

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**UNIVERSIDAD TECNICA DE ORURO BOLIVIA**

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA E INGENIERÍA METALÚRGICA

**ESCUELA DE POST GRADO**

**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL**



**IDENTIFICACION DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA OPERACION DE  
LA PLANTA CONCENTRADORA CIP-TIQUILLACA UNA - PUNO,  
PARA MINIMISAR LA CONTAMINACION AMBIENTAL**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**GERMAN COILLO COTRADO**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:  
MAGISTER SCIENTIAE EN  
TECNOLOGIAS DE PROTECCION AMBIENTAL**



**PUNO - PERÚ**

**2008**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

BIBLIOTECA CENTRAL

Fecha Ingreso:

04 OCT. 2012

N°

00229

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE ORURO BOLIVIA  
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA E INGENIERIA METALÚRGICA**

**ESCUELA DE POST GRADO**

**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN  
AMBIENTAL**



**IDENTIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA OPERACIÓN DE LA  
PLANTA CONCENTRADORA CIP- TIQUILLACA UNA – PUNO, PARA MINIMIZAR  
LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

**TESIS**

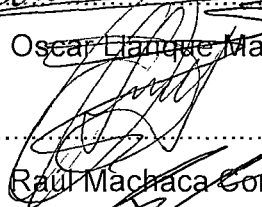
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGISTER SCIENTIAE EN  
TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

PRESIDENTE DEL JURADO

: ..... 

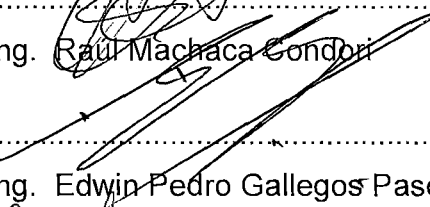
M. Sc. Ing. Oscar Llanguye Maquera

PRIMER MIEMBRO

: ..... 

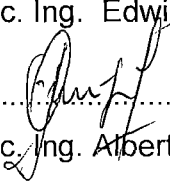
M. Sc. Ing. Raul Machaca Condori

SEGUNDO MIEMBRO

: ..... 

M. Sc. Ing. Edwin Pedro Gallegos Pasco

ASESOR

: ..... 

M. Sc. Ing. Alberto Maquera Gil

## **DEDICATORIA**

A mi padre Isidro y a mi madre Juana,  
Por su indeclinable apoyo y eterna  
gratitud.

A mí querida esposa Maria Rosa por su  
apoyo moral y esfuerzo incondicional en  
cristalizar este trabajo.

A mi hija Guadalupe y Hermanos.

## AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco muy profundamente a DIOS, quien con su enseñanza inspiro en mi una esperanza de fe, valor, sacrificio y, que de seguro desde su reino celestial estuvo a mi lado como nadie, ya sea en los momentos difíciles o de alegría de mi vida.

A mis colegas, que colaboraron en el desarrollo del presente trabajo de investigación: Edmundo Moreno, Mario Cuentas, Esteban Marin, Charles Mendoza, Oswaldo Maynas y Martín Choque.

Y a todas aquellas personas y amigos que intervinieron en beneficio de la conclusión de la tesis.

*German Coillo Cotrado*

## RESUMEN

La instalación de la planta concentradora CIP Tiquillaca se encuentra ubicado al Sur Oeste del Departamento de Puno, Distrito de Tiquillaca. El problema fundamental es el inadecuado manejo y disposición final de aguas y relaves que podrían generar graves problemas en la calidad de suelos, agua y sus efectos en la flora y fauna cuando entre en operación la planta concentradora.

Para identificar, evaluar y valorar esta situación, se aplicara el procedimiento de los métodos matriciales de Leopold y de criterios relevantes integrados.

De los resultados obtenidos en nuestro proyecto sobre el conjunto de factores ambientales, será "medianamente significativo" (49 impactos de 52).

En general, dadas las condiciones ambientales nos permite minimizar la contaminación ambiental y consecuentemente elaborar el plan de gestión ambiental y de monitoreo, el cual, como corresponde, está orientado a lograr que las operaciones del proyecto durante el funcionamiento se realicen en mejores condiciones para la preservación del medio ambiente.

Palabras clave:

Impacto ambiental, Contaminación ambiental, Gestión ambiental

## ABSTRACT

The CIP Tiquillaca Concentrating Plant is located at the South West of the Department of Puno, District of Tiquillaca. The main problem in this Plant is the inadequate management and the fact that the final sewage disposition could generate serious problems to the soil and water quality, and consequently, with severe effects to the flora and fauna when the Concentrating Plant will enters in operation.

In order to identify, to evaluate and estimate a valuation around this situation, we applied procedures concerning the Leopold's Matrix Methods and those called Integrated Relevant Approaches.

Our results, based on the findings obtained about the cluster of environmental factors, pointed out that the impact are qualified as "fairly significant" (49 impacts out of 52).

In general, the environmental local conditions allow us to minimize the environmental pollution and consequently elaborate an Environmental Management Plan as well as a Monitoring Plan. These Plans are oriented to reach that the project operation could developed in the best conditions for the conservation of the environment

Words key: Environmental Assessment, Environmental Pollution, Environmental Management.

## INDICE

AGRADECIMIENTO .....	iv
RESUMEN.....	v
SUMMARY .....	vi
INDICE .....	vii
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I : PLANTEAMIENTOS DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS .....	3
1.1. AREA DE ESTUDIO .....	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.2.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	5
1.2.1.1. GENERAL .....	5
1.2.1.2. ESPECIFICOS .....	6
1.3. JUSTIFICACION.....	6
1.4. IMPORTANCIA.....	8
1.5. OBJETIVOS.....	9
1.5.1. OBJETIVO GENERAL .....	9
1.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	9
CAPITULO II: MARCO TEORICO E HIPOTESIS.....	12
2.1. MARCO TEORICO .....	12
2.1.1. MARCO TEORICO REFERENCIAL .....	12
2.1.2. MARCO CONCEPTUAL .....	15
2.1.2.1. GEOLOGIA .....	15



2.1.2.2. PLANTA CONCENTRADORA .....	16
2.1.2.3. MEDIO AMBIENTE .....	20
2.1.2.4. IMPACTO AMBIENTAL .....	22
2.1.2.5. FACTORES AMBIENTALES .....	29
2.1.2.6. LINEA BASE .....	33
2.1.3. LINEA DE BASE DEL PROYECTO .....	37
2.1.3.1. DESCRIPCION DE PROCESOS .....	37
2.1.3.2. DESCRIPCION DEL AMBIENTE .....	44
2.1.4. METODOLOGIA DE CRITERIOS RELEVANTES INTEGRADOS .....	76
2.2. HIPOTESIS .....	78
2.2.1. HIPOTESIS GENERAL .....	78
2.2.2. HIPOTESIS ESPECIFICOS .....	78
2.3. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES .....	78
CAPITULO III : METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION .....	79
3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACION .....	79
3.2. POBLACION Y MUESTRA .....	82
3.2.1. FLORA .....	83
3.2.2. FAUNA .....	91
3.2.3. RECURSOS HÍDRICOS .....	96
3.2.3.1. AGUAS SUPERFICIALES .....	96
3.2.3.2. AGUAS SUBTERRANEAS .....	97
3.3. TECNICAS E INSTRUMENTACION DE RECOLECCION DE DATOS .....	103

3.4.	PROCESAMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS .....	106
3.4.1.	IDENTIFICACION DE LAS ACTIVIDADES EN LA PLANTA CONCENTRADORA.....	107
3.4.2.	IDENTIFICACION DE LOS FACTORES AMBIENTALES.....	108
3.4.3.	PROCESAMIENTO DE DATOS POR MATRICES .....	110
3.4.3.1.	MATRIZ DE LEOPOLD .....	110
3.4.3.2.	MATRIZ DE CRITERIOS RELEVANTES INTEGRADOS .....	113
CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....		126
4.1.	DESCRIPCION DE RESULTADOS.....	126
4.1.1.	DEL MEDIO FISICO .....	126
4.1.2.	DEL MEDIO BIOLOGICO .....	128
4.2.	ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS .....	130
4.2.1.	POR FACTORES AMBIENTALES.....	131
4.2.2.	POR ACTIVIDADES DEL PROYECTO.....	134
4.2.3.	JERARQUIZACION DE IMPACTOS.....	136
4.2.3.1.	IMPACTOS POSITIVOS .....	137
4.2.3.1.	IMPACTOS NEGATIVOS.....	139
4.3.	GESTION AMBIENTAL DE IMPACTOS POTENCIALES.....	141
4.3.1.	PLAN DE GESTION AMBIENTAL Y MEDIDAS DE MITIGACION.....	142
4.3.2.	PLAN DE MONITOREO DEL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA.....	148
4.3.3.	PLAN DE CONTINGENCIAS AMBIENTALES.....	149

CONCLUSIONES .....	150
BIBLIOGRAFIA.....	153
ANEXOS.....	156

## INTRODUCCIÓN

La planta concentradora del CIP Tiquillaca inicio sus operaciones en el año de 1985 y paraliza las mismas en junio de 1990; cuya producción total fue de 1'023,804 TM, haciendo un promedio anual de 1,706 TM de tratamiento de minerales poli metálicos (Pb, Ag y Zinc). En 1993 es transferida a la Universidad mediante DS N° 025-PCM/93.

La U.N.A. – FIGIM, interesados en cumplir con el plan de acción 2006, de poner en operación la planta concentradora CIP Tiquillaca, con la finalidad de realizar trabajos de investigación por Docentes, estudiantes y la prestación de servicios a los pequeños mineros de la zona. Ante la preocupación de las comunidades ubicadas en el entorno de la zona del proyecto por la presencia de pasivos ambientales generados por el efluente de la presa de relaves. Sus efectos en la salud de los animales, pastos, aire, calidad de suelos, calidad de aguas del río Condoriri.

El objetivo del presente trabajo de investigación, es proponer la identificación del impacto ambiental en la operación de la planta concentradora CIP Tiquillaca UNA-Puno, para minimizar la contaminación ambiental. Aplicando métodos, que nos permita valorar y predecir los impactos ambientales, para luego proponer técnicas de mitigación y de monitoreo.

El diseño de la investigación que se aplica es el método cualitativo; por los análisis y evaluaciones realizados del nivel de los contaminantes en función del tiempo es de tipo longitudinal, de carácter explicativo y evaluativo. El procedimiento metodológico utilizado para realizar la identificación y evaluación de impactos ambientales del proyecto, son: Análisis de las características y componentes del proyecto (línea Base); identificación y evaluación de los impactos potenciales (matriz causa- efecto de Leopold), finalmente la valoración y los resultados de los impactos ambientales potenciales se hizo mediante el método de criterios relevantes integrados.

El proyecto en forma global cuando empiece las operaciones de la planta concentradora del CIP Tiquillaca, producirá 1 impacto significativamente negativo y 41 impactos medianamente significativos. También va generar 8 impactos positivos.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS**

### **1.1. ÁREA DE ESTUDIO**

El área de estudio de la investigación se localiza al Sur Oeste del Departamento de Puno, en el distrito de Tiquillaca, Provincia y Departamento de Puno, la planta concentradora esta localizado en el lugar denominado Sunsori perteneciente a la comunidad de Paxa; con un área de 1 636.42 metros cuadrados, con una altitud promedio de 3 920 m.s.n.m. Según la carta geográfica de Puno 32-V y Pichacani 33-V (INGEMMET), esta ubicada en las siguientes coordenadas UTM (ver plano N° 1):

Norte: 8246563

Este: 0372925

El acceso hacia el área de investigación es a través de la Panamericana Sur, vía Puno – Juliaca, en la zona de Yanamayo existe un desvío, por la

carretera afirmada Puno-Tiquillaca, con una distancia de 20.5 Km. y de Tiquillaca – Planta concentradora con una distancia de 7.5 Km., el tiempo de viaje es de 01 hora aproximadamente

La planta concentradora de Tiquillaca empezó a operar por primera vez en el 1985 de conformidad al informe justificatorio realizado por el Banco Minero en 1981<sup>1</sup> y previa presentación de un proyecto de factibilidad ejecutada por el entonces CORDEPUNO en 1983. En ambos documentos se justifica su instalación y puesta en marcha. De Enero 1985 a Junio de 1990 la planta trato 1 023 804 TM., de mineral polimetálico (plata, plomo y zinc); haciendo un promedio anual de 1 706 TM/año. A partir de esa fecha (1990) la planta se encuentra paralizada. Las consecuencias que produjo fueron el abandono total.

En 1993 el Presidente de la República Ing. Alberto Fujimori Fujimori decide entregar aquellas plantas concentradoras desactivadas a las Universidades más próximas, con la finalidad de estimular el desarrollo académico-científico y ponerlas al servicio de la educación, para dotar de recursos y generar ingresos económicos. Es así que la Universidad Nacional del Altiplano se hace acreedora de las plantas de “Crucero” y “Tiquillaca”, el 24 de Marzo de 1993 por D.S. N° 025-PCM/93.

---

<sup>1</sup> *En junio de 1981 el Banco Minero presenta un informe en donde justifica la instalación inmediata de una planta concentradora en la zona de Tiquillaca – Vilque –Mañazo.*

Los trabajos que se realizan en la actualidad, es el mantenimiento, pruebas al vacío en forma esporádica y visitas técnicas por parte de docentes y estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica y áreas afines, esto debido a la falta de energía eléctrica. La Facultad de Ingeniería Geológica e Ingeniería Metalúrgica muy interesados en cumplir con los objetivos trazados en el Plan de acción 2006<sup>2</sup>, muy pronto hará que entre en operación la Planta Concentradora CIP Tiquillaca y para ello se están haciendo las gestiones para su electrificación y estudios de medio ambiente.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA**

#### **1.2.1.1. GENERAL**

- ¿Cómo influye la carencia de identificación de los impactos ambientales en la operación de la Planta Concentradora CIP Tiquillaca UNA - Puno, para minimizar la contaminación ambiental?

---

<sup>2</sup> *En concordancia con los fines y objetivos de la Universidad las plantas concentradoras deben constituirse en un centro de investigación modelo de desarrollo minero-metalúrgico integral sostenible para la enseñanza, investigación y transferencia tecnológica.*



### **1.2.1.2. ESPECIFICOS**

- ¿Cómo controlar la contaminación ambiental en las actividades que producirá la planta concentradora CIP Tiquillaca UNA – Puno?
- ¿Cómo se puede valorar y predecir los impactos a los recursos agua, aire y suelo en las actividades que producirá la planta concentradora CIP Tiquillaca UNA – Puno?

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación: "IDENTIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA OPERACIÓN DE LA PLANTA CONCENTRADORA CIP TIQUILLACA UNA-PUNO, PARA MINIMIZAR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL" nos conlleva a determinar la situación actual y del futuro de la zona sobre el grado de influencia que ejercen las operaciones metalúrgicas al medio ambiente.

Además nos permite definir los requerimientos específicos para realizar la identificación de los impactos ambientales de las actividades, en la operación de la planta concentradora del CIP-Tiquillaca y nos ayudara a la toma de decisiones sobre una actuación determinada.

Ante el repunte de los precios de los minerales (cobre, plata zinc, plomo, oro y otros) hacen muy atractivo iniciar operaciones de la planta concentradora del CIP-Tiquillaca para tratar tanto menas sulfuradas como las auríferas con tecnologías de alta calidad, cuidando de esta manera el medio ambiente sin causar daños a la flora y fauna, aire, suelo y agua.

Es de necesidad prioritaria desarrollar el presente trabajo en beneficio de toda la comunidad del Distrito de Tiquillaca, de los pequeños mineros y de la comunidad de Paxa; que requieren tener una planta operativa, mejorando de esta manera la calidad de vida, y prestar servicio a los pequeños mineros que se encuentran por la zona del CIP de Tiquillaca y a las empresas interesadas en alquilar dicha planta.

La puesta en marcha de la planta permitirá capacitar en forma permanente y en forma práctica, con conciencia del cuidado del medio ambiente a los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica y áreas afines, redundando esto en una eficiente formación profesional y al mismo tiempo generar ingresos económicos por la prestación de servicios a la minería de la zona, que cuenta con gran potencial minero.

Finalmente el presente estudio servirá al suscrito como tesis para optar el Grado Académico de Magíster en Tecnologías de Protección Ambiental.

#### **1.4. IMPORTANCIA**

La importancia fundamental del presente trabajo de investigación es el establecimiento de una línea de base ambiental, para luego identificar los posibles problemas ambientales que puedan impactar en la calidad de aire, agua, suelos, recursos naturales, culturales y socioeconómicos de la zona, durante el funcionamiento de la planta concentradora de Tiquillaca; implementar las medidas correctivas necesarias y formular un plan de manejo ambiental para atenuar al mínimo los problemas ambientales.

Se pretende contribuir al desarrollo equilibrado, identificando en este sentido las acciones o elementos del planeamiento que pudieran impactar negativamente sobre el medio, diseñando medidas correctoras que minimicen los daños esperados y proponiendo, si es necesario, un plan de vigilancia ambiental, que detecte con suficiente antelación las desviaciones sobre lo previsto y posibilite la toma de decisiones correctoras a tiempo.

Finalmente que el reinicio de operaciones de tratamientos de minerales en la planta concentradora se realicen en condiciones seguras y ambientalmente aceptables, de modo que tengamos un proceso limpio, sin contaminación.

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. OBJETIVO GENERAL**

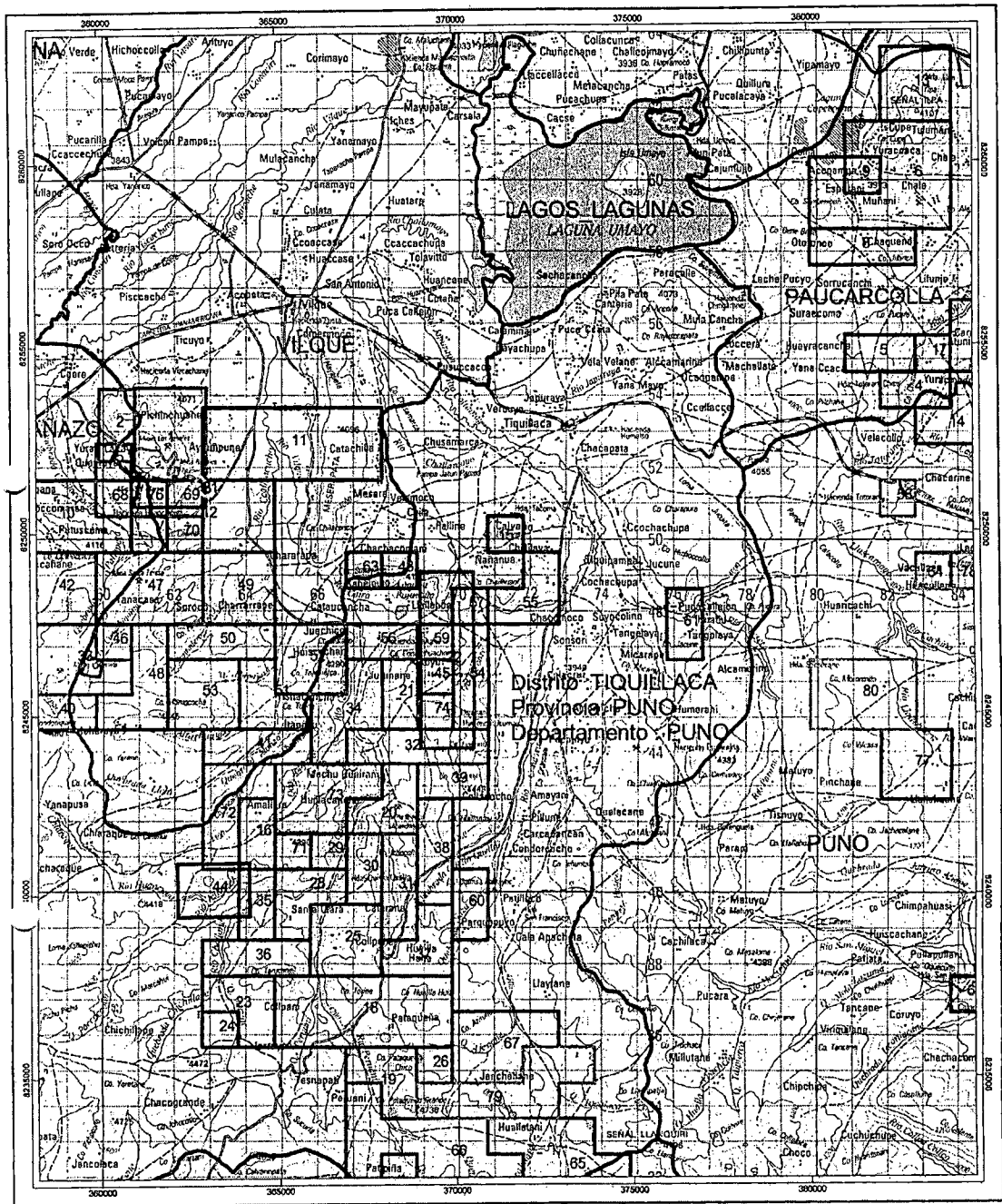
- Proponer la identificación del impacto ambiental en la operación de la planta concentradora CIP Tiquillaca UNA – Puno, para minimizar la contaminación ambiental.

### **1.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Proponer técnicas de mitigación y de monitoreo para controlar la contaminación ambiental en las actividades que producirá la planta concentradora CIP Tiquillaca UNA – Puno.
- Aplicar un método de evaluación que permitirá valorar y predecir los impactos a los recursos agua, aire y suelo en las actividades de operación de la planta concentradora CIP Tiquillaca UNA – Puno.

# PLANO N° 1-A

## UBICACIÓN DE LA PLANTA CONCENTRADORA CIP TIQUILLACA



LEYENDA	
	DERECHOS MINEROS EN TRAMITE
	DERECHOS MINEROS TITULADOS
	DERECHOS MINEROS EXTINGUIDOS
	PLANTAS DE BENEFICIO, CANTERAS, OTROS



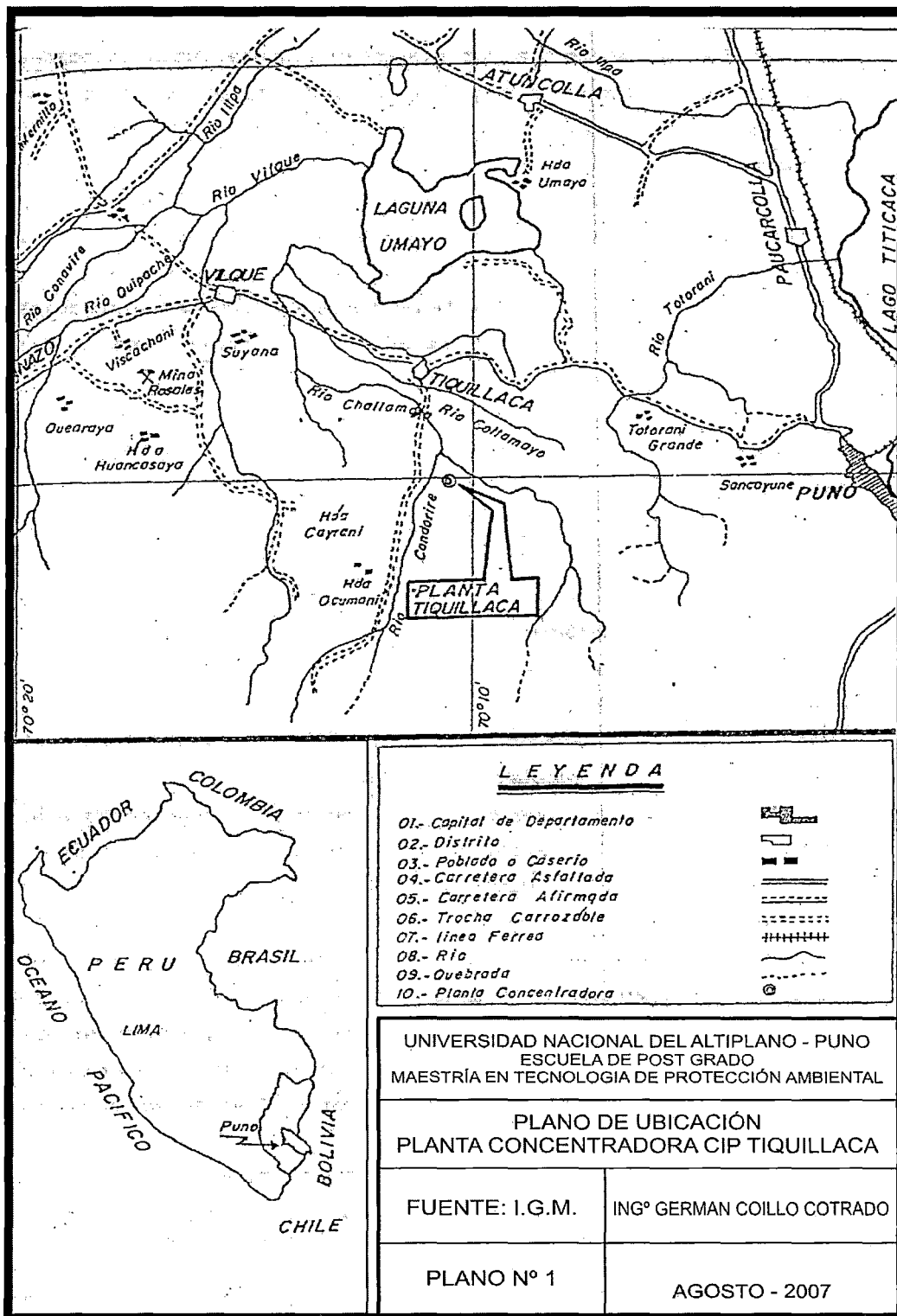
CLASIFICA DE SALINIDAD: Información sobre Areas Salinizadas a la Actividad Minera (Zonas Naturales, Zonas Urbanas y de Expansión Urbana, Zonas Agrícolas, Proyectos Especiales, Saneamiento Turístico y otros) que grafican en el plano catastral, tienen CARÁCTER REFERENCIAL, toda vez que su administración corresponde a otras entidades. Su actualización es obligatoria de acuerdo a la información que dichas Entidades envíen al INAC.

SECTOR ENERGIA E HIDROS			
INSTITUTO NACIONAL DE CONCESIONES Y CATASTRO MINERO			
DIRECCION GENERAL DE CATASTRO			
INVENTARIO DE DERECHOS MINEROS			
PLANO :		DATUM :	PSAD 56
HIDIA :	PUNO	ZONA :	19
CODIGO :	33-V	ZONA CATASTRAL :	19W-V2
TAMANO :	A-4	ELABORADO POR :	
FECHA :	24 Abril 2008		



PLANO Nº 1-B

UBICACIÓN DE LA PLANTA CONCENTRADORA CIP TIQUILLACA



## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO E HIPÓTESIS**

#### **2.1. MARCO TEORICO**

##### **2.1.1. MARCO TEORICO REFERENCIAL**

Para realizar la presente investigación se ha revisado estudios anteriores relacionados o vinculados con el tema, con la finalidad de buscar sustanciales aportes al mismo, a continuación se mencionan los más relevantes:

Benavente, S. (1997). Estudio de la contaminación minero-metalúrgica "Un asunto ambiental Preocupante"; dice que: "Un aspecto fundamental en la evaluación de las actividades mineras contaminantes es el

conocimiento de la geología, hidrología y geoquímica local; por lo tanto, la recopilación de información hidrológica debe ser una labor en la que se preste gran atención a lo largo de toda actividad minera desde la fase misma de explotación.

La temprana identificación de materiales potencialmente generadores de impactos ambientales y el desarrollo de un apropiado plan de manejo de desechos puede reducir significativamente problemas ambientales de largo plazo y costos de remediación.”

Fernández H. (1997). Implementación y puesta en marcha de la planta concentradora de Tiquillaca. Afirma que: “Conviene implementar un nuevo método de evaluación de concentrados de minerales que ofrezcan resultados mas precisos, para determinar los limites permisibles y si producen o no impactos negativos en el medio ambiente.”

“La conexión eléctrica de red primaria a la planta concentradora es de suma importancia para bajar los costos de operación del grupo electrógeno y por ende del tratamiento de los minerales.”

Chávez C., (2001). Tratamiento de los relaves de la planta de Tiquillaca. “Del estudio de investigación sobre relaves se sabe que



contiene valores metálicos como: Cu, Ag y Au, los mismos que con el transcurrir del tiempo se han transformado en parte de sulfuros a óxidos.”

Sarmiento A., (2001). Consecuencias del abandono del depósito de relaves de la planta concentradora de Tiquillaca. “La Universidad Nacional del Altiplano, mediante la Dirección o Gerencia de Asuntos Ambientales se deberá abocar a la gestión y ejecución de proyectos de adecuación y remediación ambiental en las diferentes unidades académicas, laboratorios, CIPs, ubicadas dentro y fuera de nuestra universidad, que deberán comprender las siguientes especialidades: Abandono de depósitos de relaves y residuos sólidos tóxicos, manejo y tratamiento de residuos sólidos urbanos, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas. Estos proyectos deberán estar comprendidos en los respectivos PAMA de cada unidad, laboratorio, CIPs, aprobados por el MEM.”

GEOSERVICE Ingeniería SRL (2004)., Ampliación de la Mina Canaria Ltda. Subterránea a 1000 TMD. Estudio de Impacto Ambiental. Dice que: “Gracias a la identificación de los impactos ambientales y al manejo ambiental en sus diferentes programas los costos han sido reducidos a niveles que mayormente no afectan al medio ambiente; es

decir sus efluentes, emisiones, mantenimiento de la calidad del suelo, etc.; estarán dentro de los estándares de las normas nacionales”

## **2.1.2. MARCO CONCEPTUAL**

Se toma en consideración los soportes teóricos relacionados a la conservación del medio ambiente y es importante conocerlos, las cuales se citan a continuación:

### **2.1.2.1. GEOLOGÍA**

Enciclopedia - Geología Básica. [Pagina Web en línea]. Disponible en: <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?dentrega=368>.

"Ciencia que estudia el planeta tierra, definiendo su constitución físico-química, su morfología y la evolución desde sus orígenes hasta hoy. La disciplina geológica halla aplicaciones prácticas en las actividades de extracción, minería e ingeniería, y es muy importante en el estudio del equilibrio hidrogeológico de un país y en las técnicas de protección del medio ambiente. Los investigadores en geología reciben el nombre de geólogos."

**Definición:**

La geología como su nombre lo indica, se dedica al estudio de la Tierra (GEO: Tierra - LOGIA: estudio).

Es una ciencia natural que describe la composición del planeta, su ubicación y actuación en el universo.

También trata de interpretar los fenómenos que en ella se suceden (los terremotos, las mareas, el ciclo del agua, la dinámica de la atmósfera, etc.).

Define las leyes que rigen estos eventos e intenta hallar respuesta a los enigmas como ser la génesis, la edad de la tierra, la fuente de energía para los movimientos de traslación y rotación, etc.

Esta se aplica, entre otras cosas, a los yacimientos mineros, la explotación del petróleo, el desarrollo del agua, los estudios necesarios para apoyar la construcción de presas, la generación de energía hidroeléctrica, etc.

**2.1.2.2. PLANTA CONCENTRADORA**

Aguilar, J. (1985). Curso Preparación Mecánica de Minerales. Universidad Nacional de Ingeniería – Lima- Perú. Afirma que:

“La planta concentradora es una etapa intermedia entre la mina y la oficina metalúrgica. En ella se realiza la concentración de minerales por diferentes procedimientos, basados en principios físicos y químicos, que sirven para separar la parte estéril de la valiosa, contenida en la mena”.

### ***Flotación de minerales***

Astucuri, V. (1981). Fundamentos de la flotación de Minerales. Colección Ciencias, Lima –Perú.

La flotación de minerales es un fenómeno físico-químico, usado como un proceso de concentración de minerales finamente divididos, que comprende el tratamiento físico y químico de una pulpa de mineral creando condiciones favorables, para la adhesión de partículas de un mineral predeterminado a la burbuja de aire.

La investigación señala el siguiente resumen del proceso de flotación de minerales que nos permite anotarlos:

- El mineral es molido húmedo hasta aproximadamente malla - 48 (297 micrones).
- La pulpa que se forma, es diluida con agua hasta alcanzar un porcentaje de sólidos en peso entre 25% y 45%.

- Se adiciona pequeñas cantidades de reactivos, que modifican la superficie de determinados minerales.
- Otro reactivo, específicamente seleccionado, se adiciona para que actúe sobre el mineral que se desea separar por flotación. Este reactivo cubre la superficie del mineral haciéndolo aerofílico e hidrofóbico.
- Luego se adiciona otro reactivo, que ayuda a establecer una espuma estable.
- La pulpa químicamente tratada en un depósito apropiado, entra en contacto con aire introducido por agitación o por la adición directa de aire a baja presión.
- El mineral aerofílico, como parte de la espuma, sube a la superficie de donde es extraído. La pulpa empobrecida, pasa a través de una serie de tanques o celdas, con el objeto de proveer tiempo y oportunidad a las partículas de mineral para contactar burbujas de aire y puedan ser recuperadas en la espuma.
- Por lo tanto, podemos señalar que la flotación es un macro fenómeno de hidrofobicidad y de aerofilicidad de la superficie de los minerales, que se desea recuperar.

Para que la flotación de minerales sea efectiva, se requiere de los siguientes aspectos:

Reactivos químicos:

- Espumantes
- Colectores
- Activadores
- Depresores

Componentes del equipo:

- Control de bancos de celdas
- Sistema de agitación
- Flujo de aire
- Configuración de los bancos de celdas
- Diseño de celda

Componentes de operación:

- pH
- Mineralogía
- Tamaño de partículas
- Densidad de pulpa
- Velocidad de alimentación.

### **2.1.2.3. MEDIO AMBIENTE**

De la Cruz E. (2004). Análisis del cierre de operaciones mineras subterráneas para alcanzar la protección ambiental. Universidad Mayor de San Marcos. Lima – Perú.

Indica las siguientes conceptos:

#### ***Desarrollo Sostenible***

El concepto de desarrollo sostenible en el campo minero debe de tener dos objetivos:

- La explotación de recursos mineros para mejorar la calidad de vida.
- El cuidado del medio ambiente de las zonas de operaciones. Debe haber un equilibrio entre la calidad de vida y calidad ambiental.

#### ***Operaciones mineras***

Son las diferentes fases que comprende la actividad minera como: exploración, desarrollo, transporte, tratamiento de los minerales y la comercialización.

### ***Drenaje ácido***

Son las aguas contaminadas que salen: de las bocaminas, de las canchas de relave y la filtración ácida de la cancha de desmonte.

Las minas poli metálicas explotan principalmente sulfuros, los que se oxidan al entrar en contacto con el aire que ingresa por las labores mineras. El agua de las lluvias se combina con los óxidos, produciendo aguas ácidas que contienen iones de metales pesados.

De igual manera las canchas de relaves y las canchas de desmonte drenan el agua ácida cuando el agua pluvial se filtra sobre ellas.

### ***Mitigación ambiental***

Es la reducción de los impactos que se producen en las fuentes de contaminación sobre el medio ambiente. En el caso que estudiamos hay técnicas preventivas y técnicas correctivas.



### ***Revegetación***

Es el sembrío o plantación de los vegetales propios de la región. Luego de dar una gradiente adecuada, tanto las canchas de desmonte y canchas de relave donde existe drenaje ácido se impermeabilizan con arcilla, para evitar el ingreso de aire y agua, para después depositar encima piedra caliza.

#### **2.1.2.4. IMPACTO AMBIENTAL**

Ciencia de la tierra y medio ambiente. (2005).  
[Libro en línea]. Consultado en abril del 2007:  
<http://www.tecnum.es/asignaturaecología/hipertexto/15hombamb/150Impamb.htm>. Dice que:

Impacto ambiental.- Es la alteración que se produce en el medio ambiente cuando se lleva a cabo un proyecto o una actividad. Las obras públicas como la construcción de una carretera, un pantano o un puerto deportivo; las ciudades; las industrias; una zona de recreo para pasear por el campo o hacer escalada; una granja o un campo de cultivo; cualquier actividad de estas tiene un impacto sobre el medio. La alteración no siempre es negativa. Puede ser favorable o desfavorable para el medio.

En los impactos ambientales hay que tener en cuenta:

- Signo: si es positivo y sirve para mejorar el medio ambiente o si es negativo y degrada la zona.
- Intensidad: según la destrucción del ambiente sea total, alta, media o baja.
- Extensión: según afecte a un lugar muy concreto y se llama puntual, a una zona algo mayor. Parcial, a una gran parte del medio. Impacto extremo, a todo, total. Hay impactos de ubicación crítica: como puede ser un vertido en un río poco antes de una toma de agua para consumo humano: será un impacto puntual, pero en un lugar crítico.
- Momento en que se manifiesta y así distinguimos impacto latente que se manifiesta al cabo del tiempo, como puede ser el caso de la contaminación de un suelo como consecuencia de que se vayan acumulando pesticidas u otros productos químicos, poco a poco, en ese lugar. Otros impactos son inmediatos o a corto plazo y algunos son críticos como puede ser ruido por la noche, cerca de un hospital;

- **Persistencia.** Se dice que es fugaz si dura menos de 1 año; si dura de 1 a 3 años es temporal y pertinaz si dura de 4 a diez años. Si es para siempre sería permanente;
- **Recuperación.** Según sea más o menos fácil de reparar distinguimos irrecuperables, reversibles, mitigables, recuperables, etc.
- **Suma de efectos:** A veces la alteración final causada por un conjunto de impactos es mayor que la suma de todos los individuales y se habla de efecto sinérgico. Así, por ejemplo dos carreteras de montaña, pueden tener cada una su impacto, pero si luego se hace un tercer tramo que, aunque sea corto, une las dos y sirve para enlazar dos zonas antes alejadas, el efecto conjunto puede ser que aumente mucho el tráfico por el conjunto de las tres. Eso sería un efecto sinérgico;
- **Periodicidad.** Distinguimos si el impacto es continuo como una cantera, por ejemplo; o discontinuo como una industria que, de vez en cuando, desprende sustancias contaminantes o periódico o irregular como los incendios forestales.

## ***Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)***

Antes de empezar determinadas obras públicas, proyectos o actividades que pueden producir impactos importantes en el ambiente, la legislación obliga a hacer una Evaluación del Impacto Ambiental que producirán si se llevan a cabo. La finalidad de la EIA es identificar, predecir e interpretar los impactos que esa actividad producirá si es ejecutada. Los pasos a dar para hacer una EIA son:

Estudio de Impacto Ambiental (EslA).- Para hacer una EIA primero hace falta un Estudio de Impacto Ambiental que es el documento que hacen los técnicos identificando los impactos, la posibilidad de corregirlos, los efectos que producirán, etc. Debe ser lo más objetivo posible, sin interpretaciones ni valoraciones, sino recogiendo datos. Es un estudio multidisciplinar por lo que tiene que fijarse en como afectará al clima, suelo, agua; conocer la naturaleza que se va a ver afectada: plantas, animales, ecosistemas; los valores culturales o históricos, etc.; analizar la legislación que afecta al proyecto; ver como afectará a las actividades humanas: agricultura, vistas, empleo, calidad de vida, etc.

Declaración de Impacto Ambiental (DIA).- La Declaración de Impacto Ambiental la hacen los organismos o autoridades

medioambientales a las que corresponde el tema después de analizar el Estudio de Impacto Ambiental y las alegaciones, objeciones o comentarios que el público en general o las instituciones consultadas hayan hecho. La base para la DIA es el estudio técnico, pero ese estudio debe estar disponible durante un tiempo de consulta pública para que toda persona o institución interesada lo conozca y presente al organismo correspondiente sus objeciones o comentarios, si lo desea. Después, con todo este material decide la conveniencia o no de hacer la actividad estudiada y determina las condiciones y medidas que se deben tomar para proteger adecuadamente el ambiente y los recursos naturales.

Para Ernst, R. (2002). Ecología y Medio Ambiente en Chile. Dice que: "La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es la evaluación sistemática, reproducible e interdisciplinaria de los efectos potenciales, tanto de una acción propuesta como de sus alternativas, en los atributos físicos, biológicos, culturales y socioeconómicos de un área geográfica en particular. El mismo autor plantea que un Estudio de Impacto Ambiental es el documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretende llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e

interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutará para minimizar sus efectos significativos adversos”.

Gómez, D. (1988). Evaluación de Impacto Ambiental. Universidad de Pinar del Río. Cuba. “Plantea que la identificación de los temas relevantes a tratar en el análisis detallado establece el área geográfica que es necesaria incorporar en el estudio de impacto ambiental. Lo que se busca es una comparación de las condiciones del medio ambiente, con aquellas que pueden causar los diferentes componentes de la acción propuesta y sus alternativas razonables. Para ello se requiere conocer, de forma adecuada y rigurosa, los componentes ambientales que podrían ser impactados de alguna manera con la implementación de la acción. La descripción debe ser hecha en el territorio afectado, el que se define como el lugar donde ocurren los impactos ambientales y las medidas de mitigación y seguimiento. El detalle de la información debe ser suficiente para demostrar al analista las características de los recursos naturales y humanos que podrían resultar involucrados. Además, esta descripción debe suministrar información científica con la cual se puedan predecir y comparar los impactos ambientales.

En un estudio de impacto ambiental la reducción de los impactos negativos significativos se logra mediante el análisis cuidadoso de las diferentes alternativas y opciones que se presentan a lo largo de la evaluación, a través de la modificación de partes de la alternativa seleccionada, y/o por medio de la recomposición de los elementos que resulten afectados.

El Estudio de Impacto Ambiental, es el estudio técnico, de carácter interdisciplinario que, incorporado en los distintos procedimientos de gestión ambiental, está destinado a identificar, valorar, reducir y corregir las consecuencias o efectos ambientales de determinadas acciones, del proyecto futuro o de la actividad presente y funcionando, puedan causar sobre la calidad de vida del ser humano y su entorno.

El Estudio de Impacto Ambiental es una herramienta técnica fundamental de un proceso de análisis encaminado a identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir, corregir y comunicar el efecto de un proyecto o actividad sobre el medio ambiente interpretado en términos de salud y bienestar humanos.

Los Estudios de Impacto Ambiental son la principal herramienta para la evaluación de los efectos ambientales de todo proceso de toma de decisión dentro del procedimiento jurídico-

administrativo. Es un estudio de carácter interdisciplinario que está incorporado en el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental. De hecho los EIA forman parte de los instrumentos preventivos del daño ambiental como una herramienta técnica que ayuda a la toma de decisiones.

#### **2.1.2.5. FACTORES AMBIENTALES**

Son los componentes del medio ambiente entre los cuales se desarrolla la vida en nuestro planeta. Son el soporte de toda la actividad humana.

Brack, A. , & Mendiola, C. (Eds), (2000). Enciclopedia Virtual I . El ambiente y los factores ambientales. Barcelona.

“El ambiente y los seres vivos están en una mutua relación; el ambiente influye sobre los seres vivos y éstos influyen sobre el ambiente y sobre otros seres vivos. La forma en que ambos se influyen o condicionan se ha llegado a denominar como factores o condicionantes ambientales o ecológicos. La influencia del ambiente sobre los seres vivos es la suma de todos y cada uno de los factores ambientales. Estos factores determinan las adaptaciones, la gran variedad de especies de



plantas y animales, y la distribución de los seres vivos sobre la tierra.

Los factores ambientales se clasifican en inanimados o no vivos y animados o vivos.

***Factores inanimados o no vivos o abióticos.*** Entre ellos se cuentan:

- **Los factores sidéricos** son las características de la Tierra, del Sol, de la Luna, de los cometas, de los planetas y de las estrellas, que tienen importancia para los seres vivos.
- **Los factores eco geográficos** son las características específicas de un paisaje natural, siendo posible que un factor determinado tenga un campo de acción aún más amplio en cuanto ejerce su influencia en paisajes colindantes.
- **Los factores físico-químicos** son las características físicas y químicas del ambiente y determinan una parte importante de las relaciones ambientales.

**Factores animados o vivos o bióticos:** Son todos los seres vivos. Entre ellos tenemos:

- **Las relaciones entre los organismos**, que tienen una influencia muy variada según provengan de individuos de la misma especie (relaciones intra específicas) o de especies distintas (relaciones íter específicas).
- **La vegetación** (el conjunto de plantas), como proveedora de alimentos, cobertura y refugio, es de fundamental importancia para los animales.
- **La densidad poblacional**, o sea la concentración de los individuos de una misma especie o de diferentes especies en un espacio o área determinada.
- **Los seres humanos**, cuya influencia sobre el medio ambiente es cada vez mayor por el aumento de la población y el desarrollo de la tecnología.

Según Kussmaul (1989), "Los factores de la actividad minera está relacionado con cuatro factores principales:

- **Tamaño de la explotación**, que se refiere al volumen de producción de la explotación, el cual tiene como consecuencia una determinada dimensión de actividades y producción de desechos y aguas residuales.

- Métodos de explotación, que dependen del tipo de yacimientos a explotar y que están directamente relacionados con la naturaleza y extensión del impacto. Se utilizan tres métodos principales:
  - Minería a cielo abierto (o minería superficial),
  - Minería subterránea,
  - Minería por lavado y dragado.
- Características de los minerales y de su beneficio, que se refiere al hecho de que la naturaleza del mineral determina el tratamiento a sufrir. Los minerales se pueden dividir en:
- Minerales no metálicos (como los materiales de construcción), que requieren poco tratamiento físico, como por ejemplo trituración y molienda, y que no requieren ningún tratamiento químico.
- Minerales metálicos, que requieren generalmente un alto nivel de procesamiento, así como el empleo de muchos reactivos químicos, y que generan grandes cantidades de desechos finos.

#### **2.1.2.6. LINEA BASE**

Pérez, L. L. (1989). Línea base en proyectos ambientales. Cuba.: Empresa de Ingeniería y Proyectos.

“Los estudios de línea de base describen el estado de un ambiente, y tienen alcance multidisciplinario. Abarcan diversas disciplinas, tales como: hidrología, biología, química, hidrogeología y la ingeniería civil; estadística, economía y la sociología. El producto final de las actividades de línea de base es de naturaleza muy práctica.

Los estudios de línea de base no constituyen una actividad académica que abarca todos los aspectos posibles. El lapso durante el cual se deben adquirir o generar y analizar los datos, normalmente es demasiado breve como para realizar una investigación rigurosa; además, el alcance de los estudios es demasiado amplio. Se basan en ciencia documentada y, cuando corresponde, recurren a estudios académicos, informes de empresas, documentos del gobierno y cualquier otra fuente disponible de información al respecto.

En este estudio deben tocarse tres aspectos fundamentales que son: La historia de las transformaciones ambientales del

territorio, el inventario ambiental con la descripción de las alteraciones ecológicas o ambientales claves y la valoración del estado actual del medio ambiente.

La historia de las transformaciones ambientales se elabora a partir de numerosas informaciones que permite determinar la dinámica de los cambios de los componentes del medio, en el espacio y en el tiempo producto de la actividad del hombre.

Esta situación conlleva la idea prioritaria de concebir un inventario de aquella información que sea lo más representativa posible del territorio afectado. Es la fase de búsqueda de información y diagnóstico, consistente en la recogida de la información necesaria y suficiente para comprender el funcionamiento del medio sin proyecto, las causas históricas que lo ha producido y la evolución previsible si no se actúa.

En los proyectos mineros, para ser relevantes, las actividades de determinación de la línea de base deben estar relacionadas con el ciclo vital de la mina, durante el cual se pueden reconocer las siguientes fases:

- La fase de pre exploración,
- La fase de prospección y exploración,

- La fase de planificación y desarrollo de la mina, que abarca actividades como la remoción del encape, el barrenado profundo, el desarrollo de la infraestructura, la construcción de la presa, la construcción de la planta de procesamiento, el desarrollo del emplazamiento de las colas de la planta de procesamiento y el emplazamiento de las escombreras, etc.
- La fase pre operativa, durante la cual la preocupación ambiental principal es la descarga de contaminantes en las vías de agua superficial y subterránea, o la dispersión a través de la atmósfera,
- La fase de cierre y puesta fuera de servicio, y
- La fase posterior al cierre.

Los estudios de línea de base reúnen datos en comparación con los cuales se pueden medir los posteriores cambios producidos en el ambiente. En la industria, las líneas de base incluyen:

- La selección de parámetros fundamentales necesarios para describir el estado de un elemento ambiental en particular (por ejemplo, calidad del agua, caudal del agua subterránea, etc.) en el momento elegido,

- Parámetros cuidadosamente seleccionados para sustentar el plan de monitoreo operativo, y
- Parámetros en comparación con los cuales se realiza la planificación y el monitoreo de la rehabilitación final.

La profundidad y la amplitud del estudio y descripción en la línea base ambiental de los factores ambientales dependen de la carga ambiental previsible, de la sensibilidad de los bienes que se desean proteger, de la complejidad del proyecto, de los datos disponibles y de la fase de evaluación en curso. Esto indica que mucho depende de la experiencia del evaluador por lo que no siempre se evaluarán todas las componentes ambientales, ni tampoco con la misma exhaustividad o profundidad.

Algunos autores utilizan o agregan otros factores ambientales en la descripción de la línea base, esto está fundamentado en la necesidad que tienen determinados colectivos de investigadores de resaltar determinados impactos. Si hacemos un análisis de estos otros factores llegamos a la conclusión que lo que han hecho es dividir o diversificar algún o algunos de los factores ambientales señalados anteriormente. Igualmente se omite el análisis de algunos factores, determinado por varias causas, entre ellos: que el proyecto no la afecte, que el factor

este tan afectado que no merita su descripción para ese proyecto, etc. Todo esto esta en dependencia de la experiencia y composición del colectivo.”

### **2.1.3. LINEA DE BASE DEL PROYECTO**

#### **2.1.3.1. DESCRIPCION DE PROCESOS**

Se refiere a todas las actividades que se realizan en la planta concentradora CIP Tiquillaca.

- 1. Recepción.-** El mineral proveniente en volquetes de 10 a 15 TM de la mina son pesados, luego alimentados en la tolva de gruesos ó almacenados en una cancha de mineral. El recorrido de los volquetes que traen el mineral de los yacimientos dependerá de la distancia en que estén ubicados dichos yacimientos. La cancha donde se almacena el mineral tiene una capacidad de 5000 TM.
- 2. Tolva de gruesos.-** Es el lugar donde se depositara el mineral transportado de la mina, es de forma cilíndrica, su capacidad es de 84,9 TMS.



**3. Chancado.-** La descarga de la tolva de gruesos se hace manualmente a un grizzly estacionario de 2' x 4' Con una abertura de 1 pulgada donde el mineral de +12" se alimenta a la chancadora tipo Blake de 8" x 10" marca Denver FIMA. La fracción de mineral de menos 1" cae a la faja transportadora N° 1 e ingresa a la tolva de finos.

**4. Tolva de finos.-** El mineral fino es almacenado en esta tolva con una capacidad de 74 m<sup>3</sup> de forma circular con fondo cónico. Esta tolva descarga por la parte inferior a la faja transportadora N° 2 y esta al chute luego al molino de bolas.

**5. Molienda y clasificación.-** El molino de bolas que se utiliza en la planta concentradora de Tiquillaca es de un tamaño de 5' x5', de una capacidad diaria de 50 TM. Trabaja en circuito cerrado con un clasificador helicoidal de 24" de diámetro y 16' de largo. La descarga del molino entra al clasificador helicoidal, el clasificador tiene dos descargas, el fino va a las celdas de acondicionamiento y los gruesos retornan al molino En esta etapa se dosifican con los siguientes reactivos:

- Cianuro                    40 cc/ min

- Sulfato de zinc        280 cc/ min

- Aerofloat 208      4    cc/min
- Aerofloat 31      6    cc/min
- Aerofloat 404      5    g
- Bisulfito de sodio 100 cc/min
- Cal                    2 kg.

La planta concentradora CIP Tiquillaca cuenta con dos acondicionadores de pulpa marca COMESA de 5' x 5', una vez preparada la pulpa son alimentados a las celdas de flotación.

**6. Sección flotación.-** El tratamiento de los minerales poli metálicos de la zona de influencia de la planta concentradora de Tiquillaca se realiza por flotación con reactivos específicos para cada caso particular, como son colectores, espumantes y modificadores (activadores y depresores), se realiza una flotación selectiva o diferencial.

En el circuito de flotación plomo - plata - zinc.- Se tienen instaladas 08 maquinas de flotación N° 18 marca COMESA, con motores de 9 HP cada dos maquinas, con una capacidad diaria de flujo de 203 m<sup>3</sup> por día. La densidad de la pulpa es de 1350 g/l, densidad del mineral 2,9 ; tiempo de flotación 32

minutos. El pH en la flotación de plomo es de 7,5 y en el zinc de 11.

La dosificación de reactivos en flotación son:

Xantato amilico de potasio (Z-6)	10	cc/min
Acido cresilico	31	g
Silicato de sodio	30	cc/min
Sulfato de cobre	300	cc/min
Aceite de pino	40	cc/min
Lechada de cal	100	cc/min

El relave de las celdas de flotación son derivadas a la cancha de relaves por medio de una tubería.

- 7. Cochas de concentrado.-** Construidas de concreto armado, reemplazan a los espesadores donde se elimina gran parte de agua, se tiene un numero de 06 con una capacidad de almacenamiento de 10 toneladas métricas; el concentrado luego pasa a la plataforma de cemento donde finalmente debe alcanzar el porcentaje de humedad requerido para el despacho que debe estar aproximadamente en un 11%.

**8. Cancha de relaves.-** Es el lugar donde se deposita los relaves producidos por las celdas de flotación y esta compuesto de material estéril y agua cuya relación es de 2.5/1. Los relaves están formados por gangas, compuestas de cuarzo, calcita, reactivos, etc. La cancha de relaves tiene un área de 40000 m<sup>2</sup> y esta diseñada para almacenar 250000 TM de relaves aproximadamente en dos áreas, para realizar cambios y acondicionamientos oportunos sin ocasionar derrames.

**FIGURA N° 1**

**PLANTA CONCENTRADORA CIP TIQUILLACA (Época de Verano)**



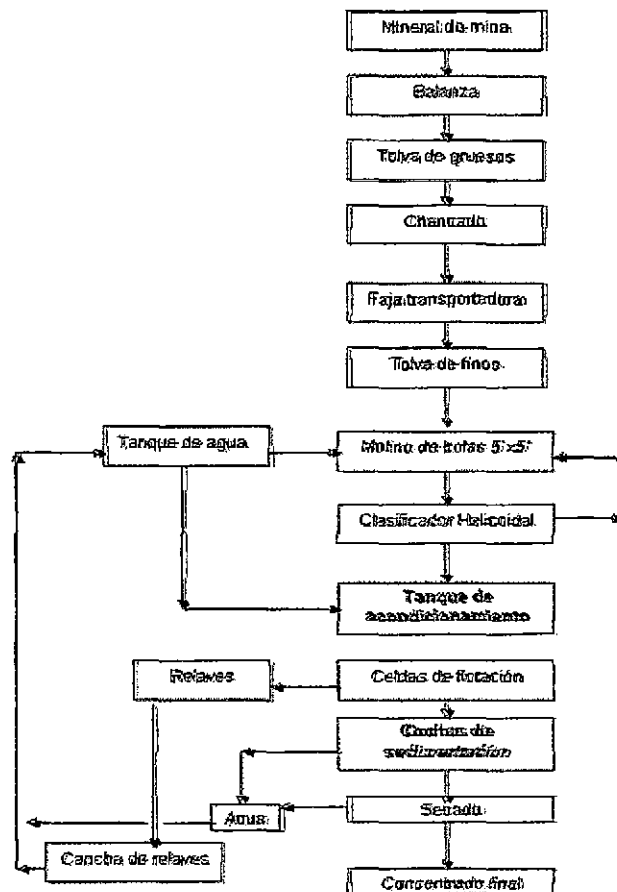
FIGURA N° 2

PLANTA CONCENTRADORA CIP TIQUILLACA (Época de Primavera)



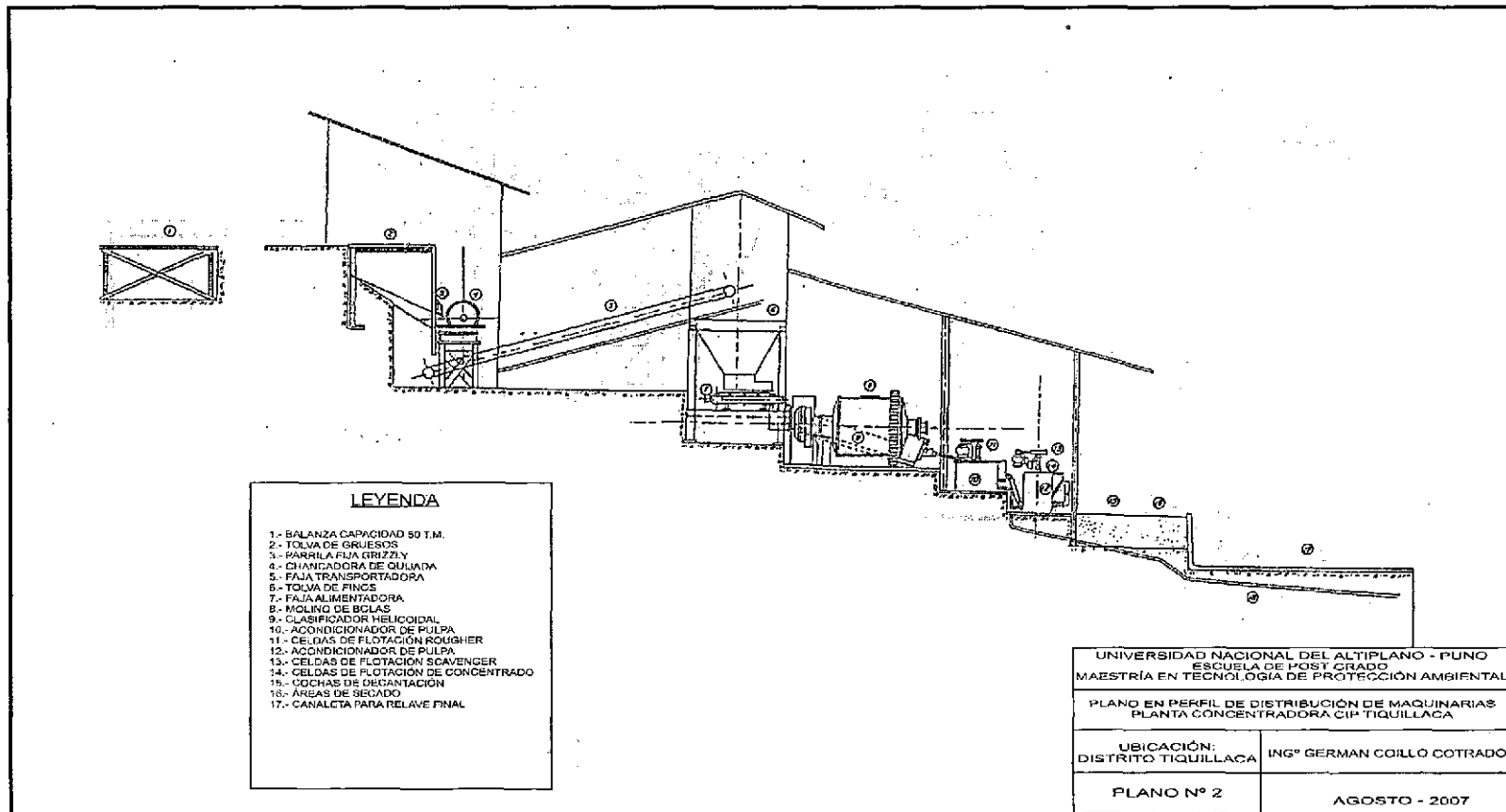
DIAGRAMA DE FLUJO N° 1

PLANTA CONCENTRADORA CIP TIQUILLACA



## PLANO N° 2

### PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIAS – PLANTA CONCENTRADORA CIP TIQUILLACA



## **2.1.3.2. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE**

### **MEDIO FÍSICO**

#### **1. CLIMA.-**

Existe una relación de dependencia entre las condiciones climáticas de un área geográfica y el desarrollo de los diversos campos económicos y sociales, tales como la agricultura, la ganadería, la caza, la industria, el transporte, la vivienda, etc. obteniendo los óptimos beneficios cuando el clima es científicamente aprovechado.

Para la clasificación climática de esta área se ha aplicado el sistema de clasificación de climas propuesto por Warren T. (2000), basado en el grado de favorabilidad de la humedad y la temperatura ambientales para la vida de las plantas.

En el caso del altiplano, en Departamento de Puno las características climatológicas (termo- pluviales) juegan un papel importante ya que son causa de la existencia de graves problemas, representados principalmente por las sequías y las heladas.

El clima en general corresponde al tipo semi seco y frío, con estaciones de invierno carentes de lluvia y sin cambio térmico invernal definido, sin embargo es posible establecer 04 variantes climáticas que, si bien no se diferencian grandemente, adquieren una gran importancia dentro del patrón climático en general.

**a. El sub- tipo climático “A” Circunlacustre**

Corresponde al área que bordea el Lago Titicaca y la laguna de Arapa, el origen de esta variante climática se encuentra en la acción termo-reguladora del Lago Titicaca la cual consiste en la absorción de calor durante las horas de sol y su pérdida lenta en las noches permitiendo que los vientos del SE, que soplan sobre el lago, se calienten y humedezcan elevando y manteniendo constantemente las temperaturas, cuyo promedio oscila entre 9.5°C y 5.5°C; este sub tipo climático es el más favorable de todos para las actividades agrícolas, debido a que el fenómeno descrito evita las caídas extremas de las temperaturas mínimas.

La humedad relativa presenta una variación uniforme durante el año, su valor medio oscila alrededor del 60 al 70%, el cual es bastante adecuado para el altiplano, constituyendo la mas clara comprobación de las condiciones climáticas favorables, ya que



este factor meteorológico es un verdadero termorregulador medio ambiental.

El total de horas de sol alcanza su máximo valor, de 280 horas, durante los meses invernales, aunque en esta época la radiación solar no es la máxima debido al ángulo de incidencia de los rayos solares.

Con respecto a la nubosidad los datos muestran una variación y distribución media anual muy uniforme. En primavera y verano, el cielo permanece parcial o totalmente cubierto, es decir, con nubosidades de 5/8 a 8/8 mientras que en otoño e invierno se tiene frecuentemente un cielo despejado.

#### **b. El sub- tipo climático “B” Puna húmeda**

En esta zona el medio ambiente tiene temperaturas máximas y mínimas promedios de 13°C y 6°C respectivamente, el rango de oscilación indica que las temperaturas sufren fuertes descensos ocasionando la presencia de heladas mas o menos intensas, aunque de menor frecuencia y con un periodo de ocurrencias más corto que las que se producen en el tipo sub – climático “C” las características principales de esta variante climática indican la existencia, durante todo el año, de condiciones ambientales bastantes favorables para el desarrollo de las explotaciones

agropecuarias. Se caracteriza por que recibe mayor cantidad de precipitación, que llega a los 760mm, en promedio anual.

La evaporación es muy desuniforme en su variación y distribución anual, con excepción de los últimos cuatro meses del año, durante los cuales se observa una cierta variación termo- evaporimétrica la razón de este fenómeno parece ser la presencia de esporádicas corrientes de vientos fuertes durante los primeros ocho meses del año.

### **c. El sub- tipo climático “C” o clima del altiplano**

Este impera sobre los extensos pastizales, donde las temperaturas promedio máxima y mínima están alrededor de los 13°C y 3°C, respectivamente, comprendiendo un amplio rango de oscilación.

En consideración a estas características, se puede afirmar que en este sub- tipo climático las heladas son de fuerte intensidad y que abarca un periodo de ocurrencias, por lo que la agricultura debe estar supeditada exclusivamente a plantas resistentes a temperaturas bajas. No obstante, la topografía, los suelos y las buenas especies de pastos naturales, constituyen muy buenas condiciones para el desarrollo de la garantía de

tipo lanar y fibra. Las precipitaciones pluviales alcanzan un promedio anual de 672mm, en promedio.

La humedad relativa tiene una variación y distribución anual bastante uniforme, con una media mensual que varia alrededor del 65%. La nubosidad medio oscila entre un máximo de 6/8 a un mínimo de 2/8.

#### **d. El sub- tipo climático “D” o clima de las alturas**

Corresponde a todas las zonas de altura, de topografía sumamente accidentada, con suelos erosionados y con vegetación natural muy pobre existe poca información meteorológica en estas áreas, si embargo se estima que la temperatura promedio es sumamente baja, oscilando entre 6°C y 0°C clara indicación de que las heladas son intensas y muy frecuentes durante todo el año. Debido a estas condiciones el área es agrícolamente casi improductiva prosperando solo en la ganadería de tipo autóctono. Aunque existe poca información meteorológica pero se estima que el periodo anual debe ser de alrededor de los 800mm.

## 2. TEMPERATURA.

Debido a sus características geográficas la zona presenta un registro de temperaturas en promedio bajas, aunque con gradiente diario significativo.

Durante el invierno se tiene la presencia de heladas debido a la ausencia de nubosidad y a los valores promedios bajos de humedad relativa propio de las alturas.

Promedio mensual: 11.4 °C

### ***Humedad relativa***

Humedad relativa (%) :57%

**Vientos.-** Dadas las características topográficas presentes los vientos en la zona son variables durante el día. El periodo de vientos con mayor intensidad está comprendiendo entre los meses de junio a septiembre coincidiendo con la época del invierno seco.

Velocidad de viento (Km/h) : 42 Km/h

**Precipitación.-** Uno de los rasgos típicos en la región es la marcada diferencia en el régimen de precipitaciones a lo largo del año, con una temporada seca o estiaje entre los meses de

mayo a septiembre; y una temporada de lluvias entre los meses de octubre a abril.

Promedio medio anual (mm) : 678.3 mm

### ***Evaporación***

Evaporación (mm/mes) : 83 mm/mes

Evapotranspiración potencial total : 597 mm/año

## **3. GEOLOGÍA**

El estudio geológico pretende enfatizar aquellos aspectos de incidencia para la determinación y análisis de los impactos ambientales. En este caso, la evaluación geológica nos permite conocer el substrato litológico en el que se desarrollan los suelos y su cobertura vegetal. Asimismo, reconocer, entre otros aspectos, que determinadas formaciones rocosas favorecen las acciones erosivas, y otras las atenúan. Por lo tanto es importante una buena evaluación geológica.

### ***Contexto Litológico-Estructural***

El mapa litológico-estructural de la cuenca del río Challamayo, tiene como base los estudios de levantamiento geológico a escala 1: 100000, realizado por la Dirección de Geología

Regional del INGEMMET (ver anexo, plano n° 3), entre los años 2000 y 2001, la interpretación de imágenes satelitales Landsat (depósitos superficiales) y la verificación realizada en el campo.

Para la delimitación de unidades litológicas se tomó como patrón la litología de las formaciones geológicas sin considerar su edad y más bien se tomaron en cuenta características geotécnicas como intensidad de fracturamiento, grado de meteorización y/o resistencia a la erosión.

De acuerdo a esto se han dividido unidades de suelo y roca en dos grupos:

- Depósitos inconsolidados
- Unidades del substrato rocoso.

### ***Depósitos inconsolidados***

Agrupar a siete tipos de materiales no consolidados, de diferente origen, producto de la meteorización, erosión y posterior acumulación, presentando morfologías que van desde planas a plano-onduladas hasta acumulaciones de pie de monte con cierto declive, Se clasifican de acuerdo a su origen en:

### Depósitos fluviales

Son los materiales que se hallan en el cauce o lecho de los ríos y/o quebradas, terrazas bajas inundables y llanura de inundación. Son depósitos inconsolidados, poco consolidados hasta sueltos, fácilmente removibles y con permeabilidad alta, constituidos por bolos, cantos y gravas sub redondeadas en matriz arenosa o limosa, mezcla de lentes arenosos y arena limosos.

Geomorfológicamente se asocian principalmente a las llanuras de inundación, y son susceptibles a erosión fluvial e inundación, periódicas a excepcionales.

### Depósitos aluviales

Conforman las extensas llanuras aluviales y terrazas (altas y medias) ubicadas en las márgenes de los ríos principales y tributarios mayores, algunos de ellos presentan cierto grado de consolidación y constituyen terrazas erosionadas por los cauces actuales. Estos depósitos generalmente corresponden a una mezcla heterogénea de gravas y arenas, redondeadas a sub redondeadas, así como limos y arcillas; que tienen de regular a buena selección, observándose niveles o estratos diferenciados

que evidencian la actividad dinámica fluvial en el tiempo. Su permeabilidad es de media a alta.

Geomorfológicamente se asocian a las planicies aluviales o terrazas altas, planicies aluviales con bofedales, susceptibles a erosión fluvial (socabamiento de terrazas), algunos derrumbes y hasta deslizamientos.

#### Depósitos coluviales y deluviales

Agrupar una serie de depósitos de piedemonte de diferente origen (gravitacional y fluviogravitacional), acumulados en las vertientes o márgenes de los valles como también en las laderas superiores; en muchos casos resultan de una mezcla de ellos.

A los depósitos coluviales o de caída se les reconoce por la geometría que poseen, y son producto de deslizamientos, derrumbes, movimientos complejos, etc. Su fuente de origen está cercana, están constituidos por material generalmente, grueso de naturaleza homogénea, heterogénea, con materiales finos como arena, limo y arcilla en la matriz; generalmente se encuentran sueltos a muy sueltos, pero pueden consolidarse en proporción directa con su antigüedad y dependiendo de la matriz que los engloba. Su distribución mayormente caótica, al



pie de los taludes a manera de talus de escombros como principal característica, exponiéndose tanto en laderas de valles y al pie de barrancos escarpados.

Los depósitos deluviales son acumulaciones pequeñas a moderadas de depósitos de vertiente cuyo origen está asociado generalmente a flujos no canalizados y también movimientos complejos (derrumbe-flujos o deslizamientos-flujos), originando pequeños abanicos al pie. Algunos ejemplos son depósitos relativamente recientes de piedemonte o abanicos acumulados al pie de algunas lagunas.

En conjunto ambos depósitos, por su naturaleza son susceptibles a erosión pluvial, remoción y generación de flujos de detritos (chorreras y huaycos), y cuando por ser resultado de antiguos movimientos en masa, son susceptibles a remociones mayores, al modificar los declives naturales. Geomorfológicamente están asociados a unidades de depósitos de vertiente, depósitos de deslizamientos y abanicos deluviocoluviales.

#### Depósitos proluviales

Son aquellos materiales originados por torrentes de agua que bajan de las quebradas formando conos de deyección o abanicos,

que se confunden muchas veces con terrazas aluviales; el material que los constituye es heterométrico y mal clasificado, generalmente con detritos sub angulosos a sub redondeados, en matriz fina, permeables, medianamente consolidados; son susceptibles a erosión fluvial. Geomorfológicamente están asociados directamente a unidades de abanicos proluviales y abanicos aluvionales.

#### Depósitos fluvioglaciares

Los depósitos fluvioglaciares se encuentran a partir de los 4 500 msnm, ocupando laderas de valles, colinas altas y valles glaciales. Están constituidos por bloques, gravas y arenas, heterométricas, en matriz limo arenosa, medianamente compacta y de permeabilidad baja a media. Se presentan algo estratificados, ocupando extensas áreas en los valles o cuencas superiores.

#### Depósitos glaciales y glaciofluviales

Los depósitos glaciales están representados principalmente por acumulaciones de morrenas (clastos subangulosos en matriz arenosa que forman lomadas alargadas), mientras que los glaciofluviales, son productos de la removilización de morrenas por acción fluvial, generalmente compuestos de gravas sub

redondeadas, poco consolidadas en matriz arenosa limosa, lentes de conglomerados.

### Depósitos lacustres

Los depósitos lacustres, se presentan en capas horizontales a subhorizontales, constituidos de gravas en matriz arenosa, limo arcilloso finamente estratificados, estratos de arena algo friables con presencia de estratificación sesgada. Se encuentra en zonas aledañas al lago Titicaca y son susceptibles a erosión (fluvial y pluvial) e inundaciones.

### ***Unidades del substrato***

#### Rocas intrusivas

Las que afloran en la cuenca ocupan un reducido porcentaje, ubicándose principalmente en la porción occidental, pertenecen a segmentos sub volcánicos, granitos del paleozoico superior y presentan una morfología de montañas y colinas altas, con pendientes moderadas a abruptas.

Estas rocas de acuerdo a su morfología, litología, grado de fracturamiento, son susceptibles en bajo grado a determinados

procesos de movimientos en masa (caída de rocas, derrumbes, reptación y erosión de laderas).

La resistencia de estos materiales rocosos varía según la composición, textura y localización; el granito es la más común de la familia de rocas intrusivas y su resistencia a la compresión de 100-200 Mpa.

- *Granodioritas, granitos, monzogranitos*: afloramientos de topografía moderada, están ubicados al oeste de la cuenca.
- *Diorita-sienogranito, tonalita y pórfidos* afloramientos aislados y dispersos muy reducidos.

#### Rocas volcánicas

Esta unidad está claramente diferenciada en dos grupos de rocas: de naturaleza piroclástica (tobas e ignimbritas) y de naturaleza lávica. Su distribución está restringida principalmente a los sectores oeste de la cuenca.

- *Tobas y brechas*: constituida por tobas de cristales de composición riolítica a dacítica, tobas brechosas, tobas de caída y de cristales de composición riodacítica con niveles de cenizas soldadas.

- *Lavas dacíticas, andeíticas y basálticas*: este grupo está representado por lavas masivas de composición traquibasáltica, de textura afanítica, lavas gris oscuras de andesitas basálticas porfiríticas, que pertenecen al Grupo Tacaza, que es la unidad que más afloramientos presenta en la zona del proyecto.

### Rocas sedimentarias

Las rocas sedimentarias se encuentran realmente muy distribuidas en la cuenca, estructuralmente plegadas y falladas, habiéndose agrupado de acuerdo a su litología predominante, en cinco sub unidades.

- Limolitas, limo arcillitas, areniscas arcósicas, lentes y nódulos de yeso
- Areniscas cuarzosas, limolitas, limo arcillitas y carbón
- Areniscas con intercalación de calizas micríticas
- Calizas micríticas, bioclásticas y espáticas
- Conglomerados, areniscas conglomerádicas e intercalaciones de limo arcillitas

La caracterización geológica de una zona comprende:

*Litología:* tipo de material presente (roca o suelo), sus características físicas y químicas, la composición mineral y textura. El conjunto de estas características definen el grado de susceptibilidad del material a los movimientos en masa (MEDINA, 1991).

*Estructuras:* sistema de discontinuidades presentes en la roca que se consideran como planos de debilidad, heredados por el material meteorizado. Estas pueden ser: Estratificación: contactos entre materiales de rocas sedimentarias; pliegues: ocasionados por fuerzas de origen tectónico (anticlinales y sinclinales) en rocas sedimentarias y metamórficas (SUÁREZ,1998); fallas y dioclasas: estructuras tectónicas presentes en el material, en las cuales se ha presentado desplazamiento relativo de masas (SIMONS, 1990). Su influencia en la susceptibilidad está gobernada por su rumbo, buzamiento, espaciamiento, continuidad, grado de actividad, entre otros.

Para el caso de la microcuenca del río Challamayo, teniendo en cuenta su complejidad estructural y geológica, la interpretación de carácter litológico (grado de meteorización) y estructural (grado de fracturamiento) de las diferentes unidades de roca y

suelo existentes en la microcuenca, permitió establecer diferentes grados de susceptibilidad, en forma cualitativa.

- La unidad volcánica tiene una alta susceptibilidad a la ocurrencia de caída de rocas, erosión de laderas, flujos, reptación, derrumbes, deslizamientos vuelcos y movimientos complejos.
- Las unidades de pizarras y areniscas, tienen una alta susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamientos, erosión de laderas y caídas.
- Las unidades de depósitos inconsolidados (coluviales y deluviales) tienen una muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de flujos.

#### **4. GEOMORFOLOGÍA**

Es el estudio de la actual configuración superficial del terreno (landscape), la cual comprende un conjunto de rasgos (landform) que lo caracterizan; el estudio de dichos rasgos comprende su clasificación, descripción, naturaleza, origen, desarrollo, y relaciones con las estructuras subyacentes, así como la historia de los cambios geológicos según el registro de estos rasgos superficiales.

## **Proceso geomorfológico**

Acción que involucra a un tipo de fuerza, que induce a un cambio, sea químico o físico, en los materiales o formas en la superficie terrestre. Dichos procesos pueden ser:

### **Proceso exógeno**

Son procesos que actúan sobre la superficie terrestre, para llevarla a un nivel común: sea **agradacional** (deposición) o sea **degradacional** (erosión). Estos procesos se deben al: intemperismo, escorrentía del agua, acción del viento, acción glacial, acción del agua subterránea, trabajo de organismos, acción antrópica, etc.

### **Proceso endógeno**

Son procesos que actúan desde el interior de la Tierra, desplazando material. Estos procesos se deben al: tectonismo, volcanismo, sismicidad.

### **Landforms**

Cualquier rasgo o forma física, reconocible en la superficie de la tierra, que tiene una forma característica, y producido por causas naturales. Incluye **formas mayores** tales como: una



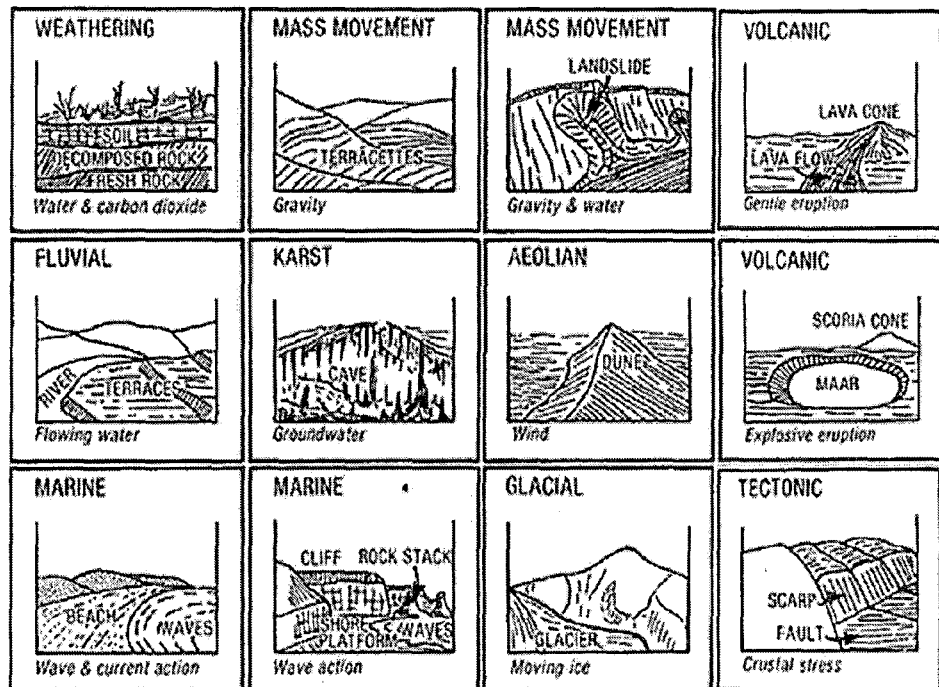
planicie, una meseta, o una montaña, y **formas menores** tales como: una colina, un valle, una ladera, un ester, o una duna. Tomados conjuntamente, los landforms constituyen la actual configuración superficial de la tierra

**Landscape**

Es el conjunto de rasgos (landforms), característicos sobre la superficie actual del terreno, que conforman un tipo de paisaje, el cual se debe a la acción de procesos naturales (exógenos o endógenos)

FIGURA N° 3

PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS Y LANDFORMS



FUENTE: Meza (2006)

## **5. SUELOS**

Los suelos del área estudiada obedecen a varios orígenes y ocupan diferentes situaciones o posiciones fisiográficas, las formaciones edáficas pueden clasificarse:

### **A. Suelos lacustres o aluvio locales de áreas deprecionadas.**

Suelos que se han formado a partir de materiales acarreados de lugares cercanos dentro del lago que antiguamente ocupan la zona. Este grupo integra suelos constituidos por sedimentos finos, cuyas características más saltantes que lo tipifican se debe a los excesos de humedad permanente o al alto acumulamiento de sales solubles.

Las asociaciones edáficas delimitadas dentro de este grupo han sido: Asociación Limnos y Asociación Muni.

### **B. Suelos lacustres o aluvio locales de la altiplanicie.**

Grupo extenso e importante que se ha formado a partir de sedimentos relativamente finos y profundos de origen lacustre y aluvio locales, ocupan la mayor parte del altiplano central. Con relación a las condiciones de drenaje que pueden

presentar estos suelos pueden dividirse en los siguientes subgrupos:

**a). Tierras de drenaje normal.**

Se encuentran comprendidas todas las unidades edáficas pertenecientes a las asociaciones.

**b). Tierras con características de drenaje imperfectos.**

Se encuentra representado por cuatro formaciones edáficas principales: Titicaca, Sorani, plateria y Acora.

Ambos subgrupos se encuentran cubiertos por la vegetación natural, constituida esencialmente por pastos. Cuando son cultivados, se conducen ciertos cultivos de altura (papa amarga, papa dulce, cebada, quinua, avena forrajera, etc.) principalmente en los suelos de la asociación Acora.

**C. Suelos aluviales y aluvio locales propios de la altiplanicie y quebradas.**

Suelos que se han originado a partir de sedimentos aluviónicos de textura y espesores variados, depositados en distintas épocas por la acción de las aguas de los ríos llave y Plateria, y los numerosos afluentes que conforman dichas cuencas

fluviales. Estos suelos se extienden ocupando angostas fajas irregulares generalmente discontinuas, sobre las márgenes de los ríos antes señalados y su red dendrítica de afluentes.

#### **D. Suelos aluvio locales y glacio fluviales.**

Suelos que se han derivado a partir de materiales marcadamente gruesos, acarreados por la acción de los ríos llave y Titiri, y las agresiones y regresiones sucesivas de las masas de hielo en distintas épocas, conjuntamente con las aguas provenientes de los mismos. Incluye una sola asociación. llave que se caracteriza por tener suelos delgados, bastante planos, con alto acumulamiento de grava y piedras tanto en la masa del suelo como en la superficie.

Casi en su mayor parte, estos suelos se encuentran bajo una vegetación permanente de pastos nativos donde predominan las especies pertenecientes a la especie *Stipa*.

#### **E. Suelos residuales o in-situ en ladera y cima de cerros.**

Grupo de suelos primarios o de formación in-situ (originados en el lugar) pertenecen todos aquellos suelos que ocupan las

laderas y cimas de cerros de la zona reconocida y que han derivado a partir de materiales sedimentarios (calizas, lutitas y areniscas principalmente) y de origen volcánico. Topográficamente con suelos de pendientes complejas, fuertemente quebradas o empinadas, asociados frecuentemente con sus superficies netamente litosólicas y escarpados.

Dentro de este grupo se han delimitado cuatro asociaciones edáficas: llave., Acora, siendo sus características: suelos muy superficiales, fuertes pendientes, alta susceptibilidad a la erosión pluvial y baja capacidad productiva. La aptitud agropecuarias de estas tierras es muy limitada debido a las condiciones climáticas adversas y a las características topográficas inapropiadas.

#### **F. Grupo Misceláneos.**

A este grupo pertenecen todas aquellas tierras de morfología pedológica no definida se incluyen las formaciones nivales, escarpados, pantanos y suelos aluviales no diferenciados o cause de río (areno- cascajo fluviales) entre las más importantes.

## MEDIO BIÓTICO

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES ZONAS DE VIDA.

- **Bosque húmedo- Montano subtropical (bh-MS)**

Se distribuye en la región latitudinal subtropical. Geográficamente, se distribuye a lo largo de la región cordillerana de norte a sur entre 2800 a 4000 msnm.

La biotemperatura media anual máxima es de 12.9°C y la media anual mínima es de 6.5°C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 1.119mm y el promedio mínimo de 410mm. El relieve es dominante empinado ya que conforma el borde o parte de las laderas que enmarcan a los valles interandinos, haciéndose un tanto más suave en el límite con las zonas de Páramo que presentan gradientes moderadas por efecto de la acción glacial pasada. Por lo general, aquí dominan suelos relativamente profundos, arcillosos, de reacción ácida, tonos rojizos y pardos y que se asimilan al grupo edafogénico de Phaeozems.

La vegetación natural clímax prácticamente no existe y se reduce a pequeños relictos o bosques residuales homogéneos,

como el chachacomo (*Escallonia* sp) quinal (*polylepis* sp) ulcumano, romerillo o intipampa (*podocarpus* sp) o pequeños bosques heterogéneos constituidos por especies de los géneros *Gynoxis*, *polilepis*, *eugenia*, *senecio*, *podocarpus*, *baccharis*, *oreopanax*, *solanum*, etc. El mutuy (*cassia* sp), absurto de flores amarillas, es también muy frecuente así como el tarhui o chacho silvestre (*lapinus mutabilis*) cerca de los caminos.

En las partes altas o superiores denominadas subpáramos o praderas se observa la presencia de grandes extensiones de pastos naturales altoandinos, constituidos principalmente por especies de la familia de las gramíneas como *stipa*, *clamagrostis*, *festuca* y *poa*, entre las más importantes.

- **Páramo muy húmedo – subalpino subtropical (pmh-SaS)**

Geográficamente se ubica en una franja territorial de las partes orientales de la cordillera de los Andes en áreas que van desde los 3900 hasta los 4500msnm. La biotemperatura media anual mínima es de 4.6°C y la máxima es de 6.9°C, el promedio máximo de precipitación total anual es de 1088.5mm y el promedio mínimo de 513.4mm. la evapotranspiración potencial total por año varía entre la mitad (0.25) y la mitad (0.50) del

promedio de precipitación total por año, lo que ubica a esta zona de vida en la provincia de humedad: PERHUMEDO.

La configuración topográfica está definida por áreas bastante extensas, suaves a ligeramente onduladas y colinadas, con laderas de moderada a fuerte declive hasta presentar en muchos casos afloramientos rocosos.

Los suelos son relativamente profundos, de textura media, ácidos, generalmente con o sin, donde existen predominio de materiales calcáreos, aparecen los cambisoles, éutricos y rendzinas. Completan el cuadro edáfico suelos de mal drenaje (Gleysoles) suelos orgánicos (histosoles) y litosoles (suelos delgados).

La vegetación natural está constituida por una abundante mezcla de gramíneas y otras hierbas de hábitat perenne. Entre las especies dominantes se tiene: *festuca dolycophilla*, *festuca heterophylla*, *calamagrostis antoniana*, *C. intermedia*, *C. vicunarum*, *stipa brachyphylla*, *S. ichu*, *S. obtusa* y *S. inconspicua*, fuera de estas especies dominantes tenemos: “gramas saladas” *distichlis humilis*, *bromas sp*, *trifolium amabile*, “grama dulce” *muhlebergia ligularis*, *M. peruviana*, *alchemila pinnata*, *poa gymnantha*, *p. annua*, *paspalum sp*, *bromas*



lanatus, agrostis breviculmis, lazula racemosa, hipchoeris barbata, H. imayeniana y H. stenocephala.

Debido al intenso pastoreo, prolifera la “chaca” o romero (chuquiragua huamanpinta), “caqui caqui” (adesmia spinosissima), “garbancillo” (astragalus garbancillo) y “pacco ácco” (Acuachne pulvinata).

Entre las especies forestales mas comunes se encuentran en forma asilada el “quinual” (polylepis sp), la puya (Puya de Raymondi). Algunas cactáceas como la opuntia flocosa, cubierta de largos pelos blancos y la opuntia lagopus, caracterizada por su vello amarillento.

Estas tierras actualmente presentan los mejores pastos naturales, son de mayor capacidad para el sostenimiento de una ganadería productiva, sin embargo existen muchas tierras que están afectadas seriamente por el sobrepastoreo, que se refleja en una vegetación rala, abierta y de porte bajo, con invasión de especies indeseables.

- **Páramo pluvial- subtropical (pp-SaS)**

Geográficamente se extiende a lo largo de la cordillera oriental, desde 6°45' hasta 15° de latitud sur y dentro de 3900 a 4500msnm.

La biotemperatura media anual máxima es de 5.2°C (Macusani) y la media anual mínima es de 3.9°C (cuenca de lagunillas). El promedio máximo de precipitación total por año es de 1342 mm y el promedio mínimo de 828.7 mm tiene un promedio de evapotranspiración potencial total por año que varía entre 0.125 y 0.25 del promedio de precipitación total por año, lo que la ubica en la provincia de humedad: SUPERHUMEDO.

La configuración topográfica es variada, desde suave y colinada hasta quebrada. El cuadro edáfico esta conformado por suelos medianamente profundos, de textura media con un horizonte superficial A bastante conspicuo, negro y ácidos por lo general, con influencia volcánica (páramo andosoles) o escasa o ninguna influencia piro- clástica (paramosoles). Completan el escenario edáfico los litosoles en pendientes inclinadas y en donde emerge la roca viva (formaciones líticas) en áreas depresionadas húmedas, dominan los gleysoles alto andinos e histosoles (suelos orgánicos).

La vegetación esta constituida por “carrizo enano” (chasquea sp) que se distribuyen en espesas matas, el “chinchango” (*Hypericum laricifolium*) y bosquetes de los géneros *polylepis*, *gynoxys*, *escallonia*, *buddleia* y *baccharis*, y arbustos de los géneros *brachyotum*, *ribes berberis*, *chuquiragua* y *vaccinium*.

En contraste con otras zonas de vida alto andinas, son las que mantienen menor número de ganado debido a su inaccesibilidad y a sus condiciones poco favorables del clima pluvial, que propicia la prevalencia de enfermedades en los animales.

- **Tundra pluvial-Alpino subtropical (tp-AS)**

La formación tundra pluvial alpino subtropical se distribuye en la región latitudinal subtropical del país, entre los paralelos 12°45' y 16°00' de latitud sur; geográficamente ocupa la franja inmediata inferior del piso nival, entre los 4.300 y 5000 metros de altitud.

En esta zona de vida la biotemperatura media anual máxima es de 3.2°C y la media anual mínima de 2.5°C; el promedio máximo de precipitación total por año es de 1.020.2mm y el promedio mínimo de 687.9mm. El promedio de evapotranspiración potencial total por año, varía entre 0.125 y

0.25 del promedio de precipitación total por año lo que la ubica en la provincia de humedad: SUPERHUMEDO.

El relieve topográfico es generalmente accidentado, variando a colinado u ondulado, este último propio del modelaje glacial principalmente. El escenario edáfico está constituido por paramasoles (suelos de naturaleza ácida con un horizonte a oscuro, rico en materia orgánica). Páramo Andasoles cuando dominan los materiales volcánicos o piroclásticos y litosoles en aquellas áreas de fuerte gradiente y naturaleza peñascosa o rocosa. Donde existen depresiones o problemas de drenaje aparecen los Gleysoles alto andinos e histosoles (suelos orgánicos).

La formación vegetal en esta zona es abundante y florísticamente más diversificada, conteniendo arbustos, semiarbustos y hiervas de tipo graminar así como plantas arrosetadas y de porte almohadillado. Además de las especies mencionadas existen otras de los géneros: calamagrostis vicunarum, aciachne pulvianata, poa chamaeclinos, anthachloa lepidula, descurainia athrocarpa, lupinus pinguis, apium scabrum, leuceria laciniata, especies de los géneros culcitium y semecio. Las especies de pycnophyllum, plettekea y arenaria se asemejan a musgos por sus tallos filiformes cubiertos de

hojas diminutas y acumuladas en masas compactas. Una especie característica es la distichia muscoides, de forma de almohadilla y convexa que le confiere de esta zona de vida una superficie ondulada.

Entre los 4600 y 4700 metros de altitud, desaparece la vegetación en el suelo terroso, aún cuando sus proximidades carecen de niveles persistentes y glaciares.

Sorprende la ausencia casi completa de vegetación en vista de que el suelo terroso que algunas veces ocupa gran extensión, es suelto, casi arenoso y húmedo gran parte del año. Es de gran importancia fitogeográfica el que la vegetación ascienda en las rocas y pedregales a mayores altitudes que en el suelo de naturaleza terrosa, en cambio sobre rocas situadas a 5100m de altitud existen aún líquenes algunos musgos y alguna sifonógamas.

En los límites inferiores se lleva a cabo un pastoreo indiscriminado con excesiva carga animal. Esto ha dado lugar al marcado empobrecimiento de los pastos naturales que se mantienen de porte pequeño y frecuentemente disperso y ralo, así al denudamiento del suelo y erosión del mismo, incapaz de absorber y retener la humedad necesaria para el desarrollo de la cubierta vegetal.

- **Nival subtropical (NS)**

La zona de vida nival abarca totalmente todo tipo el piso nival estos glaciares se extienden a lo largo de las crestas frías de los andes generalmente sobre los 5.000msnm.

La biotemperatura media anual generalmente se encuentra por debajo de 1.5°C y el promedio de precipitación total anual por año a menudo variable entre 500 y 1000 mm.

La configuración topofisiográfica es abrupta y constituida por suelos netamente líticos y peñascosos o rocosos; prácticamente no existe cubierta edáfica salvo en áreas muy reducidas y de escaso interés.

Las únicas formas de vida observables son algunas algas sobre la nieve misma así como minúsculos líquenes crustáceos que crecen sobre las rocas, de color oscuro, en los límites inferiores del nival y muy cerca de la tundra.

Las formaciones nivales tienen importancia desde el punto de vista del régimen hidrológico de los ríos y de las lagunas altoandinas: además representan zonas escénicamente atractivas para el desarrollo del turismo, en la que incluyen el andinismo (alpinismo).

#### 2.1.4. METODOLOGÍA DE CRITERIOS RELEVANTES INTEGRADOS

Bereciartua, P., & Calcagno, A.T. (2003). Gestión ambiental de proyectos de desarrollo de los recursos hídricos. Buenos Aires.

Este método desarrollado en Venezuela y usado extensamente en evaluaciones de impacto ambiental.

El método propone la elaboración del índice VIA (valor de impacto ambiental) para cada impacto que provocara el proyecto e identificado en la matriz respectiva.

El índice (VIA) se calcula como una suma ponderada de los valores de los indicadores: carácter, intensidad, extensión, duración, magnitud, reversibilidad y riesgo o probabilidad del impacto. Una vez obtenido el VIA se categoriza el impacto de acuerdo al riesgo de ocurrencia.

Considera que cada efecto identificado se debe describir según los siguientes criterios:

**1. Tipo de acción:** es la que establece el modo de cómo se materializaría el proyecto sobre los elementos o factores

ambientales. Se determina si la acción es eventual o si se presenta siempre.

2. **Carácter:** referencia la consideración positiva o negativa respecto al estado previo de la ejecución de cada actividad del proyecto.
3. **Magnitud:** grado de intensidad del efecto producido, cuantificación del impacto.
4. **Influencia Espacial o Extensión:** es la superficie afectada por la acción.
5. **Duración:** describe las consecuencias, si la perturbación se mantiene por un corto o largo plazo.
6. **Reversibilidad:** es la que toma en cuenta la posibilidad, dificultad o imposibilidad de retornar a la situación original.
7. **Riesgo:** es la que toma en cuenta la posibilidad de que ocurra el impacto durante la vida útil del proyecto.
8. **Significado:** importancia relativa o sistema de referencia utilizado para evaluar el impacto.



## 2.2. HIPÓTESIS

### 2.2.1. HIPÓTESIS GENERAL

La identificación de los impactos ambientales en la operación de la planta concentradora CIP Tiquillaca, contribuirá a minimizar la contaminación ambiental.

### 2.2.2. HIPÓTESIS ESPECIFICOS

- La aplicación de técnicas de mitigación y monitoreo puede controlar la contaminación ambiental en las actividades que producirá la planta concentradora CIP Tiquillaca UNA – Puno.
- El método de criterios relevantes integrados permite valorar y predecir los impactos a los recursos agua, aire y suelo en las actividades de operación de la planta concentradora CIP Tiquillaca UNA – puno.

## 2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE : Impactos ambientales

VARIABLE DEPENDIENTE : Contaminación ambiental

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La metodología seleccionada para nuestro trabajo de investigación es:

Metodología : Cualitativa

Tiempo de ocurrencia : Retrospectiva y prospectiva.

Secuencia de los hechos: Corte longitudinal

Carácter de estudios : Evaluativo y explicativo.

#### **3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El diseño metodológico, para realizar el trabajo de investigación: "Identificación del impacto ambiental en la operación de la planta concentradora CIP Tiquillaca UNA – Puno, para minimizar la

contaminación ambiental". Se aplica el siguiente procedimiento metodológico.

- Análisis de las características y componentes del proyecto.
- Identificación y evaluación de los impactos potenciales.
- Resultados y análisis de los impactos ambientales potenciales.

El análisis de las características y componentes se establece mediante la línea de base, que nos permite desarrollar un marco de referencia para poder controlar adecuadamente los cambios medioambientales generados por la operación de la planta concentradora CIP Tiquillaca. En términos generales los aspectos que consideramos es la descripción del área de estudio en relación a los aspectos del ambiente que son el medio físico y biótico que pueden ser afectados por las acciones de la operación de la planta concentradora CIP Tiquillaca.

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales del proyecto se ha utilizado el método matricial, el cual es un método bidimensional que posibilita la integración entre los componentes ambientales y las actividades del proyecto. Consiste en colocar en las filas el listado de las acciones o actividades del proyecto que puedan alterar el

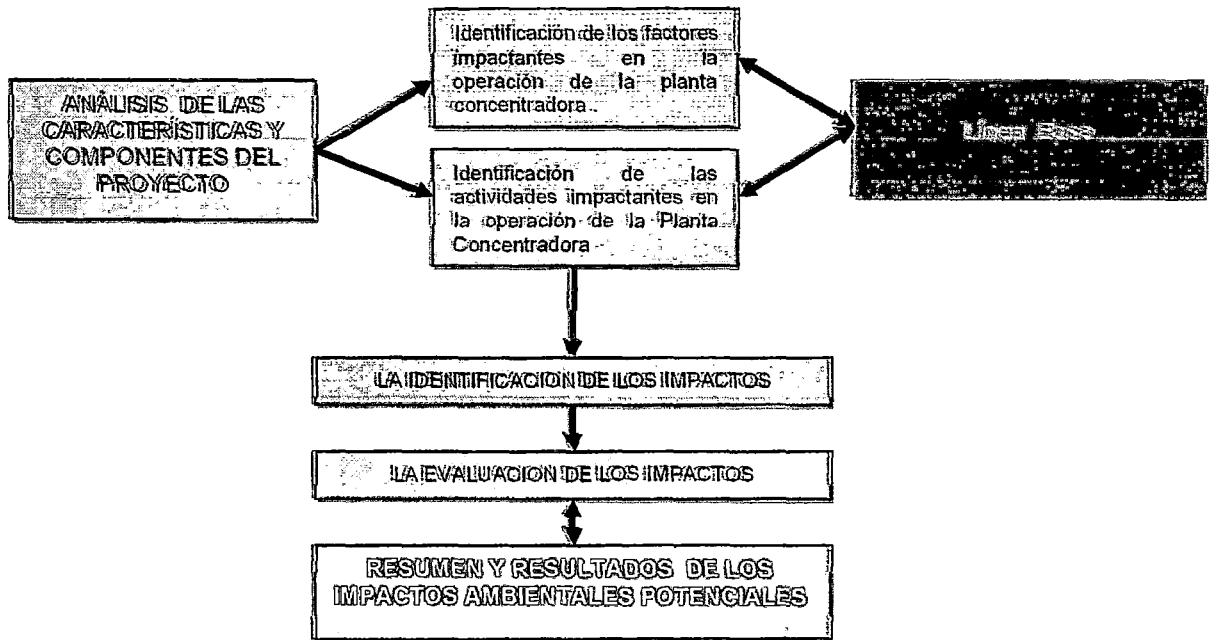
ambiente, y sobre sus columnas se coloca el listado de los componentes o factores del ambiente que podrían ser afectados.

Para ello se ha confeccionado dos matrices: Una primera matriz denominada matriz de identificación de impactos ambientales (causa – efecto), de tipo Leopold, que permite identificar los impactos ambientales potenciales mediante las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes del ambiente, y la otra matriz denominada matriz de evaluación de impactos ambientales potenciales (método de criterios revelantes integrados), donde se evalúan y valoran los impactos identificados en la matriz anterior, para cuyo efecto se utilizan los criterios de calificación, que se describen en el acápite 3.4.3.2

Para la realización de nuestro proyecto, se ha requerido la participación de un equipo multidisciplinario de profesionales, pues el análisis multicriterio permite que la valoración de los impactos sea lo menos subjetiva posible, facilitando así la selección de las medidas ambientales que se aplicaran.

Finalmente en una tercera matriz, se presenta el resumen de la evaluación de los impactos ambientales potenciales, destacando su importancia ambiental.

**DIAGRAMA DE FLUJO Nº 2**  
**DISEÑO METODOLÓGICO**



**3.2. POBLACION Y MUESTRA**

El conjunto poblacional de la presente investigación está conformado por los elementos observables como la flora, fauna y recursos hídricos. En cada uno de estos ambientes se ha tomado muestras y se han evaluado la abundancia relativa, la diversidad de las especies y los respectivos análisis de aguas superficiales y subterráneos.

### 3.2.1. FLORA

Para realizar el muestreo de la biodiversidad de especies de flora silvestre se ha empleado el método visual directa y medición de parámetros in situ (parcelas cuadradas), que nos permite conocer las especies que se encuentran en la comunidad o hábitat y los métodos de cálculo del índice de diversidad de Shannon y Simpson.

La toma de muestras para la presente investigación, se realizó durante la época de verano (marzo) y en la época de invierno (noviembre), se hizo un muestreo de especies de plantas silvestres cada 25 metros, con un recorrido en cada zona de 150 metros respectivamente, en las dos zonas bien diferenciadas como son la asociación vegetal Stipetum y la asociación vegetal Festuchetum - Muhlebergetum (Fe - Mu) (Ver plano N° 6 de Anexos).

Mediante el método de cuadrantes o parcelas (1 m<sup>2</sup>) se realizó el conteo de individuos y especies por cuadrante, para luego ser anotados y registrados.

$$\text{No de Muestreo} = \frac{\text{distancia recorrida por zona} \times \text{No de Observaciones totales}}{\text{Distancia recorrida total}}$$

$$\text{No de Muestreo} = \frac{150 \times 20}{500}$$

$$\text{No de Muestreo} = \frac{150 \times 20}{500}$$

$$\text{No de Muestreo} = 6 \text{ muestras (C1...C6)}$$

$$\text{No de Muestreo} = \frac{150}{6}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de metros muestreo} = 25 \text{ metros}^3$$

Para hallar la diversidad de las especies e individuos de las plantas se aplicaron:

$$\text{Índice de Shannon: } H' = -P_i \text{Log}P_i$$

$$\text{Índice de Simpson: } SI = 1 - (P_i)^2$$

Donde:

$P_i$  = Es la proporción de individuos

$H'$  = Índice de diversidad de Shannon.

$SI$  = Índice de diversidad de Simpson.

Las principales especies encontradas se detallan en los cuadros 3.1 al 3.4.

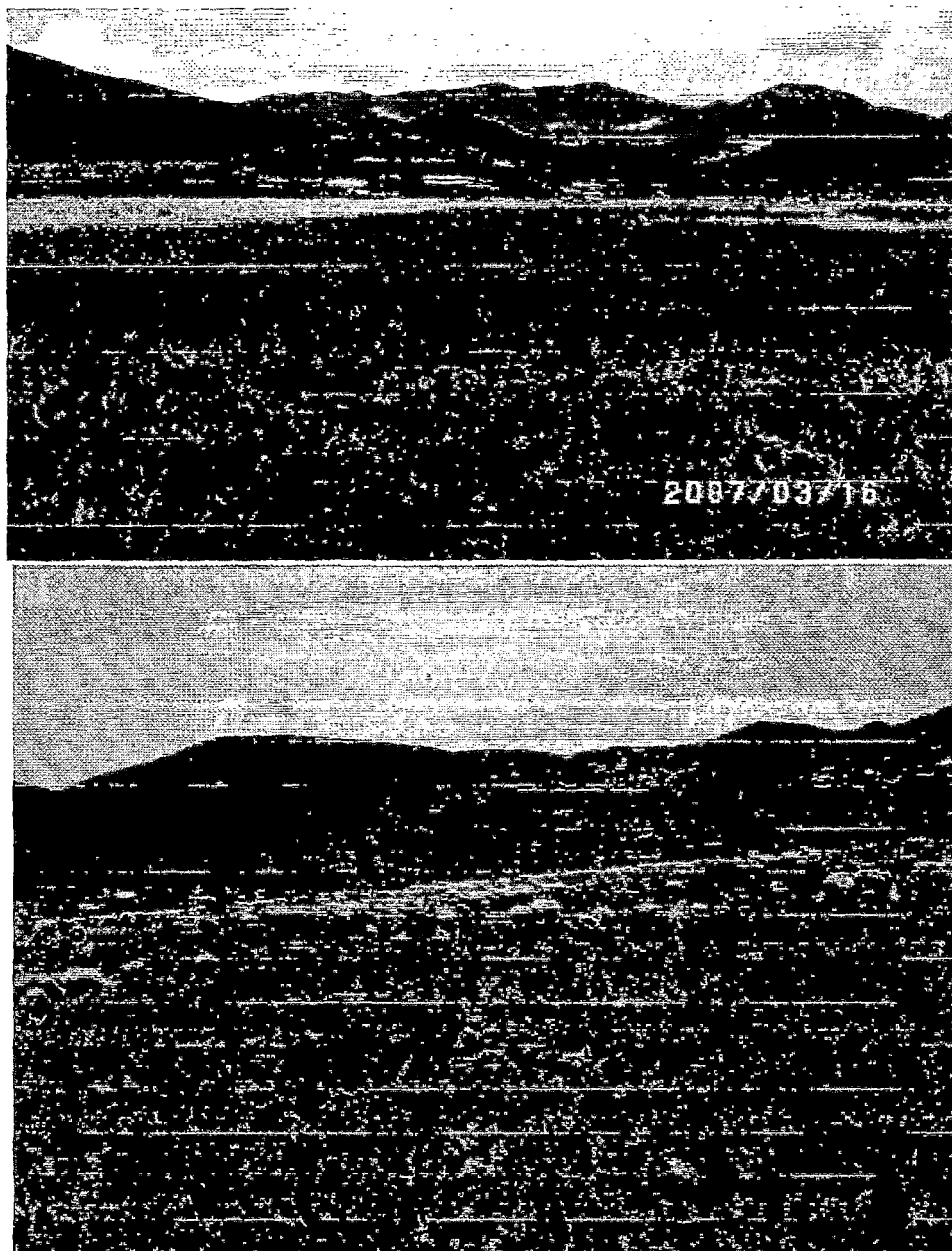
---

<sup>3</sup> Cada 25 metros, se realiza el muestreo

**FIGURA N° 4**

**LA FLORA Y FAUNA DEL AID Y AII DE LA PLANTA CIP TIQUILLACA**

**(Época de verano y primavera)**





**CUADRO 3.1**

**MUESTRA DE ESPECIES (Época de Verano) EN EL AID DE LA PLANTA**

**CONCENTRADORA, ZONA Stipetum (St)**

ESPECIES	CUADRANTES (Nº de ind/especie)						Valores de Índices			
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Ni	Pi	-PillogPi	Pi 2
Stipa ichu	5	20	27	28	14	22	116	0.1785	0.1336	0,0318
Margiricarpus Strictus	3	10				9	22	0.0338	0.0498	0,0011
"Mulla pilli"	31	9	2				42	0.0646	0.0769	0,0042
Mulhembergia fastigiata	6	2		5	1	22	36	0.0554	0.0696	0,0031
Stipa brachiphylla	18	4	1	10	18	13	64	0.0985	0.0991	0,0097
Verbena litorales	3	5	3	4	10	3	28	0.0431	0.0588	0,0018
Trifolium amabile		2	2		12	11	27	0.0415	0.0574	0,0017
Videns triplinerva		1		2		2	5	0.0077	0.0163	0.0001
Ephedra americana			10				10	0.0154	0.0279	0,0002
Bouteloua simples	10		28	32	58	121	249	0.3831	0.1596	0,1467
Bromus unioloides	8	2	4	2	1	1	18	0.0277	0.0431	0,0008
Lepidium chichicara			3	1		2	6	0.0092	0.0188	0.0001
Tajetes mandoni	1		2	1		1	5	0.0077	0.0162	0.0001
Lepechinia meyenii		2			1		3	0.0046	0.0108	0.0000
Hypochoeris sp.			4	4		5	13	0.02	0.0340	0,0004
Aenodis sp				2	2	2	6	0.0092	0.0188	0.0001
TOTAL							650		0.8906	0,2020

FUENTE: Elaboración propia

Índice de Shannon

$$H' = -P_i \text{Log} P_i$$

$$H' = 0.8906 = 89.06 \%$$

Índice de Simpson

$$SI = 1 - (P_i)^2$$

$$SI = 1 - 0.2020 = 0.798 = 79.8\%$$

CUADRO 3.2

MUESTRAS DE ESPECIES (Época de Primavera) EN EL AID DE LA PLANTA  
CONCENTRADORA, ZONA Stipetum (St)

ESPECIES	CUADRANTES (Nº de ind/especie)						Valores de Índices			
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Ni	Pi	-PillogPi	Pi 2
Stipa ichu	0	16	18	21	8	13	76	0.4935	0.1514	0,2435
Margiricarpus Strictus	0	0	0	0	0	5	5	0.0325	0.0484	0,0011
"Mulla pilli"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mulhembergia fastigiata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stipa brachiphylla	5	0	0	8	12	8	33	0.2143	0.1434	0,0459
Verbena litorales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trifolium amabile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Videns triplinerva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephedra americana	2	0	12	0	5	0	19	0.1234	0.1121	0,0152
Bouteloua simples	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bromus unioloides	0	4	0	0	0	0	4	0.0260	0.0412	0,0007
Lepidium chichicara	2	0	0	5	1	1	9	0.0584	0.0720	0.0034
Tajetes mandoni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lepechinia meyenii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hypochoeris sp.	1	3	0	2	0	2	8	0.0519	0.0667	0,0027
Aenodis sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL							154		0.6352	0,3125

FUENTE: Elaboración propia

Índice de Shannon

$$H' = -\sum P_i \log P_i$$

$$H' = 0.6352 = 63.52 \%$$

Índice de Simpson

$$SI = 1 - (P_i)^2$$

$$SI = 1 - 0.3125 = 0.6875 = 68.75\%$$

La riqueza de especies en el **Stipetum** es alta con un índice de Shannon y Simpson de 89.06 % y 79.8 respectivamente, correspondiente a la época de verano y primavera; el índice de shannon y simpson fue de 63.52% Y 68.57%. Siendo medianamente alta. Esta asociación vegetal se encuentra en el área de influencia directa y de intervención por el proyecto.

### CUADRO 3.3

#### MUESTRAS DE ESPECIES (Época de Verano) EN EL AID DE LA PLANTA CONCENTRADORA, ZONA Festuchetum – Muhlebergetum (Fe – Mu)

ESPECIES	CUADRANTES (Nº de ind/especie)						Valores de Índices			
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Ni	Pi	-PilogPi	Pi 2
Mulhembergia fastigiata	90	183	30	248	198	271	1020	0,4406	0,1568	0,1941
Trifolium amabile	53	78	165	146	268	128	838	0,3620	0,1597	0,1310
Festuca dolichophylla	10	10	16	14	8	6	64	0,0277	0,0430	0,0007
Distichlis humilis		23	96	82			201	0,0868	0,0921	0,0075
Poa annua	15		46		12		73	0,0315	0,0473	0,0009
Alchemilla pinnata		3		50		12	65	0,0281	0,0436	0,0007
Carex simple	18		6		3		27	0,0117	0,0225	0,0001
Stipa ichu			2		1		3	0,0013	0,0037	1,6793
Stipa brachiphylla		12			6		18	0,0078	0,0164	6,0457
Hypochoeris sp.			6				6	0,0026	0,0067	6,7174
TOTAL							2315		0.5921	0,3354

FUENTE: Elaboración propia

Índice de Shannon

$$H' = -P_i \log P_i$$

$$H' = 0.5921 = 59.21\%$$

Índice de Simpson

$$SI = 1 - (P_i)^2$$

$$SI = 1 - 0.3354 = 0.6646 = 66.46\%$$

**CUADRO 3.4**

**MUESTRAS DE ESPECIES (Época de Primavera) EN EL AID DE LA PLANTA  
CONCENTRADORA, ZONA Festuchetum-Muhlebergergetum (Fe-Mu)**

ESPECIES	CUADRANTES (Nº de ind/especie)						Valores de Índices			
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Ni	Pi	-PilogPi	Pi 2
Mulhembergia fastigiata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trifolium amabile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festuca dolichophylla	12	0	10	15	8	0	45	0.4945	-0.1512	0,2445
Distichlis humilis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poa annua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alchemilla pinnata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex simple	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stipa ichu	5	2	0	3	8	8	26	0.2857	-0.1554	0.0816
Stipa brachiphylla	0	12	0	3	0	5	20	0.2198	-1446	0.0483
Hypochoeris sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL							91		-0.4512	0,3744

FUENTE: Elaboración propia

Índice de Shannon

Índice de Simpson

$$H' = -P_i \text{Log} P_i$$

$$SI = 1 - (P_i)^2$$

$$H' = 0.4512 = 45.12\%$$

$$SI = 1 - 0.3744 = 0.6256 = 62.56\%$$

La riqueza de especies en el **Festuchetum – Muhlebergergetum (Fe – Mu)** es medianamente alta con un índice de Shannon y Simpson de 59.21% y 66.46 % respectivamente. Mientras que las muestras tomadas en la época de primavera, su índice de Shannon y Simpson de 45.12% y 62.56, es decir son medianamente altas. Esta asociación vegetal se encuentra fuera de las áreas de intervención del proyecto,

sin embargo se constituye dentro del área de influencia directa e indirecta.

## VEGETACIÓN DOMÉSTICA

Existe una calidad sorprendente en la vegetación domestica, conformada por los cultivos de pan llevar (papa, quinua y cebada).

### FIGURA N° 5

#### CULTIVOS ANDINOS EN EL AID DE LA PLANTA CONCENTRADORA

(quinua, papa y cebada)



Fig. N° 5-A Cultivo de quinua



Fig. N° 5-B Cultivo de papa y cebada

### 3.2.2. FAUNA

La evaluación de campo para la identificación de la fauna silvestre, se ha realizado a través de la observación directa y mediante la obtención de datos en forma indirecta, ya sea de fecas, huellas y preguntas a las personas que habitan en la cercanía de la planta concentradora CIP Tiquillaca.

Se han encontrado madrigueras; indicio de la presencia de ratones, también se logro ver la presencia de *Leolaemus sp.* (lagartos). En lo que se refiere a la fauna ornitológica en el área de influencia directa e indirecta se logro visualizar una presencia significativa de *Colaptes rupícola*; estas aves se concentran en los ingresos o vías de acceso al proyecto y conviven con la población.

Las principales especies encontradas en la época de verano se encuentran en el cuadro 3.5. En la época de primavera la presencia de la fauna en la zona AID y All de la planta concentradora CIP Tiquillaca es baja, por la emigración y la falta de alimentos, las únicas especies que permanecen se mencionan en el cuadro 3.6:

**CUADRO 3.5**

**ESPECIES DE LA FAUNA SILVESTRE (Época de Verano) AID Y AII A LA PLANTA  
CONCENTRADORA CIP TIQUILLACA**

<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>ABUNDANCIA</b>
<b>MAMÍFEROS</b>		
Hippocamelus antisensis *	"Taruca"	Muy Baja
Pseudolapex culpaeus	"Zorro andino"	Rara
Lagydium peruanum	"Viscachas"	Rara
Auliscomys sp	"ratón de campo"	Baja
<b>AVES</b>		
Colaptes rupícola	"Jacakllo"	Media
Zonotrichia capensis	"Pichitanca"	Alta
Zenaidura auriculata	"Tortola cordillerana"	Media
Petrochelidon andicola	Golondrina andina	Muy baja
Turdus chiguanco	"Chiguanco"	Baja
Vanellus resplendens	"Lequecho"	Baja
Phrygilus plebejus	"Plomito pequeño"	Media
Falco sparverius	"Quilinchu"	Baja
Plegadis ridgwayi	"Ibis negro"	Baja
Larus serranus	"Gaviota"	Muy baja
Anas flavirostris	"Chipta pato"	Baja
Anas georgica	"Pato jerga"	Baja
Nycticorax nycticorax	"Huaccana"	Baja
ENI	"Picaflor"	Muy baja
<b>PECES</b>		
Trichomycterus sp.	"Chaula"	Baja
Orestias sp.	"Carachi pequeño"	Baja
<b>ANFIBIOS Y REPTILES</b>		
Buffo spinolosus *	"Sapo"	Baja
Liolaemus sp	"Lagarto"	Baja

FUENTE: Elaboración propia

\* VU : Vulnerable ; NT : Casi amenazado (D.S. N° 034-2004-AG)

**CUADRO 3.6**

**ESPECIES DE LA FAUNA SILVESTRE (Época de Primavera) AID Y AII A LA PLANTA  
CONCENTRADORA CIP TIQUILLACA**

<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>ABUNDANCIA</b>
<b>MAMÍFEROS</b>		
Pseudolapex culpaeus	"Zorro andino"	Rara
Auliscomys sp	"ratón de campo"	Baja
<b>AVES</b>		
Colaptes rupícola	"Jacakllo"	Media
Zonotrichia capensis	"Pichitanca"	Alta
Zenaidura auriculata	"Tortola cordillerana"	Media
Petrochelidon andicola	Golondrina andina	Muy baja
Vanellus resplendens	"Lequecho"	Baja
Phrygilus plebejus	"Plomito pequeño"	Media
<b>PECES</b>		
Trichomycterus sp.	"Chaula"	Baja
Orestias sp.	"Carachi pequeño"	Baja
<b>ANFIBIOS Y REPTILES</b>		
Liolaemus sp	"Lagarto"	Baja

FUENTE: Elaboración propia

\* VU : Vulnerable ; NT : Casi amenazado (D.S. N° 034-2004-AG)



## FIGURA N° 6

### VIDA SILVESTRE EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL CIP TIQUILLACA

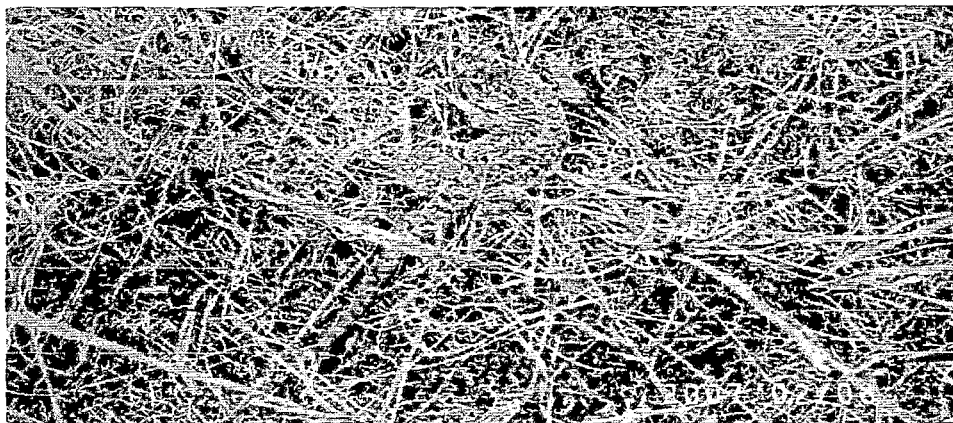


Fig. 6.A *Liolaemus* sp (lagarto)

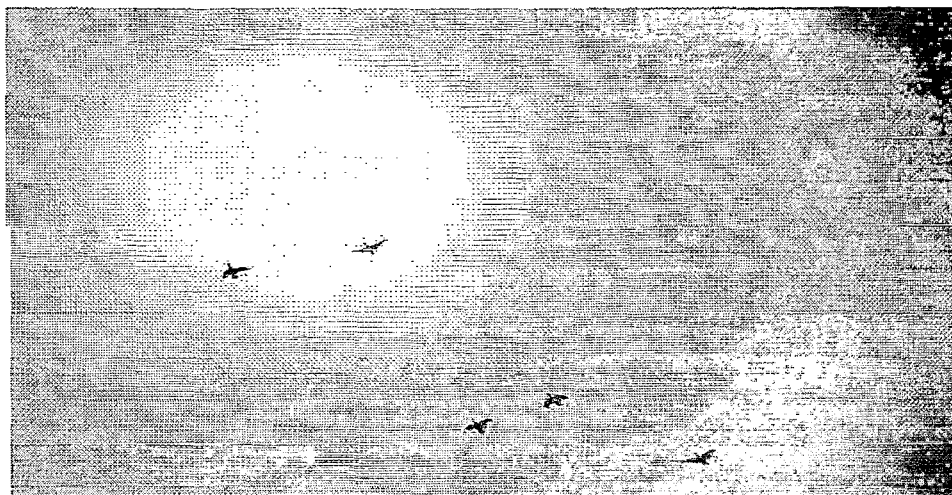


Fig. 6.B *Larus serranus* (gaviota)

### FAUNA DOMESTICA

En la zona de influencia directa e indirecta al proyecto se encontró:

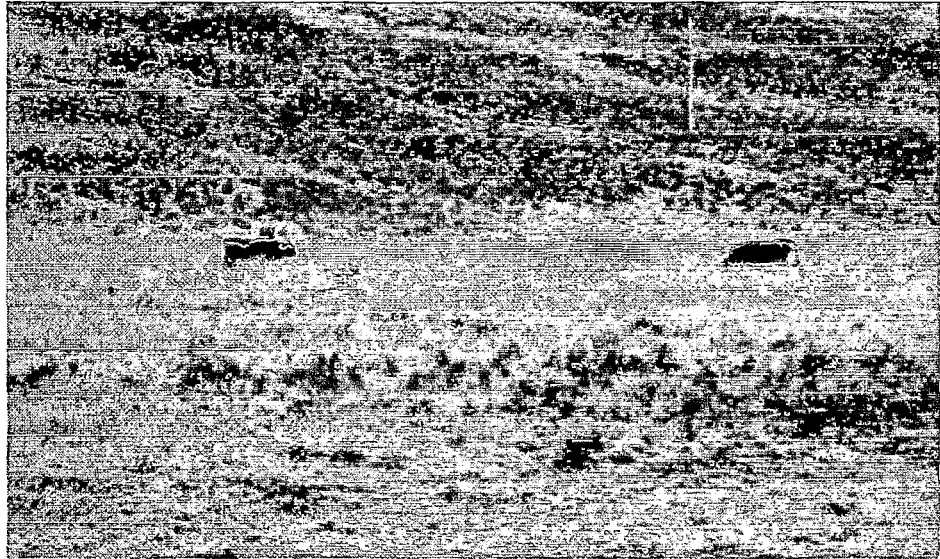
Ganado vacuno : Media

Ganado ovino : Alta

Alpaca : Poco

**FIGURA N° 7**

**VIDA DOMESTICA DE EL AID DEL CIP TIQUILLACA**



**Fig. 7.A Ganado vacuno y alpaca**



**Fig. 7.B Ganado ovino**

### **3.2.3. RECURSOS HÍDRICOS**

#### **3.2.3.1. AGUAS SUPERFICIALES**

El recurso más importante del área de estudio es el río Condorire; que confluye con otros ríos de menor caudal para formar el río Challamayo que es aportante de la laguna Umayo en el distrito de Atuncolla de la provincia y departamento de Puno.

Cerca a la planta concentradora afora agua dulce que esta en forma de bofedales y pantanos; su presencia es permanente, son utilizados como bebederos del ganado y de otros animales de la zona.

#### **Calidad de aguas superficiales**

Con la finalidad de caracterizar el componente hídrico de la zona de influencia del proyecto, se ha efectuado el monitoreo del cuerpo de agua en las estaciones de monitoreo identificados y que se presentan en el cuadro 3.7

**Cuadro 3.7**

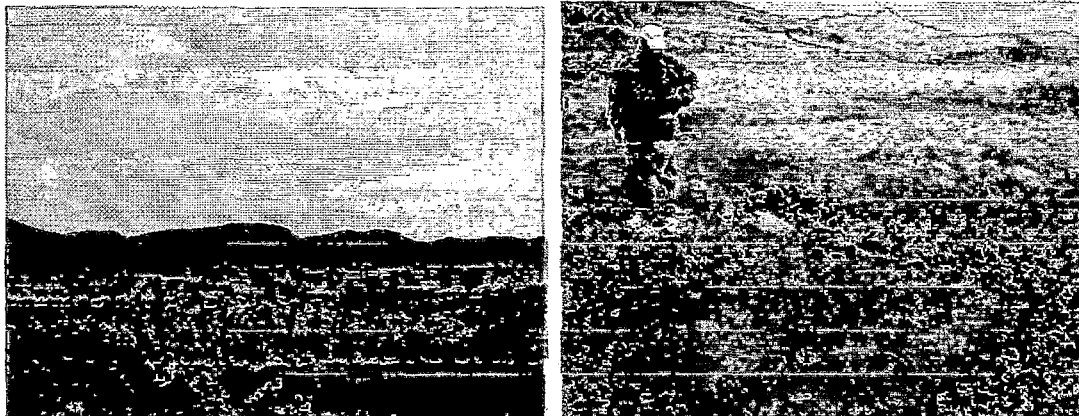
**Puntos de muestreo de calidad de agua superficial**

<b>Muestra</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Coordenadas UTM - Norte</b>	<b>Coordenadas UTM - Este</b>	<b>Altitud msnm</b>
PM-1	Río Condoriri	8246670	372594	3912
PM-2	Aforos	8246587	372630	3907

FUENTE: Elaboración Propia

**FIGURA N° 8**

**PUNTOS DE MUESTREO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN EL AID DEL CIP  
TIQUILLACA**



PM - 1

PM - 2

**3.2.3.2. AGUAS SUBTERRANEAS**

En el área de influencia directa existen dos pozos de agua, una que es usado actualmente por la comunidad y la otra que sirve para los procesos de la planta concentradora, la primera tiene una profundidad de 2.51 m y su nivel freático se

encuentra a 2.14 m. Y el nivel del agua esta a 0.37 m. La segunda tiene una profundidad de 2.28 m., actualmente se encuentra todo el pozo lleno de agua depositada.

### Calidad de aguas subterráneas

Con el objeto de monitorear las condiciones de Ph y la temperatura de las aguas y los análisis respectivos, se efectúa la toma de muestras de agua subterráneas, en los puntos los que se detalla en el cuadro 3.8

**Cuadro 3.8**

**Puntos de Muestreo de calidad de agua subterránea.**

Muestra	Ubicación	Coordenadas UTM - Norte	Coordenadas UTM - Este	Altitud msnm
PM-3	Pozo N° 1	8246696	372699	3895
PM-4	Pozo N° 2	8246635	372632	3904

FUENTE: Elaboración Propia

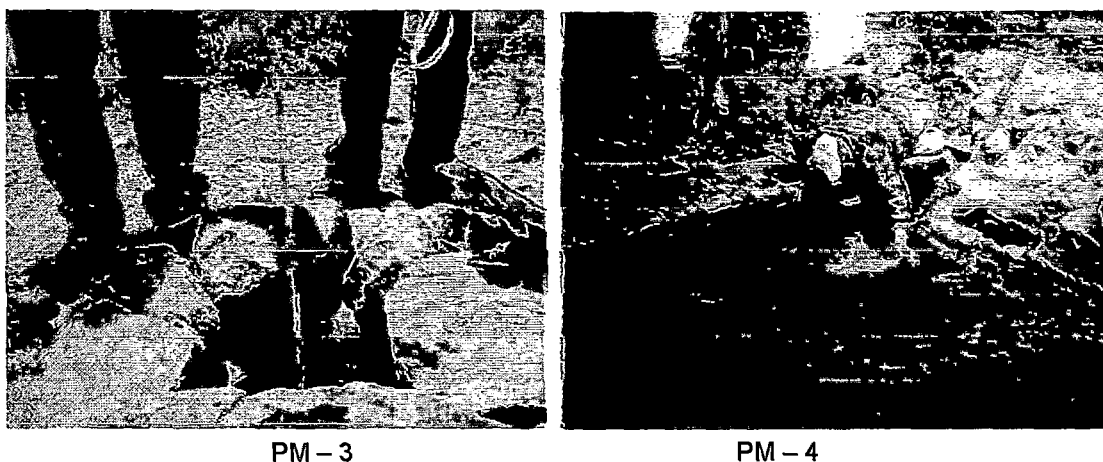
**NOTAS:**

Pozo N° 1, Son las aguas subterráneas que sirven para consumo humano y animales. Se encuentran a 49.70 m de la carretera de ingreso a la planta concentradora.

Pozo N° 2, Son aguas subterráneas que son utilizados en la planta concentradora - procesamiento de los minerales. Se encuentra a 70.75 m de la planta concentradora.

FIGURA N° 9

PUNTOS DE MUESTREO DE AGUAS SUBTERRÁNEA EN EL AID DEL CIP  
TIQUILLACA



Los resultados de los análisis son obtenidos In situ y en el laboratorio de la UNA – Puno, correspondiente a la época de verano y se detallan en los siguientes cuadros:

Cuadro 3.9

Análisis del muestreo de aguas superficial y subterráneo In situ (Época de Verano)

Muestra (PM)	Ubicación	PH	Temperatura °C	Conductividad µS/cm
Valor Limite (1)		5 – 9	-----	-----
PM – 1	Río Condoriri	8.25	15	210
PM – 2	Aforos de agua	8.75	15	205
PM – 3	Pozo N° 1	7.10	15.2	480
PM – 4	Pozo N° 2	7.05	15.2	339

FUENTE: Elaboración Propia

(1) Valor referido a la clase III (aguas para riego de cultivos) de la Ley General de Aguas (D.L. N° 17752) y sus modificaciones al Reglamento de los Títulos I, II y III (D.S. N° 007-83-SA).

**Cuadro 3.10**

**Análisis de parámetros físico –Químicos (Época de Verano)**

Muestra (PM)	Ubicación	Sólidos totales suspendidos (mg/l)
Valor Limite (1)		-----
PM – 1	Río Condoriri	204
PM – 2	Aforos de agua	119
PM – 3	Pozo N° 1	466
PM – 4	Pozo N° 2	329

FUENTE: Resultado de análisis de Laboratorio UNA-Puno

**Cuadro 3.11**

**Análisis de concentraciones de metales pesados totales (Época de Verano)**

Valor Limite <sup>(1)</sup> mg/l		0,001	0,5	1	0,1	25	0,05
Muestra	Ubicación	CN	Cu	Fe	Pb	Zn	Cd
PM-1	Río Condoriri	----	0,003	0,002	0,001	0,001	<0,001
PM-2	Aforos	----	----	0,003	0,002	0,003	<0,002
PM-3	Pozo N° 1	----	0,003	0,005	0,001	0,006	<0,002
PM-4	Pozo N° 2	<0,0005	0,005	0,009	0,004	0,001	<0,004

FUENTE: Resultado de análisis de Laboratorio UNA - Puno

Los resultados de los análisis son obtenidos In situ y en el laboratorio de la UNA – Puno, correspondiente a la época de primavera y se detallan en los siguientes cuadros:

**CUADRO 3.12****Análisis del muestreo de aguas superficiales y subterráneo In situ  
(Época de Primavera)**

Muestra (PM)	Ubicación	PH	Temperatura °C	Conductividad µS/cm
Valor Limite (1)		5 – 9	-----	-----
PM – 1	Río Condoriri	7.05	13	339
PM – 2	Aforos de agua	7.93	13	419
PM – 3	Pozo N° 1	6.93	15	454
PM – 4	Pozo N° 2	6.63	15	443

FUENTE: Elaboración Propia

(1) Valor referido a la clase III (aguas para riego de cultivos) de la Ley General de Aguas (D.L. N° 17752) y sus modificaciones al Reglamento de los Títulos I, II y III (D.S. N° 007-83-SA).

**Cuadro 3.13****Análisis de parámetros físico –Químicos (Época de Primavera)**

Muestra (PM)	Ubicación	Sólidos totales suspendidos (mg/l)
Valor Limite (1)		-----
PM – 1	Río Condoriri	329
PM – 2	Aforos de agua	406
PM – 3	Pozo N° 1	441
PM – 4	Pozo N° 2	443

FUENTE: Resultado de análisis de Laboratorio UNA-Puno



**Cuadro 3.14****Análisis de concentraciones de metales pesados totales**

Valor Limite <sup>(1)</sup> mg/l		0,001	0,5	1	0,1	25	0,05
Muestra	Ubicación	CN	Cu	Fe	Pb	Zn	Cd
PM-1	Río Condoriri	----	0,003	0,002	0,001	0,001	<0,001
PM-2	Aforos	----	----	0,003	0,002	0,003	<0,002
PM-3	Pozo N° 1	----	0,003	0,005	0,001	0,006	<0,002
PM-4	Pozo N° 2	<0,005	0,005	0,009	0,004	0,001	<0,004

FUENTE: Resultado de análisis de Laboratorio UNA - Puno

**Cuadro 3.15****Clasificación de usos de agua**

CLASIFICACION <sup>(*)</sup>	DEFINICIÓN
I	Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección
II	Aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración, aprobados por el Ministerio de Salud
III	Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales
IV	Aguas de zonas recreativas de contacto primario (baños similares)
V	Aguas de zonas de pesca de mariscos bivalvos
VI	Aguas de zonas de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial

FUENTE: Ley General de Aguas por D.L. N° 17752 y sus Modificaciones según D.S. N° 007-83-SA y D.S. N° 003-2003-SA.

(\*) Según Ley General de Aguas, D.L. 17752 Art. 81° - "Para los efectos de la aplicación del presente Reglamento, la calidad de los cuerpos de agua en general ya sea terrestre o marítima del país se clasificarán respecto a sus usos de la siguiente manera".

Según el uso del agua en el área de influencia, los valores de los metales totales y de los parámetros generales registrados por el laboratorio se compararon con los límites máximos permisibles (LMP<sup>4</sup>) de la ley general de aguas D.L. N° 17752, para la clase I (aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección); y para la clase II (aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales); estos valores se encuentran dentro de los LMP, tal como se muestra en los cuadros 3.11, 3.14 y 3.15.

### 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTACIÓN DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas que se utilizaron para la recolección de datos fueron a través de observaciones simples, entrevistas personales directas, análisis documental y el uso de matrices para identificar y evaluar los impactos ambientales, en el área de estudio.

Los instrumentos utilizados para realizar el muestreo fueron:

- Para la determinación de la diversidad de especies de la flora se ha utilizado el método de la parcela (cuadrante)<sup>5</sup> en las áreas de influencia directa e indirecta a la planta concentradora del CIP Tiquillaca.

---

<sup>4</sup> LMP ( *Limite máximo permisible* )

<sup>5</sup> *Credito: Dr. Frank Messina (1998), School of Natural Resources, Utah State University, USA*

La metodología de la parcela, consiste en contar todos los individuos en varios cuadrantes de tamaño conocido (1 m<sup>2</sup>) y extrapolar el promedio al área total. La veracidad de las estimaciones obtenidas con estas técnicas depende de cuatro factores:

1. Debe conocerse exactamente la población de cada cuadrante;
2. Debe conocerse el área de cada cuadrante, y
3. Las parcelas deben ser representativas del área total. Esta última condición generalmente se consigue a través de procedimientos de muestreo al azar.
4. Las parcelas son independientes una de otra.

La población de cada parcela puede contarse sin error en algunos organismos, es decir todas las plantas en la parcela (s) son identificadas, contadas y medidas. Los datos obtenidos en el campo, fueron analizados mediante el índice de diversidad de Shannon y Simpson:

Formula:

Índice de Shannon

$$H' = -P_i \text{Log} P_i$$

Índice de Simpson

$$SI = 1 - (P_i)^2$$

Donde:

$P_i$  = Proporción de individuos de la especie  $i$ , es decir,  $P = n_i/N$

$n_i$  = Número de individuos de la especie

$N$  = Abundancia total de las especies.

Para la determinación de la población de la fauna se ha utilizado la técnica de la visual directa y de las entrevistas personales con los pobladores de la zona que viven en el área de influencia directa e indirecta. Cuyos resultados se muestran en el cuadro 3.6.

Para el análisis de los impactos ambientales potenciales se han utilizado las siguientes técnicas e instrumentos:

- Matriz de tipo Leopold
- Matriz por el método de criterios relevantes integrados
- Jerarquización de los impactos

Para el muestreo de las aguas superficiales y subterráneas, se han realizado los muestreos insitu y con los siguientes instrumentos:

- Phchimetro, GPS, metro, brújula.
- Cámaras de video y fotográfica
- Depósitos para toma de muestras
- Equipos de laboratorios, etc.
- Movilidad

### **3.4. PROCESAMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

De acuerdo al proceso metodológico, luego de conocidas las características ambientales del área de influencia y de los componentes de la planta concentradora CIP Tiquillaca, realizaremos el procesamiento de recolección de datos y para ello identificaremos y evaluaremos los impactos ambientales potenciales que se prevé que ocurran durante las etapa de operación.

La identificación y evaluación de los impactos que se presenten por la operación de la planta concentradora del CIP Tiquillaca, permitirá elaborar un plan de manejo ambiental para garantizar con las medidas de control, seguimiento y conservación del medio ambiente.

La evaluación de los impactos, se realiza mediante una valoración cuantitativa; aplicando criterios de dimensionamiento de los impactos potenciales identificados. (Ver tabla N° 2)

### **3.4.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES EN LA PLANTA CONCENTRADORA**

Las operaciones y procesos que generan impactos de mayor importancia y magnitud son:

#### **A. Planta de procesamiento**

A<sub>1</sub> Circuito de chancado

A<sub>2</sub> Circuito de molienda y clasificación

A<sub>3</sub> Circuito de concentración o flotación

A<sub>4</sub> Cochas de concentrados

#### **B. Deposito de relaves**

A<sub>5</sub> Depósito de relaves

A<sub>6</sub> Tratamiento de aguas del proceso metalúrgico

### **C. Otras actividades**

A<sub>7</sub> Abastecimiento de energía

A<sub>8</sub> Abastecimiento de agua

A<sub>9</sub> Infraestructura de servicios

A<sub>10</sub> Vías de acceso

### **3.4.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES**

Entre los componentes ambientales susceptibles a ser impactados por las operaciones de beneficiamiento de minerales son:

#### **A. AMBIENTE FÍSICO**

F<sub>1</sub> Topografía

F<sub>2</sub> Calidad de aire

F<sub>3</sub> Ruidos

F<sub>4</sub> Suelos

F<sub>5</sub> Calidad de agua superficial

F<sub>6</sub> Cantidad de agua superficial

F<sub>7</sub> Calidad de agua subterránea

F<sub>8</sub> Cantidad de agua subterránea

F<sub>9</sub> Riesgo natural

## **B. AMBIENTE BIOLÓGICO**

F<sub>10</sub> Flora terrestre

F<sub>11</sub> Flora acuática

F<sub>12</sub> Fauna terrestre

F<sub>13</sub> Fauna acuática

## **C. AMBIENTE SOCIOECONÓMICO - CULTURAL**

F<sub>14</sub> Usos del territorio

F<sub>15</sub> Paisaje

F<sub>16</sub> Desarrollo local

F<sub>17</sub> Percepción de potenciales impactos negativos

F<sub>18</sub> Percepción política

F<sub>19</sub> Empleo

F<sub>20</sub> Dinamización del comercio local

F<sub>21</sub> Transporte y vías



### **3.4.3. PROCESAMIENTO DE DATOS POR MATRICES**

Para el procesamiento de los datos utilizaremos matrices con el propósito de determinar los impactos más severos e identificar los componentes del medio ambiente que requieren más atención durante las operaciones; para ello se ha aplicado dos metodologías:

- Matriz tipo Leopold de identificación de impactos ambientales.
- Matriz de criterios relevantes integrados, para la evaluación y valoración de los impactos ambientales.

#### **3.4.3.1. MATRIZ DE LEOPOLD**

Para cubrir globalmente las implicancias ambientales de la planta concentradora del CIP Tiquillaca, se han preparado matrices de Leopold (1971), mostrada en la tabla N° 1 para lo cual se han tomado en cuenta es su descripción la lista de factores ambientales que se plantean dentro del método establecido por Battelle Institute. Ello ha permitido formar elementos de análisis a un nivel macro para entender las principales relaciones que se establecen entre las acciones de la planta y su área de influencia.

Esta matriz relaciona una serie de acciones y actividades que se desarrollan durante la etapa de operación de la planta concentradora con los factores ambientales impactados e impactantes, principalmente sobre el entorno físico, biológico y socioeconómico.

Las acciones y actividades de la planta concentradora de Tiquillaca presentados en la tabla N° 1 representa en síntesis, las que generaría un impacto positivo ó negativo sobre los diversos factores ambientales como son sus características físicas y químicas, condiciones biológicas, factores socioeconómicas, presentes en el área de influencia de la planta.

Las principales actividades del proyecto son:

- **Procesamiento de mineral – planta.-** Actividad en la que el mineral extraído de la mina es trasladado a la tolva de gruesos, para el chancado, molienda y clasificación, flotación de minerales y finalmente las cochas de concentrado.
- **Depósitos de relaves.-** Es el área o lugar en el que son depositados los relaves y los residuos sólidos.

Tabla 1: Matriz de Identificación de impactos Ambientales del Proyecto

		Acciones del Proyecto												
			Planta de Procesamiento				Depósito de relaves		Otras actividades					
			A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>		
Factores Ambientales	Ambiente físico	Topografía	F <sub>1</sub>					X		X		X	X	
		Aire	F <sub>2</sub>	X	X			X	X	X				X
			F <sub>3</sub>	X	X							X	X	
			F <sub>4</sub>					X				X	X	
		Agua	F <sub>5</sub>					X	X					
			F <sub>6</sub>					X	X		X			
			F <sub>7</sub>					X						
			F <sub>8</sub>					X						
			Riesgo natural	F <sub>9</sub>				X						
	Ambiente biológico	Ecosistema terrestre	F <sub>10</sub>					X						
			F <sub>11</sub>					X		X				
		Ecosistema acuático	F <sub>12</sub>					X	X					
	Ambiente socioeconómico	Social	F <sub>13</sub>					X	X					
			F <sub>14</sub>					X				X	X	
			F <sub>15</sub>					X				X	X	
			F <sub>16</sub>							X			X	
			F <sub>17</sub>				X	X						
			F <sub>18</sub>					X						
		Económico	F <sub>19</sub>	X	X	X				X	X	X		
			F <sub>20</sub>	X										
			F <sub>21</sub>			X								

FUENTE: Elaboración Propia

- **Otras actividades.-** Se refiere a las actividades asociadas con las operaciones metalúrgicas, tales como la limpieza de equipos, reparación, cambio de lubricantes, manejo de insumos, residuos industriales y transportes, etc.

#### **3.4.3.2. MATRIZ DE CRITERIOS RELEVANTES INTEGRADOS**

Una vez identificadas los impactos ambientales entre la planta concentradora del CIP Tiquillaca y el medio ambiente, se realiza la valoración de los impactos ambientales mediante el método de criterios relevantes integrados, cuyos resultados se muestran en la tabla 8

Al inicio de la evaluación, se intenta expresar cuantitativamente cada uno de los indicadores de manera separada y aproximadamente, según las escalas de valoración propuestos por Buroz, (1994), Meneses, & Gayoso, (1995).

- **Carácter del impacto o signo (+ / -):** Esta calificación establece si el impacto de cada actividad del proyecto es beneficiosa (signo positivo) o adversa (signo negativo). En caso de que la actividad no ocasione impactos o estos

sean imperceptibles, entonces el impacto no recibe ninguna calificación.

- **Intensidad del impacto (I):** La intensidad considera que tan grave puede ser la influencia de la actividad del proyecto sobre el componente ambiental analizado. La objetividad de la calificación dependerá del grado de conocimiento y experiencia del grupo evaluador. Para esta evaluación se propone un valor numérico de intensidad que varía de 1 a 10 dependiendo de la severidad del impacto analizado. La tabla 2 muestra la escala de valores sugeridos para calificar esta variable.

**Tabla 2**

**Escala de valoración de la intensidad del impacto**

INTENSIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR
Baja	Cuando el grado de alteración es pequeño, y la condición original de la componente prácticamente se mantiene.	1
Media	Cuando el grado de alteración implica cambios notorios respecto a su condición original, pero dentro de los rangos aceptables.	5
Alta	Cuando el grado de alteración de su condición original es significativo.	10

FUENTE: Buroz, (1994), Meneses, & Gayoso, (1995).

- **Extensión o influencia espacial del impacto ( E ) :** Esta variable considera la influencia del impacto sobre la delimitación espacial del componente ambiental. Es decir califica el impacto de acuerdo al tamaño de la superficie o extensión afectada por las actividades propuestas por el proyecto, tanto directa como indirectamente. La escala de calificación de esta variable se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3**

**Escala de valoración de la extensión del impacto**

EXTENSIÓN	DESCRIPCIÓN	VALOR
Puntual	Cuando su efecto se verifica dentro del área en que se localiza la fuente de impacto.	1
Local	Cuando su efecto se verifica fuera del área en que se ubica la fuente del impacto, pero dentro del territorio administrativo del proyecto.	5
Extenso	Cuando su efecto abarca el territorio que se encuentra fuera de la propiedad del proyecto.	10

FUENTE: Buroz, (1994), Meneses, & Gayoso, (1995).

- **Duración del impacto ( D ) :** Esta variable considera el tiempo que durara el efecto de la actividad del proyecto sobre el componente ambiental analizado. La tabla nº 4 muestra la escala de valores sugeridos para calificar la variable.

Tabla 4

Escala de valoración de la duración del impacto

DURACIÓN	PLAZO	VALOR
Mas de 10 años	Largo	10
De 5 a 10 años	Mediano	5
Menos de 5 años	Corto	1

FUENTE: Buroz, (1994), Meneses, & Gayoso, (1995):

- **Magnitud del impacto ambiental ( M )** : Esta variable no necesita ser calificada ya que su valor es obtenido relacionando las tres variables anteriores ( signo, intensidad, extensión y duración). Sin embargo cada variable no influye de la misma manera sobre el resultado final de la magnitud, cuya ecuación es la siguiente:

$$M_i = \pm [( I_i \times W_I ) + ( E_i \times W_E ) + ( D_i \times W_D )]$$

Donde: I: Intensidad

E: Extensión

D: Duración

En la referida ecuación,  $W_I$ ,  $W_E$ , y  $W_D$ , son factores adimensionales que representan el peso de la incidencia de la variable considerada sobre la magnitud del impacto, y cuyo valor numérico individual es inferior a 1. La suma de los tres coeficientes de peso, en conjunto, debe ser siempre igual a la unidad. La asignación de valores a los coeficientes de peso

dependerá del criterio del grupo evaluador. En caso de dudas, se asigna un valor de 1/3 a cada factor de peso.

Para la presente evaluación ambiental, se asignaron los siguientes valores:

$$W_I = 0,4$$

$$W_E = 0,4$$

$$W_D = 0,2$$

- **Reversibilidad del impacto ( RV )** : Esta variable considera la capacidad del sistema de retornar a las condiciones originales una vez cesada la actividad generadora de impacto. La tabla 5 muestra la escala de valores asignados para calificar esta variable.

**Tabla 5**

**Escala de valoración de la reversibilidad de los impactos**

CATEGORÍA	CAPACIDAD DE REVERSIBILIDAD	VALOR
Irreversible	Baja o irrecuperable	10
	El impacto puede ser recuperable a muy largo plazo ( > 30 años) y a elevados costos	8
Parcialmente reversible	Media. Impacto reversible a largo y mediano plazo	5
Reversible	Alta. Impacto reversible de forma inmediata o / a corto plazo	1

FUENTE: Buroz, (1994), Meneses, & Gayoso, (1995).



- **Riesgo o probabilidad del suceso (RG):** Finalmente se valora la probabilidad de ocurrencia del impacto sobre el componente ambiental analizado. La tabla 6 muestra la escala de valores asignadas a esta variable.

**Tabla 6**

**Escala de valoración del riesgo o probabilidad del impacto**

PROBABILIDAD	RIESGO DE OCURRENCIA	VALOR
Alta	Si el impacto tiene una probabilidad de ocurrencia mayor al 50%	10
Media	Si el impacto tiene una probabilidad de ocurrencia entre el 10% y el 50%	5
Baja	Si el impacto tiene una probabilidad de ocurrencia casi nula en un rango menor al 10%	1

FUENTE: Buroz, (1994), Meneses, & Gayoso, (1995).

- **Valor del índice ambiental (VIA) :** Una vez calificadas las siete variables de la valoración ambiental, se procede a calcular el valor del índice ambiental (VIA). Este valor considera la relación de la magnitud (M), la reversibilidad (RV) y el riesgo (RG), mediante la siguiente expresión matemática:

$$VIA = RV^{WRV} + RG^{WRG} + MWM$$

Donde:

RV = Reversibilidad

RG = Riesgo

M = Magnitud

En esta ecuación WRV, WRG, WM, también son factores adimensionales que representan el peso de incidencia de la reversibilidad, el riesgo y la magnitud respectivamente. Al igual que la ecuación de magnitud, dichos coeficientes son menores que 1 y la suma de los mismos, debe dar la unidad.

Para la presente evaluación ambiental, se asignaron los siguientes valores:

WRV = 0,3

WRG = 0,3

WM = 0,4

Una vez obtenido el valor del índice ambiental (VIA) de cada impacto evaluado se procesa y analiza los resultados. El procedimiento consiste en la sumatoria algebraica de las filas y las columnas respectivamente. Adicionalmente se procede a contabilizar los impactos negativos y positivos ocasionados por el proyecto.

- **Significancia de los impactos ambientales evaluados**

Para completar la evaluación de impactos, requiere de una fase de caracterización cualitativa de los impactos evaluados cuantitativamente. Esto se realiza con el fin de ayudar en la toma de decisiones respecto a las potenciales medidas de mitigación más prioritarias a ser implementadas. Para esto se elabora la matriz de significación de impactos, en la que se detallan en forma cualitativa las características de los mismos. La significancia del impacto se determina basándose en el valor de índice ambiental (VIA) de acuerdo a la tabla 7

**Tabla 7**

**Escala de significancia de los impactos evaluados**

VIA	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO
< 2,0	Muy bajo
2,0 – 4,0	Bajo
4,0 – 6,0	Medio
6,0 – 8,0	Alto
> 8,0	Muy alto

FUENTE: Buroz, (1994), Meneses, & Gayoso, (1995).

Estas matrices permiten medir cualitativamente el impacto ambiental, en función de características del efecto (s) que podría tener la actividad o acción sobre los factores ambientales.

Vale decir, al existir una relación entre la planta y un factor ambiental, el efecto que tendrá uno sobre el otro muestra ciertas características cualitativas y cuantitativas tales como son: carácter del impacto o signo (+/-), Intensidad de impacto (I), Extensión o influencia espacial del impacto (E), Duración del impacto (D), Magnitud del impacto ambiental (M), reversibilidad de impacto (RV), Riesgo o probabilidad del suceso (RG) y finalmente la significancia de los impactos ambientales evaluados.

**TABLA 8: Matriz de Criterios relevantes integrados. evaluación y valoración**

FACTORES AMBIENTALES		CARÁCTER	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	DURACIÓN	MAGNITUD	REVERSIBILIDAD	RIESGO	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO	
									VIA	CALIFICACIÓN
TOPOGRAFÍA	F1									
	A5	-	10	1	10	-6,4	10	10	-6,09	Impacto alto
	A7	-	1	1	1	-1,0	5	10	-4,62	Impacto medio
	A9	-	1	1	5	-1,8	1	10	-4,26	Impacto medio
	A10	-	5	5	5	-5,0	5	10	-5,52	Impacto medio
CALIDAD DE AIRE	F2									
	A1	-	5	1	10	-4,4	1	10	-4,80	Impacto medio
	A2	-	1	1	10	-2,8	1	5	-4,13	Impacto medio
	A5	-	5	5	10	-6,0	1	10	-5,04	Impacto medio
	A6	-	1	1	10	-2,8	1	5	-4,13	Impacto medio
	A7	-	1	1	10	-2,8	1	5	-4,13	Impacto medio
	A10	-	1	1	10	-2,8	1	10	-4,50	Impacto medio
RUIDO	F3									
	A1	-	5	1	10	-4,4	1	5	-4,43	Impacto medio
	A2	-	5	1	10	-4,4	1	5	-4,43	Impacto medio
	A9	-	1	1	10	-2,8	1	5	-4,13	Impacto medio
	A10	-	1	1	10	-2,8	1	5	-4,13	Impacto medio
SUELO	F4									
	A5	-	10	1	10	-6,4	10	1	-5,10	Impacto medio
	A9	-	1	1	10	-2,8	1	1	-3,51	Impacto bajo
	A10	-	5	1	10	-4,4	8	5	-5,30	Impacto medio
CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL	F5									
	A5	-	10	1	10	-6,4	1	1	-4,10	Impacto medio
	A6	-	10	1	10	-6,4	5	1	-4,72	Impacto medio
CANTIDAD DE AGUA SUPERFICIAL	F6									
	A5	-	1	1	10	-2,8	1	1	-3,51	Impacto bajo
	A6	-	1	1	10	-2,8	1	10	-4,50	Impacto medio
	A8	-	5	1	10	-4,4	1	10	-4,80	Impacto medio

Tabla 8: Continuación

FACTORES AMBIENTALES		CARÁCTER	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	DURACIÓN	MAGNITUD	REVERSIBILIDAD	RIESGO	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO	
									VIA	CALIFICACIÓN
CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEO	F7									
	A5	-	1	1	10	-2,8	8	5	-5,00	Impacto medio
CANTIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEO	F8	-				0,0			-0,00	Impacto muy bajo
	A5	-	1	1	10	-2,8	1	5	-4,13	Impacto medio
RIESGO NATURAL	F9									
	A4	-	10	1	1	-4,6	10	1	-4,84	Impacto medio
	A5	-	10	1	1	-4,6	10	5	-5,46	Impacto medio
FLORA TERRESTRE	F10									
	A5	-	10	1	10	-6,4	8	10	-5,96	Impacto medio
FLORA ACUATICA	F11									
	A5	-	10	1	10	-6,4	1	10	-5,10	Impacto medio
	A7	-	10	1	10	-6,4	1	10	-5,10	Impacto medio
FAUNA TERRESTRE	F12									
	A5	-	1	1	10	-2,8	5	1	-4,13	Impacto medio
	A6	-	1	1	10	-2,8	5	1	-4,13	Impacto medio
FAUNA ACUATICA	F13									
	A5	-	1	1	10	-2,8	5	1	-4,13	Impacto medio
	A6	-	1	1	10	-2,8	5	1	-4,13	Impacto medio
USOS DEL TERRITORIO	F14									
	A5	-	10	1	10	-6,4	5	10	-5,72	Impacto medio
	A9	-	10	1	10	-6,4	5	10	-5,72	Impacto medio
	A10	-	10	1	10	-6,4	1	10	-5,10	Impacto medio

Tabla 8: Continuación

FACTORES AMBIENTALES		CARÁCTER	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	DURACIÓN	MAGNITUD	REVERSIBILIDAD	RIESGO	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO	
									VIA	CALIFICACIÓN
PAISAJE	F15									
	A5	-	1	1	10	-2,8	5	10	-5,13	Impacto medio
	A9	-	1	1	10	-2,8	5	10	-5,13	Impacto medio
	A10	-	1	1	10	-2,8	5	10	-5,13	Impacto medio
DESARROLLO LOCAL	F16									
	A7	-	1	5	10	-4,4	1	5	-4,43	Impacto medio
	A10	-	1	5	10	-4,4	1	5	-4,43	Impacto medio
PERCEPCIÓN DE POTENCIALES IMPACTOS NEGATIVOS	F17									
	A3	-	5	5	10	-6,0	1	1	-4,05	Impacto medio
	A5	-	5	5	10	-6,0	1	1	-4,05	Impacto medio
PERCEPCIÓN POLÍTICA	F18									
	A5	-	1	5	10	-4,4	1	5	-4,43	Impacto medio
EMPLEO	F19									
	A1	+	1	1	10	2,8	1	10	+4,50	Impacto medio
	A2	+	1	1	10	2,8	1	10	+4,50	Impacto medio
	A3	+	1	1	10	2,8	1	10	+4,50	Impacto medio
	A7	+	1	1	10	2,8	1	10	+4,50	Impacto medio
	A8	+	1	1	10	2,8	1	10	+4,50	Impacto medio
	A9	+	1	1	10	2,8	1	10	+4,50	Impacto medio
DINAMIZACIÓN DEL COMERCIO LOCAL	F20									
	A1	+	1	1	10	2,8	1	10	+4,50	Impacto medio
TRANSPORTE Y VÍAS	F21									
	A3	+	1	1	10	2,8	1	10	+4,50	Impacto medio

FUENTE: Elaboración Propia

**Tabla 9: Matriz de Valoración del Índice Ambiental del Proyecto**

			Acciones del Proyecto										Efectos Totales		
			Planta de Procesamiento				Depósito de relaves		Otras actividades						
			A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>			
Factores Ambientales	Ambiente físico	Topografía	F <sub>1</sub>					-6,09		-4,62		-4,26	-5,52	-20,49	
		Aire	F <sub>2</sub>	-4,80	-4,13			-5,04	-4,13	-4,13				-4,50	-26,73
			F <sub>3</sub>	-4,43	-4,43							-4,13	-4,13		-17,12
			Suelo	F <sub>4</sub>					-5,10				-3,51	-5,30	-13,91
		Agua	F <sub>5</sub>					-4,10	-4,72						-8,82
			F <sub>6</sub>					-3,51	-4,50		-4,80				-12,81
			F <sub>7</sub>					-5,00							-5,00
			F <sub>8</sub>					-4,13							-4,13
		Riesgo natural	F <sub>9</sub>				-4,84	-5,46							-10,30
	Ambiente biológico	Ecosistema terrestre	F <sub>10</sub>					-5,96							-5,96
			F <sub>11</sub>					-5,10		-5,10					-10,20
		Ecosistema acuatico	F <sub>12</sub>					-4,13	-4,13						-8,26
			F <sub>13</sub>					-4,13	-4,13						-8,26
	Ambiente socioeconómico	Social	F <sub>14</sub>					-5,72				-5,72	-5,10	-16,54	
			F <sub>15</sub>					-5,13				-5,13	-5,13	-15,39	
			F <sub>16</sub>							-4,43			-4,43	-8,86	
			F <sub>17</sub>			-4,05		-4,05							-8,10
		Económico	F <sub>18</sub>					-4,43							-4,43
			F <sub>19</sub>	4,50	4,50	4,50				4,50	4,50	4,50			27,00
			F <sub>20</sub>	4,50											4,50
			F <sub>21</sub>			4,50									4,50
<b>Total Absolutos</b>			-0,23	-4,06	4,95	-4,84	-77,08	-21,61	-13,78	-0,30	-18,25	-34,11	-169,31		

FUENTE: Elaboración Propia



## **CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

#### **4.1. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS**

Ejecutada la fase de identificación, análisis y evaluación respectiva de impactos ambientales; en este acápite se presenta descripción y el análisis e Interpretación de los resultados.

##### **4.1.1. DEL MEDIO FÍSICO**

La zona de estudio se encuentra ubicada entre los 3500 a 4000 m.s.n.m. que de acuerdo a la codificación geológica Holdridge corresponde a la zona de vida Páramo muy húmedo – subalpino subtropical (Pmh - SaS): Perhumedo. Cuyas características más resaltantes de la segunda zona de vida son las de tener un clima semi seco frígido con un promedio de temperatura anual mínima de 4.6°C y

la máxima es de 6.9°C ;con una precipitación promedio máximo anual de 1088.5 mm y el promedio mínimo de 513.4 mm.

El medio acuático más importante del área, lo compone el río Condorire que es aportante a la laguna de Umayo y esta última vierte sus aguas al Lago Titicaca. Es importante mencionar las aguas subterráneas que existen en la zona, son potenciales acuíferos en épocas de estiaje la cual beneficia directamente a la fauna domestica y silvestre, como también a la planta concentradora del CIP Tiquillaca.

Las mediciones de pH realizadas in situ de las 4 muestras en el mes de marzo indican valores de 7.05 a 8.75 , las aguas superficiales son aguas básicas y las aguas subterráneas son neutras. Las muestras tomadas en el mes de noviembre en los mismos 4 puntos de muestreo, dan como resultado de 6.63 a 7.93 lo cual indica que los pozos son aguas acidas y las aguas superficiales son neutras. En consecuencia estas aguas son favorables para la vida acuática; porque se encuentran dentro del límite permisible. Según la ley de aguas.

En el PM4, concentraciones de metales pesados totales (cuadro 3.14), el cianuro es ligeramente elevado a los estándares permisibles, el uso de esta agua subterránea es exclusivamente para tratamiento de minerales, la presencia de cianuro se debe al ingreso de efluentes de

relaves en los meses de lluvia y producto del almacenamiento. Los otros elementos están por debajo de los estándares permisibles en consecuencia su uso es normal para consumo y bebida de animales, riego de vegetales y en el uso de aguas recreativas de contacto primario (baños y similares), según lo establecido en la Ley General de aguas D.S. N° 261 – 69 – AP.

#### **4.1.2. DEL MEDIO BIOLÓGICO**

La flora lo conforman las asociaciones vegetales Stipetum (St) y Festuchetum – Muhlebergetum (Fe – Mu), (Ver plano N° 6 – anexos). Como resultado de la evaluación, las especies encontradas son: En la época de verano, 16 especies en la asociación vegetal St (cuadro 3.1), y 10 especies en la asociación vegetal Fe – Mu (cuadro 3.3). En la época de primavera se encontró 7 especies en la zona St y 3 especies en la zona Fe-Mu (cuadros 3.2 y 3.4).

En cada área existe la presencia de plantas de mayor cantidad (mes de marzo) como la *Bouteloua simplex* (38,31%), *Stipa ichu* (17.84%) y *Stipa Brachiphylla* (9.8%) en la zona de St. Mientras que en la zona de Fe-Mu predomina la *Mulhembergia fastigiata* (44.06%), *Trifolium amabile* (36.20%), *Distichlis humilis* (8,6%). Cabe mencionar que la *Mulhembergia fastigiata* (grama dulce) es propio de la zona por eso justifica su predominancia (Villalta 2000). En la época de estiaje

(noviembre) existe gran disminución de especies vegetales y en algunos casos se secan. Algunas especies permanecen porque son resistentes a los cambios climáticos tales como: *Stipa ichu*, *Stipa brachiphylla* y *Festuca dolichophylla*.

Aplicando los índices de la biodiversidad de Shannon y Simpson, en la época de verano se obtuvieron un índice de 89.06% y 79,8% respectivamente en la zona de St y 59.21% y 66,46% en la zona de Fe – Mu, (cuadros 3.1 y 3.3). En la época de primavera el índice de la biodiversidad en la zona de St y Fe-Mu respectivamente es de 63.52% y 45.12%, índice de Shannon; y, 68.75% y 62,56%, el índice de Simpson (cuadros 3.2 y 3.4).

Por lo tanto la riqueza de especies en la zona St es alta, conformada con especies medianamente palatables para el ganado y en la zona Fe – Mu la riqueza de especies es medianamente alta, conformada con especies altamente palatables para el ganado. En la época de primavera, por los resultados obtenidos (cuadros 3.2 y 3.4), indicativo de que existe baja diversidad de plantas en ambas zonas, por la eminente desaparición de algunas especies en época de estiaje.

Con relación a la Fauna, el estudio estuvo dirigido básicamente a los mamíferos, aves, peces, anfibios y reptiles. La lista se presenta en el

cuadro 3.5 correspondiente a la época de verano. Los mamíferos silvestres se registraron 4 especies y 3 especies de mamíferos domésticos; 14 especies de aves; 2 especies de peces y 2 especies de anfibios y reptiles.

En la época de primavera existe gran disminución de la fauna silvestre por emigración de las aves en épocas de invierno y de algunos mamíferos, por lo tanto sólo existe 2 especies de mamíferos silvestres, 6 especies de aves, 2 de peces y 1 anfibios y reptiles (cuadro 3.6).

Dentro del área de la planta concentradora CIP Tiquillaca, no existe la fauna silvestre predominante que puedan ser perturbados por la operación.

#### **4.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

De los resultados obtenidos con el uso de la metodología de los Criterios Relevantes Integrados, se llega al siguiente análisis e interpretación

#### 4.2.1. POR FACTORES AMBIENTALES

Tabla 4.1

##### Número de impactos por factor ambiental

FACTORES AMBIENTALES			IMPACTOS
Ambiente físico	Topografía	Topografía	4
	Aire	Calidad de aire	6
		Ruidos	4
	Suelo	Suelos	3
	Agua	Calidad de agua superficial	2
		Cantidad de agua superficial	3
		Calidad de agua subterránea	1
		Cantidad de agua subterránea	1
	Riesgo natural	Riesgos naturales	2
	Total ambiente físico		
Ambiente biológico	Ecosistema terrestre	Flora terrestre	1
		Fauna terrestre	2
	Ecosistema acuático	Flora acuática	2
		Fauna acuática	2
Total ambiente biológico			7
Ambiente Socioeconómico	Social	Usos de territorio	3
		Paisaje	3
		Desarrollo local	2
		Percepción de potenciales impactos negativos	2
		Percepción política	1
	Económico	Empleo	6
		Dinamización del comercio local	1
		Transporte y vías	1
Total ambiente socioeconómico			19
Total			52

FUENTE: Elaboración Propia

De acuerdo a los criterios expuestos en el apartado 3.4.3.2, el máximo valor de afectación negativa al medio ambiente por las actividades del

proyecto sería de - 520 unidades (-10 unidades x 52 impactos) cuando todos los impactos presenten las características mas adversas; de esto, el valor resultante para el proyecto es de 169,31 unidades que representaría un impacto porcentual negativo total de 32.56%.

**Tabla 4.2**

**Factores ambientales en porcentaje**

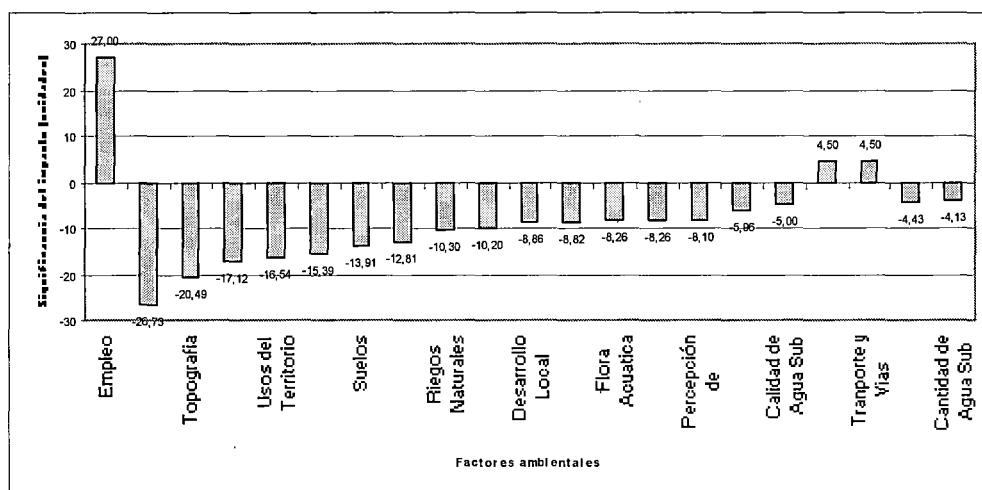
	Factores Ambientales del Proyecto	Efecto Total	Efecto Total	%
F <sub>19</sub>	Empleo	27,00	27	11,19%
F <sub>2</sub>	Calidad de Aire	-26,73	26,73	11,08%
F <sub>1</sub>	Topografía	-20,49	20,49	8,49%
F <sub>3</sub>	Ruidos	-17,12	17,12	7,09%
F <sub>14</sub>	Usos del Territorio	-16,54	16,54	6,85%
F <sub>15</sub>	Paisaje	-15,39	15,39	6,38%
F <sub>4</sub>	Suelos	-13,91	13,91	5,76%
F <sub>6</sub>	Cantidad de Agua Superficial	-12,81	12,81	5,31%
F <sub>9</sub>	Riegos Naturales	-10,30	10,3	4,27%
F <sub>11</sub>	Fauna Terrestre	-10,20	10,2	4,23%
F <sub>16</sub>	Desarrollo Local	-8,86	8,86	3,67%
F <sub>5</sub>	Calidad de Agua Superficial	-8,82	8,82	3,66%
F <sub>12</sub>	Flora Acuática	-8,26	8,26	3,42%
F <sub>13</sub>	Fauna Acuática	-8,26	8,26	3,42%
F <sub>17</sub>	Percepción de Potenciales Impactos Negativos	-8,10	8,1	3,36%
F <sub>10</sub>	Flora Terrestre	-5,96	5,96	2,47%
F <sub>7</sub>	Calidad de Agua Subterránea	-5,00	5	2,07%
F <sub>20</sub>	Dinamización del Comercio Local	4,50	4,5	1,86%
F <sub>21</sub>	Transporte y Vías	4,50	4,5	1,86%
F <sub>18</sub>	Percepción Política	-4,43	4,43	1,84%
F <sub>8</sub>	Cantidad de Agua Sub terranea	-4,13	4,13	1,71%
Total		-169,31	241,31	100,00%

FUENTE: Elaboración propia

Del total de factores ambientales analizados el 85,1 % presentaran impactos ambientales de carácter negativo y solamente el 14,9 % reflejaran impactos positivos; un tercio de los factores: Empleo, calidad de aire, topografía, ruidos, usos de territorio, paisaje, y suelos; recepcionarán el 56.84% de los impactos sufridos. Los resultados indican que los factores ambientales que mostrarán una mayor afectación negativa por las actividades del proyecto son la calidad de aire ( -26,73 unidades con 6 impactos), la topografía (-20,49 unidades con 4 impactos), ruidos (-17,12 unidades con 4 impactos), usos del territorio (-16.54 unidades con 3 impactos) y suelos (-13,91 puntos con 3 impactos); los factores ambientales que son impactados positivamente son el empleo ( +27 con 6 impactos) y la dinamización del comercio local (+4,50 unidades con 1 impacto). (Tablas 4.1 y 4.2).

**Figura N° 4.1**

**Significancia del impacto por factor ambiental**



FUENTE: Elaboración Propia



#### 4.2.2. POR ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Las actividades del proyecto han sido clasificadas en tres grupos: Planta de procesamiento, depósito de relaves y otras actividades complementarias del proceso minero metalúrgico.

El grupo de actividades que más impacta en el medio ambiente es el depósito de relaves con 21 impactos.

**Tabla 4.3**

#### **Impactos generados por las actividades del proyecto**

ACTIVIDADES	Físico	Biológico	Socio Económico	Total	%
PLANTA DE PROCESAMIENTO	5	0	6	11	21.1
A1 Circuito de chancado	2	0	2	4	
A2 Circuito Molienda y Clasificación	2	0	1	3	
A3 Circuito de concentración	0	0	3	3	
A4 Cochas de concentrado	1	0	0	1	
DEPÓSITO DE RELAVES	11	6	4	21	40.4
A5 Deposito de relaves	8	4	4	16	
A6 Tratamiento de aguas del proceso metalúrgico	3	2	0	5	
OTRAS ACTIVIDADES	10	1	9	20	38.5
A7 Abastecimiento de energía	2	1	2	5	
A8 Abastecimiento de agua	1	0	1	2	
A9 Infraestructura de servicios	3	0	3	6	
A10 Vías de acceso	4	0	3	7	
TOTAL	26	7	19	52	100

FUENTE: Elaboración Propia

Las actividades del proyecto que ocasionarán mayor afectación negativa serán, de acuerdo a las tablas 4.3 y 4.4.

- Depósito de relaves (-77,08 unidades y 16 impactos).
- Vías de acceso (-34,11 unidades y 7 impactos).
- Tratamiento de aguas del proceso metalúrgico (-21,61 unidades y 5 impactos).
- Infraestructura de servicios (-18,25 unidades y 6 impactos).
- Abastecimiento de energía (-13,78 unidades y 5 impactos).

**Tabla 4.4**

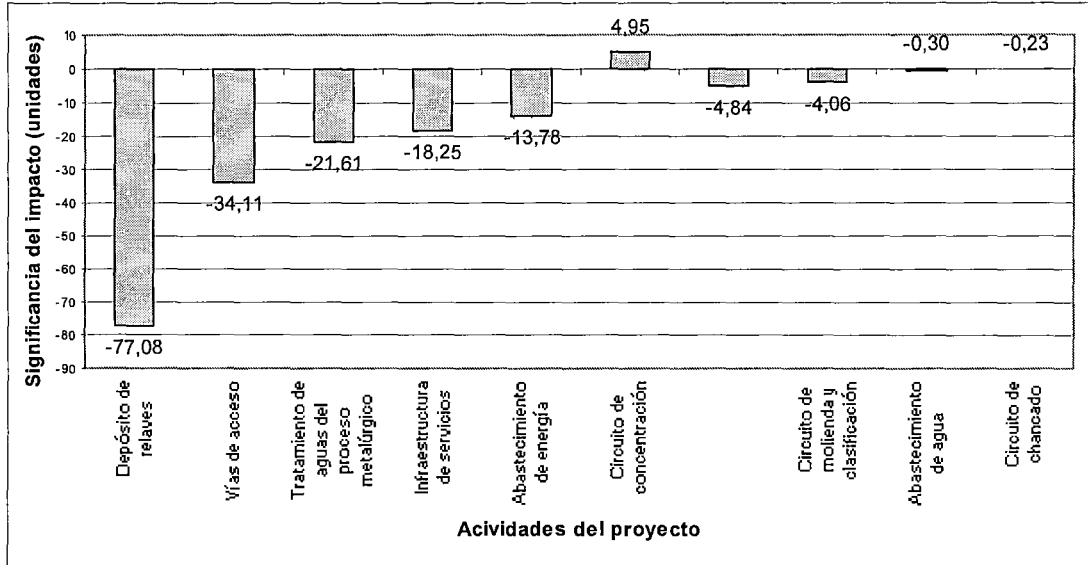
**Actividades del proyecto que originan impactos ambientales**

Acciones del Proyecto		Total Absoluto	Valor Absoluto	%
A <sub>5</sub>	Depósito de relaves	-77,08	77,08	43,01
A <sub>10</sub>	Vías de acceso	-34,11	34,11	19,03
A <sub>6</sub>	Tratamiento de aguas del proceso metalúrgico	-21,61	21,61	12,06
A <sub>9</sub>	Infraestructura de servicios	-18,25	18,25	10,18
A <sub>7</sub>	Abastecimiento de energía	-13,78	13,78	7,69
A <sub>3</sub>	Circuito de concentración	4,95	4,95	2,76
A <sub>4</sub>	Cochas de concentrado	-4,84	4,84	2,70
A <sub>2</sub>	Circuito de molienda y clasificación	-4,06	4,06	2,27
A <sub>8</sub>	Abastecimiento de agua	-0,30	0,3	0,17
A <sub>1</sub>	Circuito de chancado	-0,23	0,23	0,13
Total		-169,31	179,21	100,00

FUENTE: Elaboración Propia

Figura N° 4.2.

Significancia de los impactos por actividades del proyecto



FUENTE: Elaboración Propia

### 4.2.3. JERARQUIZACION DE IMPACTOS

El proyecto en forma global va a generar 8 impactos de carácter positivo, todos ellos de carácter medianamente significativo, que, es, la dinamización del comercio local producido por la puesta en marcha de la planta concentradora. Con respecto a los impactos de carácter negativos, estos serán 44, de los cuales 1 será significativo (impacto en el factor ambiental topografía producidos por el deposito de relaves); 41 de carácter medianamente significativos (en el factor calidad de aire, suelo, agua, flora y fauna, paisaje; producidos por el deposito de relaves y vías de acceso, infraestructura), y 2 poco significativos. (Tablas 4.5 y 9)

Tabla 4.5

**Jerarquización de los impactos ambientales evaluados**

AMBIENTE	POSITIVOS					NEGATIVOS					TOTAL
	Muy significativo	Significativo	Medianamente significativo	Poco significativo	No significativo	No significativo	Poco significativo	Medianamente significativo	Significativo	Muy significativo	
Físico	0	0	0	0	0	0	2	23	1	0	26
Biológico	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7
Socio económico	0	0	8	0	0	0	0	11	0	0	19
<b>TOTAL</b>	0	0	8	0	0	0	2	41	1	0	52

FUENTE: Elaboración propia

De acuerdo a la metodología presentada, la ejecución del proyecto será sobre el conjunto de factores ambientales “medianamente significativo” (49 impactos de 52 impactos)

**4.2.3.1. IMPACTOS POSITIVOS**

**A. Ambiente socio – económico**

- **Efectos sobre la vida de los pobladores locales**

El inicio de las operaciones de la planta concentradora, traerán un impacto positivo; ya que se generarían en forma directa e indirecta puestos de trabajo; para mano de obra calificada y no

calificada, preferentemente para las poblaciones más cercanas al área del proyecto.

Los ingresos económicos de la población se vera incrementado por un mayor número de empleo o trabajo complementario y el comercio local.

Tendrá una mayor demanda de vivienda y atención de servicios y otras necesidades.

- **Crecimiento socio – económico en la región**

Durante la etapa de operación se dará mayor dinamización del comercio local, lo cual significa fuente de ingreso económico para los pobladores aledaños, sin necesidad de trasladarse a pueblos más lejanos para ofertar sus productos.

A nivel regional, se considera el beneficio económico indirecto al Estado, generado por los impuestos tributarios y distribuidos al Gobierno Regional, Municipalidades, etc.

#### **4.2.3.1. IMPACTOS NEGATIVOS**

##### **A. Medio físico**

###### Topografía

La topografía natural del área quedara alterada como resultado de las actividades de operación de la planta de beneficio, por el depósito de relaves, transporte y vías de acceso, etc

###### Calidad de suelo

Por las actividades metalúrgicas se producirá un ligero cambio en la calidad de suelo, en el entorno de la planta concentradora, por la generación del polvo en las chancadoras, tránsito vehicular, las aguas de limpieza de las instalaciones, talleres, aceites, grasas y otros líquidos de uso industrial, como producto de las actividades de mantenimiento y limpieza.

De igual manera la generación y acumulación de basura y residuos sólidos por el personal y residentes de la planta concentradora.

### Calidad atmosférico (aire – Ruido)

Igualmente la calidad atmosférica en la superficie sufrirá un cambio o alteración, debido a las emisiones de partículas en suspensión (polvo), de gases como el monóxido de carbono, plomo y otros generados en las labores de la planta de beneficio; así como el movimiento de los vehículos y erosión eólica. También al ruido generado por los equipos de procesamiento (chancadoras, molinos, celdas y otros).

### Calidad de aguas superficiales.

Se tiene un impacto negativo, debido a que generalmente se producen aguas contaminadas por el uso de reactivos de flotación, aceites, combustibles y líquidos domésticos.

## **B. Impacto sobre el medio biológico**

### Alteración en el hábitat terrestre

Las acciones y actividades metalúrgicas que se desarrollaran, producirán una alteración en el ecosistema terrestre del entorno de la planta concentradora, causando alejamiento de los animales nativos vertebrados e invertebrados a lugares no

perturbados y establecerse en un nuevo hábitat para poder desarrollarse.

#### Efectos sobre la comunidad biótica

La comunidad biótica de un ecosistema está constituido por la flora y fauna, en este caso los que habitan en el entorno de la planta, que la escasa fauna silvestre será afectado debido al ruido generado por los equipos de procesamiento, tránsito de vehículos, provocando una migración a un nuevo hábitat.

Igualmente la vegetación y en particular las partes adyacentes a las carreteras y/o chancadoras, serán afectadas por el polvo generado por los mismos, impidiendo la fotosíntesis y no aptos para el pastoreo.

### **4.3. GESTIÓN AMBIENTAL DE IMPACTOS POTENCIALES**

De acuerdo a los resultados de la evaluación de los impactos ambientales potenciales en la planta concentradora CIP Tiquillaca no se han identificado impactos potenciales significativos que pueda poner en peligro la ecología y la salud humana en el área de influencia directa e indirecta. El proyecto solo tendrá impactos negativos medianamente significativos.



Consecuentemente se propone un Plan de Gestión Ambiental, que permita prevenir y reducir al mínimo posible los efectos ambientales negativos, producidos por la operación de la planta concentradora y que contribuya a mantener las condiciones ambientales del entorno en los estándares permisibles conforme a lo estipulado en la Legislación Ambiental Minera en el Perú. Estas serán políticas de mitigación y monitoreo, que, permita minimizar los impactos negativos al medio ambiente.

#### **4.3.1. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

Se describen las medidas que se implementarán en la planta concentradora del CIP Tiquillaca, para mitigar y/o neutralizar impactos ambientales resultantes de las operaciones. Las medidas de mitigación planteadas contemplan los que se generarán durante la etapa de operación.

##### ***A. Calidad del aire***

###### **Polvo y ruido**

El transporte de mineral a la tolva de gruesos de la planta de procesamiento se realizara en volquetes de 10 a 15 toneladas; el polvo que genere, debe ser controlado para evitar la generación de polvo por el movimiento de vehículos, regando con agua el acceso hacia las

instalaciones, para ello se debe utilizar un camión cisterna. La carretera de acceso no será regada solo en estación de verano, sino durante el año de 2 a 3 veces/día.

### ***B. Manejo de reactivos***

Para evitar o minimizar la contaminación se debe tener en consideración algunos aspectos importantes en el manejo de los reactivos tales como:

- Plan de acción contra derrames.
- El área del depósito debe ser segura e impermeabilizada.
- Todos los reactivos instalados en el almacén deben estar sobre piso de concreto que debe estar dirigidos a un canal y conectado a una cubeta o un estanque mayor aguas abajo, o terminar en pozas de emergencias.
- Protección contra la explosión.

### ***C. Calidad de aguas superficiales***

Se deben construir sanjas de coronación, y realizar trabajos de canalización para interceptar las aguas de lluvia que podrían ser contaminadas y evitar el ingreso de aguas de escorrentía (efectos de

precipitación pluvial); se construirán cunetas en los alrededores de todas las infraestructuras, para evitar el ingreso de aguas de escorrentía y mantendrán el grado de inclinación de los taludes dando orientación a la topografía visual. Posteriormente deben ser almacenados en pozos de sedimentación.

#### ***D. Manejo de combustible***

Los tanques de almacenamiento de combustible deben estar protegidos contra posibles derrames y se tomaran las siguientes medidas:

- Se construirá un sistema secundario de construcción impermeable que tenga un volumen de almacenamiento igual a 110% de la capacidad del tanque más grande.
- El control sobre el consumo de combustible será riguroso; el inventario se verificara comparando la cantidad de combustible almacenado con los registros de entrega.
- Para verificar las posibles fugas, se harán inspecciones regulares de los tanques.

### ***E. Disposición de aceite usado***

Se tomara las siguientes medidas:

- Cada taller de mantenimiento tendrá un recipiente para el aceite usado.
- Se tendrá un área donde se pueda guardar los recipientes con aceite usado, luego serán eliminados mediante la incineración u otro método.

### ***F. Manejo de descargas industriales***

Los residuos peligrosos derivados de hidrocarburos, reactivos; debe ser colectados y clasificados en el sitio; bajo la dirección de un especialista; eventualmente pueden ser depositados en recipientes de PVC de alta densidad en un área destinado para tal fin. Posteriormente se puede construir celdas de seguridad encapsuladas.

### ***G. Manejo de aguas servidas***

Se construirá pozos sépticos como sistema de tratamiento de los desagües provenientes de las instalaciones de mantenimiento, comedor y oficinas de administración.

### ***H. Manejo de residuos sólidos domésticos***

Se implementara un sistema de colección de basura debidamente clasificados, en diversos puntos dentro del área de oficinas, talleres e instalaciones de procesamiento; las mismas serán recolectadas regularmente y llevados al relleno sanitario artesanal y depositados en forma alternada (residuo-tierra-arcilla).

### ***I. Manejo de residuos industriales***

Deben ser clasificados en el sitio y trasladados a un área destinada y debidamente protegido con malla de seguridad y señalizados con colores característicos; paralelamente serán destinados para su comercialización a los acopiadores y recicladores de la región.

Los residuos de laboratorio deben ser neutralizados en los posible y depositados en celdas de seguridad encapsuladas.

### ***J. Flora y Fauna***

Con la restauración paulatina del suelo, cubierta con vegetal y disminución de niveles de ruido se espera el retorno paulatino de la fauna silvestre. Además se deberá prohibir la caza de animales y

realizar charlas a los trabajadores y comunidad en general sobre protección y conservación de las especies.

En cuanto a la conservación de la flora se debe evitar la quema de los pastos nativos

#### ***K. Ambiente socio – económico***

La serie de reacciones y molestias causadas en el ámbito social, frecuentemente son temporales y pasajeras que se disipan con el transcurrir del tiempo. Para la cual se debe implementar mecanismos de acercamiento y comunicación permanente y adecuada.

Políticamente, se les debe proporcionar copias de leyes del sector minero-ambiental y la ley general de comunidades campesinas y afines, para que tengan oportunidad de analizar los alcances de las normas legales vigentes; para buscar la convivencia armónica de ambos sectores. Apoyar a la comunidad de Paxa, en la elaboración de programas de capacitación de planificación familiar, prevención contra el alcoholismo, educación ambiental, agricultura, cultural, otros, etc.

#### **4.3.2. PLAN DE MONITOREO DEL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA**

El control periódico de la calidad de agua del río condorire y de los pozos subterráneos; permitirá conocer la eficiencia del control de calidad del agua y de esta manera realizar las correcciones y ajustes oportunos; así como, evitar la contaminación del mismo.

Las estaciones del monitoreo deben ser las mismas consideradas en la población y muestra. Las otras estaciones de muestreo que se deben considerar son las aguas claras de los relaves, una vez que sean depositados, deben ser muestreadas y analizadas; la frecuencia de muestreos debe ser semanal, trimestrales y semestrales según sea el caso.

El plan de seguimiento y/o vigilancia permitirá la evaluación periódica, integrada y permanente de la dinámica de las variables ambientales, tanto del orden físico, biológico y socio-económico, con la finalidad de suministrar información precisa y actualizada para la toma de decisiones orientadas a la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente durante las operaciones.

### **4.3.3. PLAN DE CONTINGENCIAS AMBIENTALES**

En este plan de contingencias se debe considerar la capacitación y entrenamiento del personal en el uso de equipos y maquinarias a emplearse en el caso de producirse una emergencia. El objetivo es:

- Identificar las contingencias ambientales potenciales durante las operaciones en el ámbito del beneficio de minerales.
- Identificar las causas posibles de una contingencia.
- Acciones específicas ante una emergencia causada por una situación extrema.
- Dar lineamientos específicos sobre las medidas de prevención pertinentes.

Una buena organización permite coordinar y afrontar las emergencias ambientales, por lo mismo que se debe establecer un Comité de Seguridad Ambiental, igualmente se debe establecer brigadas formado no menos de 5 personas debidamente entrenadas y previstas de los implementos necesarios para acudir inmediatamente al lugar del incidente. La capacitación deberá ser permanente a todo el personal que labora y a la comunidad



## CONCLUSIONES

- En la etapa de operación de la planta concentradora CIP Tiquillaca, se producirán, impactos negativos medianamente significativos, 42 impactos de 52 en total; estos alteraran la calidad del aire por incremento de material particulado (polvos), incremento de los niveles sonoros por el uso de maquinaria pesada, modificación de la escorrentía superficial, modificación de la naturalidad del paisaje, destrucción directa del suelo en las áreas de concesión por movimiento de tierras.
- Se producirá un impacto negativo, potencialmente significativo durante la operación de la planta CIP Tiquillaca; la topografía será alterada debido a la presencia de los depósitos de relaves, vías de acceso, y de los minerales acumulados en las canchas de almacenamientos.
- Los impactos ambientales negativos producidos por la operación de la planta concentradora CIP Tiquillaca, estarán debidamente controlados mediante un

plan de monitoreo y de contingencias establecido. Con ello se minimizara la contaminación ambiental.

- Mediante la evaluación y valoración de los impactos ambientales por el método de criterios relevantes integrados, se ha logrado determinar que la puesta en marcha de la planta concentradora CIP Tiquillca solo tendrá impactos ambientales negativos, mediante significativos (41 impactos); 8 impactos ambientales positivos, medianamente significativos y un solo impacto ambiental negativo significativo
  
- En el aspecto socio económico será positiva por las siguientes razones:
  - Por su ubicación geográfica; la inversión minera creara fuentes de riqueza y de trabajo.
  
  - Como fuente de trabajo; se creara más puestos de trabajo directos y otros indirectos.
  
  - Como progreso de pueblos; la población se vera beneficiada por las vías de comunicación, desarrollo comercial y por el pago de vigencia de derecho minero.
  
  - Impulso al comercio; el desarrollo comercial será mas dinámico en la zona por el poder adquisitivo de la población.

- Como ingreso de divisas; el país incrementara su volumen de exportaciones de concentrados.
- Como ingreso fiscal; el estado se verá beneficiado por los impuestos directos e indirectos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J. (1985). **Preparación Mecánica de Minerales**. Lima – Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Astucuri, V. (1981). **Fundamentos de la Flotación de Minerales**. Lima – Perú.: Colección Ciencias.
- Brack, A. (1986). **Las Ecoregiones del Perú**. Lima.
- Calcagno, A. (2003). **Gestión Ambiental de Proyectos de Desarrollo de los Recursos Hídricos**. Buenos Aires.
- Conesa, V. (1993). **Metodologías para la elaboración de Impactos Ambientales**. Barcelona – España.
- Fernández-Vítora, V. (1997). **Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental**. 3ª edición . Madrid.:Ed. Mundi-Prensa.
- Gómez, D. (1999). **Evaluación del Impacto Ambiental**. 1ª edición. Madrid. :Ed. Mundi--Prensa y Editorial Agrícola Española.
- Holdridge, L. (1982). **Ecología Basada en Zonas de Vida**. San José, Costa Rica.: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Loayza, S. (2005). **Estudio Socioeconómico y Alternativas de desarrollo de las Comunidades Campesinas de Jatun Ayllu, Parina y Vilcamarca y Pueblo de Ocuvi.**

Magurran, A. (1987). **Diversidad Ecológica y su Medición.** Lima- Perú.: Ediciones Vedra.

Ortega, H. & F. Chang. (1998). **Peces de Aguas Continentales del Perú.** México.: Instituto de Ecología.

Ponce de León, J. (1996). **El Perú y sus Recursos: Atlas Geográfico y Económico. Marítimos del Perú.** Instituto de Estudios Históricos.

Pulido, V. (1998). **Vocabulario de los nombres comunes de la fauna silvestre del Perú,** 1º edición. Lima.

Villalta, P. (2000). **Manejo de pastos.** Puno.: EPG – UNA.

Weberbauer, A. (1945). **El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos.** Ed. Lumen. Lima.

DIRECCIÓN GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE.(1995). **“Guías Metodológicas para la elaboración de estudios de Impacto Ambiental”.** Caracas – Venezuela.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. (1995). **Mapa Ecológico del Perú. Guía Explicativa.** Edit. INRENA. Lima Perú.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. (1996). **Mapa de suelos del Perú. Clasificación de suelos.** Edit. INRENA. Lima Perú.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. **Estudio Nacional de la Diversidad Biológica.** Vol. III. Sistema Nacional de Áreas Protegidas por el Estado – SINANPE. Lima – Perú

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS – DGAA, SUB-SECTOR MINERÍA. **Guía Ambiental para Vegetación de Áreas disturbadas por la Industria Minero – Metalúrgica.** Volumen VIII. Lima.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS – DGAA, SUB SECTOR DE MINERIA. **Protocolo de monitoreo de calidad de agua.** Volumen II. Lima.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS – DGAA, SUB SECTOR DE MINERIA. **Protocolo de monitoreo de calidad de aire y emisiones.** Volumen I. Lima.

PROYECTO ARASI. (2006). **Guía explicativa de estudio de Impacto Ambiental.** Lima. : Ecológico del Perú.

Brack, A & Charpentier, S. 1998. **Diversidad Biológica y Desarrollo en el Perú.** [http://www.conam.gob.pe/endb/docs/biodesarr/3\\_1\\_2.htm](http://www.conam.gob.pe/endb/docs/biodesarr/3_1_2.htm)

CITES, (2001). **Convention on the International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora.** CITES-listed Species Database: Fauna. Dirección del Internet :<http://www.cites.org/index.html>.

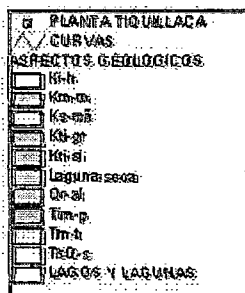
Consejo Nacional de Ambiente (CONAM). (1999). **Lista de aves, anfibios, mamíferos, peces y reptiles del Perú.** <http://www.conam.gob.pe/endb>.

**Ciencia de la tierra y medio ambiente** (Libro electrónico) Tema 15: Relación hombre – ambiente/[www.tecnum.es/asignaturaecología/hipertexto/15\\_hombamb/150Impamb.htm](http://www.tecnum.es/asignaturaecología/hipertexto/15_hombamb/150Impamb.htm).

**Enciclopedia Geología Básica.** [www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp/dentrega=368](http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp/dentrega=368).

## **ANEXOS**

**PLANO N° 3**  
**PLANO GEOLÓGICO - PLANTA CONCENTRADORA CIP TIQUILLACA**



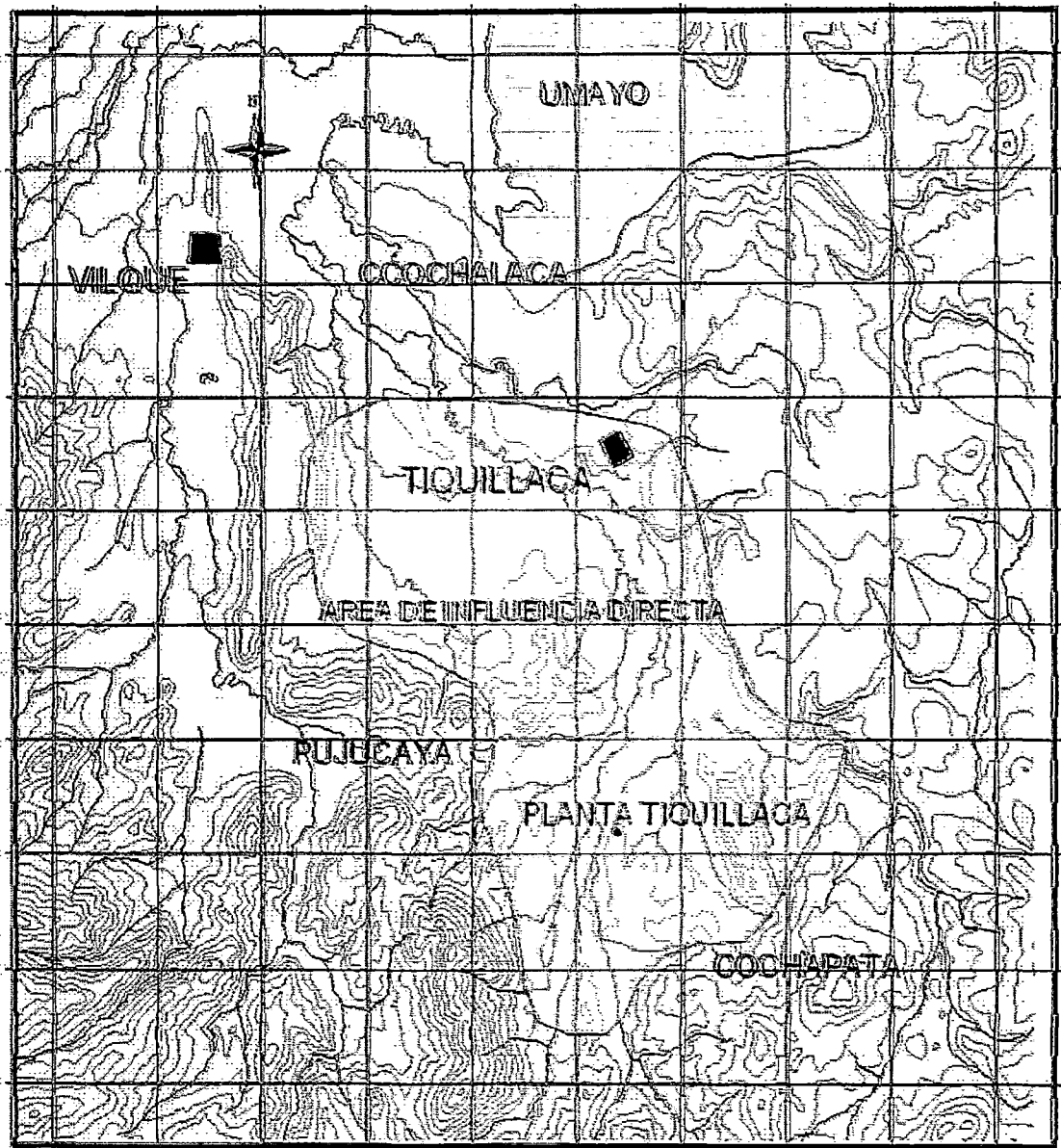
1000 0 1000 2000 3000 4000 Meters



MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DIRECCIÓN GENERAL DE ASUNTOS AMBIENTALES MINEROS UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO ESCUELA DE POST GRADO MAESTRÍA EN TERCER NIVEL DE PROTECCIÓN AMBIENTAL	
<b>PLANO GEOLÓGICO</b> <b>PLANTA CONCENTRADORA CIP TIQUILLACA</b>	
<b>PLANO N° 3</b>	<b>ING° GERMAN COLLO CONTRADO</b> <b>AGOSTO - 2007</b>



**PLANO N° 4  
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA – PLANTA CONCENTRADORA CIP  
TIQUILLACA**



2000 0 2000 4000 Meters

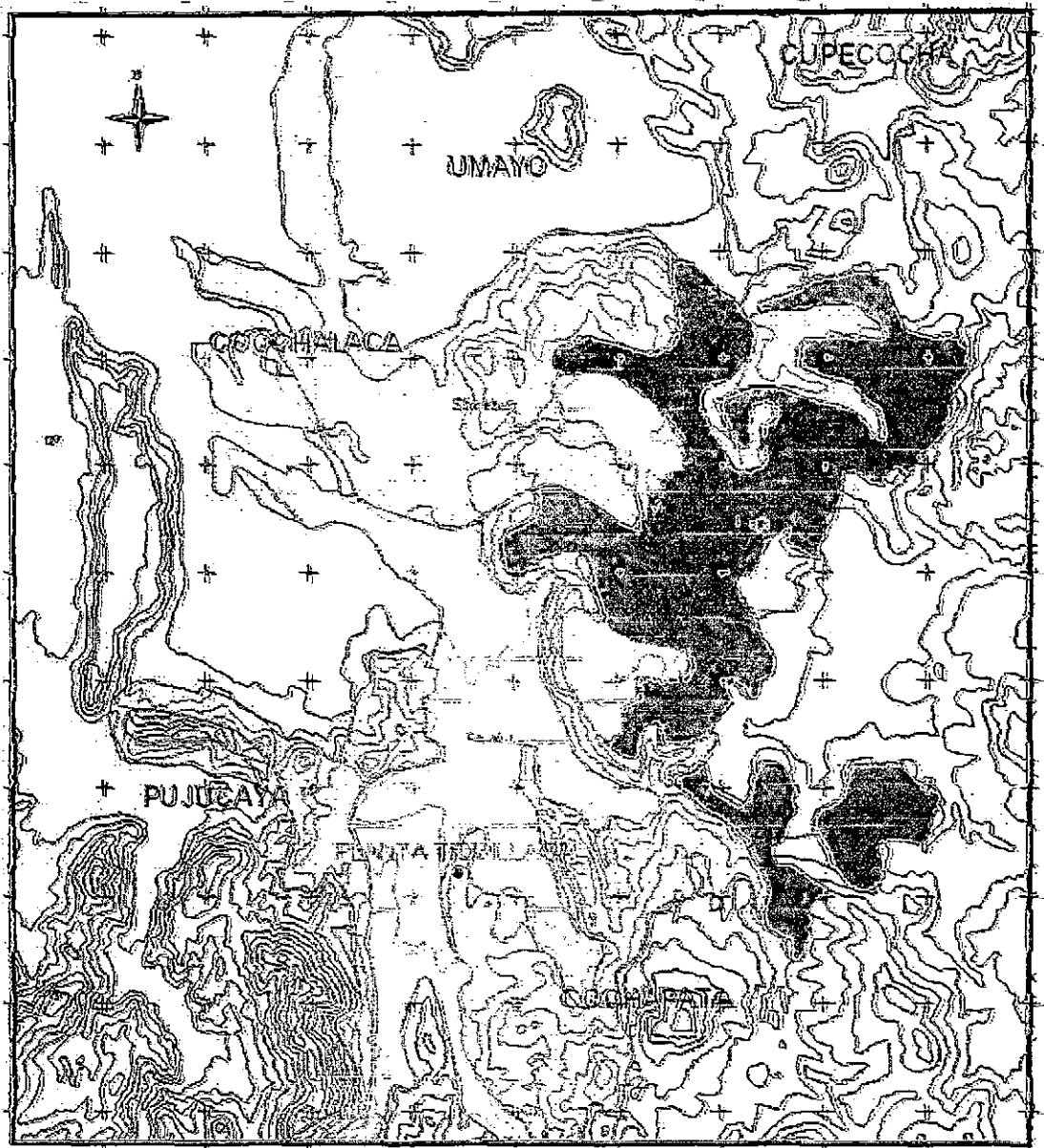


	PLANTA
	POBLACION URBANA
	CURVAS
	RIOS
	LAGOS Y LAGUNAS
	AID

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS DIRECCION GENERAL DE ASUNTOS AMBIENTALES	
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO ESCUELA DE POST GRADO MAESTRIA EN TECNOLOGIA DE PROTECCION AMBIENTAL	
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA PLANTA CONCENTRADORA CIP TIQUILLACA	
PLANO N° 4	ING° GERMAN COLLO COTRADO
AGOSTO - 2007	



**PLANO N° 6  
PLANO AGROSTOLÓGICO – PLANTA CONCENTRADORA CIP  
TIQUILLACA**



1000 0 1000 2000 Metros.

- LAGOS Y LAGUNAS
- PLANTA TIQUILLACA
- CURVAS
- ASOCIACIONES VEGETALES
- Fertilizante
- Pale
- Sulfato

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS DIRECCION GENERAL DE ASUNTOS AMBIENTALES, MINEROS	
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO ESCUELA DE POST GRADO MAESTRIA EN TECNOLOGIA DE PROTECCION AMBIENTAL	
<b>PLANO AGROSTOLOGICO PLANTA CONCENTRADORA CIP TIQUILLACA</b>	
PLANO N° 6	ING° GERMAN COILLO CONTRADO
AGOSTO - 2007	