

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Formulación de estudio propuesto	1
1.2. Hipótesis	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivos específicos	2
2. Ubicación, Vías de acceso y Antecedentes minero-industriales de la Zona de Estudio	3
2.1. Ubicación y Vías de acceso	3
2.2. Antecedentes minero-industriales de la Zona de Estudio	6
3. Marco Geológico	9
3.1. Marco Geotectónico	9
3.2. Marco Morfoestructural	10
3.3. Geología Local	12
3.3.1. Formación Punta Barranco “Kipb” (Cretácico Inferior; ca. 131-129 Ma)	12
3.3.2. Formación Cerro Empexa "Ksce"(Cretácico Superior, ca. 74-66 Ma) .	12
3.3.3. Dioritas del Cretácico Superior “Ksd” (Cretácico Superior, ca. 69-66 Ma)	13
3.3.4. Formación Oxaya “Omo” (Oligoceno Superior-Mioceno Inferior, ca. 23-19 Ma)	13
3.3.5. Ignimbrita Moquella “Mim” (Mioceno Inferior, 19,3±0,8 Ma)	13
3.3.6. Ignimbrita Nama “Min” (Mioceno Inferior; ca. 18-15 Ma)	14
3.3.7. Formación el Diablo “Mimd”(Mioceno Inferior - Medio, ca. 16-8 Ma) .	14
3.3.8. Volcanes y secuencias volcánicas del Mioceno Superior "Msv"(Mioceno Superior, ca. 11-6 Ma)	15
3.3.9. Formación Mauque “Msm” (Mioceno Superior, ca. 10-8 Ma)	16
3.3.10. Ignimbrita Pumiri “Msp” (Mioceno Superior; ca. 9 Ma)	16
3.3.11. Volcanes del Mioceno Superior - Plioceno “MsPv(a)” (ca. 6-3 Ma) . .	17
3.3.12. Depósitos Aluviales del Pleistoceno - holoceno “PIHa”	17
3.3.13. Depósitos de Remoción en masa “PIHrm” (Pleistoceno - Holoceno, ca. >9-6 ka)	17
3.3.14. Depósitos Coluviales “PLHc”(Pleistoceno - Holoceno)	18
3.3.15. Depósitos Aluviales “Ha” (Holoceno)	18
3.3.16. Depósitos Fluviales “Hf” (Holoceno)	18
3.4. Geología estructural local	20

4. Metodología	24
4.1. Obtención de datos	25
4.1.1. Datos Hidroquímicos	26
4.1.2. Datos de Geoquímica de Sedimentos	27
4.2. Evaluación de la calidad de la información	29
4.2.1. Balance Iónico	29
4.2.2. Control de calidad QA/QC (Quality Assurance / Quality Control) de sedimentos	29
4.3. Caracterización hidroquímica	30
4.4. Análisis del riesgo por ingesta de As	31
4.5. Variación normal geoquímica de sedimentos	33
4.6. Niveles de enriquecimiento de los elementos y comparación con regulaciones ambientales vigentes	34
5. Resultados	35
5.1. Hidroquímica	35
5.1.1. Balance iónico	36
5.1.2. Diagrama de Piper	37
5.1.3. Diagrama de Schoeller Berkloff	39
5.1.4. Diagrama Stiff	41
5.1.5. Concentraciones y evolución temporal y espacial del Arsénico en aguas	47
5.2. Análisis riesgo de población por As en aguas	55
5.3. Análisis riesgo de población por arsénico en los suelos agrícolas	59
5.4. Resultados Química de sedimentos	61
5.4.1. Diagramas de dispersión en duplicados de sedimentos	61
5.4.2. Líneas de base Geoquímicas	63
5.4.3. Geoquímica y parámetros ambientales vigentes	65
5.4.4. Concentraciones anormales de elementos en sedimentos y geología pre- sente	67
5.4.4.1. Arsénico(As)	67
5.4.4.2. Cobalto(Co)	70
5.4.4.3. Cromo(Cr)	73
5.4.4.4. Molibdeno(Mo)	75
5.4.4.5. Antimonio(Sb)	77
5.4.4.6. Zinc(Zn)	80
6. Discusiones	82
6.1. Geoquímica de sedimentos y antecedentes mineros	82
6.2. Geoquímica de aguas y concentración de As en aguas	85
6.3. Relaciones entre concentraciones de As en sedimentos y aguas	89
7. Conclusiones y sugerencias	95
7.1. Conclusiones	95
7.2. Sugerencias	97
Bibliografía	98
A. Tablas de datos de aguas	103

B. Tabla “Transferencia de Arsénico en el sistema Agua-Suelo-Maíz”	110
C. Tabla de datos de sedimentos	111
D. Imagenes Complementarias del área de estudio	129