obtenidos, se muestran en el siguiente cuadro:

TABLA 6-17: RESULTADOS DEL VALOR ACTUAL NETO

| TASA | VAN (Bs) | |
|------|-----------|-----------|
| | FFPP | FFPF |
| 15 % | 33.621,16 | 15.209,80 |

FUENTE: Elaboración propia en base a datos del proyecto

De este cuadro se puede ver que lo mejor es que el proyecto sea puro ya que ofrece una mayor rentabilidad a una tasa de interés del 15%.

✚ ANÁLISIS DE LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Para el proyecto financiado se tiene un resultado de TIR= 27%, y para el proyecto puro este valor es de TIR= 33%.

✚ ANÁLISIS BENEFICIO – COSTO

El indicador Beneficio – Costo se la calcula con la siguiente ecuación:

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficios del proyecto}}{\text{Costos del proyecto}}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{174991,32}{130370,53} = 1.34$$

Lo que significa que por cada boliviano invertido se obtiene 1.34 bolivianos.

6.9. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad se lo realizo analizando tres variables las cuales son: Inversión, Ingresos y costos.

Para los tres casos se calculó los porcentajes en los cuales pueden variar los valores de tal manera que el VAN sea igual a cero, esto nos permite observar hasta cuanto se pueden modificar los valores de tal manera de no tener pérdidas para el proyecto.

En la siguiente tabla se muestran los porcentajes de variación de dichas variables:

TABLA 6-18: ANALISIS DE SENSIBILIDAD

| | Inversión | Ingreso | Costo |
|-----------|------------------|----------------|--------------|
| Indicador | 66,97% | 8,34% | 44,98% |

FUENTE: Elaboración propia en base a datos del flujo de fondos

Lo que significa que se puede tener un incremento en la inversión de 66.97%, los ingresos solo pueden reducir hasta 8.34% y los costos se pueden incrementar en un 44.98%, de esta manera el VAN sería igual a cero por lo que el proyecto no tendría pérdidas ni utilidades.

6.10. PUNTO DE EQUILIBRIO

Se calculó el punto de equilibrio el cual nos indica las cantidades mínimas que se tienen que comercializar para que no existan ni pérdidas ni ganancias en el presente proyecto.

La siguiente tabla resume las cantidades mínimas de comercialización.

TABLA 6-19: PUNTO DE EQUILIBRIO

| PRODUCTO | Qeq | Ieq |
|-----------------------------|------------|------------|
| Plata | 427,59 | 2.266,28 |
| Acetato de Celulosa | 3.849,52 | 769,90 |
| Baño Electrolítico de Plata | 137,48 | 12.373,46 |

FUENTE: Elaboración propia en base al análisis de sensibilidad

La tabla anterior nos muestra las cantidades mínimas que se tienen que comercializar para que el proyecto no tenga pérdidas.

CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- Se diseñó una planta piloto para la recuperación de plata a partir del reciclado de placas radiográficas, realizando un estudio minucioso del proceso, además de la comercialización del producto final.
- Se logró recuperar plata metálica de las placas radiográficas usadas a través de una serie de procesos obteniéndose un rendimiento un 63,32 %, donde la operación más importante es la extracción sólido – líquido para la separación de la emulsión.
- Se realizaron acuerdos en los que muchos hospitales, clínicas y laboratorios de la ciudad de La Paz y El Alto accedieron a vender placas radiográficas, puesto que solo generan costos de almacenaje, y que al venderlas se genera ingresos.
- Al realizar el estudio de mercado se logró determinar que la cantidad de placas radiográficas que se obtendrán de hospitales, clínicas y laboratorios es la necesaria para satisfacer los objetivos del presente proyecto de grado.
- Los subproductos que se obtienen del proyecto de grado son, acetato de celulosa (procedente de las placas ya tratadas) y baños de plata, el primero se comercializara en fotocopias de la U.M.S.A. con el fin de que sean reutilizados, el segundo subproducto se comercializara entre los joyeros de nuestra ciudad, de esta manera se incrementan los ingresos del proyecto.
- La plata obtenida a partir del proceso de producción descrito en el capítulo 3 del presente proyecto de grado tiene una pureza de 99.99999% dato que reporta el laboratorio químico del Instituto de Investigaciones Geológicas y del Medio Ambiente IGEMA.
- Realizando la evaluación económica financiera, se concluye que el proyecto puro ofrece mejores rendimientos económicos, comparado con el proyecto financiado, pero es necesario financiarlo porque las inversiones se tienen que realizar en el presente.

7.2. RECOMENDACIONES

- Una alternativa importante, es el desarrollar una tecnología para el tratamiento del efluente líquido proveniente de la extracción sólido – líquido, tomando en cuenta que en su interior existe Cloruro de Sodio, Plata, proveniente de la emulsión de las placas radiográficas, se propone realizar una acumulación importante de estos efluentes y luego proceder a evaporar el agua a la intemperie obteniéndose cloruro de sodio sólido.
- Las placas radiográficas vienen de muchos tamaños, se recomienda elaborar el sistema de circulación para la lixiviación de un mayor tamaño de tal manera de ofrecer al mercado mayores opciones en cuanto al tamaño del acetato de celulosa.

8. BIBLIOGRAFIA

- CONDE Flores, Goyo Damián “OBTENCION DE NITRATO DE PLATA Y SUBPRODUCTOS A PARTIR DEL PROCESO DE RECICLADO DE LAS PELICULAS NEGATIVAS DE LA FOTOGRAFIA”, Trabajo Dirigido, La Paz – Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés 2002
- COLQUE Arias, Adalid “OBTENCION DE LA PLATA METALICA A PARTIR DE MATERIAL SEGREGADO DE LA REFINACION ELECTROLITICA DE LA SOLDADURA BLANDA”, Proyecto de Grado, La Paz – Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés 1999
- Ing. CORONEL R., Leonardo, Msc. Ing. MEJÍA M., Gabriel, Ing. DÍAZ G., Esperanza “COMPENDIOS DE QUÍMICA GENERAL” Segunda Edición La Paz – Bolivia 2004
- Ing. M.Sc. PARRA Z., Roberto e Ing. CORONEL R., Leonardo G.”QUIMICA PREUNIVERSITARIA” Segunda Edición 1999
- “LIXIVIACION” Martin Col & al (RAHCO), " Manejo de Materiales en Proyectos de Lixiviación ", Minería Chilena N°191, pp 109-123, Mayo 1997.
- VOGEL I., Arthur “QUIMICA ANALITICA CUALITATIVA” Quinta Edición, Ed. KAPELUSZ, Moreno 372 - Buenos Aires1974, pag.145.

9. WEBGRAFIA

- ALCARAZ B., Miguel “LA PELÍCULA RADIOGRÁFICA”
<http://www.google.com.bo/url?q=http://webs.um.es/mab/miwiki/lib/exe/fetch.php%3Fid%3Dlecciones%26cache%3Dcache%26media%3Dlectura-10.pdf&sa=U&ei=-coGUuyJCumM2qWX2oCIDA&ved=0CCUQFjAD&usq=AFQjCNFLTdo3SH8EdWYyG-uEDiTmM8I6bQ>
- Tecnología De Los Plásticos
<http://www.textoscientificos.com/polimeros/polimeros-celulosicos>

ANEXOS

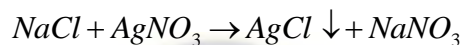


ANEXO A
CARACTERISTICAS DE LOS HALUROS DE PLATA

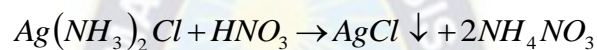
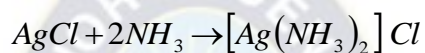
IDENTIFICACIÓN DE HALÓGENOS

CLORURO: El cloruro de plata es un precipitado blanco que por acción de la luz o el calor toma un color violeta oscuro. Este precipitado es soluble en hidróxido de amonio y vuelve a precipitar si se agrega ácido nítrico.

REACCIONES:

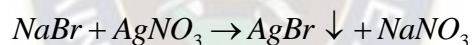


Cloruro de Plata



BROMURO: El bromuro de plata es un precipitado amarillo crema. Es parcialmente soluble en hidróxido de amonio.

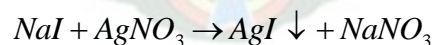
REACCION:



Bromuro de Plata

YODURO: El yoduro de plata es un precipitado amarillo que es insoluble en hidróxido de amonio.

REACCION:



Yoduro de Plata

ANEXO B



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES METALÚRGICAS Y DE MATERIALES



No. Certif.: 32/2013
Fecha: 10/04/2013

CERTIFICADO DE ANALISIS QUIMICO

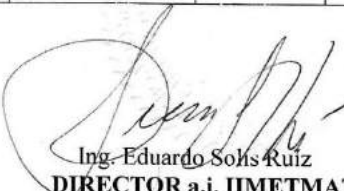
CLIENTE: Cristhian Velasquez
MUESTRA: Dos, mineral

ANÁLISIS: Por: Ag

RESULTADOS:

| No. | Código | Elemento | Unidades | Contenido |
|-----|--------|----------|-----------------|-----------|
| 1 | CaO-01 | Ag | g(Ag)/Ton(P.R.) | 7422,3263 |
| 2 | Placas | | | |
| 3 | CaO-2 | Ag | ppm | 0,572 |
| 4 | Licor | | | |


Lic. Oscar Calle Calderón .
LABORATORIO QUÍMICO


Ing. Eduardo Sohs Ruiz
DIRECTOR a.i. IIMETMAT

OOC/mlb
c.c:Arch.



ANEXO B
TABLA DE TIEMPOS DEL HIDROXIDO DE SODIO

| 45 ml agua | | | | | | | |
|------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|-----------------|---------------------|-------------|
| 5 g Na OH | | | | | | | |
| MUESTRA | t_0 [hr : min : seg] | t_f [hr : min : seg] | t_c [hr : min : seg] | $m_{inicial}$ [g] | m_{final} [g] | $m_{calculada}$ [g] | t [min] |
| 1 | 0:00:08 | 0:10:48 | 0:10:40 | 0,2262 | 0,2218 | 0,0044 | 10,6666667 |
| 2 | 0:10:50 | 0:22:49 | 0:11:59 | 0,227 | 0,2205 | 0,0065 | 22,65 |
| 3 | 0:23:44 | 0:40:19 | 0:16:35 | 0,2011 | 0,1972 | 0,0039 | 39,2333333 |
| 4 | 0:41:40 | 1:03 | 0:21:53 | 0,2119 | 0,2082 | 0,0037 | 61,1666667 |
| 5 | 1:04:44 | 1:27:14 | 0:22:30 | 0,2222 | 0,2176 | 0,0046 | 83,6166667 |
| 6 | 1:28:21 | 1:56:27 | 0:28:06 | 0,2291 | 0,2224 | 0,0067 | 111,7166667 |
| 7 | 1:57:37 | 2:19:35 | 0:21:58 | 0,2154 | 0,2118 | 0,0036 | 133,6833333 |
| 8 | 2:20:45 | 2:48:02 | 0:27:17 | 0,202 | 0,1982 | 0,0038 | 160,9666667 |
| 9 | 2:48:25 | 3:16:20 | 0:27:55 | 0,2038 | 0,1986 | 0,0052 | 188,8833333 |
| 10 | 3:16:42 | 3:41:03 | 0:24:21 | 0,2121 | 0,2076 | 0,0045 | 213,2333333 |
| 11 | 3:42:27 | 4:05:38 | 0:23:11 | 0,2269 | 0,2206 | 0,0063 | 236,4166667 |
| 12 | 4:05:42 | 4:35:49 | 0:30:07 | 0,2048 | 0,1989 | 0,0059 | 266,5333333 |
| 13 | 4:36:10 | 5:01:52 | 0:25:42 | 0,205 | 0,2014 | 0,0036 | 292,2333333 |
| 14 | 5:02:45 | 5:24:30 | 0:21:45 | 0,219 | 0,2172 | 0,0018 | 313,9833333 |
| 15 | 5:24:51 | 5:47:29 | 0:22:38 | 0,2228 | 0,2171 | 0,0057 | 336,6166667 |
| 16 | 5:47:52 | 6:12:29 | 0:24:37 | 0,213 | 0,2084 | 0,0046 | 361,2333333 |
| 17 | 6:13:02 | 6:36:23 | 0:23:21 | 0,221 | 0,2145 | 0,0065 | 384,5833333 |
| 18 | 6:36:50 | 6:54:53 | 0:18:03 | 0,2117 | 0,2087 | 0,003 | 402,6333333 |
| 19 | 6:55:43 | 7:14:50 | 0:19:07 | 0,2007 | 0,1945 | 0,0062 | 421,75 |
| 20 | 7:17:57 | 7:38:57 | 0:21:00 | 0,2201 | 0,2162 | 0,0039 | 442,75 |
| 21 | 7:39:28 | 8:01:23 | 0:21:55 | 0,214 | 0,2116 | 0,0024 | 464,6666667 |
| 22 | 8:04:25 | 8:15:26 | 0:11:01 | 0,2269 | 0,22 | 0,0069 | 475,6833333 |
| 23 | 8:15:34 | 8:22:43 | 0:07:09 | 0,209 | 0,201 | 0,008 | 482,8333333 |
| 24 | 0:00:00 | 0:24:19 | 0:24:19 | 0,2092 | 0,2028 | 0,0064 | 507,15 |
| 25 | 0:00:00 | 0:31:31 | 0:31:31 | 0,2077 | 0,2032 | 0,0045 | 538,6666667 |
| 26 | 0:31:51 | 1:05:28 | 0:33:37 | 0,2142 | 0,2079 | 0,0063 | 572,2833333 |
| 27 | 0:00:00 | 0:15:19 | 0:15:19 | 0,2038 | 0,1988 | 0,005 | 587,6 |
| 28 | 0:00:00 | 0:18:48 | 0:18:48 | 0,2158 | 0,2109 | 0,0049 | 606,4 |
| 29 | 0:18:58 | 0:35:26 | 0:16:28 | 0,224 | 0,2181 | 0,0059 | 622,8666667 |
| 30 | 0:35:56 | 1:02:58 | 0:27:02 | 0,2224 | 0,2156 | 0,0068 | 649,9 |
| 31 | 1:03:40 | 1:31:31 | 0:27:51 | 0,2297 | 0,2234 | 0,0063 | 677,75 |
| 32 | 1:32:09 | 1:58:09 | 0:26:00 | 0,22 | 0,2132 | 0,0068 | 703,75 |
| 33 | 1:58:29 | 2:20:30 | 0:22:01 | 0,2156 | 0,2099 | 0,0057 | 725,7666667 |
| 34 | 2:20:35 | 2:50:56 | 0:30:21 | 0,2148 | 0,2087 | 0,0061 | 756,1166667 |
| 35 | 0:00:00 | 0:29:08 | 0:29:08 | 0,2184 | 0,2122 | 0,0062 | 785,25 |
| 36 | 0:29:31 | 0:52:40 | 0:23:09 | 0,2266 | 0,2201 | 0,0065 | 808,4 |

| | | | | | | | |
|----|---------|---------|---------|--------|--------|--------|------------|
| 37 | 0:52:54 | 1:20:26 | 0:27:32 | 0,2141 | 0,21 | 0,0041 | 835,933333 |
| 38 | 1:11:54 | 1:40:42 | 0:28:48 | 0,221 | 0,2141 | 0,0069 | 864,733333 |
| 39 | 1:26:16 | 1:44:04 | 0:17:48 | 0,225 | 0,2184 | 0,0066 | 882,533333 |
| 40 | 1:45:37 | 2:25:30 | 0:39:53 | 0,2348 | 0,2286 | 0,0062 | 922,416667 |

ANEXO B
TABLA DE TIEMPOS DEL HIPOCLORITO DE SODIO

| MUESTRA | t_c [hr : min : seg] | $m_{inicial}$ [g] | m_{final} [g] | $m_{calculada}$ [g] | t [min] | t [hr] |
|---------|------------------------|-------------------|-----------------|---------------------|-------------|------------|
| 1 | 0:02:03 | 0,2334 | 0,2276 | 0,0058 | 2,05 | 0,03416667 |
| 2 | 0:02:21 | 0,2271 | 0,2131 | 0,014 | 4,4 | 0,07333333 |
| 3 | 0:02:22 | 0,222 | 0,2163 | 0,0057 | 6,76666667 | 0,11277778 |
| 4 | 0:02:25 | 0,2195 | 0,2138 | 0,0057 | 9,18333333 | 0,15305556 |
| 5 | 0:02:28 | 0,2178 | 0,2116 | 0,0062 | 11,65 | 0,19416667 |
| 6 | 0:02:26 | 0,221 | 0,2156 | 0,0054 | 14,08333333 | 0,23472222 |
| 7 | 0:02:24 | 0,2221 | 0,2163 | 0,0058 | 16,48333333 | 0,27472222 |
| 8 | 0:02:31 | 0,2201 | 0,2178 | 0,0023 | 19 | 0,31666667 |
| 9 | 0:02:30 | 0,2258 | 0,214 | 0,0118 | 21,5 | 0,35833333 |
| 10 | 0:02:35 | 0,2228 | 0,2168 | 0,006 | 24,08333333 | 0,40138889 |
| 11 | 0:02:36 | 0,2055 | 0,1997 | 0,0058 | 26,68333333 | 0,44472222 |
| 12 | 0:02:32 | 0,2345 | 0,2279 | 0,0066 | 29,21666667 | 0,48694444 |
| 13 | 0:02:34 | 0,2108 | 0,1948 | 0,016 | 31,78333333 | 0,52972222 |
| 14 | 0:02:43 | 0,2255 | 0,22 | 0,0055 | 34,5 | 0,575 |
| 15 | 0:02:49 | 0,218 | 0,2123 | 0,0057 | 37,31666667 | 0,62194444 |
| 16 | 0:02:52 | 0,2187 | 0,2125 | 0,0062 | 40,18333333 | 0,66972222 |
| 17 | 0:02:59 | 0,2351 | 0,2285 | 0,0066 | 43,16666667 | 0,71944444 |
| 18 | 0:03:27 | 0,2253 | 0,2198 | 0,0055 | 46,61666667 | 0,77694444 |
| 19 | 0:03:35 | 0,2179 | 0,2135 | 0,0044 | 50,2 | 0,83666667 |
| 20 | 0:03:49 | 0,22 | 0,2148 | 0,0052 | 54,01666667 | 0,90027778 |
| 21 | 0:04:19 | 0,2318 | 0,2277 | 0,0041 | 58,33333333 | 0,97222222 |
| 22 | 0:04:25 | 0,2288 | 0,223 | 0,0058 | 62,75 | 1,04583333 |
| 23 | 0:04:55 | 0,2226 | 0,2183 | 0,0043 | 67,66666667 | 1,12777778 |
| 24 | 0:05:17 | 0,2212 | 0,2188 | 0,0024 | 72,95 | 1,21583333 |
| 25 | 0:05:25 | 0,2149 | 0,209 | 0,0059 | 78,36666667 | 1,30611111 |
| 26 | 0:05:49 | 0,2238 | 0,2169 | 0,0069 | 84,18333333 | 1,40305556 |
| 27 | 0:05:58 | 0,214 | 0,2066 | 0,0074 | 90,15 | 1,5025 |

ANEXOB
PUREZA DE PLATA OBTENIDA

Laboratorio Químico del IGEMA

INFORME DE ENSAYO

Form N° 26

Solicitante : Cristhian Velasquez

Dirección

Telf/Cel.: 2410454

Muestra (s) : Plata metálica

Cantidad: 1

Tratamiento de la muestra :

Fecha: 31-5-2013

Parámetros a analizar: Ag

| N° | Código Lab. | Código Cliente | Ag % | Observaciones |
|----|-------------|----------------|----------|---------------|
| 1 | 21OTM3 | 424849C | 99.99999 | |

COMENTARIOS: Las muestras fueron colectadas por el cliente.
El Laboratorio Químico del IGEMA, solo se responsabiliza de los resultados y no del muestreo realizado.
Queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, sin la autorización escrita del LQ-IGEMA-UMSA.
Esta autorizada la reproducción TOTAL y COMPLETA del presente informe




Pablo Morales P.
Lab. Instrumental




Dr. Ramiro Matos
Director del IGEMA

La Paz, 31 de Mayo de 2013

ANEXO C

Laboratorio Químico del IGEMA

INFORME DE ENSAYO

Form N° 10

Solicitante : Cristhian Velasquez

Muestra (s) : Sol. ClONa

Tratamiento de la muestra :

Parámetros a analizar : Ag.

Dirección

Telf/Cel.: 72507111


Cantidad: 1


Fecha: 18-03-2013

| N° | Código Lab. | Código Cliente | Ag mg/L | Observaciones |
|----|-------------|----------------|---------|---------------|
| 1 | 123 OTM3 | M-1 | 0,359 | |

COMENTARIOS: Las muestras fueron colectadas por el cliente.
El Laboratorio Químico del IGEMA, solo se responsabiliza de los resultados y no del muestreo realizado.
Queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, sin la autorización escrita del LQ-IGEMA-UMSA.
Esta autorizada la reproducción TOTAL y COMPLETA del presente informe




Lic. Cristian Herbas S.
Lab. ICP


Dr. Ramiro Matos
Director del IGEMA

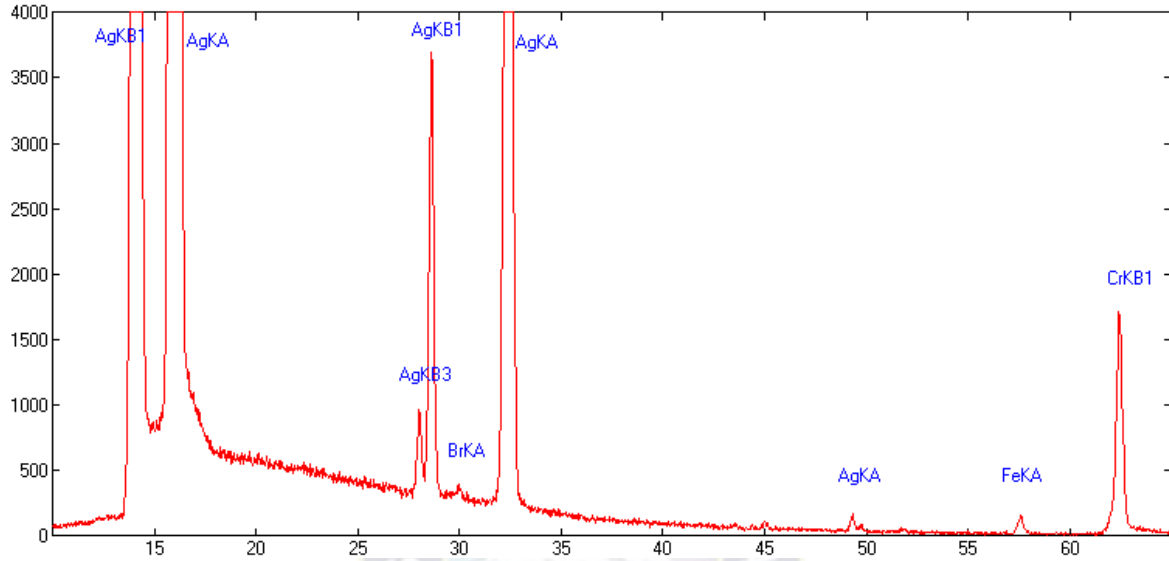


La Paz, 18 de marzo de 2013

ANEXO C

FLUORESCENCIA RAYOS X (FRX)

PRECIPITADO CLORURO DE PLATA



Elemento Mayoritario:

Ag.

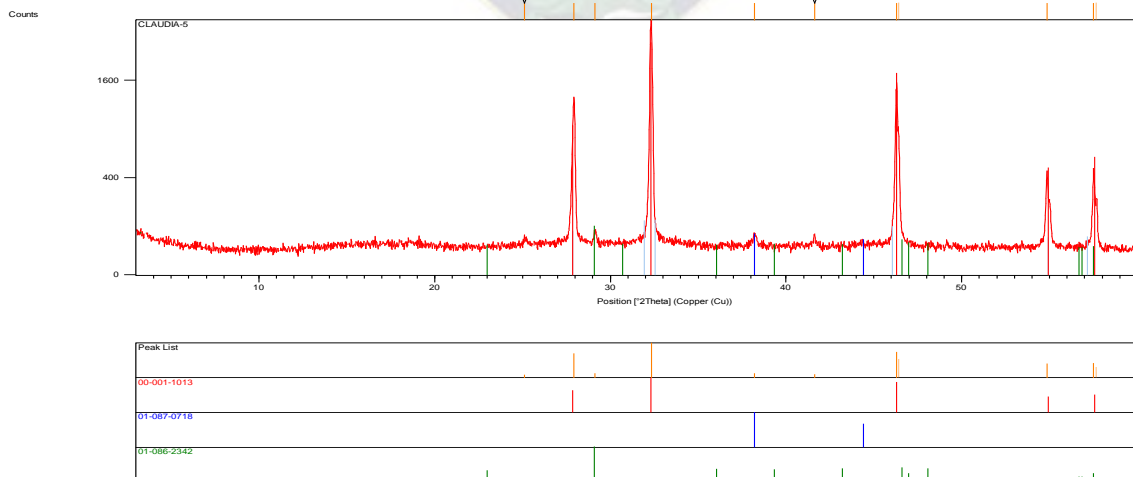
Elementos menores:

No detectados

Elementos Trazas:

Br, Fe.

DIFRACCIÓN RAYOS X (DRX)



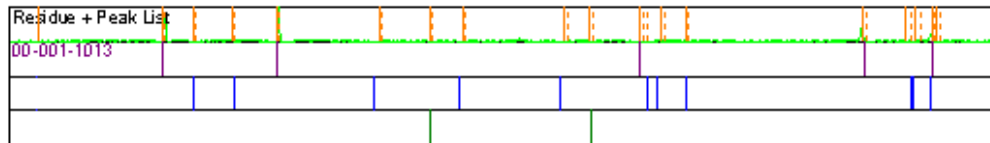
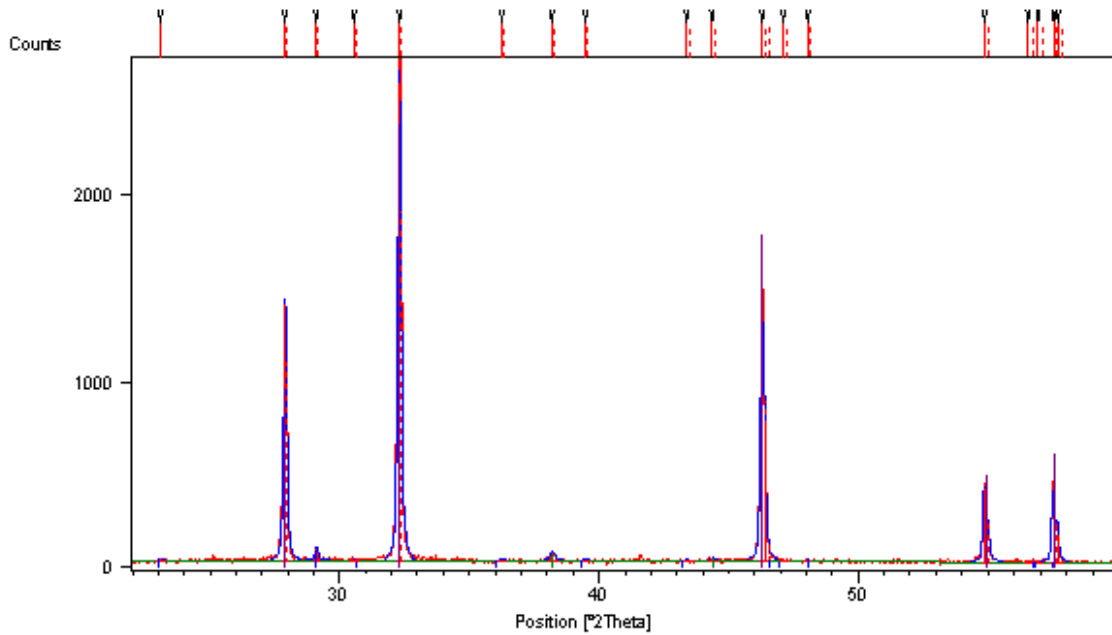
COMPONENTE CRISTALINO IDENTIFICADO:

Chlorargyrite

Ag Cl

ANEXO C
CUANTIFICACIÓN DE FASES

REFINAMIENTO
MÉTODODE RIETVELD



| No. | Ref. Code | CompoundName | Chemical Formula | Score % |
|-----|-------------|---------------|------------------|---------|
| 1 | 00-001-1013 | Chlorargyrite | Ag Cl | 99.9 |

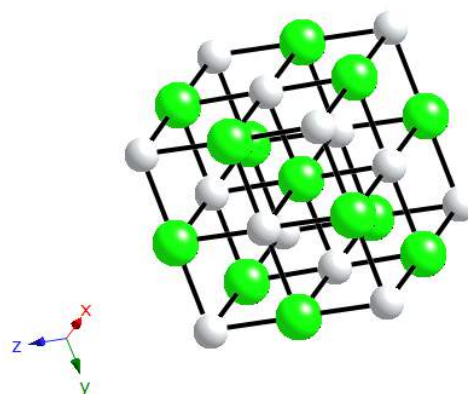
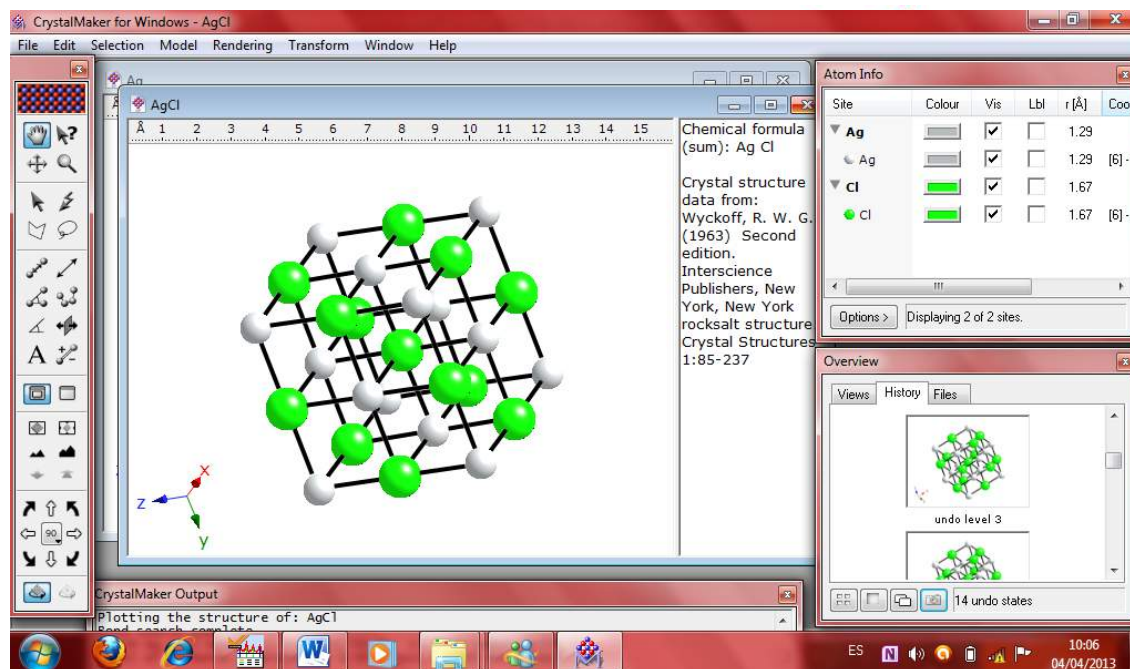
Según los resultados la fase mayoritaria es AgCl con un **99.9%**.

ANEXO C

ESTRUCTURA CRISTALINA DEL CLORURO DE PLATA

Los espectros obtenidos de la muestra indican la presencia de AgCl como fase mayoritaria, con cristales cúbicos.

Estructuras:



Name and formula

Reference code: 00-001-1013

Mineral name: Chlorargyrite
Compound name: Silver Chloride
PDF index name: Silver Chloride

Empirical formula: AgCl
Chemical formula: AgCl

Crystallographic parameters

Crystal system: Cubic
Space group: Fm3m
Space group number: 225

a (Å): 5,5450
b (Å): 5,5450
c (Å): 5,5450
Alpha (°): 90,0000
Beta (°): 90,0000
Gamma (°): 90,0000

Measured density (g/cm³): 5,56
Volume of cell (10⁶ pm³): 170,49
Z: 4,00

RIR: -

Status, subfiles and quality

Status: Marked as deleted by ICDD
Subfiles: Inorganic
Mineral
Quality: Blank (B)

Comments

Color: Colorless
Creation Date: 01/01/1970
Modification Date: 01/01/1970
Deleted Or Rejected By: Delete: superseded by NBS 6-480. Color: Colorless. Optical Data: B=2.071. Melting Point: 455.

References

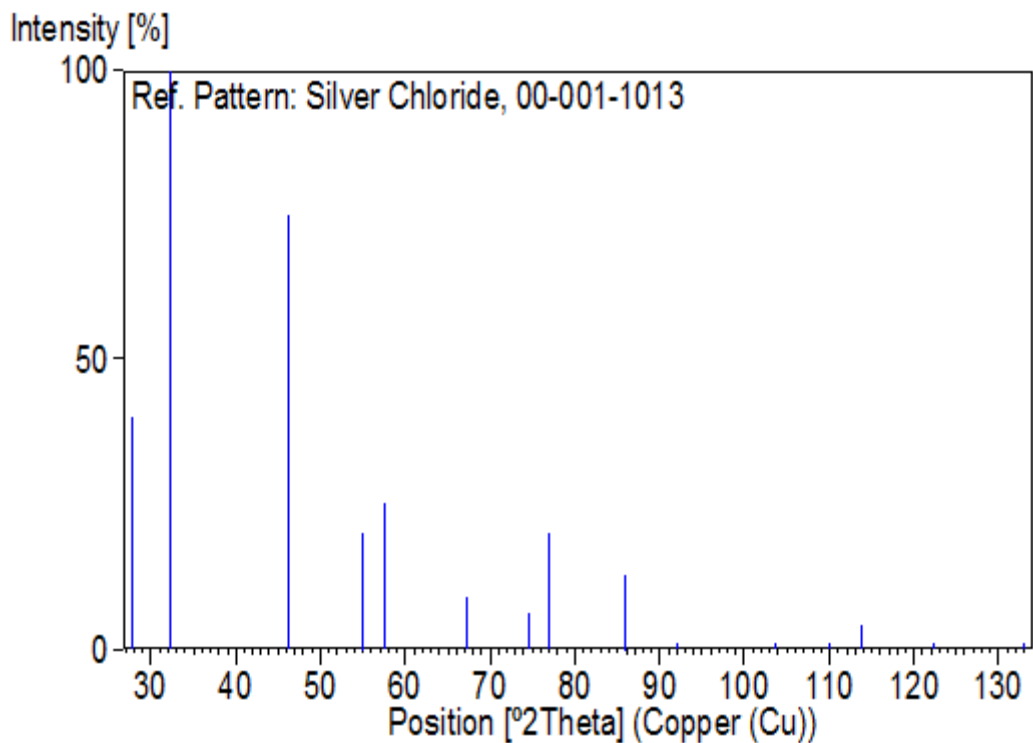
Primary reference:
Unit cell:

Hanawalt. et al., *Anal. Chem.*, **10**, 475, (1938)
The Structure of Crystals, 1st Ed.

Peak list

| No. | h | k | l | d [Å] | 2Theta[deg] | I [%] |
|-----|---|---|---|---------|-------------|-------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3,20000 | 27,858 | 40,0 |
| 2 | 2 | 0 | 0 | 2,77000 | 32,292 | 100,0 |
| 3 | 2 | 2 | 0 | 1,96000 | 46,284 | 75,0 |
| 4 | 3 | 1 | 1 | 1,67000 | 54,937 | 20,0 |
| 5 | 2 | 2 | 2 | 1,60000 | 57,559 | 25,0 |
| 6 | 4 | 0 | 0 | 1,39000 | 67,307 | 9,0 |
| 7 | 3 | 3 | 1 | 1,27000 | 74,679 | 6,0 |
| 8 | 4 | 2 | 0 | 1,24000 | 76,809 | 20,0 |
| 9 | 4 | 2 | 2 | 1,13000 | 85,950 | 13,0 |
| 10 | 5 | 1 | 1 | 1,07000 | 92,094 | 1,0 |
| 11 | 4 | 4 | 0 | 0,98000 | 103,630 | 1,0 |
| 12 | 5 | 3 | 1 | 0,94000 | 110,063 | 1,0 |
| 13 | 6 | 0 | 0 | 0,92000 | 113,709 | 4,0 |
| 14 | 6 | 2 | 0 | 0,88000 | 122,171 | 1,0 |
| 15 | 6 | 2 | 2 | 0,84000 | 132,990 | 1,0 |

StickPattern



ANEXO D

PLATA

EFFECTOS DE LA PLATA SOBRE LA SALUD

Las sales solubles de plata, especialmente el nitrato de plata (AgNO_3), son letales en concentraciones de hasta 2 g. Los compuestos de plata pueden ser absorbidos lentamente por los tejidos corporales, con la consecuente pigmentación azulada o negruzca de la piel (argiria).

Contacto con los ojos: Puede causar graves daños en la córnea si el líquido se pone en contacto con los ojos.

Contacto con la piel: Puede causar irritación de la piel. Contacto repetido y prolongado con la piel puede causar dermatitis alérgica.

Peligros de la inhalación: Exposición a altas concentraciones del vapor puede causar mareos, dificultades para respirar, dolores de cabeza o irritación respiratoria. Concentraciones extremadamente altas pueden causar somnolencia, espasmos, confusión, inconsciencia, coma o muerte.

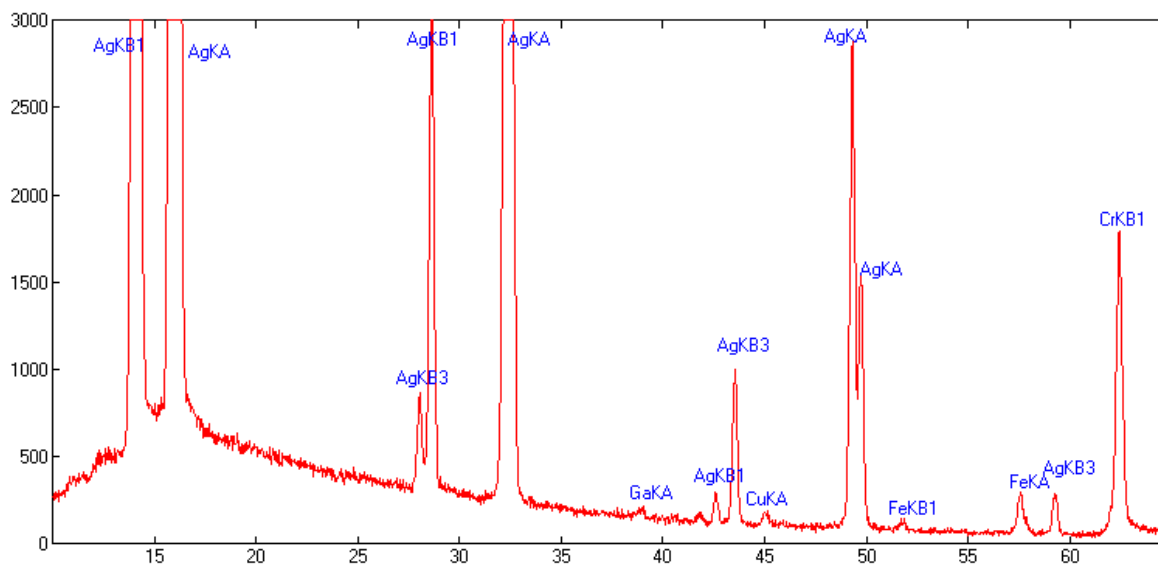
El líquido o el vapor pueden irritar la piel, los ojos, la garganta o los pulmones. El mal uso intencionado consistente en la concentración deliberada de este producto e inhalación de su contenido puede ser dañino o mortal.

Peligros de la ingestión: Moderadamente tóxico. Puede causar molestias estomacales, náuseas, vómitos, diarrea y narcosis. Si el material se traga y es aspirado en los pulmones o si se produce el vómito, puede causar neumonitis química, que puede ser mortal.

ANEXO D

FLUORESCENCIA RAYOS X (FRX)

ELEMENTOS PESADOS DE LA PLATA METALICA



Elemento Mayoritario:

Ag.

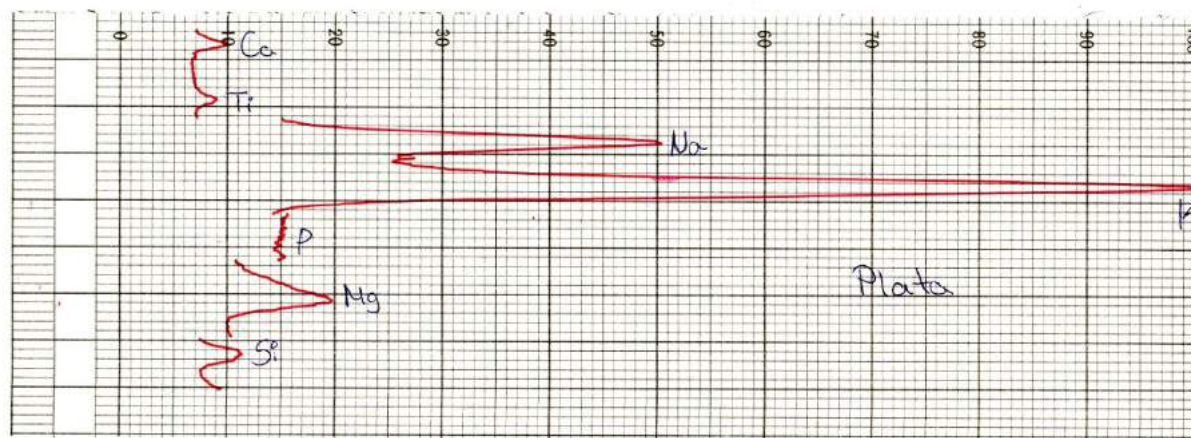
Elementos menores:

No detectados

Elementos Trazas:

Ga, Cu, Fe.

ELEMENTOS LIGEROS DE LA PLATA METALICA



Elementos Trazas: Ca, Ti, Na, K, P, Mg, Si.

ANEXO D

ESTRUCURA CRISTALINA

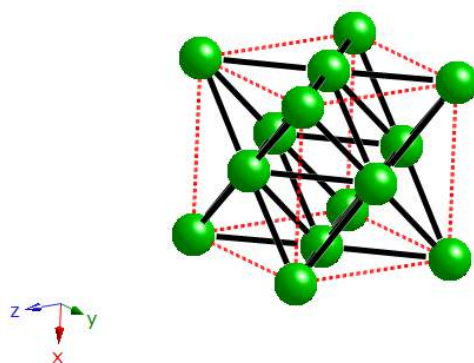
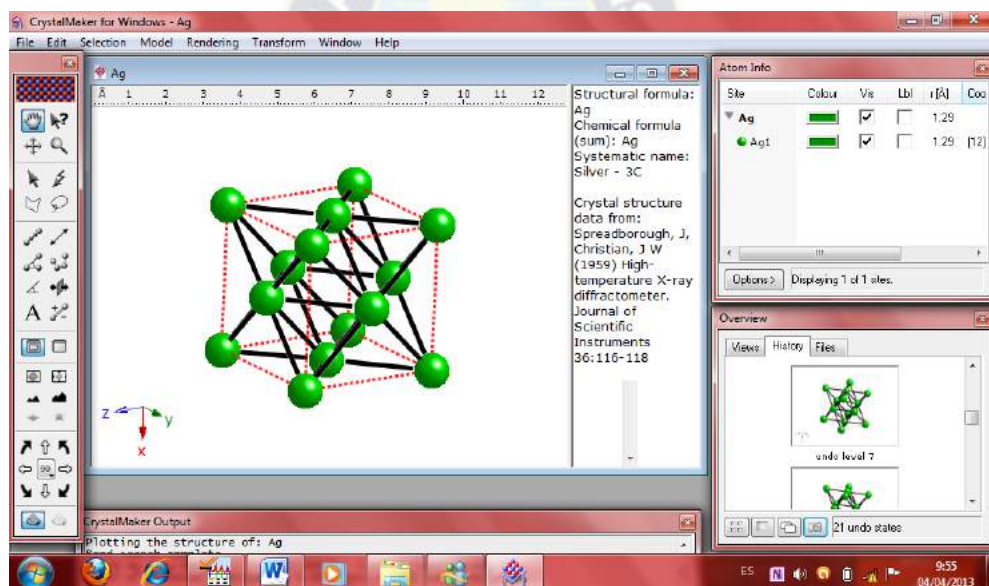
Estructura Cristalina: se refiere al tamaño, la forma y la organización atómica dentro de la red de un material.

Red: Conjunto de puntos, conocidos como puntos de red, que están ordenados de acuerdo a un patrón que se repite en forma idéntica.

Puntos de Red: Puntos que conforman la red cristalina. Lo que rodea a cada punto de red es idéntico en cualquier otra parte del material.

Celda Unitaria: es la subdivisión de la red cristalina que sigue conservando las características generales de toda la red.

ESTRUCURA CRISTALINA DE LA PLATA



Name and formula

Reference code: 01-087-0718
Mineral name: Silver 3C
Compound name: Silver
ICSD name: Silver
Empirical formula: Ag
Chemical formula: Ag

Crystallographic parameters

Crystal system: Cubic
Space group: Fm-3m
Space group number: 225
a (Å): 4,0773
b (Å): 4,0773
c (Å): 4,0773
Alpha (°): 90,0000
Beta (°): 90,0000
Gamma (°): 90,0000
Calculated density (g/cm³): 10,57
Volume of cell (10⁶ pm³): 67,78
Z: 4,00
RIR: 17,20

Subfiles and Quality

Subfiles: Alloy, metal or intermetallic
Corrosion
Inorganic
Mineral
Modelled additional pattern
Quality: Calculated (C)

Comments

ICSD collection code: 064995
Creation Date: 01/01/1970
Modification Date: 01/01/1970
ICSD Collection Code: 064995
Calculated Pattern Original Remarks: REM M PDF 4-783
Calculated Pattern Original Remarks: REM TEM 177
Test from ICSD: No R value given
Test from ICSD: At least one TF missing.

References

Primary reference:

Calculated from ICSD using POWD-12++, (1997)

Structure:

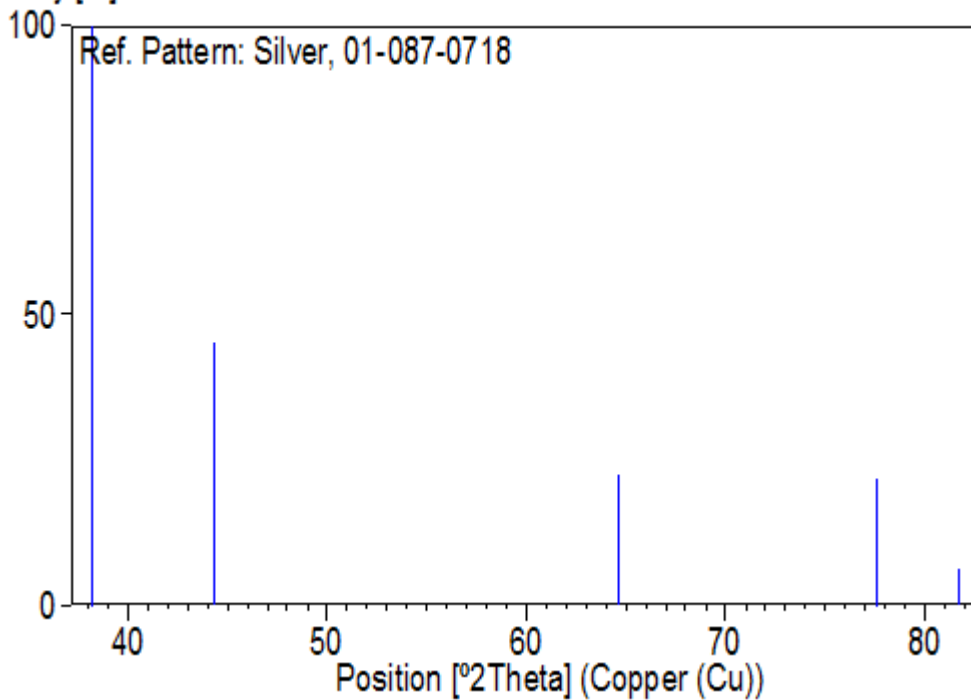
Owen, E.A., Williams, G.I., *J. Sci. Instrum.*, **31**, 49, (1954)

Peak list

| No. | h | k | l | d [Å] | 2Theta[deg] | I [%] |
|-----|---|---|---|---------|-------------|-------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 2,35403 | 38,201 | 100,0 |
| 2 | 2 | 0 | 0 | 2,03865 | 44,401 | 45,2 |
| 3 | 2 | 2 | 0 | 1,44154 | 64,601 | 22,3 |
| 4 | 3 | 1 | 1 | 1,22935 | 77,598 | 22,0 |
| 5 | 2 | 2 | 2 | 1,17702 | 81,756 | 6,0 |

StickPattern

Intensity [%]



ANEXO D

BOLIVIA: COTIZACIÓN OFICIAL DE MINERALES

(En dólares americanos)

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD DE MEDIDA | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|-------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|
| Estaño | Libra Fina | 2,83 | 2,54 | 2,76 | 2,33 | 2,47 | 2,8 | 2,81 | 2,6 | 2,5 | 2,44 | 2,47 | 2,06 | 1,83 | 2,17 | 3,81 | 3,37 | 3,89 | 6,49 | 8,5 | 6,04 | 9,05 | 11,98 |
| Plomo | Libra Fina | 0,35 | 0,25 | 0,25 | 0,19 | 0,25 | 0,29 | 0,35 | 0,3 | 0,2 | 0,23 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,23 | 0,4 | 0,44 | 0,57 | 1,15 | 0,98 | 0,75 | 0,97 | 1,1 |
| Zinc | Libra Fina | 0,67 | 0,5 | 0,55 | 0,45 | 0,45 | 0,47 | 0,46 | 0,6 | 0,5 | 0,49 | 0,52 | 0,41 | 0,35 | 0,37 | 0,47 | 0,61 | 1,44 | 1,51 | 0,87 | 0,73 | 0,98 | 1 |
| Wólfram | Unidad Larga Fina | 39,37 | 52,23 | 53,98 | 57,15 | 36,36 | 58,5 | 47,88 | 42,9 | 39 | 34,42 | 39,5 | 62,19 | 31,54 | 39,96 | 51,79 | 106,25 | 150,33 | 162,56 | 162,56 | 142,24 | 142,24 | 142,24 |
| Plata | Onzas Troy | 4,84 | 3,99 | 3,89 | 4,2 | 5,32 | 5,19 | 5,21 | 4,9 | 5,6 | 5,21 | 4,98 | 4,38 | 4,59 | 4,84 | 6,61 | 7,24 | 11,39 | 13,32 | 15,16 | 14,38 | 19,65 | 35,21 |
| Antimonio | Unidad Larga Fina | 15,65 | 14,91 | 14,53 | 14,73 | 17,98 | 28,88 | 23,63 | 18,2 | 13,9 | 8,5 | 8,42 | 8,11 | 11,43 | 14,33 | 16,84 | 20,49 | 30,56 | 33,47 | 36,58 | 30,72 | 52,12 | 87,71 |
| Oro | Onzas Troy | 383,53 | 362,43 | 343,55 | 363,82 | 384,29 | 383,9 | 388,45 | 334,5 | 294,2 | 279,19 | 279,88 | 270,87 | 305,97 | 360,81 | 408,18 | 454,76 | 599,55 | 688,98 | 870,71 | 962,23 | 1.213,59 | 1.561,59 |
| Cobre | Libra Fina | 1,18 | 1,06 | 1,03 | 0,87 | 1,03 | 1,33 | 1,13 | 1 | 0,8 | 0,71 | 0,82 | 0,72 | 0,71 | 0,79 | 1,28 | 1,64 | 3,01 | 3,23 | 3,22 | 2,26 | 3,38 | 4,04 |
| Cadmio | Libra Fina | 3,36 | 1,96 | 0,84 | 1,26 | 1,01 | 1,61 | 1,14 | 0,5 | 0,3 | 0,19 | 0,18 | 0,23 | 0,31 | 0,57 | 0,52 | 1,32 | 1,49 | 3,42 | 2,73 | 1,11 | 1,72 | 1,25 |

Fuente: VICEMINISTERIO DE POLÍTICA MINERA, REGULACIÓN Y FISCALIZACIÓN.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA

(p): Preliminar

ENCUESTA DEL PRODUCTO

NOMBRE:..... **FECHA:**.....

1. Qué tiempo lleva comprando la plata:
 - a) Menos de un año
 - b) Entre uno y tres años
 - c) Más de tres años

2. Qué tipo de plata es la que compra:
 - a) Plata Piña
 - b) Aleación con otro metal
 - c) Tipo de Calidad

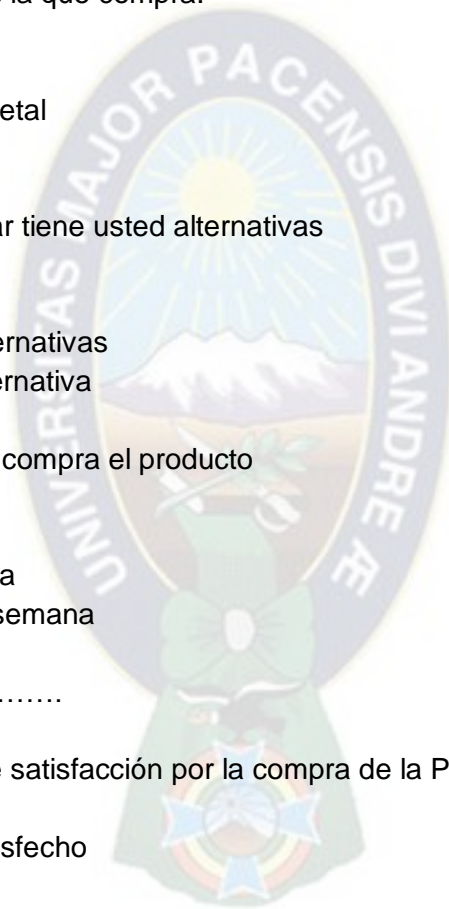
3. A la hora de comprar tiene usted alternativas
 - a) Muchas alternativas
 - b) Tiene una o dos alternativas
 - c) Tiene una única alternativa

4. Con que frecuencia compra el producto
 - a) Cada día
 - b) Una vez a la semana
 - c) Muchas veces a la semana
 - d) Una vez al mes
 - e) Otros:.....

5. Cuál es su grado de satisfacción por la compra de la Plata
 - a) Completamente satisfecho
 - b) Satisfecho
 - c) Insatisfecho
 - d) Completamente insatisfecho

6. La cantidad de plata que compra:
.....

7. Intención de compra
.....



ENCUESTA A LOS PROVEEDORES

| |
|--|
| RAZON SOCIAL: TELEFONO: DIRECCION: FECHA: |
|--|

VOLUMEN DE VENTAS DE LOS TRES ULTIMOS AÑOS

| | |
|-----------------------|--|
| AÑO ACTUAL (n) | |
| AÑO (n-1) | |
| AÑO (n-2) | |

| CLIENTES | SECTOR DE ACTIVIDAD | % VENTAS | PRECIO |
|----------|---------------------|----------|--------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

CANTIDAD DE VENTAS QUE PUEDEN REALIZAR CON NUESTRA EMPRESA

| CANTIDAD | PRECIO |
|----------|--------|
| | |
| | |
| | |
| | |

ANEXO E

IBNORCA

NORMA BOLIVIANA

NB-ISO 14001:2004

Sistemas de gestión ambiental — Requisitos con orientación para su uso

0 Introducción

Organizaciones de todo tipo están cada vez más interesadas en alcanzar y demostrar un sólido desempeño ambiental mediante el control de los impactos de sus actividades, productos y servicios sobre el medio ambiente, acorde con su política y objetivos ambientales. Lo hacen en el contexto de una legislación cada vez más exigente, del desarrollo de políticas económicas y otras medidas para fomentar la protección ambiental, y de un aumento de la preocupación expresada por las partes interesadas por los temas ambientales, incluido el desarrollo sostenible.

Muchas organizaciones han emprendido "revisiones" o "auditorías" ambientales para evaluar su desempeño ambiental. Sin embargo, esas "revisiones" y "auditorías" por sí mismas pueden no ser suficientes para proporcionar a una organización la seguridad de que su desempeño no sólo cumple, sino que continuará cumpliendo los requisitos legales y de su política. Para ser eficaces, necesitan estar desarrolladas dentro de un sistema de gestión que está integrado en la organización.

Las Normas Internacionales sobre gestión ambiental tienen como finalidad proporcionar a las organizaciones los elementos de un sistema de gestión ambiental (SGA) eficaz que puedan ser integrados con otros requisitos de gestión, y para ayudar a las organizaciones a lograr metas ambientales y económicas. Estas normas, al igual que otras Normas Internacionales, no tienen como fin ser usadas para crear barreras comerciales no arancelarias, o para incrementar o cambiar las obligaciones legales de una organización.

Esta Norma Internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental que le permita a una organización desarrollar e implementar una política y unos objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y la información sobre los aspectos ambientales significativos. Es su intención que sea aplicable a todos los tipos y tamaños de organizaciones y para ajustarse a diversas condiciones geográficas, culturales y sociales. La base de este enfoque se muestra en la Figura 1. El éxito del sistema depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización y especialmente de la alta dirección. Un sistema de este tipo permite a una organización desarrollar una política ambiental, establecer objetivos y procesos para alcanzar los compromisos de la política, tomar las acciones necesarias para mejorar su rendimiento y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta Norma Internacional. El objetivo global de esta Norma Internacional es apoyar la protección ambiental y la prevención de la contaminación en equilibrio con las necesidades socioeconómicas. Debería resaltarse que muchos de los requisitos pueden ser aplicados simultáneamente, o reconsiderados en cualquier momento.

La segunda edición de esta Norma Internacional está enfocada a proporcionar claridad sobre la primera edición, y se han tenido en cuenta las disposiciones de la Norma ISO 9001:2000 con el fin de mejorar la compatibilidad de las dos normas para beneficio de la comunidad de usuarios.

Para facilitar su uso, los apartados del capítulo 4 se encuentran relacionados en el cuerpo de esta norma y en el anexo A. Por ejemplo, los apartados 4.3.3 y A.3.3 tratan sobre objetivos, metas y programas, y los apartados 4.5.5 y A.5.5 tratan sobre auditorías internas.

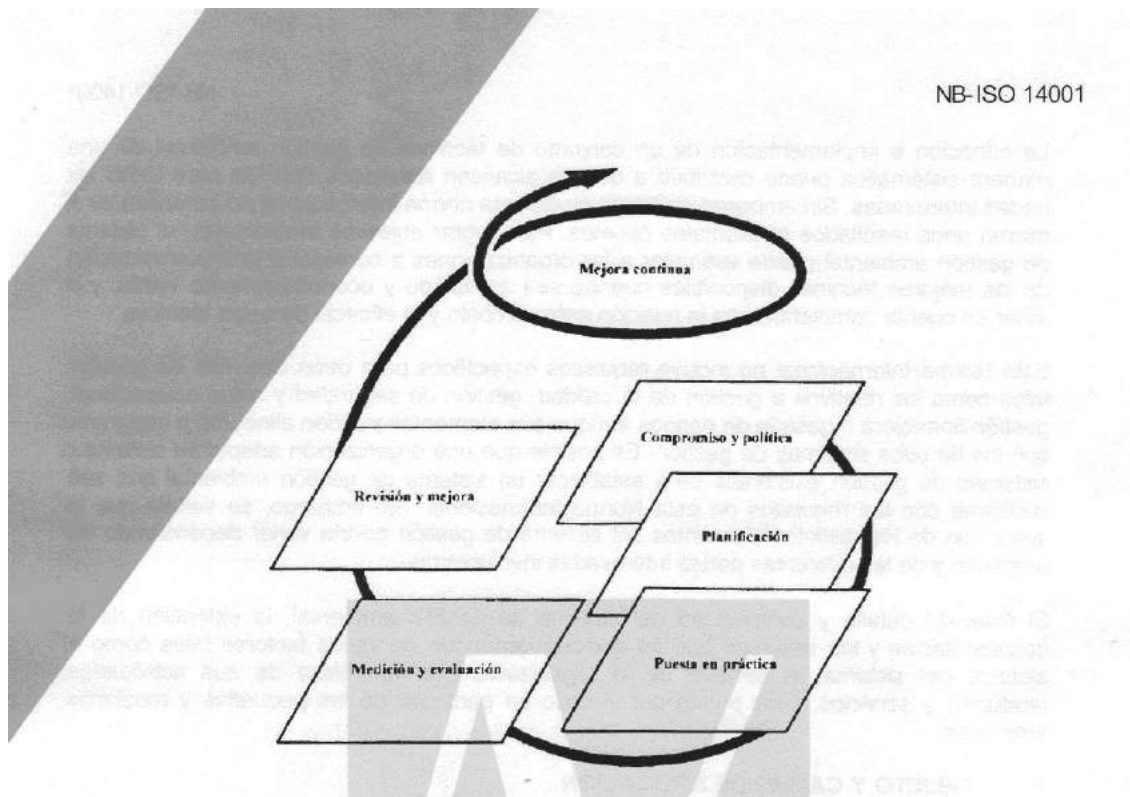
Además, el anexo B identifica las correspondencias técnicas generales entre NB-ISO 14001:2004 y NB-ISO 9001:2000 y viceversa.

Existe una diferencia importante entre esta Norma Internacional, que describe los requisitos para el sistema de gestión ambiental de una organización y se puede usar para certificación/registro o la autodeclaración de un sistema de gestión ambiental de una organización, y una directriz no certificable destinada a proporcionar asistencia genérica a una organización para establecer, implementar o mejorar un sistema de gestión ambiental.

La gestión ambiental abarca una serie completa de temas, incluidos aquellos con implicaciones estratégicas y competitivas. El demostrar que esta Norma Internacional se ha implementado con éxito puede servir para que una organización garantice a las partes interesadas que cuenta con un sistema de gestión ambiental apropiado.

En otras Normas Internacionales, particularmente en aquellas sobre gestión ambiental, en los documentos establecidos por el ISO/TC 207, se proporciona orientación sobre técnicas de apoyo de gestión ambiental.

Cualquier referencia a otras Normas Internacionales se hace únicamente con propósitos informativos.



NOTA

Esta Norma Internacional se basa en la metodología conocida como Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA). La metodología PHVA se puede describir brevemente como:

- Planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con la política ambiental de la organización.
- Hacer: implementar los procesos.
- Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos respecto a la política ambiental, los objetivos, las metas y los requisitos legales y otros requisitos, e informar sobre los resultados.
- Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño del sistema de gestión ambiental.

Muchas organizaciones gestionan sus operaciones por medio de la aplicación de un sistema de procesos y sus interacciones, que se puede denominar como "enfoque basado en procesos". La Norma NB-ISO 9001:2000 promueve el uso del enfoque basado en procesos. Ya que la metodología PHVA se puede aplicar a todos los procesos, las dos metodologías se consideran compatibles.

Figura 1 — Modelo de sistema de gestión ambiental para esta Norma Internacional

Esta Norma Internacional contiene solamente aquellos requisitos que pueden ser auditados objetivamente. Se invita a aquellas organizaciones que requieran orientación más general sobre la amplia variedad de temas relacionados con los sistemas de gestión ambiental, a que consulten la Norma NB-ISO 14004:2004.

Esta Norma Internacional no establece requisitos absolutos para el desempeño ambiental más allá de los compromisos incluidos en la política ambiental, de cumplir con los requisitos legales aplicables y con otros requisitos que la organización suscriba, la prevención de la contaminación y la mejora continua. Por tanto, dos organizaciones que realizan actividades similares con diferente desempeño ambiental, pueden ambas cumplir con sus requisitos.

La adopción e implementación de un conjunto de técnicas de gestión ambiental de una manera sistemática puede contribuir a que se alcancen resultados óptimos para todas las partes interesadas. Sin embargo, la adopción de esta norma internacional no garantiza en sí misma unos resultados ambientales óptimos. Para lograr objetivos ambientales, el sistema de gestión ambiental puede estimular a las organizaciones a considerar la implementación de las mejores técnicas disponibles cuando sea apropiado y económicamente viable, y a tener en cuenta completamente la relación entre el costo y la eficacia de estas técnicas.

Esta Norma Internacional no incluye requisitos específicos para otros sistemas de gestión, tales como los relativos a gestión de la calidad, gestión de seguridad y salud ocupacional, gestión financiera o gestión de riesgos aunque sus elementos pueden alinearse o integrarse con los de otros sistemas de gestión. Es posible que una organización adapte su sistema o sistemas de gestión existentes para establecer un sistema de gestión ambiental que sea conforme con los requisitos de esta Norma Internacional. Sin embargo, se señala que la aplicación de los distintos elementos del sistema de gestión podría variar dependiendo del propósito y de las diferentes partes interesadas involucradas.

El nivel de detalle y complejidad del sistema de gestión ambiental, la extensión de la documentación y los recursos que se dedican dependen de varios factores tales como el alcance del sistema, el tamaño de la organización, la naturaleza de sus actividades, productos y servicios. Este podría ser el caso en particular de las pequeñas y medianas empresas.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental, destinados a permitir que una organización desarrolle e implemente una política y unos objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba, y la información relativa a los aspectos ambientales significativos. Se aplica a aquellos aspectos ambientales que la organización identifica que puede controlar y aquellos sobre los que la organización puede tener influencia. No establece por sí misma criterios de desempeño ambiental específicos.

Esta Norma Internacional se aplica a cualquier organización que desee:

- a) establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión ambiental;
- b) asegurarse de su conformidad con su política ambiental establecida;
- c) demostrar la conformidad con esta Norma Internacional por:
 - 1) la realización de una autoevaluación y autodeclaración, o
 - 2) la búsqueda de confirmación de dicha conformidad por las partes interesadas en la organización, tales como clientes; o
 - 3) la búsqueda de confirmación de su autodeclaración por una parte externa a la organización; o
 - 4) la búsqueda de la certificación/registro de su sistema de gestión ambiental por una parte externa a la organización.

Todos los requisitos de esta Norma Internacional tienen como fin su incorporación a cualquier sistema de gestión ambiental. Su grado de aplicación depende de factores tales como la política ambiental de la organización, la naturaleza de sus actividades, productos y servicios y la localización donde y las condiciones en las cuales opera.

Esta Norma Internacional también proporciona, en el anexo A, orientación de carácter informativo sobre su uso.

2 NORMAS PARA CONSULTA

No se citan referencias normativas. Este apartado se incluye con el propósito de mantener el mismo orden numérico de los apartados de la edición anterior (NB-ISO 14001:1996).

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma internacional se aplican las siguientes definiciones.

3.1 Auditor

Persona con competencia para llevar a cabo una auditoría (NB-ISO 9000:2000, 3.9.9)

3.2 Mejora continua

Proceso recurrente de optimización del **sistema de gestión ambiental** (3.8) para lograr mejoras en el **desempeño ambiental** global (3.10) de forma coherente con la **política ambiental** (3.11) de la **organización** (3.16).

NOTA

No es necesario que dicho proceso se lleve a cabo de forma simultánea en todas las áreas de actividad.

3.3 Acción correctiva

Acción para eliminar la causa de un **no conformidad** (3.15) detectada

3.4 Documento

Información y su medio de soporte

NOTA 1

El medio de soporte puede ser papel, disco magnético, óptico o electrónico, fotografía o muestras patrón, o una combinación de éstos.

NOTA 2

Adaptada del apartado 3.7.2 de la Norma NB-ISO 9000:2000.

3.5 Medio ambiente

Entorno en el cual una **organización** (3.16) opera, incluidos el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones

NOTA

El entorno en este contexto se extiende desde el interior de una **organización** (3.16) hasta el sistema global.

3.6 Aspecto ambiental

Elemento de las actividades, productos o servicios de una **organización** (3.16) que puede interactuar con el **medio ambiente** (3.5)

NOTA

Un aspecto ambiental significativo tiene o puede tener un **impacto ambiental** (3.7) significativo.

3.7 Impacto ambiental

Cualquier cambio en el **medio ambiente** (3.5), ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los **aspectos ambientales** (3.6) de una **organización** (3.16)

3.8 Sistema de gestión ambiental SGA

Parte del sistema de gestión de una **organización** (3.16), empleada para desarrollar e implementar su **política ambiental** (3.11) y gestionar sus **aspectos ambientales** (3.6)

NOTA 1

Un sistema de gestión es un grupo de elementos interrelacionados usados para establecer la política y los objetivos y para cumplir estos objetivos.

NOTA 2

Un sistema de gestión incluye la estructura de la organización, la planificación de actividades, las responsabilidades, las prácticas, los **procedimientos** (3.19), los procesos y los recursos.

3.9 Objetivo ambiental

Fin ambiental de carácter general coherente con la **política ambiental** (3.11), que una **organización** (3.16) se establece

3.10 Desempeño ambiental

Resultados medibles de la gestión que hace una **organización** (3.16) de sus **aspectos ambientales** (3.6)

NOTA

En el contexto de los **sistemas de gestión ambiental** (3.8), los resultados se pueden medir respecto a la **política ambiental** (3.11), los **objetivos ambientales** (3.9) y las **metas ambientales** (3.12) de la **organización** (3.16) y otros requisitos de desempeño ambiental.

3.11 Política ambiental

Intenciones y dirección generales de una **organización** (3.16) relacionadas con su **desempeño ambiental** (3.10), como las ha expresado formalmente la alta dirección.

NOTA

La política ambiental proporciona una estructura para la acción y para el establecimiento de los **objetivos ambientales** (3.9) y las **metas ambientales** (3.12).

3.12 Meta ambiental

Requisito de desempeño detallado aplicable a la **organización** (3.16) o a partes de ella, que tiene su origen en los **objetivos ambientales** (3.9) y que es necesario establecer y cumplir para alcanzar dichos objetivos

3.13 Parte interesada

Persona o grupo que tiene interés o está afectado por el **desempeño ambiental** (3.10) de una **organización** (3.16)

3.14 Auditoría interna

Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoría y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de auditoría del sistema de gestión ambiental fijado por la **organización** (3.16)

NOTA

En muchos casos, particularmente en organizaciones pequeñas, la independencia puede demostrarse al estar libre el auditor de responsabilidades en la actividad que se audita.

3.15 No conformidad

Incumplimiento de un requisito

(NB-ISO 9000:2000, 3.6.2)

3.16 Organización

Compañía, corporación, firma, empresa, autoridad o institución, o parte o combinación de ellas, sean o no sociedades, pública o privada, que tiene sus propias funciones y administración

NOTA

Para organizaciones con más de una unidad operativa, una unidad operativa por sí sola puede definirse como una organización.

3.17 Acción preventiva

Acción para eliminar la causa de una no conformidad (3.15) potencial

3.18 Prevención de la contaminación

Utilización de procesos, prácticas, técnicas, materiales, productos, servicios o energía para evitar, reducir o controlar (en forma separada o en combinación) la generación, emisión o descarga de cualquier tipo de contaminante o residuo, con el fin de reducir **impactos ambientales** (3.7) adversos

NOTA

La prevención de la contaminación puede incluir reducción o eliminación en la fuente, cambios en el proceso, producto o servicio, uso eficiente de recursos, sustitución de materiales o energía, reutilización, recuperación, reciclaje, aprovechamiento y tratamiento.

3.19 Procedimiento

Forma especificada de llevar a cabo una actividad o proceso

NOTA 1

Los procedimientos pueden estar documentados o no.

NOTA 2

Adaptada del apartado 3.4.5 de la Norma NB-ISO 9000:2000.

3.20 Registro

Documento (3.4) que presenta resultados obtenidos, o proporciona evidencia de las actividades desempeñadas

NOTA

Adaptada del apartado 3.7.6 de la Norma NB-ISO 9000:2000.

4 REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

4.1 Requisitos generales

La organización debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión ambiental de acuerdo con los requisitos de esta norma internacional, y determinar cómo cumplirá estos requisitos.

La organización debe definir y documentar el alcance de su sistema de gestión ambiental.

4.2 Política ambiental

La alta dirección debe definir la política ambiental de la organización y asegurarse de que, dentro del alcance definido de su sistema de gestión ambiental, ésta:

- a) es apropiada a la naturaleza, magnitud e impactos ambientales de sus actividades, productos y servicios;
- b) incluye un compromiso de mejora continua y prevención de la contaminación;
- c) incluye un compromiso de cumplir con los requisitos legales aplicables y con otros requisitos que la organización suscriba relacionados con sus aspectos ambientales;
- d) proporciona el marco de referencia para establecer y revisar los objetivos y las metas ambientales;
- e) se documenta, implementa y mantiene;
- f) se comunica a todas las personas que trabajan para la organización o en nombre de ella; y
- g) está a disposición del público.

4.3 Planificación

4.3.1 Aspectos ambientales

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

- a) identificar los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios que pueda controlar y aquellos sobre los que pueda influir dentro del alcance definido del sistema de gestión ambiental, teniendo en cuenta los desarrollos nuevos o planificados, o las actividades, productos y servicios nuevos o modificados; y
- b) determinar aquellos aspectos que tienen o pueden tener impactos significativos sobre el medio ambiente (es decir, aspectos ambientales significativos).

La organización debe documentar esta información y mantenerla actualizada.

La organización debe asegurarse de que los aspectos ambientales significativos se tengan en cuenta en el establecimiento, implementación y mantenimiento de su sistema de gestión ambiental.

4.3.2 Requisitos legales y otros requisitos

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

- a) identificar y tener acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba relacionados con sus aspectos ambientales; y
- b) determinar cómo se aplican estos requisitos a sus aspectos ambientales.

La organización debe asegurarse de que estos requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba se tengan en cuenta en el establecimiento, implementación y mantenimiento de su sistema de gestión ambiental.

4.3.3 Objetivos, metas y programas

La organización debe establecer, implementar y mantener objetivos y metas ambientales documentados, en los niveles y funciones pertinentes dentro de la organización.

Los objetivos y metas deben ser medibles cuando sea factible y deben ser coherentes con la política ambiental, incluidos los compromisos de prevención de la contaminación, el cumplimiento con los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba, y con la mejora continua.

Cuando una organización establece y revisa sus objetivos y metas, debe tener en cuenta los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba, y sus aspectos ambientales significativos. Además, debe considerar sus opciones tecnológicas y sus requisitos financieros, operacionales y comerciales, así como las opiniones de las partes interesadas.

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios programas para alcanzar sus objetivos y metas. Estos programas deben incluir:

- a) la asignación de responsabilidades para lograr los objetivos y metas en las funciones y niveles pertinentes de la organización; y
- b) los medios y plazos para lograrlos.

4.4 Implementación y operación

4.4.1 Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad

La dirección debe asegurarse de la disponibilidad de recursos esenciales para establecer, implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión ambiental. Estos, incluyen los recursos humanos y habilidades especializadas, infraestructura de la organización, y los recursos financieros y tecnológicos.

Las funciones, las responsabilidades y la autoridad se deben definir, documentar y comunicar para facilitar una gestión ambiental eficaz.

La alta dirección de la organización debe designar uno o varios representantes de la dirección, quien, independientemente de otras responsabilidades, debe tener definidas sus funciones, responsabilidades y autoridad para:

- a) asegurarse de que el sistema de gestión ambiental se establece, implementa y mantiene de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional;

- b) informar a la alta dirección sobre el desempeño del sistema de gestión ambiental para su revisión, incluyendo las recomendaciones para la mejora.

4.4.2 Competencia, formación y toma de conciencia

La organización debe asegurarse de que cualquier persona que realice tareas para ella o en su nombre, que potencialmente pueda causar uno o varios impactos ambientales significativos identificados por la organización, sea competente tomando como base una educación, formación o experiencia adecuados, y debe mantener los registros asociados.

La organización debe identificar las necesidades de formación relacionadas con sus aspectos ambientales y su sistema de gestión ambiental. Debe proporcionar formación o emprender otras acciones para satisfacer estas necesidades, y debe mantener los registros asociados.

La organización debe establecer y mantener uno o varios procedimientos para que sus empleados o las personas que trabajan en su nombre tomen conciencia de:

- a) la importancia de la conformidad con la política ambiental, los procedimientos y requisitos del sistema de gestión ambiental;
- b) los aspectos ambientales significativos, los impactos relacionados reales o potenciales asociados con su trabajo y los beneficios ambientales de un mejor desempeño personal;
- c) sus funciones y responsabilidades en el logro de la conformidad con los requisitos del sistema de gestión ambiental; y
- d) las consecuencias potenciales de desviarse de los procedimientos especificados.

4.4.3 Comunicación

En relación con sus aspectos ambientales y su sistema de gestión ambiental, la organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

- a) la comunicación interna entre los diversos niveles y funciones de la organización;
- b) recibir, documentar y responder a las comunicaciones pertinentes de las partes interesadas externas.

La organización debe decidir si comunica o no externamente información acerca de sus aspectos ambientales significativos y debe documentar su decisión. Si la decisión es comunicarla, la organización debe establecer e implementar uno o varios métodos para realizar esta comunicación externa.

4.4.4 Documentación

La documentación del sistema de gestión ambiental debe incluir:

- a) la política, objetivos y metas ambientales;
- b) la descripción del alcance del sistema de gestión ambiental;
- c) la descripción de los elementos principales del sistema de gestión ambiental y su interacción, así como la referencia a los documentos relacionados;
- d) los documentos, incluyendo los registros requeridos en esta Norma Internacional; y
- e) los documentos, incluyendo los registros determinados por la organización como necesarios para asegurar la eficacia de la planificación, operación y control de procesos relacionados con sus aspectos ambientales significativos.

4.4.5 Control de documentos

Los documentos requeridos por el sistema de gestión ambiental y por esta norma internacional se deben controlar.

Los registros son un tipo especial de documento y se deben controlar de acuerdo con los requisitos establecidos en el apartado 4.5.4.

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

- a) aprobar los documentos con relación a su adecuación antes de su emisión;
- b) revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario, y aprobarlos nuevamente;
- c) asegurarse de que se identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos;
- d) asegurarse de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables están disponibles en los puntos de uso;
- e) asegurarse de que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables;
- f) asegurarse de que se identifican los documentos de origen externo que la organización ha determinado que son necesarios para la planificación y operación del sistema de gestión ambiental y se controla su distribución; y
- g) prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón.

4.4.6 Control operacional

La organización debe identificar y planificar aquellas operaciones que están asociadas con los aspectos ambientales significativos identificados, de acuerdo con su política ambiental, objetivos y metas, con el objeto de asegurarse de que se efectúan bajo las condiciones especificadas, mediante:

- a) el establecimiento, implementación y mantenimiento de uno o varios procedimientos documentados para controlar situaciones en las que su ausencia podría llevar a desviaciones de la política, los objetivos y metas ambientales; y
- b) el establecimiento de criterios operacionales en los procedimientos; y
- c) el establecimiento, implementación y mantenimiento de procedimientos relacionados con aspectos ambientales significativos identificados de los bienes y servicios utilizados por la organización, y la comunicación de los procedimientos y requisitos aplicables a los proveedores, incluyendo contratistas.

4.4.7 Preparación y respuesta ante emergencias

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para identificar situaciones potenciales de emergencia y accidentes potenciales que pueden tener impactos en el medio ambiente y cómo responder ante ellos.

La organización debe responder ante situaciones de emergencia y accidentes reales y prevenir o mitigar los impactos ambientales adversos asociados.

La organización debe revisar periódicamente, y modificar cuando sea necesario sus procedimientos de preparación y respuesta ante emergencias, en particular después de que ocurran accidentes o situaciones de emergencia.

La organización también debe realizar pruebas periódicas de tales procedimientos, cuando sea factible.

4.5 Verificación

4.5.1 Seguimiento y medición

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para hacer el seguimiento y medir de forma regular las características fundamentales de sus operaciones que pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente. Los procedimientos deben incluir la documentación de la información para hacer el seguimiento del desempeño, de los controles operacionales aplicables y de la conformidad con los objetivos y metas ambientales de la organización.

La organización debe asegurarse de que los equipos de seguimiento y medición se utilicen y mantengan calibrados o verificados, y se deben conservar los registros asociados.

4.5.2 Evaluación del cumplimiento legal

4.5.2.1 En coherencia con su compromiso de cumplimiento, la organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para evaluar periódicamente el cumplimiento de los requisitos legales aplicables.

La organización debe mantener los registros de los resultados de las evaluaciones periódicas.

4.5.2.2 La organización debe evaluar el cumplimiento con otros requisitos que suscriba. La organización puede combinar esta evaluación con la evaluación del cumplimiento legal mencionada en el apartado 4.5.2.1, o establecer uno o varios procedimientos separados.

La organización debe mantener los registros de los resultados de las evaluaciones periódicas.

4.5.3 No conformidad, acción correctiva y acción preventiva

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para tratar las no conformidades reales y potenciales y tomar acciones correctivas y acciones preventivas. Los procedimientos deben definir requisitos para:

- a) la identificación y corrección de las no conformidades y tomando las acciones para mitigar sus impactos ambientales;
- a) la investigación de las no conformidades, determinando sus causas y tomando las acciones con el fin de prevenir que vuelvan a ocurrir;
- b) la evaluación de la necesidad de acciones para prevenir las no conformidades y la implementación de las acciones apropiadas definidas para prevenir su ocurrencia;
- c) el registro de los resultados de las acciones preventivas y acciones correctivas tomadas;
- y
- d) la revisión de la eficacia de las acciones preventivas y acciones correctivas tomadas.

Las acciones tomadas deben ser las apropiadas en relación a la magnitud de los problemas e impactos ambientales encontrados.

La organización debe asegurarse de que cualquier cambio necesario se incorpore a la documentación del sistema de gestión ambiental.

4.5.4 Control de los registros

La organización debe establecer y mantener los registros que sean necesarios, para demostrar la conformidad con los requisitos de su sistema de gestión ambiental y de esta Norma Internacional, y para demostrar los resultados logrados.

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de retención y la disposición de los registros.

Los registros deben ser y permanecer legibles, identificables y trazables.

4.5.5 Auditoría interna

La organización debe asegurarse de que las auditorías internas del sistema de gestión ambiental se realizan a intervalos planificados para:

- a) determinar si el sistema de gestión ambiental:
 1. es conforme con las disposiciones planificadas para la gestión ambiental, incluidos los requisitos de esta Norma Internacional; y
 2. se ha implementado adecuadamente y se mantiene; y
- b) proporcionar información a la dirección sobre los resultados de las auditorías.

La organización debe planificar, establecer, implementar y mantener programas de auditoría, teniendo en cuenta la importancia ambiental de las operaciones implicadas y los resultados de las auditorías previas.

Se deben establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos de auditoría que traten sobre:

- las responsabilidades y los requisitos para planificar y realizar las auditorías, informar sobre los resultados y mantener los registros asociados;
- la determinación de los criterios de auditoría, su alcance, frecuencia y métodos.

La selección de los auditores y la realización de las auditorías debe asegurar la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría.

4.6 Revisión por la dirección

La alta dirección debe revisar el sistema de gestión ambiental de la organización, a intervalos planificados, para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continuas. Estas revisiones deben incluir la evaluación de oportunidades de mejora y la necesidad de efectuar cambios en el sistema de gestión ambiental, incluyendo la política ambiental, los objetivos y las metas ambientales. Se deben conservar los registros de las revisiones por la dirección.

Los elementos de entrada para las revisiones por la dirección deben incluir:

- a) los resultados de las auditorías internas y evaluaciones de cumplimiento con los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba;
- b) las comunicaciones de las partes interesadas externas, incluidas las quejas;

- c) el desempeño ambiental de la organización;
- d) el grado de cumplimiento de los objetivos y metas;
- e) el estado de las acciones correctivas y preventivas;
- f) el seguimiento de las acciones resultantes de las revisiones previas llevadas a cabo por la dirección;
- g) los cambios en las circunstancias, incluyendo la evolución de los requisitos legales y otros requisitos relacionados con sus aspectos ambientales; y
- h) las recomendaciones para la mejora.

Los resultados de las revisiones por la dirección deben incluir todas las decisiones y acciones tomadas relacionadas con posibles cambios en la política ambiental, objetivos, metas y otros elementos del sistema de gestión ambiental, coherentes con el compromiso de mejora continua.

ANEXO F
MATRIZ DE IDENTIFICACION DE PELIGROS Y LA EXISTENCIA DE RIESGOS

| AREAS DE TRABAJO | CODIGO PELIGRO | PELIGRO | CAUSAS QUE ORIGINAN EL RIESGO | RIESGO |
|-------------------|--------------------------|--|---|---|
| PRODUCCION | P2 | CAIDAS AL MISMO NIVEL | Piso de cerámica | Contusiones, fractura |
| | P4 | CONTACTOS CON PARTES CALIENTES O FRIAS | Secador | Quemadura de primer, segundo y tercer nivel, por maquinaria |
| | P5 | PROYECCION DE PARTICULAS O FRAGMENTOS | Manipulación del cloruro de plata | Irritación en los ojos, afección a los pulmones. |
| | P7 | CORTES, GOLPES, PENETRACIONES POR HERRAMIENTAS | Manipulación de herramientas punzo cortantes | Contusiones, heridas. |
| | P9 | CAIDA DE OBJETOS | Existe en la vitrina instrumentos de laboratorio que exceden la estatura del operario | Golpes en la cabeza, heridas |
| | P12 | GOLPES POR OBJETOS INMOVILES O PARTES SALIENTES | Choques con el mesón, escritorio, vitrina y equipos. | Golpes en el cuerpo, y posibles heridas |
| | P13 | INCENDIOS | Escritorio, vitrina, son causal de incendio | Muerte, pérdidas materiales, quemaduras. |
| | P23 | Exposición a gases toxicas o vapores | Vapor que se desprende del secado de cloruro de plata | Daños a la piel, irritación de los ojos y daños a los pulmones. |
| | P21 | CONTACTO O INGESTION DE LIQUIDOS PELIGROSOS | Debido a la succión que realiza el operario | Daños al aparato digestivo. |
| | P27 | MOVIMIENTOS REPETITIVOS | Trabajo de pie | Varices, fatiga muscular. |
| P29 | SOBRE ESFUERZOS VISUALES | Debido a los controles en la lixiviación y preparación de soluciones | Trastorno visual, irritación ocular. | |

| FACTORES DE PROBABILIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|--|----------------------|-----------|---|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--|--------------------------|--------------------|
| FRECUENCIA Y DURACION DE LA EXPOSICION | | | | | CANTIDAD DE TRABAJADORES EXPUESTOS | | | CONDICIONES PREVENTIVAS Y DE CONTROL EXISTENTE | | | EXISTENCIA DE ESTANDARES Y PROCEDIMIENTOS | | | COMPETENCIA DEL TRABAJADOR | | | PROBABILIDAD TOTAL |
| UNA VEZ AL DIA | HASTA 2 HORAS EN LA JORNADA | HASTA 4 HORAS EN LA JORNADA | UNA JORNADA (8 HORAS) | MAS DE UNA JORNADA DE TRABAJO | UN TRABAJADOR | DE 2 A 4 TRABAJADORES | MAS DE 4 TRABAJADORES | EXISTEN / SATISFACTORIAS | EXISTEN PARCIALMENTE | NO EXISTE | EXISTEN ESTANDARES/ PROCEDIMIENTOS | EXISTEN ESTNDARES POCO ADECUADOS | NO EXISTEN ESTANDARES/ PROCEDIMIENTOS | TRABAJADOR COMPETENTE | TRABAJADOR CON CIERTO GRADO DE COMPETENCIA | TRABAJADOR NO COMPETENTE | |
| | | | | 17,5 | | 8 | | 0 | | | 0 | | | | 3 | | 28,5 |
| | 5 | | | | 4 | | | | 5 | | 0 | | | | 3 | | 17 |
| | | 10 | | | 4 | | | | 5 | | | 3 | | | 3 | | 22 |
| 1 | | | | | | 8 | | | 5 | | 0 | | | | 3 | | 17 |
| | 5 | | | | | 8 | | | 5 | | | 3 | | | 3 | | 21 |
| | | | 14 | | | 8 | | | 5 | | 0 | | | | 3 | | 30 |
| 1 | | | | | 4 | | | 0 | | | 0 | | | | 3 | | 8 |
| | 5 | | | | 4 | | | | 5 | | | 3 | | | 3 | | 17 |
| 1 | | | | | 4 | | | 0 | | | 0 | | | | 3 | | 8 |
| | | | 14 | | | 8 | | | 5 | | | 3 | | | 3 | | 30 |
| | 5 | | | | | 8 | | | 5 | | | 3 | | | 3 | | 21 |

FACTORES DE CONSECUENCIA

| CONSECUENCIA EN TRABAJADORES | | | | | CONSECUENCIA EN PRODUCTOS/INSTALACIONES | | | | CONSECUENCIA EN EL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO | | | CONSECUENCIA TOTAL | |
|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------|---|-------------------|-----------------------|------------------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| SIN CONSECUENCIAS HUMANAS | INCAPACIDAD TEMPORAL PARCIAL | INCAPACIDAD PERMANENTE PARCIAL | INCAPACIDAD PERMANENTE TOTAL | MUERTE | SIN CONSECUENCIAS MATERIALES | MENOS DE 500 \$US | ENTRE 501 Y 2000 \$US | ENTRE 2001 Y 5000 \$US | MAS DE 5001 \$US | SIN CONSECUENCIAS PARA EL AMBIENTE | SOLO CONTAMINA EL AMBIENTE DE TRABAJO | | SE GENERAN IMPACTOS AMBIENTALES |
| | 15 | | | | 0 | | | | | 0 | | | 15 |
| | 15 | | | | 0 | | | | | 0 | | | 15 |
| | 15 | | | | 0 | | | | | | 10 | | 25 |
| 5 | | | | | 0 | | | | | 0 | | | 5 |
| 5 | | | | | 0 | | | | | 0 | | | 5 |
| 5 | | | | | 0 | | | | | 0 | | | 5 |
| | | | | 40 | | | | | 30 | | | 20 | 90 |
| | 15 | | | | 0 | | | | | | 10 | | 25 |
| | 15 | | | | 0 | | | | | 0 | | | 15 |
| | 15 | | | | 0 | | | | | 0 | | | 15 |
| | 15 | | | | 0 | | | | | 0 | | | 15 |

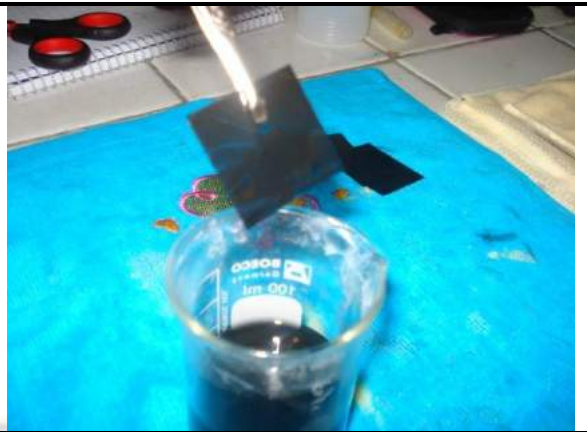


| CATEGORIA DE PROBABILIDAD Y CONSECUENCIA | | CATEGORIA DEL RIESGO | MEDIDA CORRECTIVA |
|--|--------------|----------------------|---|
| PROBABILIDAD | CONSECUENCIA | | |
| MEDIA | BAJAS | RIESGO BAJO | SEÑALIZACION |
| BAJA | BAJAS | RIESGO BAJO | DOTAR EPP, LENTES, GUANTES, BARBIJO |
| BAJA | MEDIAS | RIESGO BAJO | DOTAR EPP, LENTES, GUANTES, BARBIJO |
| BAJA | BAJAS | RIESGO BAJO | CAPACITACION EN PRIMEROS AUXILIOS |
| BAJA | BAJAS | RIESGO BAJO | SEÑALIZACION |
| MEDIA | BAJAS | RIESGO BAJO | SEÑALIZACION |
| MUY BAJA | CATASTROFICA | RIESGO IMPORTANTE | CAPACITACIONES EN EL USO DE EXTINTORES Y SIMULACROS DE EMERGENCIA |
| BAJA | MEDIAS | RIESGO BAJO | DOTAR EPP, LENTES, GUANTES, BARBIJO |
| MUY BAJA | BAJAS | RIESGO BAJO | CAPACITACIONES EN LA MANIPULACION DE LIQUIDOS |
| MEDIA | BAJAS | RIESGO BAJO | DOTAR UNA SILLA PARA EL LUGAR DE TRABAJO |
| BAJA | BAJAS | RIESGO BAJO | DOTAR EPP, LENTES, GUANTES, BARBIJO |

**ANEXO G
FOTOS DEL PROCESO**

PRUEBAS PRELIMINARES





EXTRACCION SOLIDO - LIQUIDO



