

---

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>CAPITULO I.- INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCION	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	4
1.3 JUSTIFICACION	4
1.3.1 JUSTIFICACION MEDIO AMBIENTAL.....	4
1.3.2 JUSTIFICACION SOCIAL.....	5
1.3.3 JUSTIFICACION LEGAL.....	5
1.3.4 JUSTIFICACION TECNICA.....	6
1.3.5 JUSTIFICACION ECONOMICA.....	7
1.4 OBJETIVOS	7
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	7
1.5 ALCANCE	8
1.5.1 ALCANCE GEOGRAFICO.....	8
1.5.2 ALCANCE TEMPORAL.....	8
1.5.3 ALCANCE SUSTANTIVO.....	8
1.6 METODOLOGIA	8
1.6.1 RECOLECCION DE LA INFORMACION.....	8
1.6.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	9

---

<b>CAPITULO II.- MARCO TEÓRICO</b>	<b>11</b>
<b>2.1 MINERALOGIA</b>	<b>11</b>
2.1.1 YACIMIENTOS MINERALES.....	12
2.1.1.1 Clasificación.....	12
2.1.2 METODOS DE EXTRACCION DE LOS MINERALES.....	13
2.1.2.1 Minería de superficie.....	14
2.1.2.2 Minería subterránea.....	17
2.1.2.3 Extracción por dragado.....	18
2.1.2.4 Extracción por pozos de perforación.....	18
<b>2.2 HISTORIA DE LA EXTRACCION DEL ORO</b>	<b>19</b>
2.2.1 TIPOS DE ORO.....	19
2.2.1.1 Oro Detrífico.....	19
2.2.1.2 Oro Filoniano.....	20
2.2.1.3 Oro Aluvial.....	20
2.2.1.4 Oro Coluvial.....	22
2.2.2 CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DEL ORO.....	23
<b>2.3 METODOS DE EXTRACCION DEL ORO</b>	<b>24</b>
2.3.1 EL METODO DEL CIANURO.....	24
2.3.2 EL METODO DEL MERCURIO.....	24
2.3.3 CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DEL MERCURIO.....	26
<b>2.4 PROCESO DE AMALGAMACION</b>	<b>27</b>
2.4.1 AMALGAMACION DE ORO CON MERCURIO ACTIVADO....	28
2.4.1.1 Activación de mercurio con sodio metálico.....	29
2.4.2 ACTIVACION DE MERCURIO POR ELECTROLISIS.....	29
<b>2.5 TECNICAS PARA SEPARAR ORO Y MERCURIO AMALGAMADOS...</b>	<b>31</b>
2.5.1 PROCESOS Y METODOS ALTERNATIVOS.....	31

---

---

2.6 FACTORES PARA LA SELECCIÓN DE TECNOLOGIAS	36
2.6.1 METODOS PARA LIMPIAR Y ACTIVAR MERCURIO.....	38
2.6.2 LA FABRICACION DE AMALGAMA DE SODIO.....	39
2.6.3 TECNICAS PARA RECUPERAR MERCURIO.....	40
2.7 PERDIDAS DE MERCURIO DURANTE PROCESOS TRADICIONALES	41
2.7.1 COLAS DE AMALGAMACION.....	45
2.7.1.1 Depósitos para colas contaminadas.....	46
2.7.2 METODOS DE LIMPIEZA DE COLAS CONTAMINADAS.....	47
2.8 IMPACTO AMBIENTAL DEL MERCURIO	49
2.8.1 EFECTOS SOBRE LA SALUD.....	49
2.8.2 EFECTOS SOBRE EL PAISAJE.....	50
2.8.3 EFECTOS ECONOMICOS.....	50
2.8.4 EFECTOS DE LA CONTAMINACION POR MERCURIO.....	51
2.9 EL AMBIENTE DE TRABAJO	51
2.9.1 LA CONTAMINACION.....	51
2.10 TOXICOLOGIA AMBIENTAL	52
<b>CAPITULO III.- CARACTERIZACION DEL PROCESO</b>	<b>54</b>
3.1 AREA DE TRABAJO CACHUELA ESPERANZA	54
3.2 TIPOS DE EXPLOTACION DEL ORO ALUVIONAL EN LOS RIOS	56
3.3 PROCESO DE EXTRACCION DEL ORO	57
3.4 PRODUCCION NACIONAL DEL ORO	62
3.5 TIPOS DE PROCEDIMIENTOS DE EXTRACCION	64
3.5.1 AMALGAMACION MANUAL.....	64
3.5.2 TAMBORES AMALGAMADORES.....	64
3.6 LAS COLAS DE AMALGAMACION	67

---

---

3.7 INSTITUCIONES INVOLUCRADAS	68
3.8 CONTAMINACION DE AGUAS EN EL RIO BENI	68
3.8.1 IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES.....	70
<b>CAPITULO IV.- DIAGNOSTICO</b>	<b>73</b>
4.1 PROCESO DE OBTENCION DEL ORO	73
4.2 CONTROL DE CONTAMINACION AMBIENTAL POR MERCURIO	76
4.2.1 PROCESO DE UTILIZACION DEL MERCURIO.....	76
4.3 TECNICAS UTILIZADAS PARA RECUPERACION DE MERCURIO	77
4.3.1 DRAGAS.....	77
4.3.2 TAMBORES AMALGAMADORES.....	79
4.3.3 RETORTAS.....	80
4.4 LEVANTAMIENTO DE INFORMACION DE CAMPO	82
4.4.1 BALANCE DE MATERIALES.....	82
4.5 RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA	83
4.5.1 ANALISIS DE DATOS.....	84
4.6 CONCLUSIÓN	88
<b>CAPITULO V.- PROPUESTA</b>	<b>89</b>
5.1 PROPUESTA	91
5.2 AMALGAMACION DE ORO MEDIANTE MERCURIO ACTIVADO	96
5.2.1 DESARROLLO METODOLOGICO DE LA TECNICA.....	97
5.2.1.1 Primera fase.....	98
5.2.1.2 Segunda fase.....	102
5.2.1.3 Tiempos de activación en función a la deposición de sodio.	105

---

---

5.2.2 BALANCES METALURGICOS.....	106
5.3 METODOS ALTERNATIVOS	109
5.3.1 CANALETAS.....	109
5.3.2 RETORTAS.....	111
5.4 VALIDACION DE LA PROPUESTA	114
5.4.1 ASPECTOS QUE SE DEBEN CONSIDERAR EN FUNCION A LA LEY 1333.....	117
5.4.2 COSTO DE PROCESAMIENTO	121
5.4.2.1 Requerimiento de materiales/día.....	121
5.4.2.2 Costo de transporte.....	122
5.4.2.3 Costo de mano de obra.....	122
5.5 IMPLEMENTACION DE POLITICAS DE APOYO Y RECLAMOS DE DE CONTROL AMBIENTAL	124
5.5.1 PLAN DE CONCIENTIZACION Y CAPACITACION.....	124
5.5.1.1 Fase de planificación y preparación.....	124
5.5.1.2 Métodos de planificación.....	124
5.5.1.3 Concientización.....	125
5.5.1.4 Capacitación.....	127
5.6 COSTOS DE IMPLEMENTACION	131
5.6.1 COSTO DE EQUIPOS.....	131
5.6.2 COSTO DE CAPACITACION.....	132
5.6.3 COSTO DE MANO DE OBRA.....	132
5.6.4COSTO DE TRANSPORTE.....	132
5.6.5COSTO TOTAL DE IMPLEMENTACION.....	132
5.7 CONCLUSIONES	134

---

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>135</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>139</b>
<b>SITIOS WEB CONSULTADOS</b>	<b>140</b>

---

## **ANEXO I**

Cachuela Esperanza

## **ANEXO II**

Dragas que extraen oro en el río Beni

## **ANEXO III**

Fotos del proceso de extracción del oro

## **ANEXO IV**

Cronograma

## **ANEXO V**

Formulario de prestación de servicios en la Facultad de Ingeniería UMSA