



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y
Geográfica
Unidad de Posgrado

**Contaminación del ecosistema en San Mateo de
Huanchor por los pasivos ambientales minero
metalúrgicos y su impacto en la salud de los pobladores**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Gestión Integrada
en Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente

AUTOR

Walter Javier DÍAZ CARTAGENA

ASESOR

Carlos Francisco CABRERA CARRANZA

Lima, Perú

2016



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Díaz, W. (2016). *Contaminación del ecosistema en San Mateo de Huanchor por los pasivos ambientales minero metalúrgicos y su impacto en la salud de los pobladores*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

998



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica



UNIDAD DE POSGRADO
«Año de la consolidación del Mar de Grau»

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA

3
113
20

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos-Lima, a los doce días del mes de agosto del 2016, siendo las 11:30 horas, se reúnen los suscritos miembros del JURADO EXAMINADOR DE TESIS, nombrado mediante Dictamen N.º 341/UPG-FIGMMG/2016 del 21 de julio del 2016, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

TÍTULO

«CONTAMINACIÓN DEL ECOSISTEMA EN SAN MATEO DE HUANCHOR, POR LOS PASIVOS AMBIENTALES MINERO METALÚRGICOS Y SU IMPACTO EN LA SALUD DE LOS POBLADORES»

Que, presenta el Bach. WALTER JAVIER DIAZ CARTAGENA, para optar el GRADO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN INTEGRADA EN SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE.

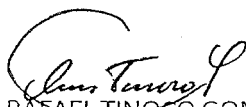
El secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente 00874/FIGMMG/2015 del 28 de enero del 2015, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y cumplió con las etapas de la Directiva para el procedimiento de la elaboración de la tesis para la obtención del Grado de Magister o Doctor (Aprobado por Resolución Directoral 080.EPG.2010).

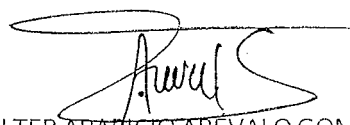
Luego de la Sustentación de la Tesis, los miembros del Jurado Examinador procedieron a aplicar la escala descrita en el Art. 61 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

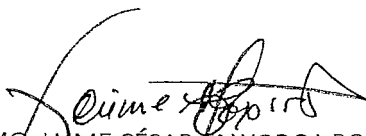
.....Muy bueno (18).....

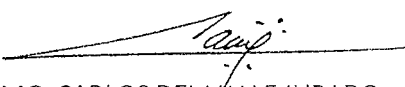
Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el GRADO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN INTEGRADA EN SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE al Bach. WALTER JAVIER DIAZ CARTAGENA.

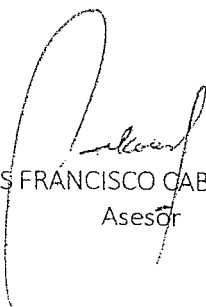
Siendo las 12:30 horas, se dio por concluido al acto académico


DR. OSCAR RAFAEL TINOCO GOMEZ
Presidente


MG. WALTER APARICIO AREVALO GOMEZ
Secretario


MG. JAIME CÉSAR MAYORGA ROJAS
Miembro


MG. CARLOS DEL VALLE JURADO
Miembro


DR. CARLOS FRANCISCO CABRERA CARRANZA
Asesor

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia: A mi querida madre **María Cartagena**; mi esposa **Giovanna** por su cariño, paciencia y apoyo; mis hijos **Andrés y Guillermo** por ser mi mayor alegría y orgullo.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento al **Dr. Carlos Cabrera Carranza** por ser el maestro que siempre me ha transmitido su entusiasmo, paciencia y conocimiento, siempre con el ánimo de servir y cuya ayuda siempre he obtenido cuando así se lo he solicitado.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE GENERAL	IV
LISTA DE CUADROS	VI
LISTA DE GRÁFICOS	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.0. Presentación	10
1.1. Situación problemática	12
1.1.1. Planteamiento del problema	12
1.2. Formulación del problema	16
1.2.1 Problemas específicos	17
1.3 Justificación de la investigación	17
A.- Justificación teórica	17
B. Justificación práctica	18
1.4 Objetivos de la investigación	19
1.4.1. General	19
1.4.2. Objetivos específicos	19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación	20
2.2. Bases teóricas	30
2.3. Marco conceptual o glosario	35

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Hipótesis general	38
3.2. Hipótesis secundarias	38
3.3. Identificación y clasificación de las variables	38
3.4. Operacionalización de variables:	40
3.5. Matriz de consistencia	41

3.6. Metodología	42
3.7. Tipo y diseño de la investigación	42
3.8. Diseño de la investigación	42
3.9. Unidad de análisis	43
3.10. Población de estudio y tamaño de la muestra	44
3.11. Selección de la muestra	45
3.12. Técnica e instrumento de recolección de datos	46
3.12.1. Técnicas	46
3.12.2. Instrumentos	47
3.13. Análisis e interpretación de la información:	47

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados	49
4.1.1. Análisis de los pasivos ambientales en distrito de San Mateo de Huanchor	49
4.1.2. Análisis e interpretación de la calidad del agua	57
4.1.3. Análisis e Interpretación de la calidad del suelo	64
4.2. Comprobación de la hipótesis o pruebas de hipótesis	71
4.2.1. Resultado estadístico muestreo de la calidad del agua	71
4.2.2. Resultado estadístico muestreo de la calidad del suelo	73
4.2.3. Resultados estadísticos muestreo de la calidad de suelos	78

CONCLUSIONES	80
---------------------	-----------

RECOMENDACIONES	82
------------------------	-----------

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
-----------------------------------	-----------

ANEXOS	85
---------------	-----------

ANEXO 01 Diseño estadístico del análisis de calidad de agua.	86
--	----

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 01: Operacionalización de variables.	40
Cuadro N° 02: Matriz de consistencia.	42
Cuadro N° 03: Pasivos ambientales mineros en el distrito de San Mateo de Huanchor.	52
Cuadro N° 04: Titulares del derecho minero de pasivos ambientales.	57
Cuadro N° 05: Resultados del monitoreo de DIGESA Enero 2015.	60
Cuadro N° 06: Resultados del monitoreo de DIGESA Febrero 2015.	61
Cuadro N° 07: Resultados del monitoreo de DIGESA Marzo 2015	61
Cuadro N° 08: Resultados del monitoreo de DIGESA Abril 2015	62
Cuadro N° 09: Resultados del monitoreo de DIGESA Mayo 2015	63
Cuadro N° 10: Resultados del monitoreo de DIGESA Junio 2015	63
Cuadro N° 11: Resultados del monitoreo de DIGESA Agosto 2015	64
Cuadro N° 12: Resultado de la presencia de arsénico y cadmio en la muestra de suelo.	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01: Resultado de muestras de suelo – Arsénico.	70
Gráfico N° 02: Resultado de muestras de suelo – Cadmio	70
Gráfico N° 03: Resultado de hipótesis	71
Gráfico N° 05: Análisis de arsénico en función al uso del suelo con fines de recreación y parques	73
Gráfico N° 06: Resultados	74
Gráfico N° 07: Análisis de arsénico en función al uso del suelo con fines comercial, industrial y extractivo.	74
Gráfico N° 08: Resultados	75
Gráfico N° 09: Análisis de cadmio en función al uso del suelo con fines de recreación y parques.	76
Gráfico N° 10: Resultados	76
Gráfico N° 11: Análisis de cadmio en función al uso del suelo con fines comercial, industrial y extractivo	77
Gráfico N° 12: Resultados	77

LISTA DE MAPAS

Mapa 01:	Ubicación
Mapa 02:	Geología
Mapa 03:	Hidrografía
Mapa 04:	Climatológico
Mapa 05:	Cobertura vegetal
Mapa 06:	Zonas de vida
Mapa 07:	Clasificación de suelo
Mapa 08:	Capacidad de uso mayor
Mapa 09:	Pasivos ambientales
Mapa 10:	Geomorfológico

RESUMEN

La presente tesis describe, evalúa y analiza los pasivos ambientales mineros existentes en el Centro Poblado de San Mateo de Huanchor, que tiene una larga tradición minera que se inició mucho antes de la actual legislación ambiental minera y que en el desarrollo de esta actividad económica ha dejado vestigios de infraestructura y residuos mineros abandonados que son un riesgo para el ambiente, por la liberación de metales pesados tóxicos, como son el arsénico y cadmio, sus concentraciones en el suelo y agua que cuando exceden los estándares de calidad ambiental pueden ocasionar problemas en la salud de los seres vivos y la degradación de la calidad de los ecosistemas.

De los veintidós pasivos ambientales existente en el distrito, para conocer sus efectos en los ecosistemas se han seleccionado en el estudio la calidad de dos componentes ambientales como son el agua y suelo. Para conocer la calidad de los suelos se realizó un plan de toma de muestra que consistió en ubicar diez puntos de monitoreo en la zona de estudio, las tomas de muestras se realizaron siguiendo el protocolo nacional de monitoreo, para analizar la presencia en el suelo de los elementos químicos de arsénico y cadmio para luego ser comparados con los ECAS de suelo establecidos por la legislación peruana.

Palabras Claves: Contaminación, impacto ambiental, pasivo ambiental.

ABSTRAT

This thesis describes, evaluates and analyzes environmental liabilities existing mining in the Town Center of San Mateo de Huanchor, which has a long mining tradition that began long before the current environmental legislation mining and in the development of this economic activity has left a series of infrastructure and abandoned mining waste are a risk to the environment, the release of toxic heavy metals such as arsenic and cadmium and their concentrations in soil and water when they exceed the environmental quality standards can cause problems on the health of living beings and the quality degradation of ecosystems.

Of the twenty existing environmental liabilities in the district, for their effects on ecosystems they have been selected in the study of two environmental quality components such as water and soil. To know the quality of soils plan sampling that consisted of placing ten points monitoring in the area of study was conducted, the samplings were carried out following the monitoring protocol to analyze the presence on the floor of the chemical elements arsenic and cadmium then be compared with soil ECAS established by Peruvian law.

Keywords: Pollution, environmental impact, environmental liabilities.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.0. Presentación.

La explotación de un yacimiento minero, sea para extraer cobre, oro o minerales polimetálicos, libera una serie de metales pesados elevando altas concentraciones de elementos químicos en los componentes ambientales, que finalmente se depositan en el suelo, convirtiéndose en elementos tóxicos que afectan a los ecosistemas y sus componentes, como también a los seres vivos en especial la salud de las personas; para evitar la contaminación ambiental, hoy en día se cuenta con un marco legal ambiental muy exigente que las empresas tienen que cumplir, y para tal fin se tiene los instrumentos de gestión ambiental, siendo el más importante y necesario realizar “el estudio de impacto ambiental”, antes de iniciar cualquier operación minera, que debe ser presentado y aprobado por la autoridad correspondiente, es un documento que garantiza que se controlarán, minimizarán, eliminarán o mitigarán los efectos negativos de las operaciones mineras que afecten los componentes ambientales, y así evitar que los ecosistemas pierdan su calidad ambiental de las zonas vecinas donde se explota un yacimiento minero.

En el siglo pasado la minería no tenía los estándares ambientales que hoy en día tiene que cumplir por la exigencia del marco legal y por la responsabilidad ambiental que la sociedad exige. Consecuencia de ello, se dejaron en todo el territorio nacional innumerables pasivos ambientales mineros metalúrgicos, que en la actualidad se convierten en fuente de contaminación, liberando metales pesados que afectan al aire, agua y suelo, es lo que sucedió en el distrito de San Mateo de Huanchor, que es un distrito con tradición minera y donde se han identificado 22 pasivos ambientales mineros, según lo especificado en la Resolución Ministerial N° 102-2015 MEM/DM, existen en la categoría de labor minera bocaminas, chimenea, trinchera, y en la categoría de tipo de residuo se encuentra desmonte de mina, no se ha identificado a los responsables de los pasivos, por lo que su remediación deberán ser asumidos por el Estado.

La presente tesis se centra en analizar y evaluar los efectos de la contaminación por los pasivos ambientales mineros y sus impactos en la calidad ambiental del Centro Poblado de San Mateo de Huanchor, de los metales pesados y sus altas concentraciones que se pueden verter al ambiente, y se concentra especialmente en dos elementos tóxicos como son el arsénico y cadmio y que en altas concentraciones en el suelo y agua pueden ocasionar una serie de problemas a la salud de los seres vivos. El cumplimiento de los estándares de calidad ambiental por parte de ambos elementos en el agua y suelo, y evaluar su riesgo al ambiente a los sectores más vulnerables, es una preocupación constante, que pueda ser resuelta mediante la realización de estudios de investigación, donde la universidad cumple un rol importante y que es motivo de la presente investigación.

1.1.Situación problemática.

1.1.1. Planteamiento del problema.

La ubicación geográfica del área de estudio es el Centro Poblado del distrito de San Mateo de Huanchor, provincia de Huarochiri, Región Lima, situado en el Km 92 de la Carretera Central, entre las coordenadas 11° 45' de latitud y 76° 20' de longitud, con una altitud de 3100 hasta los 5000 m.s.n.m.

Para llegar a San Mateo de Huanchor el acceso es por la carretera central partiendo de la ciudad de Lima, hasta el kilómetro 92 al 95, forma parte de la cuenca hidrográfica del río Rímac, abarcando el distrito una extensión aproximada de 425,6 Km². Las comunidades campesinas que residen en el distrito son: San Mateo, San Antonio, San José de Parac, San Miguel de Viso y Yuracmayo, formada por caseríos y anexos sumando en total 13 centros poblados.

Uno de los grandes problemas es causado por la actividad minera realizada en el pasado antes de la actual legislación ambiental, la cual ha dejado pasivos ambientales que han tenido efectos negativos en el suelo y agua del distrito, afectando los ecosistemas y a los pobladores del centro poblado, por contaminantes producidos por la explotación minera y los desechos que esta produce; es importante conocer la distribución y circulación de los contaminantes en los diferentes factores ambientales.

“La circulación global de muchos contaminantes a través de la atmósfera, agua, la cadena alimenticia y los bienes de consumo, es un hecho que cada vez se constata con mayor fuerza, sobre todo lo referido a la contaminación química que es un tema de “corte cruzado”; porque lo que sucede en una parte del globo tiene importantes repercusiones en lo que está sucediendo en otras áreas, no sólo desde el punto de vista económico y social, sino también debido a la

contaminación química producida por las actividades principalmente industriales y extractivas producidas por el ser humano (minería, agricultura, urbanización, etc.), que están afectando los varios ecosistemas, y por lo tanto a la salud humana” (ISAT, 2002, p.5)

La subregión andina es una de las zonas de mayor riqueza natural y cultural del mundo. Los andes tropicales de los países andinos (Colombia, Perú, Venezuela, Ecuador y Bolivia) se constituyen en el epicentro global de la biodiversidad ya que concentran aproximadamente el 25% de la diversidad biológica del planeta, asociados a una valiosa diversidad cultural andina y experiencias históricas.

Los recursos naturales sustentan el funcionamiento de las economías de los países de la subregión. Es así que aproximadamente el 55% de la producción de oro en el mundo está concentrada en América Latina. Principalmente en el Perú y Bolivia, donde la minería ha jugado un rol importante en sus economías.

“Para el caso de Perú, esta se ha constituido en uno de los principales sectores que contribuye a la mejora de los indicadores macroeconómicos. Representa más del 50% de los ingresos del país por exportaciones. Contradictoriamente a esta situación, de acuerdo a los datos de Índices de Desarrollo Humano en muchos de los departamentos llamados mineros, esta actividad no ha contribuido al desarrollo y mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades y poblaciones en estas zonas, sino por el contrario, especialmente a partir de la década de los noventa esta actividad ha estado relacionada con costos ambientales y sociales que han sido asumidos por las poblaciones y que ha representado impactos negativos sobre sus condiciones de vida” (ISAT, 2002)

Por lo tanto, uno de los principales cuestionamientos que se ha venido haciendo a la minería está relacionado a la contaminación y degradación ambiental que ésta ha provocado. El desarrollo de la minería en todos los casos que reporta la bibliografía revisada ha sido percibido como una actividad que ha tenido un impacto considerable sobre el medio ambiente y los recursos naturales.

Una de las zonas impactadas en el Perú es la cuenca del río Rímac, una de las tres cuencas tributarias principales de la ciudad de Lima (que concentra cerca del 30% de la población nacional); reserva de acuífero, principal fuente de recursos hidroenergéticos (MEM, 1997) y corredor principal (por la carretera central) para la provisión de alimentos y diversos productos que llegan desde la selva y sierra central a la ciudad de Lima.

“El río Rímac es considerado en la actualidad como uno de los más contaminados del país por los grandes volúmenes de desechos sólidos y líquidos que anualmente se vierten desde ambas márgenes del río debido al desarrollo de diversas actividades productivas relacionadas con la actividad minera, industrial y agrícola, entre otros (se tiene en total que son 23 industrias formales que arrojan desechos tóxicos al cauce del río, pero en un estudio realizado por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos determinó 176 puntos de vertederos a lo largo de todo el río Rímac que operan sin permiso de autorización solamente diez tienen permiso correspondiente”(MEM, 1997, p.7)

Varios estudios muestran que la principal causa de contaminación de la Cuenca Rímac, son los efluentes de aguas de la mina, diseño y/o operación deficiente de las canchas de relaves, abandono no técnico de las canchas de relaves saturadas y erosión de las canchas de relaves antiguas. Estos relaves mineros son desechos tóxicos que están compuestos en mayor porcentaje por metales pesados como plomo, arsénico, mercurio,

cadmio entre otros, y depositados en zonas cercanas a asentamientos humanos causando daños a la salud de los pobladores.

En la cuenca del Río Rímac existen las empresas siguientes: Compañía Minera Yauliyacu, Compañía Minera Lisandro Proaño, Compañía Minera Millotingo, Compañía Minera Barón, Unión Minera, Compañía Minera Huampar, Compañía Minera Nuevo Cóndor, Minas Venturosa y varias minas inoperativas sin planes de cierre que son pasivos ambientales que se encuentran principalmente ubicados en la cuenca alta.

La exposición a metales pesados es la causa de la degradación y muerte de la vegetación, ríos, animales y daño directo al hombre. La peligrosidad de éstos es mayor al no ser química y biológicamente degradables porque una vez emitidos pueden permanecer en el ambiente durante cientos de años.

Los metales pesados poseen propiedades notables para su dispersión en el ambiente, acumularse en los diversos tejidos de los seres vivientes y la posibilidad de producir toxicidad a niveles relativamente bajos de exposición. Ésta puede ocurrir por varios mecanismos como la inhaladora, percutánea, ingestión involuntaria en los alimentos, bebidas, etc.

Debido al vacío legal hasta antes de la promulgación del Código del Medio Ambiente (hoy derogado por la Ley del Ambiente) a inicio de la década de los años 90, muchas empresas mineras no tuvieron sus Estudios de Impacto Ambiental (EIA); sin embargo, desde el año 1992 el Perú cuenta con una serie de normas y reglamentos ambientales para que las empresas mineras controlen, mitiguen o minimicen sus impactos ambientales; a pesar de ello todavía subsisten muchos problemas por resolver en materia de minería, medio ambiente y su relación con las comunidades.

Un caso emblemático de contaminación ambiental y de la salud de las personas lo constituye San Mateo de Huanchor, ubicado en la cuenca alta del río Rímac. Donde varios estudios realizados por instituciones públicas y privadas han demostrado la presencia de metales pesados originados por la actividad minera de la zona, lo que ha determinado la movilización y el reclamo de las comunidades aledañas y generado un conflicto medio ambiental de repercusión internacional, llegando el caso a la Corte Interamericana de Derechos Humanos.

Cabe reconocer que hasta ahora los estudios han sido realizados de manera segmentada lo que nos plantea la necesidad de realizar un estudio integral para conocer la situación de los ecosistemas, el grado de exposición de las personas y cuáles serían las alternativas para dar solución a los problemas ambientales originados por la actividad minero metalúrgico. Buscando alternativas sostenibles para mejorar la calidad de vida de los pobladores y lograr la participación de los diferentes actores de la sociedad para implementar actividades económicas alternativas que tengan relación con la gestión y manejo del entorno medioambiental, social y económico.

1.2. Formulación del problema.

Del análisis de la realidad problemática se tiene como principal problema el siguiente:

¿Cuál es el grado de contaminación del ecosistema en el centro poblado de San Mateo de Huanchor por los pasivos ambientales minero metalúrgicos y su impacto en la salud de los pobladores?

El mismo que está determinado por los siguientes:

1.2.1. Problemas específicos.

P 1: ¿Cuál es el impacto ambiental en la calidad del suelo por la contaminación con arsénico y cadmio en el centro poblado de San Mateo de Huanchor?

P 2: ¿Cuál es el nivel de presencia de arsénico y cadmio en el agua del centro poblado de San Mateo de Huanchor y su posible impacto en la calidad del agua?

P3: ¿Cuál es el impacto de los pasivos mineros metalúrgicos al ecosistema del centro poblado de San Mateo de Huanchor y sus posibles efectos en la salud de la población?

1.3. Justificación de la investigación.

A.- Justificación teórica:

El distrito de San Mateo de Huanchor tiene una trayectoria histórica minera, donde se ha realizado explotación y se han cometido una serie de impactos ambientales negativos que fueron ocasionados antes de la actual legislación ambiental vigente para el sector minero, todos estos pasivos ambientales vienen degradando la calidad del agua, suelo y aire, es importante tener información completa que muestre el grado de contaminación existente y los efectos de salud causado por dos metales en particular como el Arsénico y Cadmio por ejemplo; *La Dirección de Salud Ambiental del Ministerio de Salud DIGESA (2000)*, realizó dos evaluaciones en el año 2000, una referente a la calidad del agua y otro en salud, teniendo como objetivo esta última, determinar la salud de la población aledaña a la cancha de relaves Mayoc en San Mateo de Huanchor. Se llegó a la conclusión que la contaminación está afectando la salud de los pobladores de Mayoc y Daza, debido a la presencia de metales pesados en alta concentración por encima de los límites máximos permisibles establecidos para esa

fecha; posteriormente la cancha de relaves fue removida y trasladada a otra zona para ser confinada.

Mediante la presente investigación se podrá conocer la calidad del suelo de la ciudad de San Mateo de Huanchor, analizando el nivel de arsénico y cadmio presentes en el suelo y agua y como estos elementos se han movilizado en los diferentes componentes ambientales, afectando la calidad de los ecosistemas.

B. Justificación práctica:

Estos dos metales encontrados en el año 2000 por DIGESA, su peligrosidad en el medio ambiente y su integración a los procesos geoquímicos pueden causar alteraciones a los ecosistemas y afectar la salud de los pobladores, el arsénico es un constituyente que se incorpora fácilmente al suelo, se acumula en partículas finas e ingresa al organismo a través de las vías respiratorias en forma de material particulado. La preocupación de la presencia de arsénico y cadmio en el suelo radica en que es absorbido por los cultivos principalmente los tubérculos y raíces comestibles, como rábanos, camote y zanahorias, se ha comprobado que pueden acumular altas concentraciones del metal y que de esta forma ingresa a la cadena trófica afectando al hombre según Robert R. Lauwerys (1994).

Por lo expuesto, el presente trabajo de investigación se justifica y se encuentra en los lineamientos establecidos por el Reglamento de Tesis de Maestría de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

1.4.Objetivos de la investigación.

1.4.1. General.

Analizar la presencia de arsénico y cadmio en el agua y suelo del centro poblado de San Mateo de Huanchor por causa de los pasivos ambientales minero metalúrgico, así como los posibles impactos al medio ambiente y a la salud de las personas.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Determinar los niveles de exposición del arsénico y cadmio presentes en los suelos del centro poblado de San Mateo de Huanchor.
- Identificar las zonas naturales de mayor riesgo o deterioro ambiental causado por los pasivos ambientales existentes en la zona.
- Analizar la calidad de agua en relación a la presencia de arsénico y cadmio en el centro poblado de San Mateo de Huanchor y su posible impacto en la salud humana.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.

“La actividad extractiva de recursos minerales, su beneficio y concentración, ha causado una serie de problemas ambientales que son conocidos como pasivos ambientales, que han deteriorado el medio ambiente afectando al aire, suelo y agua, alterando su calidad y dañando al ecosistema en su conjunto, las malas prácticas de explotación minera fueron desarrolladas antes de la actual normatividad ambiental que comienza en el Perú a partir del año 1990” (APGEP-SENREM, 2002. p. 15)

La actividad minera que se inicia con la etapa de prospección y exploración, para luego pasar a la etapa de explotación y beneficio de minerales, genera residuos y elementos químicos que contaminan el medio ambiente como la disposición de relaves y desmontes, que modifican el relieve, la geomorfología y que son la causa de impactos ambientales en los ecosistemas.

El proceso productivo minero genera una serie de residuos contaminantes, entre ellos: 1) metales en solución como el cobre, plomo, zinc, hierro, arsénico y cadmio; 2)

aguas ácidas, cuyo principal efecto nocivo es aumentar la concentración de metales en solución; 3) reactivos diversos; 4) aceites, lubricantes y diésel y 5) sólidos en suspensión.

Malarín y Remy (1994) señalan que los principales residuos contaminantes de la actividad minera son: 1) por el drenaje de minas subterráneas y superficiales durante el proceso de extracción y 2) por el agua de los relaves generado durante el proceso de concentración de minerales. Esto último considerado como el probable mayor problema de contaminación generado por la actividad minera.

Existen muchos estudios sobre el impacto de la minería sobre los ecosistemas y la salud de las poblaciones, en el caso del Perú y específicamente sobre la problemática ambiental en la cuenca del Río Rímac se han realizado varios estudios, entre ellos encontramos el *Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de la Zona del proyecto Marcapomacocha*, realizado por ONERN (*Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales*) 1975, es el primer estudio de una evaluación de recursos naturales de las cuencas de los ríos Rímac, Chillón y Lurín, las limitaciones que presenta el estudio por el área territorial que abarca, hace que la información sea muy dispersa y poco detallada; sin embargo, nos da una aproximación referencial del potencial de los recursos naturales. Por ejemplo, en lo referente al recurso agua relaciona la categorización de su uso concluyendo que el agua del Rímac puede ser usada con fines industriales, de riego y doméstico, indicando que la calidad de agua está determinada por la baja presencia de fenoles 0.001 mg/L., y permanganato de 3 mg/L.; sin embargo, en el estudio no se analiza el Arsénico, Cromo, Cadmio ni Plomo elementos que modifican la calidad del agua, indicando que el oxígeno disuelto excedía el 4 mg/L., en ese año.

Sobre el recurso suelo solamente se hace una caracterización del suelo determinando su clasificación y su uso, el estudio no presenta registros de niveles de calidad de suelo, tampoco la presencia de elementos contaminantes.

Las tres cuencas estudiadas, por su época de realización carecen de una evaluación del impacto ambiental en los estudios, principalmente que valore los efectos causados por la actividad minera y su mala disposición de desechos y sus efectos al suelo y agua principalmente.

En esta misma línea se encontró otros estudios descriptivos, como el realizado por la Dirección General de Aguas, Suelos e Irrigaciones, en 1984: “*Control de Torrentes en la Cuenca Hidrográfica del río Rímac*” (1984), el cual toma como base el estudio realizado por ONERN, pero produciendo mayor información a nivel de la cuenca alta del Rímac, lo que sirvió de marco de referencia para una mayor aproximación de la situación de uso de los recursos suelo y agua. En este estudio ciertamente no es de interés analizar el problema de contaminación ambiental por relaves mineros.

Otro estudio fue el realizado por Pinillos (s/f), “La contaminación ambiental en la cuenca media e inferior del río Rímac”, en el cual se hace una evaluación de la calidad de aguas existentes en base a la Ley General de Aguas, describiendo como se deteriora la calidad de dichas aguas desde la naciente de la subcuenca Santa Eulalia y San Mateo, conforme discurren junto a los centros mineros y reciben residuos inorgánicos deteriorando la calidad de dichas aguas, que pasan de la clase I a la clase III. (Clasificación otorgada en la derogada Ley General de Aguas), Situación que se agudiza en épocas de estiaje al ser mucho menor la dilución de las sustancias tóxicas recibidas.

En relación a estudios referidos a la contaminación de aguas del Río Rímac, se encontró el realizado por *Rojas (1982)*, para el Ministerio de Salud, denominado “*Estudio de contaminación y preservación del río Rímac*”, aportando información importante acerca de la ubicación de los principales puntos de vertimientos de la actividad minera a ambas márgenes del río. Dicho estudio concluye que la industria minera es la responsable directa de la degradación de la calidad de las aguas de la parte alta y media de la cuenca del Rímac (parte alta de la subcuenca del río Santa Eulalia y parte alta y media del río San Mateo).

Este estudio recomienda entre otros aspectos, establecer un control estricto sobre el reúso y vertimientos de aguas de las Compañías Mineras San Nonato S.A., El Barón S.A., Perú Bar S.A. y el de la negociación Minera Lizandro Proaño e Hijos (en Tamboraque). Igualmente recomienda la necesidad de reevaluar las condiciones de diseño, operación y mantenimiento de las canchas de relaves, por encontrarse muchas de ellas en muy mal estado de conservación y generando justamente mayores riesgos de contaminación. Finalmente, este estudio considera conveniente realizar estudios de capacidad de asimilación de metales pesados por diferentes tipos de cultivos, de especies vegetales regados con aguas contaminadas, en especial de origen minero.

En esta misma línea, encontramos el estudio realizado por Echegaray et al (1984), “Contribución al estudio de la posible contaminación del río Rímac”, el cual toma como referencia en su parte experimental tres estaciones de muestreo de aguas en los puentes Ricardo Palma, Puente Los Ángeles y el km. 16 de la carretera central. Realizando el muestreo entre febrero de 1983 y octubre de 1984, encontraron algunos valores de concentración de metales pesados, como en el caso del cadmio, por encima del límite establecido (que es de 0.01 mg/L); el cobre por encima de su límite permisible (que es

de 1.50 mg/L.); el plomo con un 70% de sus muestras por encima de su límite permisible (que es de 0.10 mg/L) y en cambio con valores de Zn en muestras con cantidades por debajo de su límite permisible (15 mg/L).

Posteriormente, *Rojas en (1986)*, realiza otra investigación de “*Contaminación del río Rímac por metales pesados provenientes de la industria minera*”, realizando un muestreo intensivo de aguas (entre las 12 y las 24 horas con toma de muestras cada 2 horas) que se centra en dos puntos de la zona alta del río Rímac, específicamente las nacientes del río San Mateo.

Las evaluaciones efectuadas nos indican que tanto las aguas del río San Mateo como de la quebrada Parac transportan cantidades significativas de plomo y zinc, y que sus aguas sufren incrementos notables de estos elementos al pasar por determinadas áreas donde no existe ningún tipo de aporte visual, por lo que no es posible justificar el balance con los vertimientos a excepción de que exista aportes de otra naturaleza. Igualmente, en el caso de descargas de relaves crudos (*los cuales están compuestos por partículas de diferentes diámetros*), señala que es de suponer que una fracción, los más finamente divididos y coloidales discurran en suspensión conjuntamente con la masa de agua, pero las de mayor tamaño tenderán a sedimentar en el lecho del río o a ser arrastradas por las corrientes por deslizamiento o rodamiento.

Finalmente estas evaluaciones anteriormente citadas, realizan una evaluación del impacto de los productos químicos, concentrados y relaves en la vida acuática, concluyendo que el impacto inmediato de los productos químicos sobre las especies ictiológicas ha resultado menos severo de lo que se creía inicialmente; sin embargo, resalta que se desconoce el efecto a largo plazo lo cual debe ser estudiado con mayor

profundidad ya que refiere que las especies que existieron hace un tiempo en estas aguas han desaparecido por completo en la actualidad.

“Si bien las pruebas de sobrevivencia de peces en agua con relaves han resultado exitosas, reconoce desconocer el impacto futuro hacia los peces o la bioacumulación de tóxicos en sus tejidos y el efecto sobre el hombre que los consume” (APGEP-SENREM, 2002)

“Mayormente las canchas de relaves están muy cerca del cauce de los ríos, por otro lado, las canchas saturadas o fuera de uso en muchos casos se encuentran expuestas a la acción eólica y a las lluvias, las cuales se encargan de destruirlas y erosionarlas contribuyendo a agravar el problema de contaminación. Así, el relave llega al río por deslizamientos, por filtraciones o por el arrastre del relave debido al aumento del caudal de los ríos durante la temporada de lluvias” (Cáceda Vidal, 2000)

Por otro lado, encontramos la publicación de un documento de trabajo realizado por Malarín y Remy en 1994, denominado “*La contaminación de aguas superficiales en el Perú: una aproximación económica-jurídica*”, donde analizan el problema de contaminación de aguas superficiales con mención de estudios de caso, entre ellos el río Rímac, pero contextualizado en un ámbito general.

Dichos autores señalan que en general los ríos de la costa central tienen mayores niveles de contaminación por plomo durante los meses de noviembre y diciembre que en otros meses del año. Según el catastro de vertimientos de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), y considerando los puntos de emisión y volumen total de aguas residuales de la actividad minera, para el caso del río Rímac (con seis puntos de

vertimiento con metales de plomo, zinc, plata y cobre), se estima un volumen total de 3.11 millones de m³/año, ocupando el tercer lugar en importancia después del río Mantaro y Locumba. Al respecto, también *Zumarán (1996)*, refiere un volumen de 16'020,843 m³/año de descargas industriales mineras indirectas (con tratamiento) que van al mar provenientes de la cuenca del río Rímac. (CPPS, 1981)

Ante estos resultados encontrados y ante la presión de la comunidad, *La Dirección de Salud Ambiental del Ministerio de Salud DIGESA (2000)*, realizó dos evaluaciones en el año 2000, una referente a la calidad del agua y otro en salud, teniendo como objetivo esta última, determinar la salud de la población aledaña a la cancha de relaves Mayoc en San Mateo de Huanchor. Se llegó a la conclusión que la contaminación está afectando la salud de los pobladores de Mayoc y Daza, debido a la presencia de metales pesados en alta concentración por encima de los límites máximos permisibles establecidos, por ejemplo, se señala para el caso de cadmio una concentración superior a la establecida que es 0.01 mg/L, el plomo el cuál su límite es 0.10 mg/L y el arsénico que es 0.2 según la ley de aguas vigente para el año 2000.

Estos tres metales encontrados por DIGESA, su peligrosidad en el medio ambiente y su integración a los procesos geoquímicos pueden causar alteraciones a los ecosistemas y afectar la salud de los pobladores, el plomo es un constituyente que se incorpora fácilmente al suelo donde se acumula en partículas finas e ingresa al organismo a través de las vías respiratorias en forma de material particulado. La preocupación del plomo en el suelo radica en que es absorbido por los cultivos principalmente los tubérculos y raíces comestibles, como rábanos, camote y zanahorias, se ha comprobado que pueden acumular altas concentraciones del metal y que de esta forma ingresa a la

cadena trófica afectando al hombre según Robert R. Lauwerys (1994) en su libro Toxicología Industrial e Intoxicaciones Profesionales.

Según Arnulfo Albores (1997) el plomo no se concentra en los músculos, por lo que la carne de animales no es un riesgo para el hombre. Sin embargo, se conoce muy poco si puede ser eliminado en la leche de vacuno. La preocupación del plomo en su estado metálico como contaminante ambiental, radica cuando el plomo se disuelve y pasa a su forma iónica y se integra a la cadena trófica por su forma iónica al ingerirse al contacto con el ácido gástrico se vuelve un elemento contaminante al organismo que ha entrado, otra forma de ingreso al organismo del plomo es la piel.

En el caso del arsénico al ingresar al organismo realiza su metabolización en el hígado y riñones por ello se puede encontrar en la orina y se acumula en los tejidos, huesos, uñas y piel, no hay estudio sobre la eliminación del arsénico en la leche de ganado vacuno o de alguna especie de mamífero.

Liliana Saldívar (1999), refiere que el cadmio se acumula en los pulmones, el riñón, el páncreas, las glándulas tiroides, los testículos y las glándulas salivales, no existe información sobre su eliminación por la leche en animales mamíferos.

L. Albert (1997) en su *Estudio de Toxicología Ambiental*, señala que el cadmio es un contaminante que se encuentra presente en la minería de metales siendo su principal fuente de liberación en el medio ambiente, su contaminación en la minería proviene del agua drenada de mina, de las aguas residuales del procesamiento de los minerales formando parte de los relaves, del agua de lluvia que tenga contacto con los desmontes de mineral de baja ley. Sus efectos sobre los seres humanos según Mario Capo (2000), Catedrático de la Universidad Complutense de Madrid; se produce cuando es ingerido

por la ingestión de agua y alimentos que contengan el metal, siendo 5 al 10% del cadmio absorbido por el organismo; la segunda vía es la inhalación, en este caso depende del tamaño de las partículas y de la concentración del metal en el aire.

M. Capo también señala que el cadmio se concentra en las papas, trigo, arroz donde se bioacumula el metal. En los animales se les puede encontrar en las vísceras como el riñón y en los peces de agua dulce que pueden asimilar grandes concentraciones, algunos estudios han encontrado hasta 50 mg/kg.

Laurwerys (1994), en su *Estudio de Toxicología Industrial* se refiere al Arsénico en su dinámica toxico cinética que ingresa al organismo de los animales y en el hombre por dos vías gastrointestinal y respiratoria, siendo la absorción por vía dérmica baja y alcanza solamente el 2%.

Según la OMS señala que para la determinación de un organismo expuesto a la contaminación de arsénico se analiza el hígado, riñón, pulmón y bazo que es el lugar donde se acumula el contaminante y también se le encuentra depositado en pelos y uñas.

En las plantas el Arsénico se puede acumular principalmente en los tubérculos, zanahoria y cereales que son vegetales por la absorción del arsénico que puede estar en el suelo y agua.

Referente al cadmio se tiene que en forma de sales es irritante y tóxico. La acción irritante sobre la mucosa nasal, el árbol respiratorio y el tubo digestivo es responsabilidad de los accidentes agudos, la acción sistémica se manifiesta esencialmente en la función renal y los tejidos pulmonares y óseos. El cadmio frena la absorción intestinal del calcio y su depósito en el tejido óseo. M. Capo (2000).

La OMS sobre la intoxicación aguda con cadmio por vía oral señala que puede ser de origen alimentario (alimentos o bebidas que estuvieron en contacto con elemento cadmio), se manifiesta en enfermedades con gastroenteritis, retortijones epigástricos, vómitos a veces sanguinolentos, diarreas y mialgias. Por inhalación, el cuadro clínico es una irritación pulmonar grave, con disnea, cianosis y tos, a veces va precedido de un periodo de latencia desde la exposición (neumonía química). Los sistemas se asemejan a los de la fiebre de los fundidores (fiebre, escalofríos, sensación de gripe, cefalalgias, etc.).

Cuando la intoxicación es crónica en las personas se caracteriza por la pigmentación amarilla del esmalte de los dientes, trastornos respiratorios como la disminución de olfato, rinitis, bronquitis y enfisema, la función respiratoria podría continuar alterándose aun después del cese de la exposición. La alteración de la función pulmonar no aparece hasta después de 20 años de exposición. El daño renal se caracteriza por: glucosuria, aminoaciduria, las pruebas de función renal muestran una disminución del poder de concentración y de acidificación. En conjunto, las lesiones renales progresan muy lentamente, pero puede aparecer una insuficiencia renal grave después de varios años de exposición. En caso de intoxicación muy avanzada aparece osteomalacia con violentos dolores en la pelvis y los miembros inferiores. Como otras manifestaciones se aprecia adelgazamiento, astenia, anemia general ligera e hiperglobulinemia ligera. Algunos estudios epidemiológicos han sugerido una mayor incidencia de cáncer de la próstata y posiblemente también cáncer de pulmón como efectos tardíos.

En el Perú existe un reciente marco legal sobre los Estándares de Calidad de Suelo, que toda persona natural o jurídica tiene que cumplir, e iniciar un proceso de descontaminación o remediación de suelos, cuando en un lugar del territorio se sobrepase los estándares de calidad de suelo fijados.

Las normas legales vigentes en relación al recurso suelo son:

- Decreto Supremo N° 002-2013. MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, publicado el 25 de marzo del 2013.
- Decreto Supremo N° 002-2014. MINAM. Aprueban Disposiciones Complementarias para la Aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos.
- Decreto Supremo N° 003-2014. MINAM Aprueban Directiva que Establece Procedimiento de Adecuación de los Instrumentos de Gestión Ambiental a Nuevos Estándares de Calidad Ambiental (ECA).
- Decreto Supremo N° 005-2014. MINAM. Establece Disposiciones Reglamentarias para la Aplicación del Numeral 12.3. del Artículo 12 de la Ley 29325.
- Resolución Ministerial N° 085-2014. MINAM Aprueban Guía para el Muestreo de Suelos y Guía para la Elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos.
- Resolución Ministerial N° 125-2014. MINAM Protocolo de Muestreo por Emergencia Ambiental.
- Resolución Ministerial N° 034-2015. MINAM Aprueban Guía para Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y al Ambiente.

2.2. Bases teóricas.

Los resultados de los estudios anteriormente mencionados determinaron que las autoridades del Ministerio de Energía y Minas quisieran conocer sobre la situación de los daños causados por la contaminación ambiental por efecto de la actividad minera lo cual motivó la realización de otros estudios como el realizado por *M&S Especialistas Ambientales* y *EQUAS S.A (1999)*. El estudio fue realizado a petición de los diferentes

reclamos de la población y consiste en una auditoría ambiental para determinar la presencia de contaminantes como plomo, zinc, arsénico, fierro, cobre y cadmio, a consecuencia de los depósitos de relaves de Mayoc y sus efectos en áreas agrícolas y su ámbito de influencia; el estudio constata el grado de contaminación ambiental y los efectos al medio ambiente por la mala disposición de la cancha de relaves así como los efectos en la salud de los pobladores; en los resultados obtenidos del estudio se encontraron elevados valores de concentración de metales pesados que superan los límites máximos permisibles fijados por la legislación vigente en ese año.

Ante estos resultados encontrados y ante la presión de la comunidad, *La Dirección de Salud Ambiental del Ministerio de Salud DIGESA (2000)*, realizó dos evaluaciones en el año 2000, una referente a la calidad del agua y otro en salud, teniendo como objetivo esta última, determinar la salud de la población aledaña a la cancha de relaves Mayoc en San Mateo de Huanchor. Se llegó a la conclusión que la contaminación estaba afectando la salud de los pobladores de Mayoc y Daza, debido a la presencia de metales pesados en altas concentraciones por encima de los límites máximos permisibles establecidos, en ese momento por la legislación de aguas.

De la relación de metales pesados que pueden estar presentes en el suelo y agua para el presente estudio se ha considerado solamente al arsénico y cadmio porque representan una alta toxicidad para un organismo cuando está expuesto a un tiempo prologando de exposición y capacidad de asimilación ocasionando problemas de contaminación ambiental y efectos negativos para la salud. Referente al arsénico se puede señalar que es conocido como un agente a lo largo de la historia por sus propiedades medicinales y venenosas, en lo primero solo se usa en caso avanzados de la

enfermedad de sueño o como componente de drogas antiparasitarias son los únicos fines medicinales en la actualidad, siendo en este caso el arsénico orgánico.

El arsénico es un elemento clasificado como metaloide y se asocia fácilmente con el nitrógeno y el fósforo presente en el suelo, y que al tener contacto con el oxígeno se oxida llegando en condiciones oxidas hasta valencia más cinco. El ingreso del arsénico presente en el suelo al organismo es mucho menor que cuando se encuentra en el agua formando arsénico inorgánico que es contaminante y causa problemas a la salud de las poblaciones que están expuestas.

Tal situación nos demuestra lo planteado anteriormente que cuando el suelo está contaminado con arsénico y otros metales pesados estos ingresan a la cadena trófica y se deposita en los vegetales y luego pasan a los animales, comenzado un ciclo de contaminación ambiental afectando la calidad del ecosistema y a la salud de los seres que lo habitan.

Hoy en día se conoce el riesgo ambiental que representa el arsénico y sus efectos a la salud del hombre, produciendo cáncer de órganos internos que es 13/1000 casos por la ingesta diaria en pequeña dosis por largo periodos de tiempo, por ello es importante conocer el tiempo de exposición y la prevalencia. El hígado y el riñón son un indicador que nos sirven para determinar el tiempo de exposición y cantidad de la presencia de arsénico en el organismo de los animales, por su alta capacidad de concentración que este órgano posee para acumular y absorber el arsénico.

La papa, zanahoria, así como el trigo, arroz y otros granos tiene también una alta capacidad de absorción y acumulación de arsénico y cadmio cuando se encuentran

expuestos a la presencia de ambos elementos químicos o son regados con agua con alta concentraciones del metal.

Referente al otro elemento motivo de estudio se puede mencionar que el cadmio es un elemento metálico, de color blanco brillante dúctil y maleable, las reacciones que puede tener en el suelo es que se oxida con el oxígeno formando óxido de cadmio y con otros elementos que componen el suelo como el agua; cuando existen otros elementos químicos en el suelo puede formar sulfato de cadmio o cloruro de cadmio.

La preocupación se centra en el cadmio que es muy similar al zinc esencial para los seres vivos como los vegetales, y al ser adsorbido por las plantas, luego es ingerido por los animales, se convierte en un metal peligroso porque los iones de calcio de valencia dos que forman los huesos puede ser reemplazado por iones de cadmio de valencia dos, la causa es porque ambos elementos químicos tienen el mismo estado de oxidación y casi el mismo tamaño atómico.

“Para la determinación de un organismo expuesto a la contaminación de arsénico se analiza el hígado, riñón, pulmón y bazo que es el lugar donde se acumula, también se deposita en pelos y uñas. En las plantas el arsénico se puede acumular principalmente en los tubérculos, zanahoria y cereales que son vegetales por la absorción del arsénico que puede estar en el suelo y agua” (APGEP-SENREM, 2002, p.56)

“En el Perú, se ha establecido los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelos, para el caso de metales como Arsénico y Cadmio en lo que se refiere al recurso suelo de uso comercial, industrial o extractivo, se considera Arsénico Total 140 mg/Kg, Cadmio Total 22 mg/kg, a diferencia de los Estados Unidos que a través de su Agencia de Protección Ambiental EPA en sus siglas de inglés

ha establecido Arsénico 50 mg/kg, al Cadmio 1.0 mg/kg y Pb 5.0 mg/kg” (MINAM, D.S. N° 002-2013)

En el recurso agua la EPA estableció el límite máximo permisible para el cadmio en agua potable es de 5 mg/L. (ppb), la OSHA limita la concentración en aire a 100 mg/m³ y en caso de polvo a 200 mg/m³.

DIGESA cuenta con un plan de monitoreo en el río Rímac para detectar la presencia de metales, en los estudios realizados señala que el contenido de arsénico en la parte alta de la cuenca es de 0.09 a 0.10 mg/L estando por debajo de la norma nacional, (DIGESA, 2009) utilizó los límites máximos permisibles por la normatividad peruana, al utilizar el internacional como el caso de la OMS tampoco excedía el límite que es de 0.10 mg/L.

Finalmente, el estudio de investigación realizado por *Ramos, Willy (2003)*, denominado “*Enfermedades dermatológicas de tipo no infeccioso asociadas a exposición crónica a metales pesados de relaves mineros: estudio de casos y controles San Mateo de Huanchor*”, encontrando una elevada prevalencia de dermatosis arsenical en las comunidades de Mayoc, Daza y Tamboraque (6.6 casos por 100 habitantes), además encontraron una elevada frecuencia de dermatitis de contacto sin determinarse de forma clara la sustancia comprometida, xerosis de la piel, dermatitis seborreica, queratosis pilaris, dermatitis atópica y liquen simple crónico sin encontrarse asociación alguna con metales pesados (no se ha reportado en la bibliografía internacional), pero concluye el estudio que por su elevada frecuencia en la población expuesta a los tóxicos de relaves estarían relacionados como agentes desencadenantes y/o exacerbantes.

2.3. Marco conceptual o glosario.

- **Área de potencial interés:** Extensión de terreno sobre el que se realizarán efectivamente las labores de muestreo. Se trata de áreas identificadas durante la Fase de Identificación en las cuales existe alguna evidencia de potencial de contaminación.
- **Amenaza potencial:** Proceso mediante el cual se determina un peligro o amenaza que comprometa la calidad del agua, aire o suelo el cual pone en riesgo a la salud del ser humano y a la biodiversidad como consecuencia de la exposición a fuentes contaminantes del ambiente en un lugar y tiempo determinado como consecuencia de actividades de origen natural o antropogénico.
- **Biodisponibilidad:** Parámetro que expresa el grado de accesibilidad de un compuesto para ser asimilado por los seres vivos. Cuanto más biodisponible sea un contaminante mayor será su efecto nocivo sobre los seres vivos.
- **Contaminantes:** Cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del suelo o cuya concentración excede el nivel de fondo, susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente.
- **Cadena de custodia:** Procedimiento documentando de la obtención de muestras, su transporte, conservación y entrega de éstas al laboratorio para la realización de pruebas de análisis físico-químico, realizado por el personal responsable.
- **Calidad de suelo:** Es la capacidad natural del suelo de cumplir diferentes funciones: ecológicas, agronómicas, económicas, culturales, arqueológicas y recreacionales. Es el estado del suelo en función de sus características físicas, químicas y biológicas que le otorgan una capacidad de sustentar un potencial ecosistémico natural antropogénicas.

- **Conservación de suelos:** Procedimientos para minimizar los problemas de degradación de los suelos, determinando la forma de uso y manejo más apropiada.
- **Degradación del suelo:** Deterioro de la calidad del suelo por alguno o varios de los siguientes procesos: erosión, compactación, contaminación, salinización, acidificación, etc.
- **Ecosistema:** Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional.
- **Estándar de calidad ambiental (ECA):** Es la medida que establece el nivel de concentración o de grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.
- **Escenario de exposición:** Es el área física que comprende el área geográfica en riesgo.
- **Evaluación del riesgo ambiental:** Es el proceso mediante el cual se determina si existe una amenaza potencial que comprometa la calidad del agua, aire o suelo, poniendo en peligro la salud del ser humano como consecuencia de la exposición a todos los productos tóxicos presentes en un sitio, incluyendo aquellos compuestos tóxicos presentes que son producto de actividades industriales ajenas al sitio o cualquier otra fuente de contaminación, y define un rango o magnitud para el riesgo.
- **Pasivos ambientales:** Son considerados pasivos ambientales aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por

operaciones mineras, en la actualidad abandonada o inactiva y que constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema circulante y la propiedad.

- **Receptores:** Organismo de origen humano, animal o vegetal, población o comunidad que está expuesta a contaminantes.
- **Riesgo ambiental:** Se define como la probabilidad de ocurrencia que un peligro afecte directa o indirectamente al ambiente y a su biodiversidad, en un lugar y tiempo determinado, el cual puede ser de origen natural o antropogénico.
- **Ruta de exposición:** Es la trayectoria que sigue un contaminante desde la fuente de emisión hasta el cuerpo receptor identificado como potencialmente expuesto.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Hipótesis general.

“Los pasivos ambientales con alto contenido de cadmio y arsénico dejados por la actividad minera en el centro poblado de San Mateo de Huanchor, han ocasionado una contaminación ambiental en el suelo que afecta la salud de la población más vulnerable”

3.2. Hipótesis secundarias.

- La población que reside en el centro poblado de San Mateo sufren los efectos de la contaminación de arsénico y cadmio presentes en el suelo.
- El suelo a consecuencia de los pasivos ambientales mineros tiene un alto contenido de metales pesados que afectan al ecosistema por no haber tenido una disposición con un cierre seguro físico, químico y biológico.

3.3. Identificación y clasificación de las variables

Variables independiente:

- Grado de contaminación del ecosistema en el centro poblado de San Mateo de Huanchor.

Variables dependiente:

- Pasivos minero metalúrgicos y su impacto en la salud de los pobladores de San Mateo de Huanchor.

Variables controladas:

- Monitoreo de calidad de suelo.
- Análisis del contenido de metales pesados en el suelo y agua, y en especial de Arsénico y Cadmio.
- Selección, estudio, análisis y evaluación de las muestras a tomar para conocer la calidad ecosistémica.

3.4. Operacionalización de variables

Variable	Definición	Indicadores	Instrumentos	Valorización
Grado de contaminación del ecosistema en el centro poblado	Variable Independiente	Caracterización de los factores ambientales.	Realización de un diagnóstico del medio físico.	Descripción de los componentes del medio físico.
		Presencia de arsénico y cadmio en el agua.	Reporte de monitoreo de calidad de agua de DIGESA.	Cumplimiento de ECAS de agua.
		Presencia de arsénico y cadmio en el suelo.	Toma de muestra de suelos.	Cumplimiento de ECAS de suelo.
Pasivos mineros metalúrgicos y su impacto en la salud de los pobladores	Variable Dependiente	Presencia de arsénico y cadmio en los cultivos.	Toma de muestras de cultivos.	Cumplimiento de Estándares de OMS.
		Cuantificación de los pasivos ambientales.	Identificación y ubicación cartográfica de los pasivos ambientales.	Números de pasivos ambientales.
		Reporte de muestreo de análisis de la salud de la población.	Muestreo realizado por una identidad de salud.	Resultado de presencia de arsénico y cadmio en los análisis de salud.

Cuadro 01: Operacionalización de variables. Fuente: Propia

3.5. Matriz de consistencia

La matriz de consistencia es la siguiente:

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Indicadores	Metodología
¿Cuál es el grado de contaminación del ecosistema en el centro poblado de San Mateo de Huanchor por los pasivos ambientales minero metalúrgicos y su impacto en la salud de los pobladores? Problemas Específicos - ¿Cuál es el impacto ambiental en la calidad de suelo por contaminación con arsénico y cadmio en el distrito de San Mateo de Huanchor? - ¿Cuál es el nivel de presencia de arsénico y cadmio en el agua del centro poblado de San Mateo y su posible impacto en la calidad del agua? - ¿Cuál es el impacto de los pasivos minero metalúrgicos al ecosistema de San Mateo de Huanchor y sus efectos en	Objetivo General Analizar la presencia de arsénico y cadmio en el agua y suelo del centro poblado de San Mateo de Huanchor por causas de los pasivos ambientales minero metalúrgico, así como los impactos al medio ambiente y a la salud de las personas. Objetivos Específicos - Determinar los niveles de exposición del arsénico y cadmio presentes en los suelos del centro poblado de San Mateo de Huanchor. - Identificar las zonas naturales de mayor riesgo o deterioro ambiental causado por los pasivos ambientales existentes en la zona. - Analizar la calidad de agua en relación a la presencia de	Hipótesis General “Los pasivos ambientales con alto contenido de cadmio y arsénico dejados por la actividad minera en el centro poblado de San Mateo Huanchor, han ocasionado una contaminación ambiental en el suelo que afecta la salud de la población más vulnerable” Hipótesis Secundarias - La población que reside en el centro poblado de San Mateo sufre los efectos de la contaminación de arsénico y cadmio presentes en el suelo. - El suelo a consecuencia de los pasivos ambientales mineros tiene un alto contenido de	Variables Independiente - Grado de contaminación del ecosistema en el centro poblado de San Mateo de Huanchor. Variable Dependiente - Pasivos mineros metalúrgicos y su impacto en la salud de los pobladores de San Mateo de Huanchor. Variables Controladas - Monitoreo de calidad del suelo. - Análisis del contenido de metales pesados en el agua y en especial de Arsénico y Cadmio. - Selección, estudio, análisis de las muestras a tomar para conocer la calidad ecosistémica.	- Caracterización de los factores ambientales. - Índice de presencia de arsénico y cadmio en el agua - Índice de presencia arsénico y cadmio en el suelo. - Presencia de arsénico y cadmio en los cultivos. - Cuantificación de los pasivos ambientales. - Número de emplazamientos de suelos contaminados. - Índice de metales pesados en la sangre de la población en los análisis realizados por una identidad de - Contenido de cadmio y arsénico y si supera los ECAS para suelo fijado por la legislación peruana. - Contenido de arsénico y cadmio en el agua y si supera los parámetros establecidos en el ECA. - Índice de metales pesados en la sangre de la población en los análisis realizados	- Recopilación de información en gabinete y campo. - Análisis y monitoreo de agua, análisis y muestras de suelos. - Análisis de los resultados de las muestras de sangre a un grupo representativo de la población para determinar la presencia de metales pesados realizados por el Ministerio de Salud. - Interpretación y procesamiento de datos. - Elaboración de propuestas y elaboración de informe final.

la salud de la población?	arsénico y cadmio en el centro poblado de San Mateo de Huanchor y su posible impacto en la salud humana.	metales pesados que afecta al ecosistema por no haber tenido una disposición con un cierre seguro físico, químico y biológico.		por una institución de salud.	
---------------------------	--	--	--	-------------------------------	--

Cuadro 02: Matriz de consistencia. Fuente: Propia

3.6. Metodología

La metodología de la investigación comprendió en tres etapas para la ejecución del presente estudio, las cuales fueron:

- La etapa de gabinete y recopilación de información.
- La etapa de campo donde se realizaron monitoreo, entrevistas, entre otros.
- La etapa de procesamiento de la información.

3.7. Tipo y diseño de la investigación

Debido a las características del estudio seleccionado el nivel de investigación es aplicativo, siendo el tipo no experimental, siendo una investigación que para su desarrollo se utilizó el diseño transeccional o transversal descriptivo y correlacionales – causales.

Además de recurrir al método sistémico que hoy en día se aplica para los estudios de degradación ambiental.

3.8. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación se basa en el método sistémico para comprender y analizar la distribución de los contaminantes en el ecosistema y como ellos se

transforman y se integran a los elementos biogeoquímicos y la transformación y efectos negativos que causan en los organismos vivos.

La investigación se desarrollará con una estrategia que permita comprobar las hipótesis planteadas, para ellos se realizará un diagnóstico situacional del área delimitada de estudio, donde se conozca la situación de las variables ambientales, sociales y económicas. Posteriormente se identificarán en planos la ubicación de todas las empresas operativas y no operativas, así como los pasivos ambientales abandonados y que deben ser remediados, para luego valorar los impactos ambientales principalmente en el componente del suelo.

Luego se efectuarán monitoreo de calidad de suelo, se recogerá información del ANA sobre monitoreo de calidad de agua y de DIGESA u otra entidad de salud que cuente con análisis de sangre que se han realizado en los últimos años a la población, para conocer el contenido de cadmio y arsénico en la población residente de la zona.

3.9. Unidad de análisis

El universo de la investigación comprende el Centro Poblado de San Mateo de Huanchor, y el análisis de la calidad de agua y suelo comparando con los estándares de calidad ambiental fijado para ambos componentes ambientales, para conocer la cantidad de metales pesados que se encuentra en especial de arsénico y cadmio en el suelo y en el agua, que permitirá conocer el ciclo que sigue el contaminante y su adherencia a los diferentes componentes ambientales y organismos vivos.

La utilización del sistema de información geográfica nos permite representar los mapas de la situación de la calidad de suelos, así como ubicar y describir los puntos de muestreo, analizar los principales componentes del medio físico local de la zona de

estudio, que tiene una influencia directa en la dispersión, distribución y depósito de los contaminantes en el medio físico.

Para efectuar el trabajo se realizó una recopilación del monitoreo realizado por DIGESA en sus diferentes estaciones de monitoreo que están ubicadas en el área de influencia de la zona de estudio para conocer la calidad de agua con referente a cantidad de arsénico y cadmio, con los resultados de las estaciones de monitoreo mensual, se procedió a realizar el respectivo comparativo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, establecidas en el D.S. N° 015-2015-MINAM.

Para efectuar el trabajo de calidad de suelos se realizó un plan de toma de muestras que consistió en ubicar 10 puntos de monitoreo en la zona del centro poblado de San Mateo de Huanchor, realizando calicatas en los puntos seleccionados, las tomas de muestras se efectuaron a una profundidad de 10 centímetros, siguiendo el protocolo de monitoreo de suelos y luego fueron trasladadas a un laboratorio certificado para su análisis e identificación de la presencia en el suelo de los elementos químicos de arsénico y cadmio, para ser comparados con los ECA de suelo establecido por el D.S. N° 002-2013-MINAM y sus disposiciones complementarias D.S. N° 002-2014-MINAM, con ambos decretos nuestro país inicio la gestión de suelos de terrenos contaminados.

El manejo de muestras hasta el laboratorio siguió el protocolo establecido respecto a la recolección y conservación de las muestras para su análisis.

3.10. Población de estudio y tamaño de la muestra

El área de estudio es el centro poblado del distrito de San Mateo de Huáncor, provincia de Huarochiri, Departamento de Lima, situado en el kilómetro 92 de la Carretera Central.

- **Población:** La población de estudio comprende el territorio del centro poblado de San Mateo de Huánchor, donde se identificó y analizó la calidad de los suelos y también la calidad del agua para conocer la cantidad de cadmio y arsénico presente en el suelo y agua, y compararlos para saber si cumple con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos para ambos componentes ambientales.
- **Muestreo de calidad de suelo:** Se efectuó un muestreo de suelo para conocer la calidad de los suelos y la presencia de metales pesados, principalmente de arsénico y cadmio, el análisis de las muestras se realizó en un laboratorio certificado con ISO 9001, y con el método de análisis de ICP-masa. Además cumplió con los protocolos establecidos para la recolección y conservación de muestras para su análisis.
- **Muestreo de calidad de agua:** Se efectuó un muestro de la calidad de agua, y además de la recopilación de los resultados del monitoreo que realiza DIGESA para conocer la calidad del agua y la presencia de metales pesados, principalmente de arsénico y cadmio. Los análisis de las muestras que realiza DIGESA lo efectúa en un laboratorio certificado con ISO 9001, y con el método de análisis de ICP-masa.

3.11. Selección de la muestra

Por ser un estudio con visión ecosistémica donde se estudió la calidad del suelo y agua, para conocer si existe riesgo en la salud de la población humana, si no se cumple con los estándares de calidad ambiental fijados para los parámetros de arsénico y cadmio; por lo que el ámbito de la muestra comprendió lo siguiente:

- Monitoreo para determinar la calidad del suelo, según como lo establece el procedimiento de la Guía para el Muestreo de Suelos del Ministerio del Ambiente que brinda las especificaciones para el muestreo de sitios contaminados, determinando la presencia, identidad y cantidad de contaminantes presentes en el suelo.
- Recopilación de los datos de monitoreo de DIGESA de la calidad de agua del área de estudio, de las estaciones de vigilancia y control de la calidad de agua que realiza DIGESA.
- Monitoreo de toma de muestras de agua según lo establecido en el protocolo de monitoreo de agua, aprobado por DIGESA.

Para toda la toma de muestra, tratamiento y conservación se tomaron en cuenta los protocolos de monitoreo normados por la legislación peruana y el protocolo de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, y las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud.

3.12. Técnica e instrumento de recolección de datos.

3.12.1. Técnicas

Para obtener información se utilizaron diferentes técnicas durante el desarrollo, ellas son:

- **Técnicas de análisis documental, encuestas y entrevistas**, utilizando para su realización lo siguiente: fichas bibliográficas, cuestionarios de encuestas y guías de entrevistas.
- **Técnica de monitoreo y análisis de laboratorio**; se realizó la recolección y muestreo de agua siguiendo los protocolos nacionales, y el análisis para

identificar la carga del contaminante se efectuó en un laboratorio certificado, mediante el método de ICP-masa, de igual manera se elaboró un plan para el recojo de muestras de suelos, sobre la información de calidad de agua se utilizaron los resultados del monitoreo que realiza DIGESA en sus estaciones de monitoreo de calidad de agua.

Se utilizó para el análisis de la información indicadores estadísticos para el procesamiento e interpretación de los datos.

3.12.2. Instrumentos

Los instrumentos a utilizar fueron los siguientes:

- Instrumentos para la toma de muestras de parámetros físicos, químicos en el suelo.
- Instrumentos para precisar los puntos de muestreos de campo y realizar la ubicación geográfica, para la caracterización de los pasivos ambientales.
- Equipo de medición de multiparametro portátil.

3.13. Análisis e interpretación de la información

El análisis e interpretación de los resultados obtenidos se realizaron en base a la teoría de análisis cualitativa, además del tratamiento correspondiente de la información que se presentarán de la manera siguiente:

En cuadros estadísticos los resultados del monitoreo de la calidad de suelo, para determinar su cumplimiento en relación a los ECA de suelo fijados por la legislación peruana.

Cuadros estadísticos y gráficos de los resultados obtenidos del monitoreo de la calidad de agua que efectúa DIGESA.

Interpretación de los resultados del análisis de los datos de agua, suelo y la presencia de arsénico y cadmio en relación con el estándar nacional para ambos factores ambientales.

Con el debido procesamiento, análisis e interpretación de la información se determinó la situación de la calidad del ecosistema en San Mateo de Huanchor, que permitió obtener las conclusiones del presente estudio sobre la actual situación de la calidad de agua y suelo en la zona de estudio y que tienen incidencia directa en la salud de la población humana.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados.

4.1.1. Análisis de los pasivos ambientales en el distrito de San Mateo de Huanchor

El área de estudio San Mateo de Huanchor es un distrito con tradición minera y debido a las operaciones mineras se ha identificado 22 pasivos ambientales mineros, según lo especificado en la Resolución Ministerial N°102-2015 MEM/DM, existen en la categoría de labor minera 11 bocaminas, 01 chimenea, 01 trinchera, y en la categoría de tipo de residuo se encuentra 9 desmontes de mina, no se ha identificado a los responsables de los pasivos; siendo los titulares de los derechos mineros las empresas y personas siguientes: Compañía Minera San Juan S.A., Esperada SAC, Gestiones y Recuperación de Activos S.A., Valderrama Saavedra, Juan Orlando Wiese Sudameris Leasing S.A., Sociedad Minera Aruri SAC, Sociedad Minera Austria Duvaz SAC, Minera Lizandro Proaño S.A., Larizbeascoa & Zapata SAC.

En San Mateo de Huanchor la antigua minería ha dejado estos pasivos ambientales mineros, que fueron abandonados sin la adopción mínima de las medidas de seguridad, siendo un riesgo ambiental y seguridad para los pobladores del distrito.

Estos 22 pasivos ambientales mineros representan un daño ocasionado en el territorio del distrito, y que constituyen un riesgo permanente y potencial para la población y para el ecosistema de la zona. Las bocaminas abandonadas son un peligro y riesgo para la población local, su función es permitir el ingreso a las labores de la mina, sirve para comunicar los diferentes niveles de labores de trabajo cuando la mina estaba operativa, se desconoce el estado del interior de los niveles y galerías. Las bocaminas son un peligro para cualquier persona que pretenda ingresar al interior de estas labores mineras abandonadas, actualmente son un refugio de especies de fauna como los murciélagos que encuentran un lugar óptimo para residir siendo usado como una residencia permanente, según lo observado por los pobladores de la zona.

Todos los pasivos existentes en el distrito de San Mateo de Huanchor, formado principalmente por bocaminas son clasificados por el nivel de riesgo alto para la población por los accidentes que se pueden producir si algún poblador está cerca de ellos, las bocaminas muestran un deterioro por el tiempo de abandono transcurrido, contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, porque el agua discurre superficialmente y puede infiltrarse al interior de las labores que no han tenido un cierre adecuado de interior de mina, ocasionando la lixiviación de metales y el arrastre de sedimentos. Ante tal situación el Estado asumirá la tarea de remediación a través de la Empresa Activos Mineros que hasta la fecha no ha realizado un proyecto de remediación de los pasivos identificados en el distrito.

No se ha efectuado ningún trabajo de remediación de pasivos ambientales, siendo un problema de latente que afecta al distrito, existiendo una alta vulnerabilidad causada por las operaciones mineras abandonadas sin remediación, que para acceder al mineral

efectuaron movimientos de tierra y rocas por la minería subterránea, colocación de relaves en terrenos no adecuados, bocaminas si sellar que son las entradas a socavones.

Los socavones y galerías abandonadas sin un adecuado cierre que proporcione estabilidad al macizo rocoso, causa en la superficie agrietamiento del suelo y deslizamientos en masa, una prueba de ello es lo sucedido en el Cerro Pucruhacra, que ha sido declarado como una zona de alto riesgo por la Municipalidad Local por los deslizamientos de suelos existentes. Otra zona de alto riesgo es donde se ubican los depósitos de relaves 1, 2, y 3 en la zona del Cerro Tamboraque en el Km 93 de la carretera central donde existe el constante riesgo de deslizamiento en remoción de masa por la sobre carga de depósitos de relaves de la empresa Minera San Juan, con un volumen de 650,000 TM de desecho de la planta concentradora de la mencionada planta, que en la actualidad se encuentra con un cobertor de geomembrana, que en cualquier momento se puede desplazar hacia la parte baja del cerro y alcanzar el cauce del río Rímac, causaría un problema de contaminación ambiental al tener contacto el relave con el agua del río. En la parte media superior del cerro Tamboraque también se observa la acumulación de depósitos de rocas en la ladera que es otro riesgo que puede producir un derrumbe y desplazarse aguas abajo llegando hasta el cauce del río. Es urgente la remediación total de los pasivos ambientales y realizar el traslado de los relaves de la empresa minera San Juan que es una amenaza para el río Rímac.

Id	Pasivo Ambiental Minero	Tipo	Subtipo	Coordenadas PSAD 56, Zona 18		Nombre del Derecho Minero
				Este	Norte	
9936	ALBERTO	LABOR MINERA	BOCAMINA	358.241	8,693,366	NUEVO TAMBORAQUE 3 TAMBO DE VISO N°6 VICTORIA N° 2
9935	ALBERTO	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA	358.27	8,693,460	NUEVO TAMBORAQUE 3 QUINTA TAMBO DE VISO N°5 VICTORIA N° 2
9938	ALBERTO	LABOR MINERA	BOCAMINA	358,035	8,693,312	NUEVO TAMBORAQUE 3 ODISEA 3 SEGUNDA
9937	ALBERTO	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA	358,239	8,693,368	NUEVO TAMBORAQUE 3 TAMBO DE VISO N°6 VICTORIA N° 2
9934	ALBERTO	LABOR MINERA	BOCAMINA	358.274	8,693,469	NUEVO TAMBORAQUE 3 QUINTA TAMBO DE VISO N°5 VICTORIA N° 2
568	ALBERTO	LABOR MINERA	BOCAMINA	358.177	8,692,813	ESPERADA 95 MINA CORICANCHA
9918	ALBERTO	LABOR MINERA	CHIMENEA	358.149	8,692,750	ESPERADA 95 MINA CORICANCHA
9919	ALBERTO	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA	358.123	8,692,719	ANGELITO N° 5 ESPERADA 95 MINA CORICANCHA TAMBO DE VISO N°18
9920	ALBERTO	LABOR MINERA	BOCAMINA	358.103	8,692,671	ANGELITO N° 4 ANGELITO N° 5 ESPERADA 95 MINA CORICANCHA TAMBO DE VISO N°16
9921	ALBERTO	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA	358.288	8,692,967	ESPERADA 95 MINA CORICANCHA
9922	ALBERTO	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA	358.225	8,692,966	DEMASÍA ANGELITO N° 15 ESPERADA 95 MINA CORICANCHA TAMBO DE VISO N°7 TERCERA
9923	ALBERTO	LABOR MINERA	BOCAMINA	358.027	8,692,692	DEMASÍA ANGELITO N° 14 ESPERADA 95 MINA CORICANCHA TAMBO DE VISO N°19
9924	ALBERTO	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA	358.016	8,692,691	DEMASÍA ANGELITO N° 14 ESPERADA 95 MINA CORICANCHA TAMBO DE VISO N°19
9925	ALBERTO	LABOR MINERA	BOCAMINA	357.876	8,692,636	NUEVO TAMBORAQUE 3
9926	ALBERTO	LABOR MINERA	BOCAMINA	357.972	8,692,727	NUEVO TAMBORAQUE 3
9927	ALBERTO	LABOR MINERA	TRINCHERA	358.131	8,692,727	ANGELITO N° 5 ESPERADA 95 MINA CORICANCHA TAMBO DE VISO N°18
9928	ALBERTO	LABOR MINERA	BOCAMINA	358.194	8,692,819	ESPERADA 95 MINA CORICANCHA
9929	ALBERTO	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA	358.194	8,692,824	ESPERADA 95 MINA CORICANCHA
9930	ALBERTO	LABOR MINERA	BOCAMINA	358.227	8,692,901	DEMASÍA ANGELITO N° 15 ESPERADA 95 MINA CORICANCHA TAMBO DE VISO N°17
9931	ALBERTO	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA	358.196	8,692,922	DEMASÍA ANGELITO N° 15 ESPERADA 95 MINA CORICANCHA TAMBO DE VISO N°17
9932	ALBERTO	LABOR MINERA	BOCAMINA	358,278	8,693,093	NUEVO TAMBORAQUE 3 TAMBO DE VISO N°7 TERCERA
9933	ALBERTO	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA	358,274	8,693,092	NUEVO TAMBORAQUE 3 TAMBO DE VISO N°7 TERCERA

Cuadro N° 03 Pasivos ambientales mineros en el distrito de San Mateo de Huanchor .Fuente: MEM. Año 2015.

Id	Pasivo Ambiental Minero	Tipo	Subtipo	Nombre del Titular del Derecho Minero	Nombre del Responsable del Pasivo	Estudios Ambientales
9936	Alberto	Labor Minera	Bocamina	A.A.A. MINERA S.A. COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. ESPERADA S.A.C. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. VALDERRAMA SAVEEDRA, JUAN ORLANDO WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.	No identificado	Ninguno
9935	Alberto	Residuo Minero	Desmonte De Mina	A.A.A. MINERA S.A. COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. ESPERADA S.A.C. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. S.M.R.L. CUARTA DE LIMA VALDERRAMA SAVEEDRA, JUAN ORLANDO WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.	No identificado	Ninguno
9938	Alberto	Labor Minera	Bocamina	COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. CORPORACION MINERA CASTROVIRREYNA S.A. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. SOCIEDAD MINERA ARURI S.A.C. SOCIEDAD MINERA AUSTRIA DUVAZ S.A.C. WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.	No identificado	Ninguno
9937	Alberto	Residuo Minero	Desmonte De Mina	A.A.A. MINERA S.A. COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. ESPERADA S.A.C. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. VALDERRAMA SAVEEDRA, JUAN ORLANDO WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.	No identificado	Ninguno
9934	Alberto	Labor Minera	Bocamina	A.A.A. MINERA S.A. COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. ESPERADA S.A.C. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. S.M.R.L. CUARTA DE LIMA VALDERRAMA SAVEEDRA, JUAN ORLANDO WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.	No identificado	Ninguno
568	Alberto	Labor Minera	Bocamina	COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. LARIZBEASCOA & ZAPATA S.A.C. MINERA LIZANDRO PROAÑO S.A. SOCIEDAD MINERA ARURI S.A.C. SOCIEDAD MINERA AUSTRIA DUVAZ S.A.C.	No identificado	Ninguno

Id	Pasivo Ambiental Minero	Tipo	Subtipo	Nombre del Titular del Derecho Minero	Nombre del Responsable del Pasivo	Estudios Ambientales
				WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.		
9918	Alberto	Labor Minera	Chimenea	COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. LARIZBEASCOA & ZAPATA S.A.C. MINERA LIZANDRO PROAÑO S.A. SOCIEDAD MINERA ARURI S.A.C. SOCIEDAD MINERA AUSTRIA DUVAZ S.A.C. WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.	No identificado	Ninguno
9919	Alberto	Residuo Minero	Desmonte De Mina	A.A.A. MINERA S.A. ANDES MINERAL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. LARIZBEASCOA & ZAPATA S.A.C. MINERA LIZANDRO PROAÑO S.A. SOCIEDAD MINERA ARURI S.A.C. SOCIEDAD MINERA AUSTRIA DUVAZ S.A.C. VALDERRAMA SAVEEDRA, JUAN ORLANDO WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.	No identificado	Ninguno
9920	Alberto	Labor Minera	Bocamina	A.A.A. MINERA S.A. ANDES MINERAL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. LARIZBEASCOA & ZAPATA S.A.C. MINERA LIZANDRO PROAÑO S.A. SOCIEDAD MINERA ARURI S.A.C. SOCIEDAD MINERA AUSTRIA DUVAZ S.A.C. VALDERRAMA SAVEEDRA, JUAN ORLANDO WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.	No identificado	Ninguno
9921	Alberto	Residuo Minero	Desmonte De Mina	COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. LARIZBEASCOA & ZAPATA S.A.C. MINERA LIZANDRO PROAÑO S.A. SOCIEDAD MINERA ARURI S.A.C. SOCIEDAD MINERA	No identificado	Ninguno

Id	Pasivo Ambiental Minero	Tipo	Subtipo	Nombre del Titular del Derecho Minero	Nombre del Responsable del Pasivo	Estudios Ambientales
				AUSTRIA DUVAZ S.A.C. WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.		
9922	ALBERTO	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA	A.A.A. MINERA S.A. COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. ESPERADA S.A.C. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. LARIZBEASCOA & ZAPATA S.A.C. MINERA LIZANDRO PROAÑO S.A. S.M.R.L. TERCERA DE LIMA SOCIEDAD MINERA ARURI S.A.C. SOCIEDAD MINERA AUSTRIA DUVAZ S.A.C. VALDERRAMA SAVEEDRA, JUAN ORLANDO WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.	No identificado	Ninguno
9923	ALBERTO	LABOR MINERA	BOCAMINA	A.A.A. MINERA S.A. ANDES MINERAL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. LARIZBEASCOA & ZAPATA S.A.C. MINERA LIZANDRO PROAÑO S.A. SOCIEDAD MINERA ARURI S.A.C. SOCIEDAD MINERA AUSTRIA DUVAZ S.A.C. VALDERRAMA SAVEEDRA, JUAN ORLANDO WELLINGTON CORPORATION S.A.C. WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.	No identificado	Ninguno
9924	ALBERTO	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA	A.A.A. MINERA S.A. ANDES MINERAL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. LARIZBEASCOA & ZAPATA S.A.C. MINERA LIZANDRO PROAÑO S.A. SOCIEDAD MINERA ARURI S.A.C. SOCIEDAD MINERA AUSTRIA DUVAZ S.A.C. VALDERRAMA SAVEEDRA, JUAN ORLANDO WELLINGTON CORPORATION S.A.C. WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.	No identificado	Ninguno
9925	ALBERTO	LABOR MINERA	BOCAMINA	COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. GESTIONES Y	No identificado	Ninguno

Id	Pasivo Ambiental Minero	Tipo	Subtipo	Nombre del Titular del Derecho Minero	Nombre del Responsable del Pasivo	Estudios Ambientales
				RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.		
9926	ALBERTO	LABOR MINERA	BOCAMINA	COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.	No identificado	Ninguno
9927	ALBERTO	LABOR MINERA	TRINCHERA	A.A.A. MINERA S.A. ANDES MINERAL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. LARIZBEASCOA & ZAPATA S.A.C. MINERA LIZANDRO PROAÑO S.A. SOCIEDAD MINERA ARURI S.A.C. SOCIEDAD MINERA AUSTRIA DUVAZ S.A.C. VALDERRAMA SAVEEDRA, JUAN ORLANDO WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.	No identificado	Ninguno
9928	ALBERTO	LABOR MINERA	BOCAMINA	COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. LARIZBEASCOA & ZAPATA S.A.C. MINERA LIZANDRO PROAÑO S.A. SOCIEDAD MINERA ARURI S.A.C. SOCIEDAD MINERA AUSTRIA DUVAZ S.A.C. WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.	No identificado	Ninguno
9929	ALBERTO	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA	COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. LARIZBEASCOA & ZAPATA S.A.C. MINERA LIZANDRO PROAÑO S.A. SOCIEDAD MINERA ARURI S.A.C. SOCIEDAD MINERA AUSTRIA DUVAZ S.A.C. WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.	No identificado	Ninguno
9930	ALBERTO	LABOR MINERA	BOCAMINA	A.A.A. MINERA S.A. COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. ESPERADA S.A.C. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. LARIZBEASCOA & ZAPATA S.A.C. MINERA LIZANDRO PROAÑO S.A. SOCIEDAD MINERA ARURI S.A.C.	No identificado	Ninguno

Id	Pasivo Ambiental Minero	Tipo	Subtipo	Nombre del Titular del Derecho Minero	Nombre del Responsable del Pasivo	Estudios Ambientales
				SOCIEDAD MINERA AUSTRIA DUVAZ S.A.C. VALDERRAMA SAVEEDRA, JUAN ORLANDO WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.		
9931	ALBERTO	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA	A.A.A. MINERA S.A. COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. ESPERADA S.A.C. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. LARIZBEASCOA & ZAPATA S.A.C. MINERA LIZANDRO PROAÑO S.A. SOCIEDAD MINERA ARURI S.A.C. SOCIEDAD MINERA AUSTRIA DUVAZ S.A.C. VALDERRAMA SAVEEDRA, JUAN ORLANDO WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.	No identificado	Ninguno
9932	ALBERTO	LABOR MINERA	BOCAMINA	COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. ESPERADA S.A.C. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. S.M.R.L. TERCERA DE LIMA VALDERRAMA SAVEEDRA, JUAN ORLANDO WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.	No identificado	Ninguno
9933	ALBERTO	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA	COMPAÑIA MINERA SAN JUAN (PERU) S.A. ESPERADA S.A.C. GESTIONES Y RECUPERACIONES DE ACTIVOS S.A. S.M.R.L. TERCERA DE LIMA VALDERRAMA SAVEEDRA, JUAN ORLANDO WIESE SUDAMERIS LEASING S.A.	No identificado	Ninguno

Cuadro N° 04 Titulares del derecho minero de pasivos ambientales. Fuente: MEM.2015

4.1.2. Análisis e interpretación de la calidad del agua

Referente al análisis y calidad del agua superficial en la zona de estudio, se tomaron en cuenta los monitoreos que realiza DIGESA, en las diferentes estaciones que se encuentran ubicadas en el distrito, que comprenden las localidades de Cashapata, Chocna y Cutanarco. La evaluación toma en cuenta los ECA de agua Clase III referente a bebidas de animales e irrigación de cultivos, tomando los parámetros establecidos para

arsénico y cadmio, estos cursos de agua son usados principalmente para el riego de vegetales y bebidas de animales según lo establece los estándares de calidad de agua, establecido por la legislación peruana; que cumple los mismos estándares establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS); la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, La Agencia de Medioambiente de Canadá y la Organización de las Naciones Unidad para Alimentación y Agricultura FAO.

Inicialmente se buscó determinar si el agua es utilizada para consumo humano o uso agrícola, resultando de uso agrícola y animal (bebedero de animales), según la verificación del cumplimiento de los ECA de agua para la categoría clasificada por el marco normativo nacional, al comparar con la Organización Mundial de la Salud, que establece que la cantidad de arsénico en el agua no debe exceder los 0.10 mg/L, para que no cause efecto negativos a la salud, el Decreto Supremo D.S. N° 002-2008 MINAM del 23 de julio del 2008, que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, estableció para el riesgo de vegetales y bebidas de animales al arsénico 0.05 mg/L (mucho menor a lo recomendado por la OMS) y para el Cadmio 0.005 mg/L. En este estudio también se establecieron los parámetros de referencia del Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM norma que modifica los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación. Para la Clase III referente al riego de vegetales el parámetro considerado para el arsénico es 0.10 mg/L y para el cadmio 0.01 mg/L, el pH 6.5 – 8.5.

En el análisis de la calidad de muestras agua de los monitoreos que realiza DIGESA en las estaciones ubicadas en el distrito de San Mateo de Huanchor, que comprende los principales afluentes del río Rímac que son el Río Blanco, la quebrada

Párac y la quebrada Viso, por la margen izquierda y por la margen derecha las quebradas Turumanya y Pancha.

Río Blanco es el segundo río más importante del distrito después del Río Rímac, cuenta con una longitud de 36.20 Km y un caudal anual de $9.7 \text{ m}^3/\text{s}$; este río también es monitoreado por DIGESA.

Para la presente evaluación de la calidad de agua y determinar la presencia de arsénico y cadmio se ha tomado la información del monitoreo del año 2015 de DIGESA, también se revisó la data de los monitoreos de los años 2013 y 2014, que presentaba resultados muy similares a los del año 2015 por ello se tomó los resultados de este monitoreo de ese año para análisis de los resultados de la presencia de los elementos químicos materia de estudio de la presente tesis.

De los resultados del monitoreo de las 13 estaciones de DIGESA ubicadas en el distrito, muestran como resultado que el pH en el monitoreo del año 2015, que sobrepasa ligeramente el límite fijado en el ECA categoría III (que es 6.5 – 8.5) en los meses de febrero, marzo y abril, alcanzando el registro más elevado en la estación E-03 con 9.76 durante el mes de abril del 2015, debido a estos resultados el agua tiene características ligeramente alcalinas. Las causas del elevado pH en estos meses pueden ser debido a la mayor erosión de suelo que transporta y lixivia los suelos con calizas aumentando el valor del pH; no debemos olvidar que las aguas alcalinas no son buenas para el riego de vegetales porque causan obstrucciones en los diferentes componentes de un sistema de suelo agrícola y no permite una adecuada absorción de los nutrientes presentes en el agua y suelo.

En los resultados del monitoreo sobre la presencia de arsénico y cadmio en el agua superficial en las estaciones de monitoreo de DIGESA se observa que durante el mes de enero solamente en la estación E-09 presenta un resultado As 0.193 mg/L excediendo ligeramente el límite establecido por el ECA categoría III que es 0.10 mg/L; y en cadmio ninguna estación de monitoreo registra un límite mayor del establecido.

ENERO 2015						
Estación	pH Unid	ECA Cat III	As mg/L	ECA Cat III	Cd mg/L	ECA Cat III
E-2B	-	6.5-8.5	0.004	0.10	-	0.01
E-2C	8.13		0.008		<0,010	
E-03	8.27		0.004		<0,010	
E-04	8.23		0.006		<0,010	
E-4 ^a	8.24		0.005		<0,010	
E-05	7.85		0.022		<0,010	
E-06	8.04		0.015		<0,010	
E-6 ^a	7.98		0.035		<0,010	
E-6B	7.97		0.028		<0,010	
E-07	8.04		0.031		<0,010	
E-08	7.96		0.015		<0,010	
E-09	-		0.193		-	
E-10	8.35		0.022		<0,010	

Cuadro N° 05: Resultados del monitoreo de DIGESA Enero 2015. FUENTE: DIGESA

En el mes de febrero y marzo se observa un incremento del pH que sobre pasa el límite fijado en el ECA categoría III que tiene como parámetro de 6.5 a 8.5 en nueve estaciones de las trece estaciones de DIGESA, solamente la estación E-4A registra un rango dentro del límite establecido. Sobre los parámetros de arsénico y cadmio, solamente en la estación E-07 registra un límite ligeramente superior de 0.109 mg/L de As en febrero. En marzo el arsénico y cadmio en todas las estaciones están por debajo del límite establecido en el ECA categoría III.

FEBRERO 2015						
Estación	pH Unid	ECA Cat III	As mg/L	ECA Cat III	Cd mg/L	ECA Cat III
E-2B	-	6.5-8.5	0.020	0.10	0.011	0.01
E-2C	8.81		0.011		<0,010	
E-03	-		0.012		<0,010	
E-04	8.89		0.012		<0,010	
E-4 ^a	7.83		0.013		<0,010	
E-05	-		0.028		0.013	
E-06	9.30		0.029		0.012	
E-6 ^a	9.09		0.031		0.011	
E-6B	8.81		0.025		0.012	
E-07	8.91		0.109		<0,010	
E-08	8.60		0.036		0.011	
E-09	8.84		0.045		0.011	
E-10	9.01		0.056		<0,010	

Cuadro N° 06: Resultados del monitoreo de DIGESA Febrero 2015. FUENTE: DIGESA

MARZO 2015						
Estación	pH Unid	ECA Cat III	As mg/L	ECA Cat III	Cd mg/L	ECA Cat III
E-2B	8.73	6.5-8.5	0.035	0.10	0.015	0.01
E-2C	8.90		0.016		<0,010	
E-03	9.09		0.005		<0,010	
E-04	8.98		0.019		<0,010	
E-4 ^a	9.08		0.009		<0,010	
E-05	8.73		0.024		<0,010	
E-06	9.08		0.023		<0,010	
E-6 ^a	9.07		0.024		<0,010	
E-6B	8.97		0.031		<0,010	
E-07	8.67		0.080		<0,010	
E-08	9.00		0.029		<0,010	
E-09	9.02		0.050		<0,010	
E-10	9.07		0.038		<0,010	

Cuadro N° 07: Resultados del monitoreo de DIGESA Marzo 2015. FUENTE: DIGESA

En los meses de abril y mayo se tiene que el pH en el mes de abril sobrepasa el límite fijado por la normatividad del estándar para la categoría de la calidad de agua en todas las estaciones. En la presencia de arsénico y cadmio, en el primero se registra en la

estación E-6ª As 0.059 mg/L, en la estación E-07 As 0.087mg/ L, en la estación E-08. As 0.057mg/L, ninguno excede el parámetro actual fijado para arsénico en la categoría de Clase III referente al riego de vegetales, y en las estaciones que se exceden en cadmio son: Estación E-2B con Cd 0.016 mg/L, E-6A Cd 0.018, E-6B Cd 0.015; siendo solamente la estación E-6ª que sobrepasa el pH.

En mayo el pH cumple con estar por debajo del límite fijado, el arsénico sobrepasa el límite ligeramente en una estación que es la siguiente: E-05 con As 0.145 mg/L. Referente al cadmio se tiene que durante el mes de mayo hay dos estaciones que sobrepasan el límite del ECA categoría III y son: estación E-6B Cd 0.016 mg/L y la estación E-08 Cd 0.016 mg/L

ABRIL 2015						
Estación	pH Unid	ECA Cat III	As mg/L	ECA Cat III	Cd mg/L	ECA Cat III
E-2B	9.45	6.5-8.5	0.008	0.10	0.016	0.01
E-2C	9.73		0.005		<0,010	
E-03	9.76		0.002		<0,010	
E-04	9.65		0.016		<0,010	
E-4ª	9.43		0.002		<0,010	
E-05	9.27		0.009		0.014	
E-06	9.58		0.012		0.012	
E-6ª	9.42		0.059		0.018	
E-6B	9.36		0.052		0.015	
E-07	9.30		0.087		<0,010	
E-08	9.45		0.057		0.014	
E-09	9.59		0.037		0.013	

Cuadro N° 08: Resultados del monitoreo de DIGESA Abril 2015. FUENTE: DIGESA

MAYO 2015						
Estación	pH Unid	ECA Cat III	As mg/L	ECA Cat III	Cd mg/L	ECA Cat III
E-2B	7.92	6.5-8.5	0.012	0.10	<0,010	0.01
E-2C	7.97		0.010		<0,010	
E-03	8.21		0.003		<0,010	
E-04	8.07		0.012		<0,010	
E-4 ^a	8.18		0.007		<0,010	
E-05	7.96		0.145		0.013	
E-06	8.22		0.029		0.012	
E-6 ^a	8.20		0.044		0.014	
E-6B	8.20		0.035		0.016	
E-07	8.40		0.062		0.012	
E-08	8.11		0.058		0.016	
E-09	8.15		0.048		0.013	

Cuadro N° 09: Resultados del monitoreo de DIGESA Mayo 2015. FUENTE: DIGESA

En los otros meses siguientes se tiene solamente la data de junio y agosto, en el primero el pH cumple en todas las estaciones y en agosto no se tomó registro de pH en las estaciones durante esos meses, en junio solamente una estación registra un límite superior de arsénico que es la E-07 As 0.356 mg/ L y en agosto solamente la estación E-09 As. 0.193 mg/L.

JUNIO 2015						
Estación	pH Unid	ECA Cat III	As mg/L	ECA Cat III	Cd mg/L	ECA Cat III
E-2B	8.10	6.5-8.5	0.011	0.10	<0,010	0.01
E-2C	7.60		0.009		<0,010	
E-03	8.20		0.002		<0,010	
E-04	7.40		0.007		<0,010	
E-4 ^a	8.15		0.004		<0,010	
E-05	8.10		0.033		<0,010	
E-06	7.10		0.012		<0,010	
E-6 ^a	7.10		0.036		<0,010	
E-6B	7.40		0.031		<0,010	
E-07	7.10		0.356		<0,010	
E-08	7.06		0.042		<0,010	
E-09	7.20		0.074		<0,010	
E-10	-		0.023		<0,010	

Cuadro N° 10: Resultados del monitoreo de DIGESA Junio 2015. FUENTE: DIGESA

AGOSTO 2015						
Estación	pH Unid	ECA Cat III	As mg/L	ECA Cat III	Cd mg/L	ECA Cat III
E-2B	-	6.5-8.5	0.004	0.10	-	0.01
E-2C	-		0.008		<0,010	
E-03	-		0.004		<0,010	
E-04	-		0.006		<0,010	
E-4 ^a	-		0.005		<0,010	
E-05	-		0.022		<0,010	
E-06	-		0.015		<0,010	
E-6 ^a	-		0.035		<0,010	
E-6B	-		0.028		<0,010	
E-07	-		0.031		<0,010	
E-08	-		0.015		<0,010	
E-09	-		0.193		-	

Cuadro N° 11: Resultados del monitoreo de DIGESA Agosto 2015. FUENTE: DIGESA

Se llega a la conclusión que los resultados de los monitoreos realizados por DIGESA, durante el año 2015 la calidad del agua de los ríos no presenta un problema de contaminación de agua por la presencia de arsénico y cadmio, presentando buenas condiciones del agua y alcanzando los estándares vigentes en ese momento para aguas referente a clase III para el riego de vegetales, fijados por el Ministerio del Ambiente.

4.1.3. Análisis e interpretación de la calidad del suelo

El suelo es un medio receptor donde se acumulan los contaminantes por largo periodo de tiempo, si vienen siendo transportado por el agua o por gases de manera externa y se depositan en el suelo o su origen es de la misma formación del suelo de la degradación de la roca madre, cualquiera fuera la causa el origen de contaminantes de metales pesados en el suelo, debe ser evaluado y determinar las concentraciones de contaminantes presente y si son un riesgo para las plantas, los animales o para la salud del hombre.

Las unidades edafológicas encontradas en el distrito de San Mateo de Huanchor, de acuerdo al origen de los materiales edafológicos son:

- Suelos Aluviales siendo el material madre transportado por el agua.
- Suelo Fluvio glaciares formada por sedimentaciones originadas por el agua de las lagunas de la cordillera.
- Suelos Coluvio aluviales son los que presentan el material meteorizado sobre las rocas, no está estabilizado, se desplaza en movimiento descendente por acción de la gravedad.
- Suelos de materiales residuales que se presentan mayormente donde la erosión es duradera y la intensidad es de moderada a alta.
- Suelos de origen Antropogénico formado por los trabajos agrícolas con residuos de plantas.

Analizando la clasificación de los grandes grupos de suelos propuesta por la FAO en 1976 encontramos la existencia de cinco grandes grupos y una formación sin cobertura edáfica en la parte más alta en la cordillera y en función de su distribución espacial encontramos tres unidades edafológicas que son:

- Unidad Alto Andina.
- Unidad de Colinas.
- Unidad de Fondo de Valle.

Conociendo los datos básicos de la clasificación de los grupos de suelo, el siguiente paso es analizar los resultados de la evaluación y la calidad del suelo del área de estudio del centro poblado de San Mateo de Huanchor. La toma de muestras de suelos se realizó en 10 puntos de monitoreo, donde se realizaron calicatas y se tomaron muestras de 10 centímetros de profundidad, para determinar la presencia de arsénico y cadmio en el suelo.

Los resultados de la evaluación y las condiciones de la calidad de suelo en el caso de la presencia de arsénico y cadmio que son motivo del presente estudio, fueron comparados con los valores fijados por la legislación peruana para Estándares de Calidad Ambiental para Suelos aprobado mediante Decreto Supremo N° 002-2013- MINAM; tomando en cuenta los parámetros para ECA de suelo para la categoría suelo residencial y parques y también la comparación para ECA de suelo en la categoría comercial, industrial y extractivo tanto para elementos como arsénico y cadmio.

El parámetro que señala el ECA de suelo para el arsénico en la categoría residencial y parques es de 50 mg/kg y para la categoría comercial, industrial o extractivo es de 140 mg/kg, una notable diferencia mayor, para el presente estudio se han tomado en cuenta ambos parámetros para la comparación de los resultados de la toma de las 10 muestras.

En el caso de cadmio también se han tomado como indicador de evaluación lo que señala el ECA de suelo para la categoría residencial y parques que es de 10 mg/kg, y la categoría de comercial, industrial y extractivo que es 22 mg/kg, siendo la segunda mayor que el doble de la primera categoría.

Las ubicaciones de los puntos de toma de muestreo de suelos fueron seleccionadas en la primera fase en gabinete y posteriormente verificadas y validas en el trabajo de campo mediante un criterio de ubicación de las condiciones del medio físico, no olvidando que la calidad del suelo depende de diversos factores como la geología local, la fisiografía, hidrología, el clima entre otros.

En el plan para las tomas de muestra de suelo se consideró la toma de muestra a una profundidad de 10 cm por su cercanía donde se encuentra el contaminante con la

parte superficial y puede haber llegado al suelo por medio de transporte de agua o por el aire, siendo motivo de interés de la presencia en el suelo solamente de dos elementos contaminantes como arsénico y cadmio. Mediante el presente muestreo de identificación se pudo cumplir el objetivo de conocer la calidad de los suelos mediante la obtención de muestras representativas para ser valoradas con los estándares de calidad ambiental fijado por la legislación ambiental para los suelos del Perú.

N° PUNTO	Coordenadas (WGS 84), Zona 18		ARSÉNICO (AS)				CADMIO (CD)			
			Resultados As (mg/Kg)	ECA Suelo As: Residencial, Parques	Resultados As (mg/Kg)	ECA Suelo As: Comercial/ Industrial/Extractivos	Resultados Cd (mg/Kg)	ECA Suelo Cd: Residencial, Parques	Resultados Cd (mg/Kg)	ECA Suelo Cd: Comercial/ Industrial/Extractivos
1	358477	8699903	60	50 mg/Kg	60	140 mg/Kg	1,8	10 mg/Kg	1,8	22 mg/Kg
2	358466	8700149	56		56		0,4		0,4	
3	358354	8699486	40		40		1,7		1,7	
4	358385	8699556	50		50		1,9		1,9	
5	358348	8699534	60		60		1,7		1,7	
6	355881	8700101	59		59		1,6		1,6	
7	358679	8699966	58		58		1,6		1,6	
8	358709	8700027	46		46		1,8		1,8	
9	359085	8700617	47		47		0,9		0,9	
10	358855	8697500	56		56		1,1		1,1	

Cuadro 12: Resultado de la presencia de arsénico y cadmio en la muestras de suelo.

- **Arsénico en el suelo del área de estudio:**

De los resultados del monitoreo de los 10 puntos de toma de muestras en 06 puntos se supera ligeramente los ECA de suelos para la categoría de Uso Residencial y Parques, en las otras 04 muestras se encuentran por debajo del estándar nacional establecido. En el punto de monitoreo 1 el resultado obtenido es 60 mg/kg, superando en 10 mg/kg la presencia del arsénico, sin embargo, no supera los 140 mg/kg fijado para suelos de Categoría Comercial, Industrial y Extractivo, al igual que el punto 5 que también se encontró la cantidad de 60 mg/kg, son los valores más altos encontrados de arsénico en el muestreo realizado.

El punto de monitoreo 2 y 10 presenta un resultado de 56 mg/kg que supera lo fijado para a Categoría Residencial y Parques, pero muy por debajo para suelos Comerciales, Industriales y Actividades Extractivas, mientras que en la estación 6 y 7 presenta valores 59 mg/kg y 58mg/kg, superaron también la categoría de ECA para suelos de Uso Residencial y Parques.

Es importante precisar que la zona de San Mateo de Huanchor es un centro poblado, que en el pasado ha tenido mucha actividad extractiva de explotación de minerales y además de contar con un número de pasivos ambientales mineros, todo ello si se considera la categoría de ECA de suelo para las Actividades Extractivas las 10 muestras tomadas cumplen con el estándar nacional, estando muy por debajo, pero si aplicamos la categoría residencial y parques no cumple ligeramente en seis muestras.

En los puntos de monitoreo donde se encontró los niveles más altos de arsénico presenta un pH moderadamente alcalino 8,2 que ha sido un elemento de estos suelos alcalinos que han tenido una incidencia indirecta en la precipitación y control de arsénico en el suelo, porque el pH influye en el aumento de la cantidad de iones o aniones de los

metales en el suelo, pero es importante indicar que no es la única causa de la concentración alta o baja de arsénico en el suelo, existen otros factores como la textura del suelo, materia orgánica que tiene una función de absorber los aniones de los metales presentes en el suelo por su capacidad de intercambio catiónico, como también los tipos de arcillas existentes en el suelo.

- **Cadmio en el suelo del área de estudio:**

Todas las muestras obtenidas presentan resultados por debajo de los ECA de suelos tanto para el Uso Residencial y Parques como también para el Uso Comercial Industrial y Extractivo, la explicación es que el suelo alcalino con un pH de 8,2 ha ocasionado la precipitación del cadmio, sumado a otros factores anteriormente mencionados, por lo que se tiene resultados bajos en las 10 estaciones muestreadas, no siendo un contaminante en estos momentos en el suelo, porque en ningún punto de monitoreo sobrepasa lo establecido por el ECA de suelo, estando muy por debajo de lo establecido que es de 10 mg/kg para zonas Residenciales y Parques. La estación 4 registra el valor más alto que fue de 1,9 mg/kg muy por debajo de lo establecido por el estándar nacional de calidad para suelos.

Los elementos minerales son liberados en el suelo en el transcurso de la formación de la génesis del suelo, llegan transportados por el aire o en el agua, en este último caso llegan en forma soluble con un estado iónico, o en complejos, porque intervienen en su composición el accionar del pH tanto en el agua como en el suelo, es una de las causas de encontrar el cadmio en nivel bajo en el suelo.

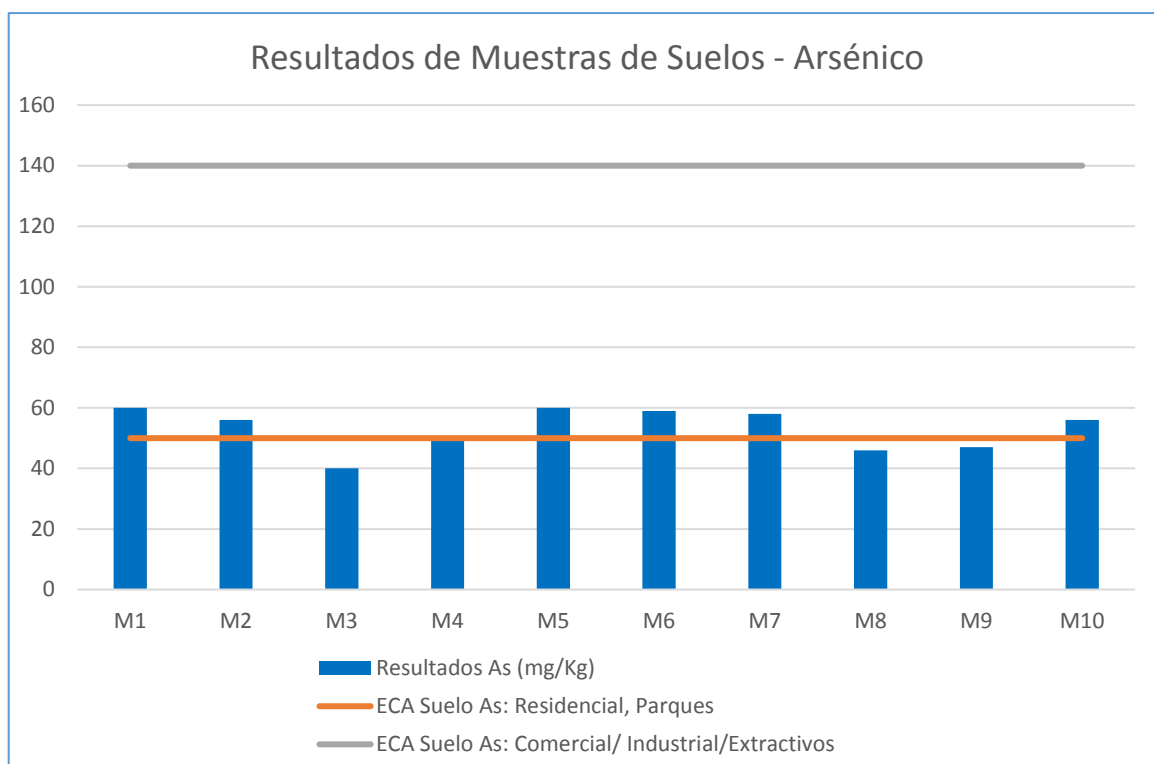


Gráfico N° 01: Resultado de muestras de suelos – Arsénico. Fuente: Propia

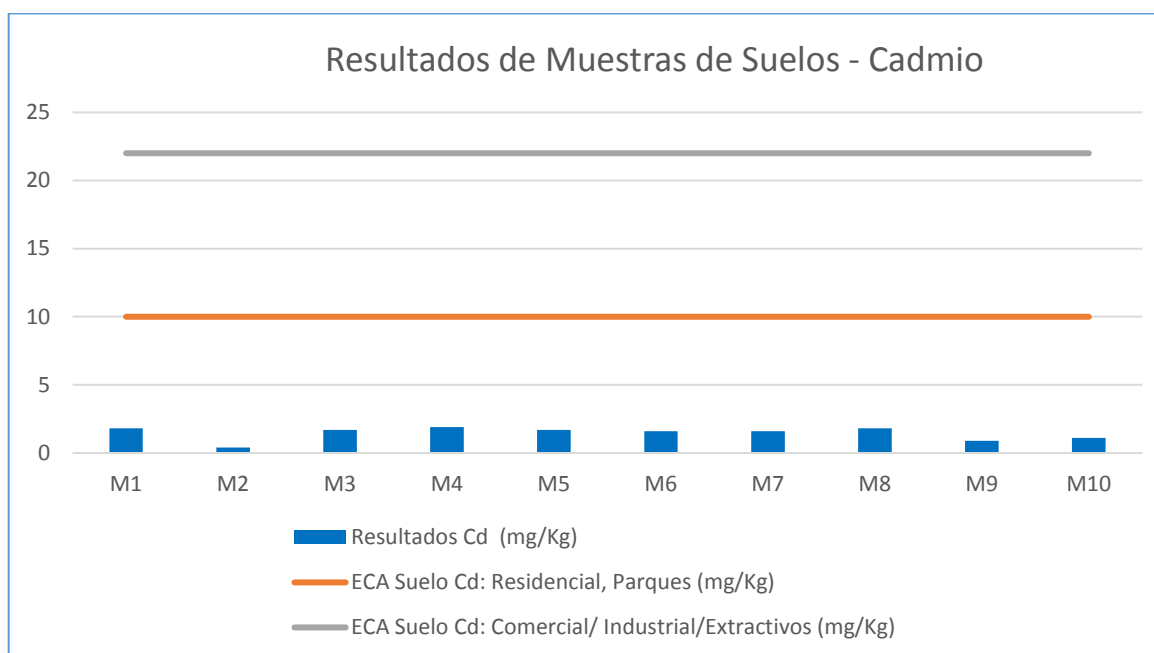


Gráfico N° 02: Resultado de muestras de suelos – Cadmio. Fuente: Propia

4.2. Comprobación de la hipótesis o pruebas de hipótesis.

Para la comprobación de la Hipótesis se ha utilizado la Prueba t de Student, para determinar la contaminación del agua y del suelo separadamente del área de estudio, para el caso del agua fue el siguiente:

4.2.1. Resultado estadístico muestreo de la calidad del agua

El diseño estadístico aplicado para determinar la contaminación del agua en el centro poblado de San Mateo de Huanchor ha sido la Prueba t de Student, la cual es una prueba estadística que permite analizar muestras simples menores a 30 datos. Este diseño se ha aplicado para los resultados de monitoreo de agua del año 2015; específicamente para los metales cadmio y arsénico por ser materia de investigación de la presente tesis. El análisis se ha realizado por cada estación de muestreo respecto a sus valores promedios mensuales versus el estándar de referencia para cada elemento metálico; obteniéndose así los resultados que permitan aceptar o rechazar la hipótesis del investigador. Para la determinación de los resultados, se partirá de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador. En el anexo N° 1 se presenta los resultados del análisis estadístico planteado para el arsénico y cadmio para cada una de los puntos de monitoreo, siendo un resultado más extenso que el análisis de la calidad de suelo.

Hipótesis nula H_0 : $\mu \leq 0.05$

Hipótesis del investigador H_1 : $\mu > 0.05$

Gráfico N° 03: Resultado de hipótesis

Respecto al análisis estadístico presentado con la Prueba T Student para los resultados de muestreo de calidad de agua en la zona de San Mateo de Huanchor se concluye lo siguiente:

Resultado Estadístico del Arsénico: En las estaciones E2B, E2C, E03, E04, E4A, E-05, E06, E6A, E6B, E-08 y E-10 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por arsénico en ese período de tiempo.

En las estaciones E07 y E09 se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que si hay contaminación por arsénico en ese período de tiempo.

De lo cual se tiene que del 100% de las muestras, en el 80% de ellas se comprueba estadísticamente que no hay contaminación del agua por arsénico, y en un 20% demuestra que si hay contaminación por este elemento.

- **Resultado estadístico del cadmio:**

En las estaciones E2C, E03, E04 y E4A, se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por cadmio en ese período de tiempo en las estaciones mencionadas.

En las estaciones E2B, E05, E06, E6A, E6B, E07, E08, E09 y E10 se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por cadmio en ese período de tiempo.

De lo cual se tiene que del 100% de las muestras, se comprueba estadísticamente que no hay contaminación por este elemento.

4.2.2. Resultado estadístico muestreo de la calidad del suelo

El análisis estadístico aplicado para determinar la contaminación del suelo en el sector de San Mateo de Huanchor ha sido la Prueba t de Student, la cual es una prueba estadística que permite analizar muestras simples menores a 30 datos. Este diseño se ha aplicado para los resultados de monitoreo de suelos del presente año 2015; específicamente para los metales cadmio y arsénico por ser materia de investigación de la presente tesis. El análisis se ha realizado para cada punto de muestreo respecto a sus valores promedios versus el estándar de referencia para cada elemento metálico; obteniéndose así los resultados que permiten aceptar o rechazar la hipótesis del investigador. Para la determinación de los resultados, se partirá de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador.

A continuación, se presenta los resultados del análisis estadístico planteado para cada elemento en estudio en 10 puntos de muestreo.

Hipótesis nula H_0	: $\mu \leq 50.00$
Hipótesis del investigador H_1	: $\mu > 50.00$

Gráfico N° 05: Análisis de arsénico en función al uso del suelo con fines de recreación y parques

Se han obtenido los siguientes resultados:

- Valor del estadístico de prueba (t) : 1.448
- Grados de Libertad (gl) : 9 (es igual a N-1)
- Valor p (a dos colas) : 0.182

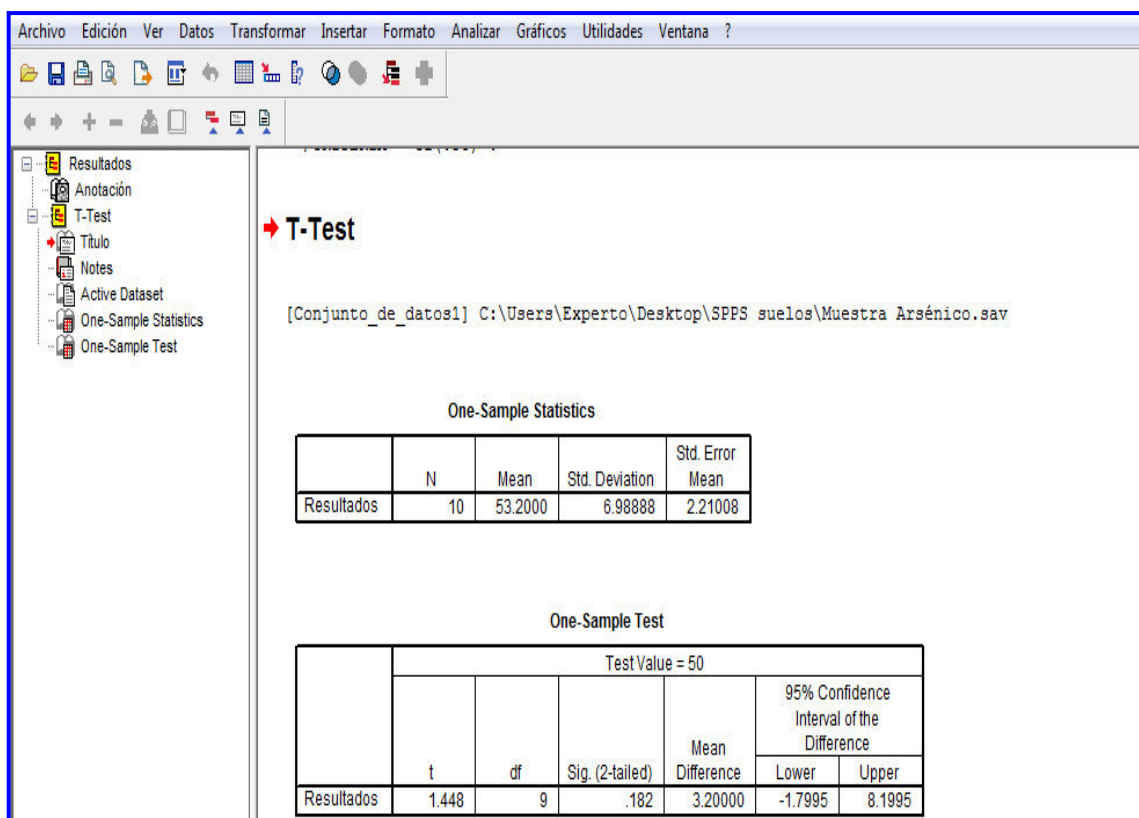


Gráfico N° 06: Resultados

Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.182) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que si hay contaminación por arsénico en ese período de tiempo en el cuerpo receptor suelo para 6 puntos de 10 puntos de muestreo analizados, respecto al uso del suelo con fines de recreación y parques.

Hipótesis nula H_0 : $\mu \leq 140.00$

Hipótesis del investigador H_1 : $\mu > 140.00$

Gráfico N° 07: Análisis de arsénico en función al uso del suelo con fines de comercial, industrial y extractivo.

Se han obtenido los siguientes resultados:

- Valor del estadístico de prueba (t) : 0.090
- Grados de Libertad (gl) : 9 (es igual a N-1)
- Valor p (a dos colas) : 0.930

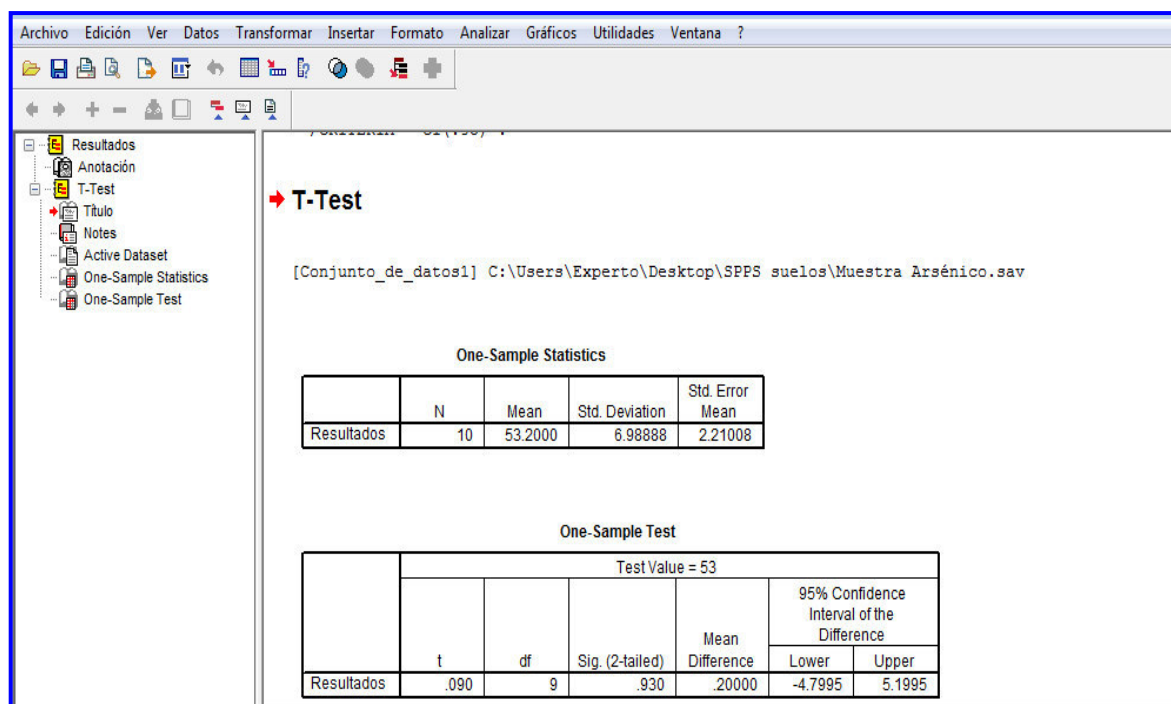


Gráfico N° 08: Resultados

Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.930) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por arsénico en ese período de tiempo en el cuerpo receptor suelo para los 10 puntos de muestreo analizados, respecto al uso del suelo con fines comerciales, industriales y extractivos.

Hipótesis nula H_0 : $\mu \leq 10.00$

Hipótesis del investigador H_1 : $\mu > 10.00$

Gráfico N° 09: Análisis de cadmio en función al uso del suelo con fines de recreación y parques.

Se han obtenido los siguientes resultados:

- Valor del estadístico de prueba (t) : 0.00
- Grados de Libertad (gl) : 9 (es igual a N-1)
- Valor p (a dos colas) : 1.00

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Resultados	10	1.4500	.48819	.15438

One-Sample Test

	Test Value = 1.45				
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower Upper
Resultados	.000	9	1.000	.00000	-.3492 .3492

Gráfico N° 10: Resultados

Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (1.00) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación

por cadmio en ese período de tiempo en el cuerpo receptor suelo para los 10 puntos de muestreo analizados, respecto al uso del suelo con fines de recreación y parques.

Hipótesis nula H_0 : $\mu \leq 22.00$

Hipótesis del investigador H_1 : $\mu > 22.00$

Gráfico N° 11: Análisis de cadmio en función al uso del suelo con fines comercial, industrial y extractivo

Se han obtenido los siguientes resultados:

- Valor del estadístico de prueba (t) : -0.324
- Grados de Libertad (gl) : 9 (es igual a N-1)
- Valor p (a dos colas) : 0.753

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Resultados	10	1.4500	.48819	.15438

One-Sample Test

	Test Value = 1.5					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Resultados	-.324	9	.753	-.05000	-.3992	.2992

Gráfico N° 12: Resultados

Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.753) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por cadmio en ese período de tiempo en el cuerpo receptor suelo para los 10 puntos de muestreo analizados, respecto al uso del suelo con fines comerciales, industriales y extractivos.

4.2.3. Resultados estadísticos del muestreo de la calidad de suelos

Respecto al análisis estadístico presentado con la Prueba T Student para los resultados de muestreo de calidad de suelo en la zona de San Mateo de Huanchor se concluye lo siguiente:

- **Resultado estadístico del arsénico:**

En las Muestras M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9 y M10 respecto al Uso del Suelo con Fines de Recreación y Parques como p (0.182) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que, si hay contaminación por arsénico en ese período de tiempo en el cuerpo receptor suelo para 06 de 10 puntos de muestreo analizados, respecto al uso de suelo con fines de recreación y parques.

En las Muestras M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9 y M10 respecto al Uso del Suelo con Fines Comercial, Industrial y Extractivo como p (0.930) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por arsénico

en ese período de tiempo en el cuerpo receptor suelo para los 10 puntos de muestreo analizados, respecto al uso del suelo con fines comerciales, industriales y extractivos.

- **Resultados estadístico del cadmio:**

En las Muestras M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9 y M10 respecto al Uso del Suelo con Fines de Recreación y Parques como p (1.00) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por cadmio en ese período de tiempo en el cuerpo receptor suelo para los 10 puntos de muestreo analizados.

En las Muestras M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9 y M10 respecto al Uso del Suelo con Fines Comercial, Industrial y Extractivo como p (0.753) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por cadmio en ese período de tiempo en el cuerpo receptor suelo para los 10 puntos de muestreo analizados.

CONCLUSIONES

1. La existencia de los veintidós pasivos ambientales identificados en el distrito de San Mateo de Huanchor, constituyen un riesgo ambiental permanente y potencial para la población y el ecosistema del lugar; en las onces bocaminas que son un acceso a las labores de mina no se ha realizado ningún estudio por parte del Ministerio de Energía y Minas para saber el estado del interior de mina, son un peligro y riesgo para la población local, se encuentran en estado de abandono, constituyen refugios de especies de fauna como los murciélagos que han encontrado un lugar para refugiarse poniendo en riesgo la salud de la población que se acerque. Los nueve desmontes de mina abandonados son otro foco de contaminación de suelo y agua por la generación de drenaje ácido de roca en el lugar donde se localizan, los pasivos ambientales mineros deben ser cerrados técnicamente para evitar sus efectos negativos al ecosistema y la salud de los pobladores.
2. En los resultados del monitoreo de agua de las diferentes estaciones de monitoreo de DIGESA resultan que la calidad de agua presenta solamente en cuatro estaciones E-05 con 0.14 mg/L, E-07 con 0.35mg/L, E-07 con 0.19 mg/L, E-09 con 0.193 mg/L, esporádicamente sobrepasa ligeramente el parámetro del arsénico fijado por el ECA III (As 0.10 mg/L) para el uso de agua de riego de vegetales; para el caso del cadmio se tiene que, solamente en dos meses se sobrepasan, en el primero en tres estaciones y en el segundo en dos estaciones, pero como en el caso de arsénico no es significativo para afirmar que el agua presenta una mala calidad por efecto de la presencia de ambos elementos químicos.
3. Los niveles de exposición de arsénico y cadmio en el suelo del centro poblado de San Mateo de Huanchor no son significativos, en los resultados de la evaluación y

condiciones de la calidad del suelo en el caso de presencia de arsénico si se compara con los ECA de categoría comercial, industrial o extractivo, está muy por debajo del estándar fijado por la legislación peruana; no existiendo zonas dentro del centro poblado de riesgo de terrenos contaminados.

4. Para el caso del cadmio todas las muestras obtenidas presentan resultados por debajo de los ECA de suelos tanto para el Uso Residencial y Parques como también para el Uso Comercial Industrial y Extractivo, la explicación es que el suelo alcalino con un pH de 8,2 ha ocasionado la precipitación del cadmio, el cuál influye en el aumento de la cantidad de iones o aniones en el suelo, siendo precipitados conforme aumenta el pH, es importante también señalar la participación de la materia orgánica que absorbe los aniones de cadmio debido a la capacidad de intercambio catiónico del suelo, es una explicación porque en los suelos se encuentra en mínima cantidad no siendo significativa la presencia de cadmio.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar un inventario físico de los pasivos ambientales identificados y su respectivo plan de cierre, porque son un riesgo ambiental, produciendo deslizamiento o hundimientos, debido a que las labores no han sido cerradas para evitar hundimientos, derrumbes o producción de drenaje ácido de mina, las autoridades deberán identificar a los responsables de tales pasivos sean personas naturales o jurídicas, así como evaluar y cuantificar el daño ambiental y económico que han generado y la implementación de los planes de remediación de los pasivos identificados.
2. Se debe continuar con el monitoreo de agua para realizar un seguimiento que se está cumpliendo con los estándares de calidad para el agua, además se debe realizar un monitoreo de los sedimentos depositados en los ríos y cursos de aguas principales del distrito de San Mateo de Huanchor, para conocer si existen metales pesados depositados en los fondos de los ríos, este monitoreo debe estar a cargo también de las autoridades correspondientes encargadas de supervisar y fiscalizar la calidad de agua de los ríos del Perú.
3. Las autoridades locales deben coordinar con el MINAM para realizar un estudio de calidad de suelos en las zonas agrícolas del distrito, para evaluar la calidad de suelos con la presencia de metales pesados en los suelos, a pesar que en el presente estudio solo se concentró en dos elementos químicos como arsénico y cadmio exclusivamente en el centro poblado, es importante conocer la calidad de los suelos donde se realiza la actividad agrícola y si existe la presencia de otros metales en el suelo que sobrepasen los estándares de calidad ambiental del suelo vigentes en el Perú.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cápo Martí, Miguel. (2002). *Principios de Ecotoxicología. Diagnóstico, Tratamiento y Gestión del Medio Ambiente*. McGraw-Hill Profesional
- Compañía Minera San Juan S.A.(2006). *Plan de Cierre de la Unidad Minera Tamboraque*.
- De la Rosa, Diego.(2008) *Evaluación Agro-Ecológica de Suelos. Para un Desarrollo Sostenible*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. España.
- Díaz Cartagena, Walter. (1999) *Minería, Petróleo y Medio Ambiente*. MARSA y OXI. Ediciones La Esperanza. Lima Perú.
- Díaz Cartagena, Walter. (2002) *La Minería y su Aporte Social en las Comunidades Andinas*. Minera Yanacocha S.R.L, SOUTHERN PERU, Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. Ediciones La Esperanza. Lima Perú.
- Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA (2015) *Monitoreos de Calidad de Agua de la Cuenca del río Rímac*.
- Gómez Orea Domingo (2013) *Evaluación de Impacto Ambiental*. Ediciones Mundi Prensa. 2013.
- Guzmán Alcalá, Marta Cruz.(2007) “*La contaminación de suelos y aguas: su prevención con nuevas sustancias naturales*”, Editorial: Universidad de Sevilla.
- Instituto de Salud y Trabajo – ISAT (2002) *Minería y Salud Ambiental en la Cuenca del Rímac: El Caso de población de Máyc, en San Mateo de Huanchor*”, Gráfica Angellino, Lima-Perú.
- J.M. Hodgson. (2012) *Soil Sampling and Soil Description*. Oxford University Press, Walton Street, Oxford.
- Jean Rodier, Bernard Legube, Nicole Merlet.(2009) *Análisis del Agua*. Ediciones Omega. Paris. Francia.
- M. Bonneau& B. Souchier.(1987)“*Edafología. Constituyentes y Propiedades del Suelo*”. Bajo de Dirección de PH. Duchaufour y B. Souchier. Ediciones Masson. Barcelona. España.
- Ministerio de Energía y Minas.MEM (1997) *Evaluación Ambiental Territorial de la Cuenca del Río Rímac*.
- Ministerio del Ambiente. (2015) *Guía para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y al Ambiente*. Lima, Perú.

- Ministerio del Ambiente. (2014) *Guía para el Muestreo de Suelos*. Lima. Perú.
- Orosco Barrenetxea Carmen, Pérez Serrano Antonio, González Delgado María, Rodríguez Vidal Francisco & Alfayate Blanco José. (2011) *Contaminación Ambiental. Una Visión Desde la Química*. Ediciones Paraninfo. Madrid. España.
- Programa APGEP-SENREM. Convenio USAID-CONAM. (2012) *Plan de Gestión Ambiental para el Desarrollo Sustentable en el distrito de San Mateo de Huanchor*, Lima-Perú.
- Programa APGEP-SENREM. Convenio USAID-CONAM (2002). *Participación Comunitaria en el Monitoreo de las actividades Mineras: Los casos de Vicos y de San Mateo de Huanchor*”, Investigación sobre Política y Legislación Ambiental. Documento de Sistematización. Tarea Asociación Gráfica Educativa, Lima-Perú.
- Ruperto Cáceda Vidal (2000) *La Lucha del Pueblo de San Mateo de Huanchor en Defensa de la Ecología y el Medio Ambiente en el Perú*”, Gráfica Erba, 197 págs., Lima-Perú.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHL. (2009) *Información Meteorológica de la Zona de Matucana. Información Hidrométrica de San Mateo*.
- Sierra Ramírez, Carlos Alberto. (2011) *“Calidad del Agua. Evaluación y Diagnostico”*. Ediciones de la Universidad de Medellín. Colombia.
- Sociedad Minera Aruri S.A (2003) *Plan de Cierre Temporal de la Mina Coricancha*.
- Tacuri Q. Víctor, Carvajal R., Mirko& Ramírez A. Mavel. (2002) *“Conocimiento Campesino en la Conservación de Suelos”*, Editorial ISAL, 416 págs., Potosí – Bolivia.
- Wiese Sudameris Leasing S.A (2205) *Plan de Cierre del Depósito de los Relaves de Máycoc*.

ANEXO 01

Diseño estadístico del análisis de calidad de agua.

ANEXO XX

DISEÑO ESTADÍSTICO DEL ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA

El diseño estadístico aplicado para determinar la contaminación del agua en el sector de San Mateo de Huanchor ha sido la Prueba t de Student, la cual es una prueba estadística que permite analizar muestras simples menores a 30 datos. Este diseño se ha aplicado para los resultados de monitoreo de agua del año 2015; específicamente para los metales cadmio y arsénico por ser materia de investigación de la presente tesis. El análisis se ha realizado por cada estación de muestreo respecto a sus valores promedios mensuales versus el estándar de referencia para cada elemento metálico; obteniéndose así los resultados que permitan aceptar o rechazar la hipótesis del investigador. Para la determinación de los resultados, se partirá de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador. A continuación se presenta los resultados del análisis estadístico planteado para cada elemento en estudio.

Resultados Estadísticos: Arsénico

A continuación se presenta los resultados de la Prueba Estadística T Student para muestras simples en las estaciones: E-2B, E-2C, E-03, E-04, E-4A, E-05, E-06, E-6A, E-6B, E 07, E-08, E-09 y E-10 que comprende el sector de San Mateo de Huanchor, indicando que se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula H_0 : $\mu > 0.1$

Hipótesis del investigador H_1 : $\mu \leq 0.1$

Estación 02B

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) :** -21.375
- **Grados de Libertad (gl) :** 6 (es igual a N-1)
- **Valor p (a dos colas) :** 0.000

ArchivoEdiciónVerDatosTransformarInsertarFormatoAnalizarGráficosUtilidadesVentana ?

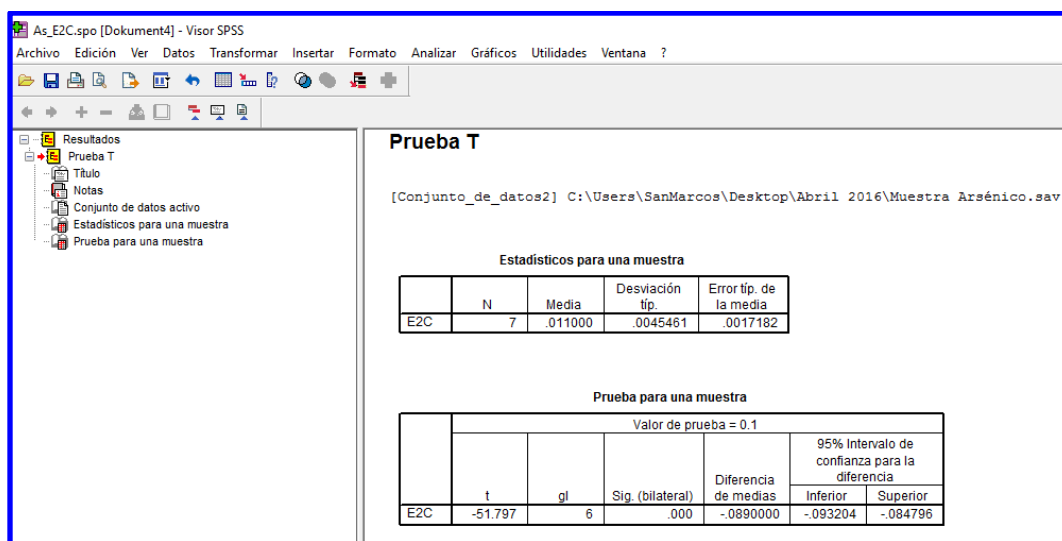
Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p

(0.000) es menor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por arsénico en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-2B.

Estación 02C

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) :** -51.797
- **Grados de Libertad (gl) :** 6 (es igual a N-1)
- **Valor p (a dos colas) :** 0.000



Prueba T

[Conjunto_de_datos2] C:\Users\SanMarcos\Desktop\Abril 2016\Muestra Arsénico.sav

Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
E2C	7	.011000	.0045461	.0017182

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 0.1

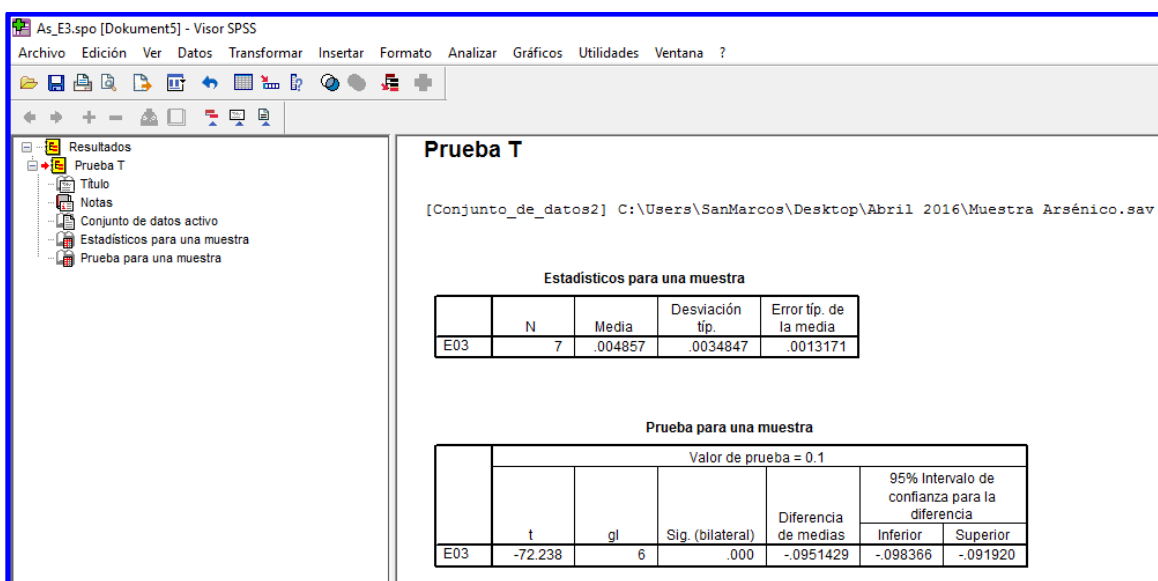
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
E2C	-51.797	6	.000	-.0890000	-.093204	-.084796

Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.000) es menor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por arsénico en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-2C.

Estación 03

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) : -72.238**
- **Grados de Libertad (gl) : 6 (es igual a N-1)**
- **Valor p (a dos colas) : 0.000**



Prueba T

[Conjunto_de_datos2] C:\Users\SanMarcos\Desktop\Abril 2016\Muestra Arsénico.sav

Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
E03	7	.004857	.0034847	.0013171

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 0.1

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
E03	-72.238	6	.000	-.0951429	-.098366	-.091920

Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.000) es menor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por arsénico en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-03.

Estación 04

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) : -46.588**

- **Grados de Libertad (gl)** : 6 (es igual a N-1)
- **Valor p (a dos colas)** : 0.000

Prueba T

[Conjunto_de_datos2] C:\Users\SanMarcos\Desktop\Abril 2016\Muestra Arsénico.sav

Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
E04	7	.012714	.0049570	.0018736

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 0.1

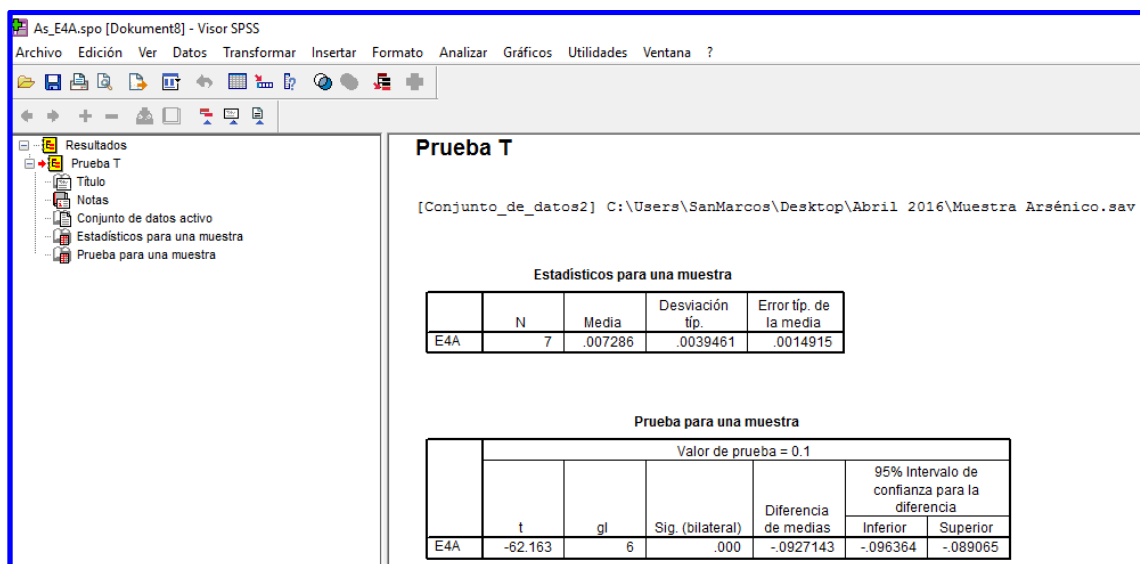
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
E04	-46.588	6	.000	-.0872857	-.091870	-.082701

Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.000) es menor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por arsénico en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-04.

Estación 04A

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t)** : -62.163
- **Grados de Libertad (gl)** : 6 (es igual a N-1)
- **Valor p (a dos colas)** : 0.000

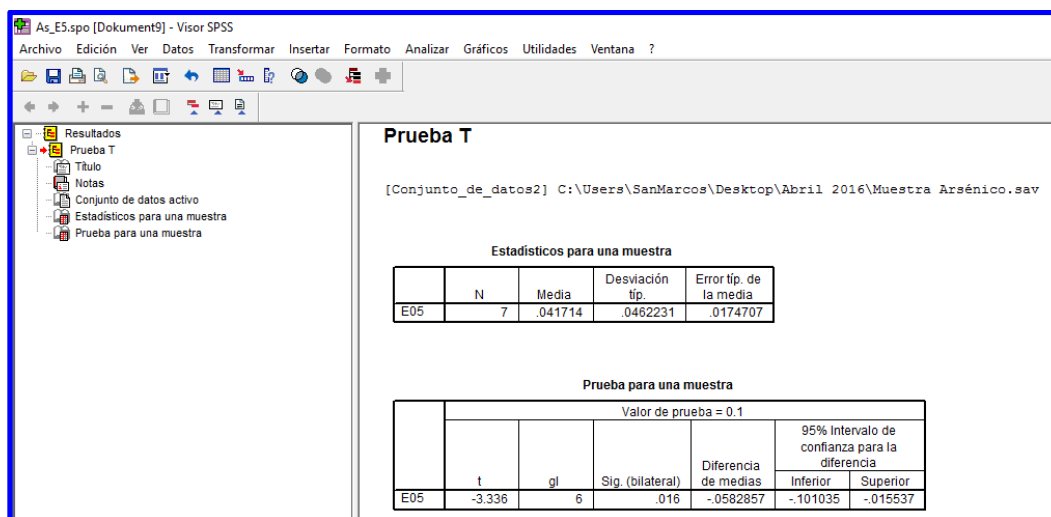


Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.000) es menor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por arsénico en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-4A.

Estación 05

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) : -3.336**
- **Grados de Libertad (gl) : 6 (es igual a N-1)**
- **Valor p (a dos colas) : 0.016**



Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.016) es menor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por arsénico en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-5.

Estación 06

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) :** -21.025
- **Grados de Libertad (gl) :** 6 (es igual a N-1)
- **Valor p (a dos colas) :** 0.000

Prueba T

[Conjunto_de_datos2] C:\Users\SanMarcos\Desktop\Abril 2016\Muestra Arsénico.sav

Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
E06	7	.022429	.0097614	.0036895

Prueba para una muestra

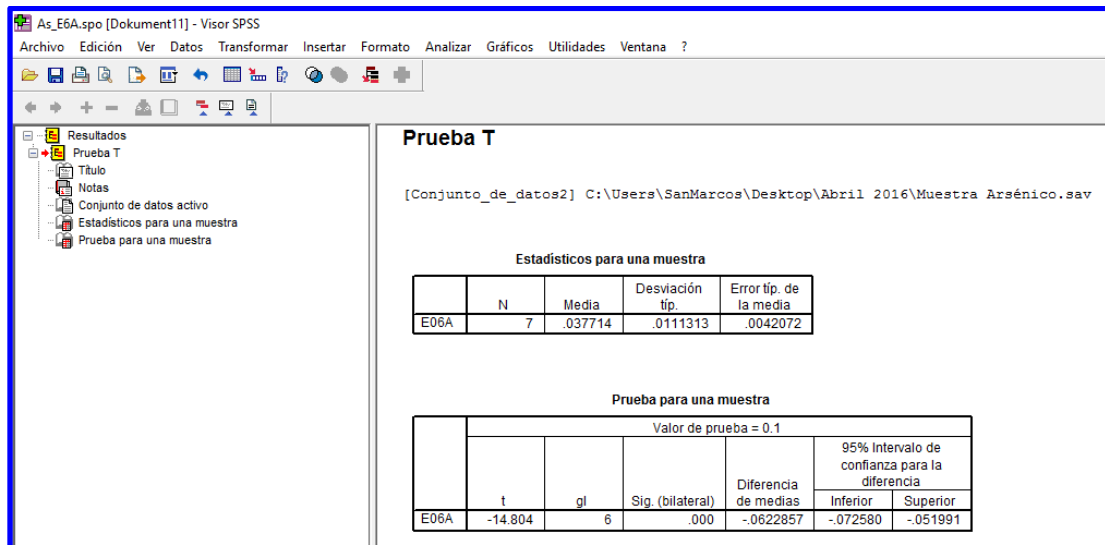
	Valor de prueba = 0.1				
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia Inferior Superior
E06	-21.025	6	.000	-.0775714	-.086599 -0.068544

Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.000) es menor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por arsénico en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-06.

Estación 06-A

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) : -14.804**
- **Grados de Libertad (gl) : 6 (es igual a N-1)**
- **Valor p (a dos colas) : 0.00**



Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.000) es menor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por arsénico en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-06A.

Estación 06-B

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) :** -19.322
- **Grados de Libertad (gl) :** 6 (es igual a N-1)
- **Valor p (a dos colas) :** 0.000

Prueba T

[Conjunto_de_datos2] C:\Users\SanMarcos\Desktop\Abril 2016\Muestra Arsénico.sav

Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
E06B	7	.034429	.0089788	.0033937

Prueba para una muestra

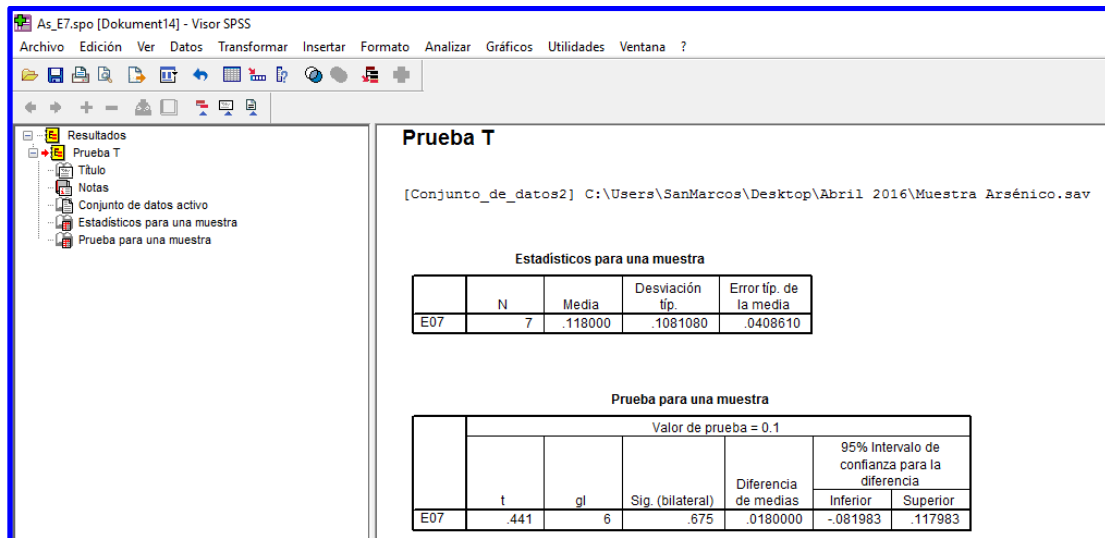
	Valor de prueba = 0.1				95% Intervalo de confianza para la diferencia	
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
E06B	-19.322	6	.000	-.0655714	-.073875	-.057267

Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.000) es menor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por arsénico en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-6B.

Estación 07

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) :** 0.441
- **Grados de Libertad (gl) :** 6 (es igual a N-1)
- **Valor p (a dos colas) :** 0.675



Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.675) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que si hay contaminación por arsénico en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-07.

Estación 08

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) :** -10.330
- **Grados de Libertad (gl) :** 6 (es igual a N-1)
- **Valor p (a dos colas) :** 0.000

Prueba T

[Conjunto_de_datos2] C:\Users\SanMarcos\Desktop\Abril 2016\Muestra Arsénico.sav

Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
E08	7	.040286	.0152939	.0057806

Prueba para una muestra

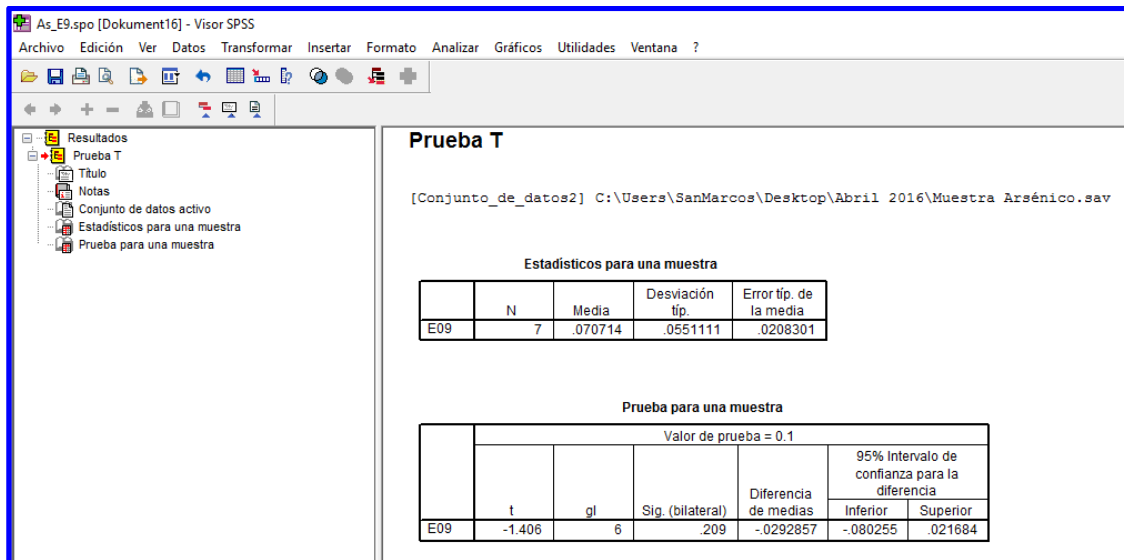
	Valor de prueba = 0.1				95% Intervalo de confianza para la diferencia	
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
E08	-10.330	6	.000	-.0597143	-.073859	-.045570

Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.000) es menor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por arsénico en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-8.

Estación 09

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) :** -1.406
- **Grados de Libertad (gl) :** 6 (es igual a N-1)
- **Valor p (a dos colas) :** 0.209

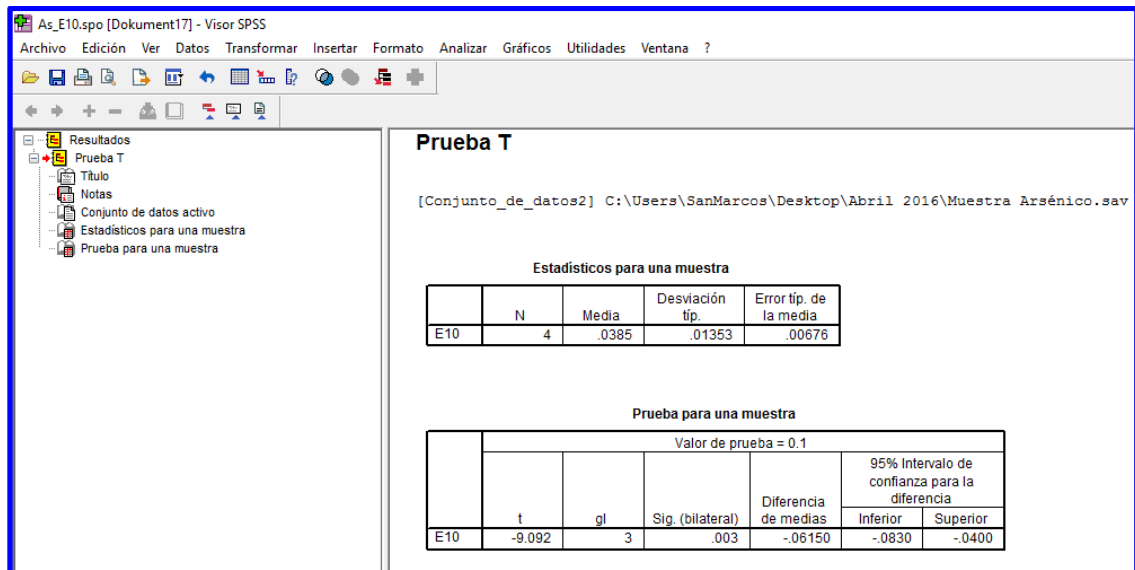


Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.209) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que si hay contaminación por arsénico en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-09.

Estación 10

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) :** -9.092
- **Grados de Libertad (gl) :** 3 (es igual a N-1)
- **Valor p (a dos colas) :** 0.003



Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.003) es menor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por arsénico en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-10.

Resultados Estadísticos: Cadmio

A continuación se presenta los resultados de la Prueba Estadística T Student para muestras simples en las estaciones: E-2B, E-2C, E-03, E-04, E-4A, E-05, E-06, E-6A, E-6B, E-07, E-08, E-09 y E-10 que comprende el sector de San Mateo de Huanchor, indicando que se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula H_0 : $\mu \leq 0.01$

Hipótesis del investigador H_1 : $\mu > 0.01$

Estación 02B

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) :** 1.581
- **Grados de Libertad (gl) :** 5 (es igual a N-1)
- **Valor p (a dos colas) :** 0.175

Prueba T

[Conjunto_de_datos1] C:\Users\SanMarcos\Desktop\Abril 2016\Muestra Cadmio.sav

Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
E2B	6	.013333	.0051640	.0021082

Prueba para una muestra

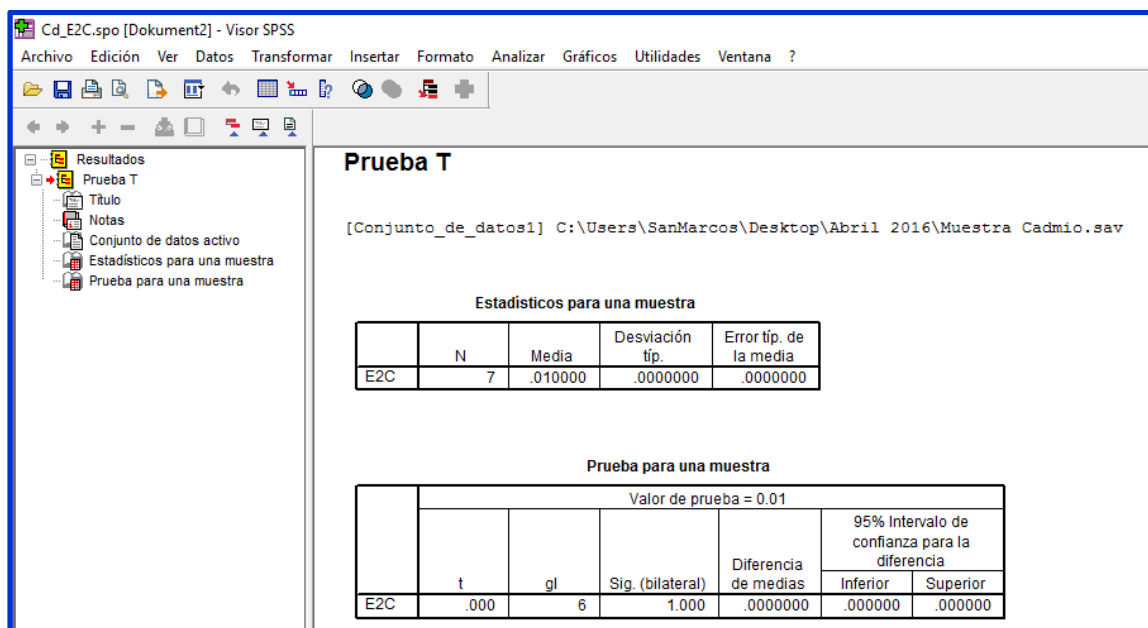
	Valor de prueba = 0.01				95% Intervalo de confianza para la diferencia	
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
E2B	1.581	5	.175	.0033333	-.002086	.008753

Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.175) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por cadmio en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-2B.

Estación 02C

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) : 0.000**
- **Grados de Libertad (gl) : 6 (es igual a N-1)**
- **Valor p (a dos colas) : 1.000**

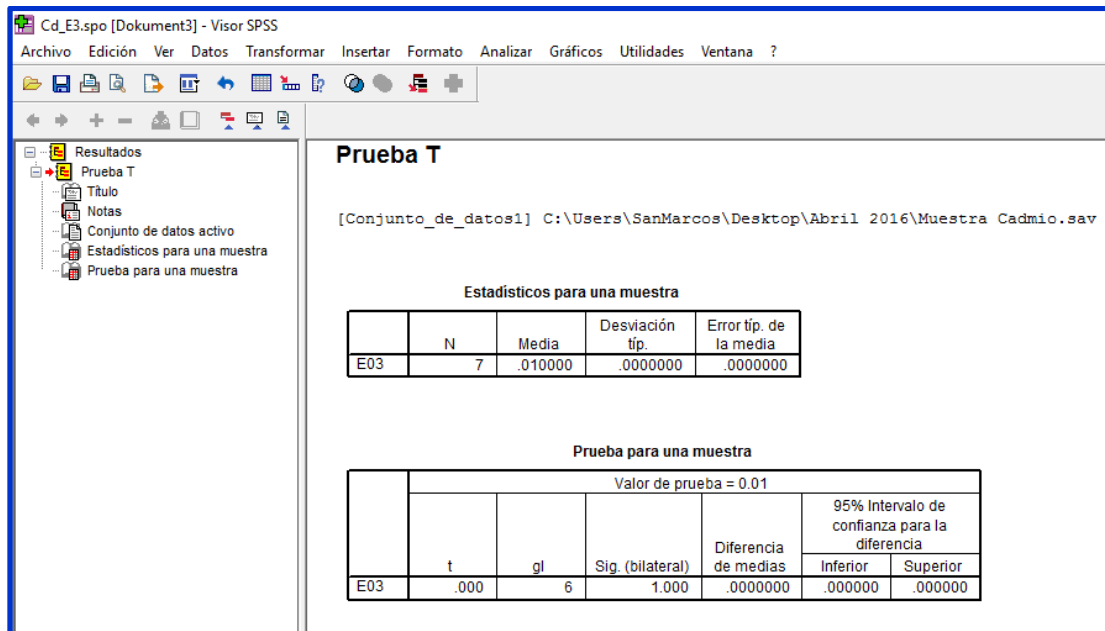


Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (1.000) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por cadmio en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-2C.

Estación 03

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) : 0.000**
- **Grados de Libertad (gl) : 6 (es igual a N-1)**
- **Valor p (a dos colas) : 1.000**



Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (1.000) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por cadmio en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-3.

Estación 04

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) : 0.000**
- **Grados de Libertad (gl) : 6 (es igual a N-1)**
- **Valor p (a dos colas) : 1.000**

Resultados4 [Dokument4] - Visor SPSS

Archivo Edición Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ventana ?

Prueba T

[Conjunto_de_datos1] C:\Users\SanMarcos\Desktop\Abril 2016\Muestra Cadmio.sav

Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
E04	7	.010000	.0000000	.0000000

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 0.01

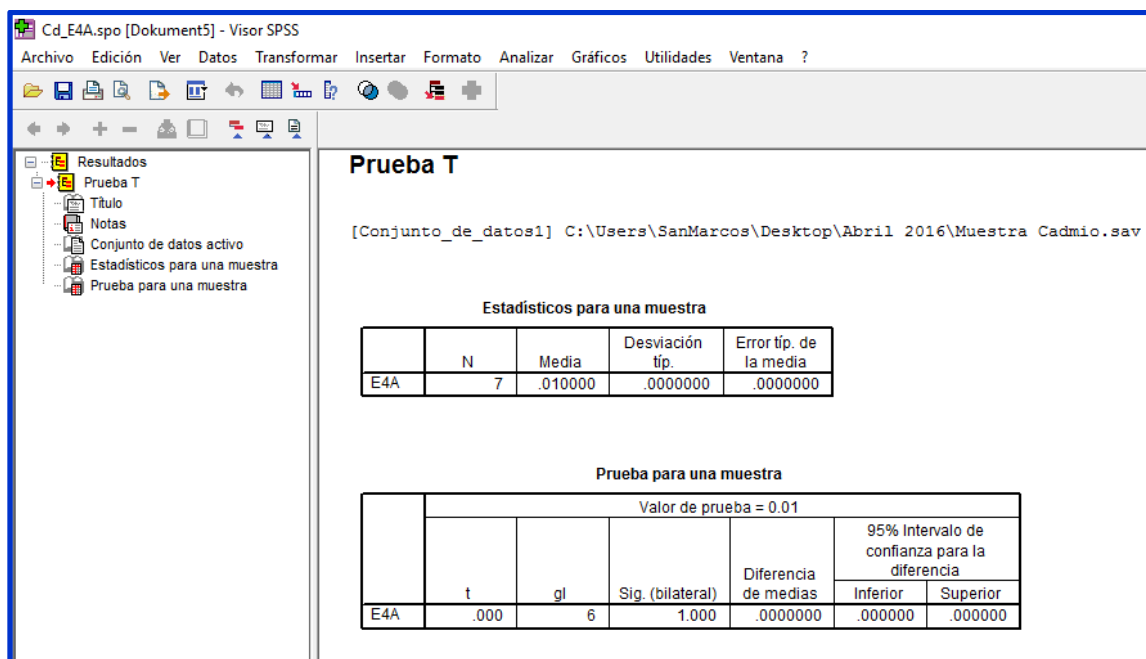
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
E04	.000	6	1.000	.0000000	.000000	.000000

Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (1.000) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por cadmio en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-4.

Estación 04A

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) : 0.000**
- **Grados de Libertad (gl) : 6 (es igual a N-1)**
- **Valor p (a dos colas) : 1.000**



Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (1.000) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por cadmio en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-4A.

Estación 05

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) : 0.000**
- **Grados de Libertad (gl) : 6 (es igual a N-1)**
- **Valor p (a dos colas) : 1.000**

Cd_E5.spo [Dokument6] - Visor SPSS

Archivo Edición Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ventana ?

Resultados

- Prueba T
 - Título
 - Notas
 - Conjunto de datos activo
 - Estadísticos para una muestra
 - Prueba para una muestra

Prueba T

[Conjunto_de_datos1] C:\Users\SanMarcos\Desktop\Abril 2016\Muestra Cadmio.sav

Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
E05	7	.010000	.0000000	.0000000

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 0.01

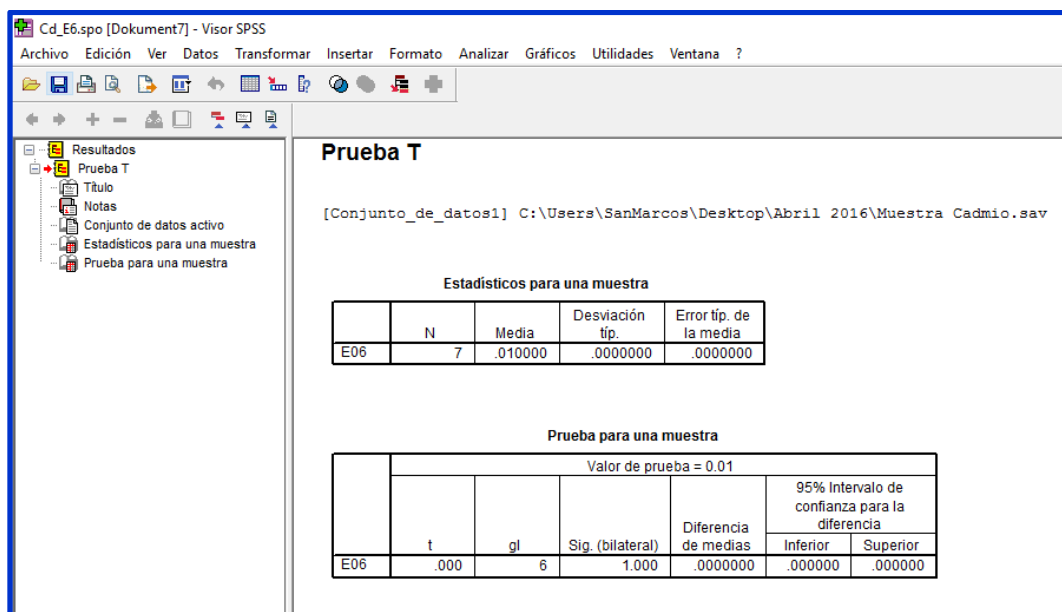
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
E05	.000	6	1.000	.0000000	.000000	.000000

Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (1.000) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por cadmio en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-5.

Estación 06

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) :** 0.000
- **Grados de Libertad (gl) :** 6 (es igual a N-1)
- **Valor p (a dos colas) :** 1.000



Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (1.000) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por cadmio en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-6.

Estación 06-A

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) : 1.000**
- **Grados de Libertad (gl) : 6 (es igual a N-1)**
- **Valor p (a dos colas) : 0.356**

Prueba T

[Conjunto_de_datos1] C:\Users\SanMarcos\Desktop\Abril 2016\Muestra Cadmio.sav

Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
E06A	7	.011429	.0037796	.0014286

Prueba para una muestra

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
E06A	1.000	6	.356	.0014286	-.002067	.004924

Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.356) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por cadmio en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-6A.

Estación 06-B

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) :** 1.549
- **Grados de Libertad (gl) :** 6 (es igual a N-1)
- **Valor p (a dos colas) :** 0.172

Cd_E6B.spo [Documento9] - Visor SPSS

Archivo Edición Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ventana ?

Resultados

- Prueba T
 - Título
 - Notas
 - Conjunto de datos activo
 - Estadísticos para una muestra
 - Prueba para una muestra

Prueba T

[Conjunto_de_datos1] C:\Users\SanMarcos\Desktop\Abril 2016\Muestra Cadmio.sav

Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
E06B	7	.012857	.0048795	.0018443

Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 0.01					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
E06B	1.549	6	.172	.0028571	-.001656	.007370

Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.172) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por cadmio en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-6B.

Estación 07

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) : 1.000**
- **Grados de Libertad (gl) : 6 (es igual a N-1)**
- **Valor p (a dos colas) : 0.356**

Cd_E7.spo [Dokument10] - Visor SPSS

Archivo Edición Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ventana ?

Resultados

- Prueba T
 - Título
 - Notas
 - Conjunto de datos activo
 - Estadísticos para una muestra
 - Prueba para una muestra

Prueba T

[Conjunto_de_datos1] C:\Users\SanMarcos\Desktop\Abril 2016\Muestra Cadmio.sav

Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
E07	7	.011429	.0037796	.0014286

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 0.01

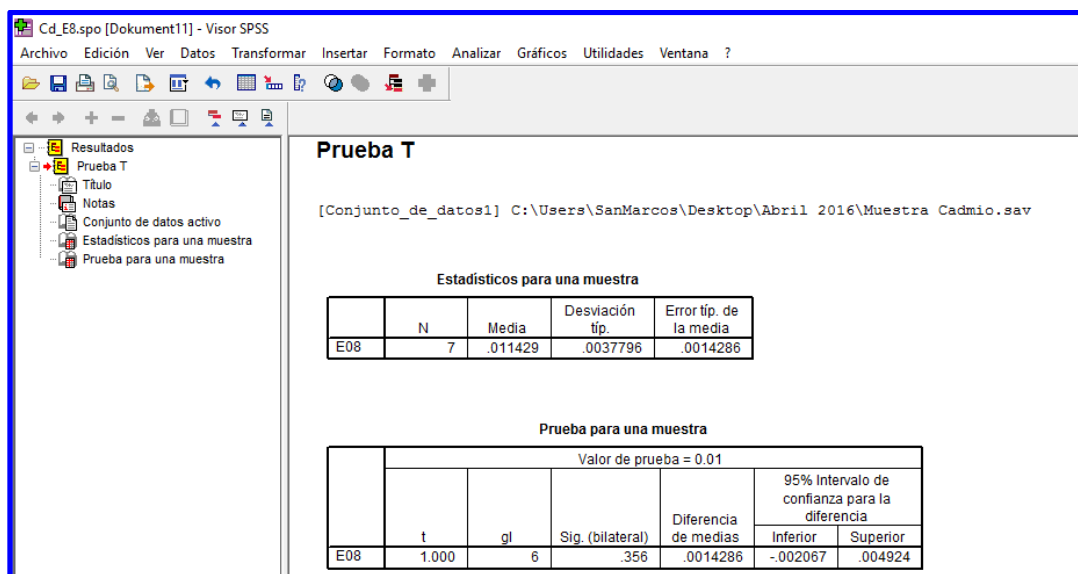
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
E07	1.000	6	.356	.0014286	-.002067	.004924

Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.356) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por cadmio en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-07.

Estación 08

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) :** 1.000
- **Grados de Libertad (gl) :** 6 (es igual a N-1)
- **Valor p (a dos colas) :** 0.356



Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.356) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por cadmio en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-08.

Estación 09

Se han obtenido los siguientes resultados:

- **Valor del estadístico de prueba (t) :** 1.000
- **Grados de Libertad (gl) :** 5 (es igual a N-1)
- **Valor p (a dos colas) :** 0.363

Cd_E9.spo [Dokument12] - Visor SPSS

Archivo Edición Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ventana ?

Prueba T

[Conjunto_de_datos1] C:\Users\SanMarcos\Desktop\Abril 2016\Muestra Cadmio.sav

Estadísticos para una muestra

	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
E09	6	.011667	.0040825	.0016667

Prueba para una muestra

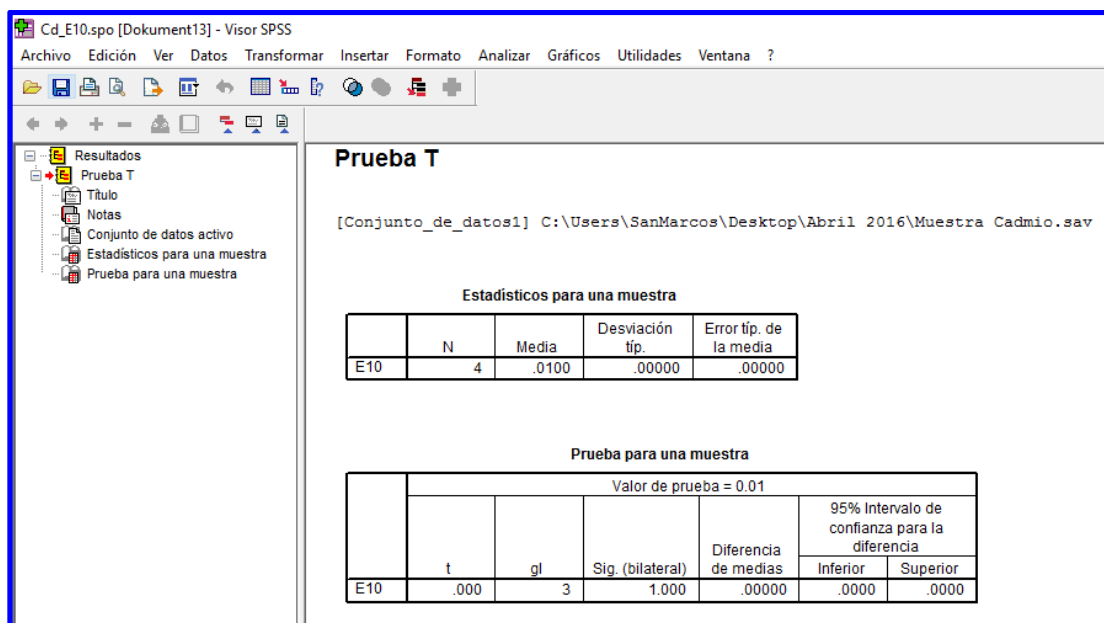
	Valor de prueba = 0.01					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
E09	1.000	5	.363	.0016667	-.002618	.005951

Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (0.363) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por cadmio en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-09.

Estación 10

Se han obtenido los siguientes resultados:

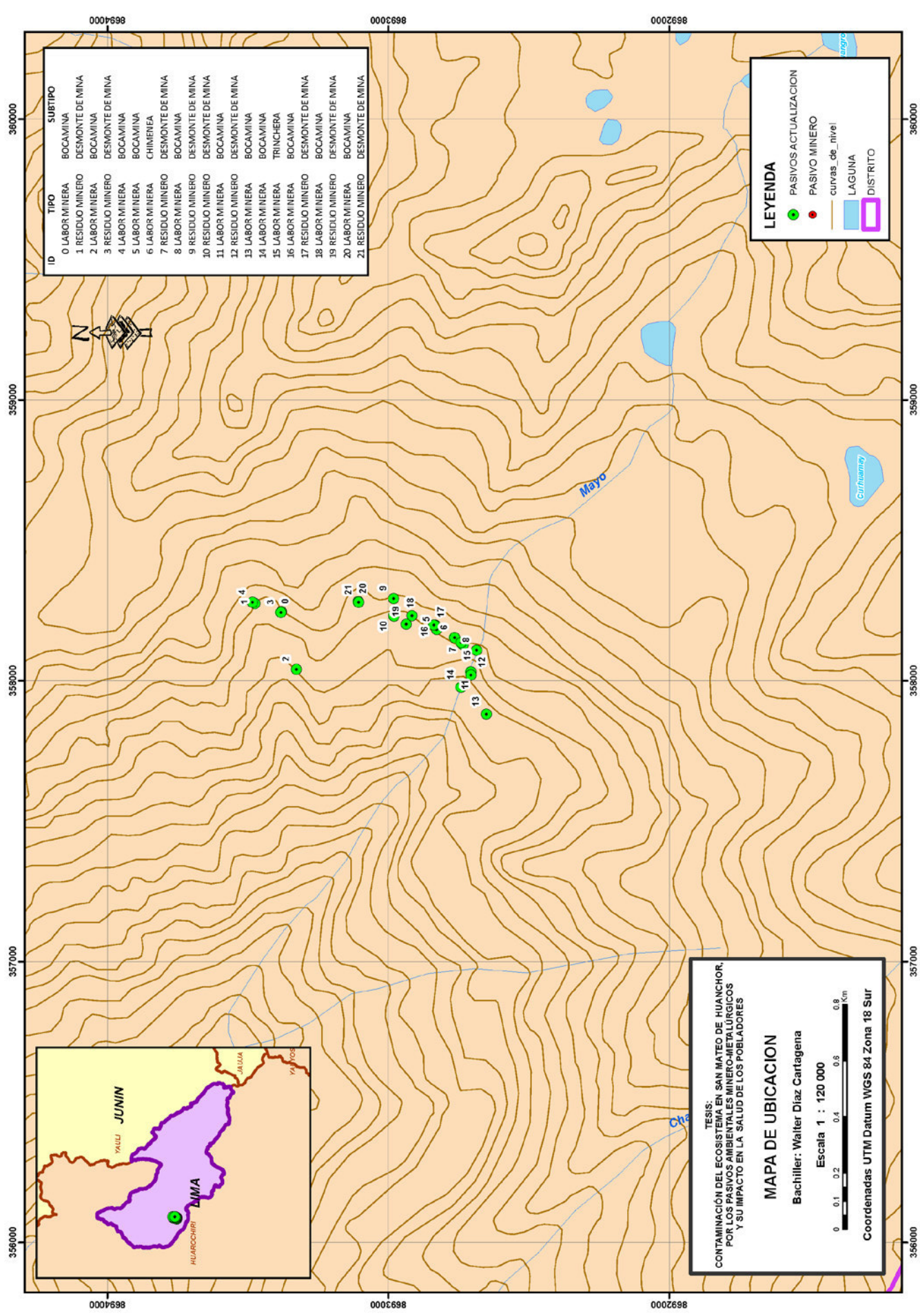
- **Valor del estadístico de prueba (t) :** 0.000
- **Grados de Libertad (gl) :** 3 (es igual a N-1)
- **Valor p (a dos colas) :** 1.000



Partiendo de la premisa que cuando p es menor que α (nivel de significancia asumido que es de 5%) se rechaza la hipótesis nula. Para este caso como p (1.000) es mayor que el nivel de significancia asumido (5%) se rechaza la hipótesis del investigador y se acepta la hipótesis nula, corroborando estadísticamente que no hay contaminación por cadmio en ese período de tiempo en el cuerpo de agua de acuerdo a los resultados de muestreo en la estación E-10.

MAPA 01

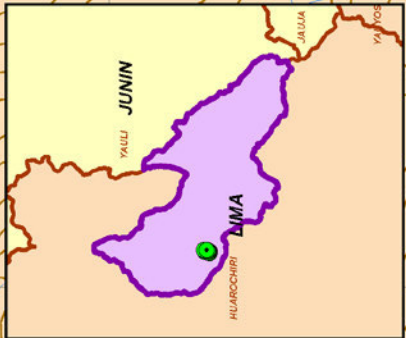
UBICACIÓN



ID	TIPO	SUBTIPO
0	LABOR MINERA	BOCAMINA
1	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA
2	LABOR MINERA	BOCAMINA
3	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA
4	LABOR MINERA	BOCAMINA
5	LABOR MINERA	BOCAMINA
6	LABOR MINERA	CHIMENEA
7	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA
8	LABOR MINERA	BOCAMINA
9	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA
10	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA
11	LABOR MINERA	BOCAMINA
12	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA
13	LABOR MINERA	BOCAMINA
14	LABOR MINERA	BOCAMINA
15	LABOR MINERA	TRINCHERA
16	LABOR MINERA	BOCAMINA
17	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA
18	LABOR MINERA	BOCAMINA
19	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA
20	LABOR MINERA	BOCAMINA
21	RESIDUO MINERO	DESMONTE DE MINA

LEYENDA

- PASIVOS ACTUALIZACION (green dot)
- PASIVO MINERO (red dot)
- curvas_de_nivel (brown line)
- LAGUNA (blue area)
- DISTRITO (pink outline)



TESIS:
CONTAMINACIÓN DEL ECOSISTEMA EN SAN MATEO DE HUANCHOR,
POR LOS PASIVOS AMBIENTALES MINERO-METALÚRGICOS
Y SU IMPACTO EN LA SALUD DE LOS POBLADORES

MAPA DE UBICACION
Bachiller: Walter Díaz Cartagena

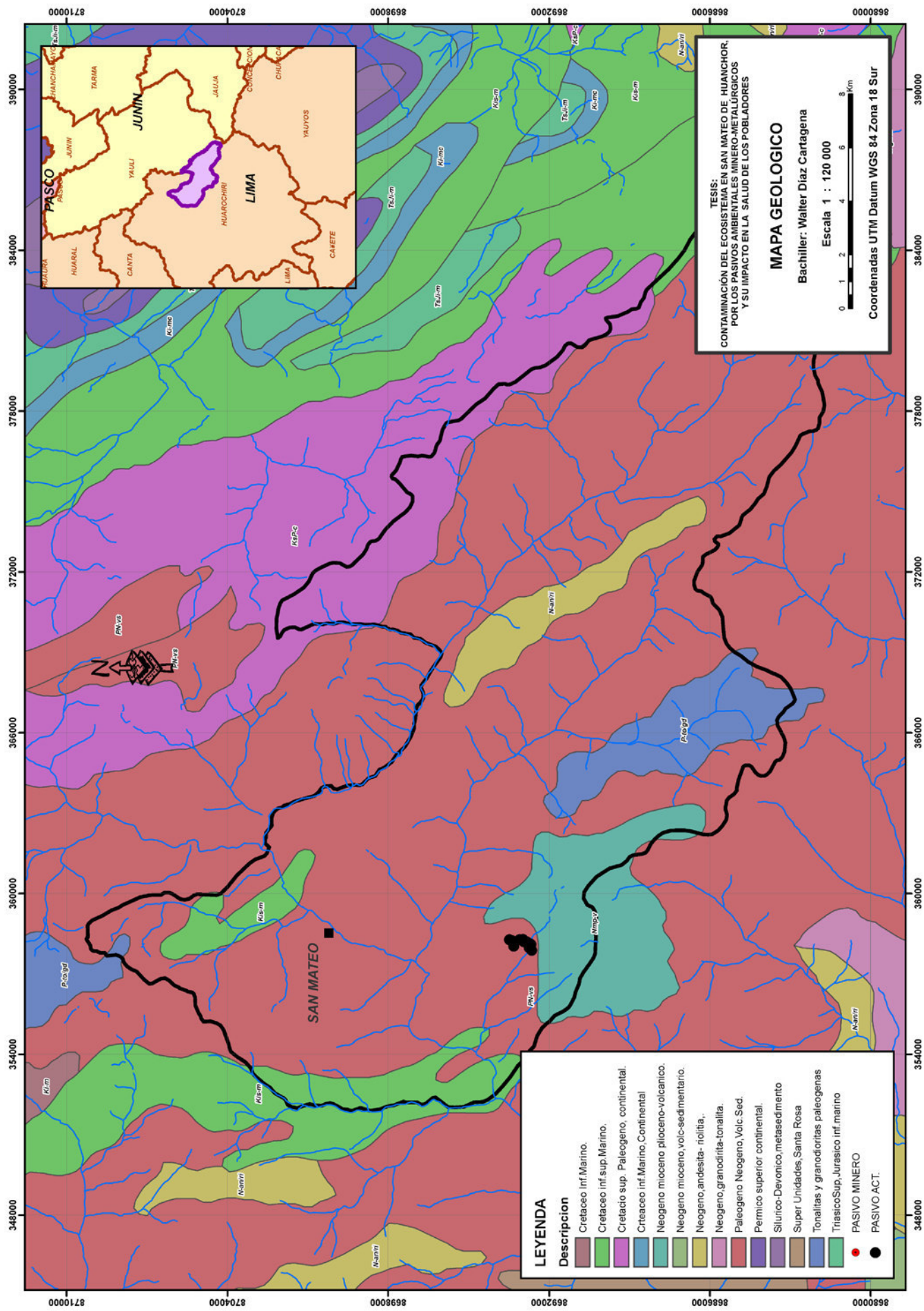
Escala 1 : 120 000

0 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 Km

Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18 Sur

MAPA 02

GEOLOGÍA



TESIS:
CONTAMINACIÓN DEL ECOSISTEMA EN SAN MATEO DE HUANCHOR,
POR LOS PASIVOS AMBIENTALES MINERO-METALÚRGICOS
Y SU IMPACTO EN LA SALUD DE LOS POBLADORES

MAPA GEOLOGICO
Bachiller: Walter Díaz Cartagena

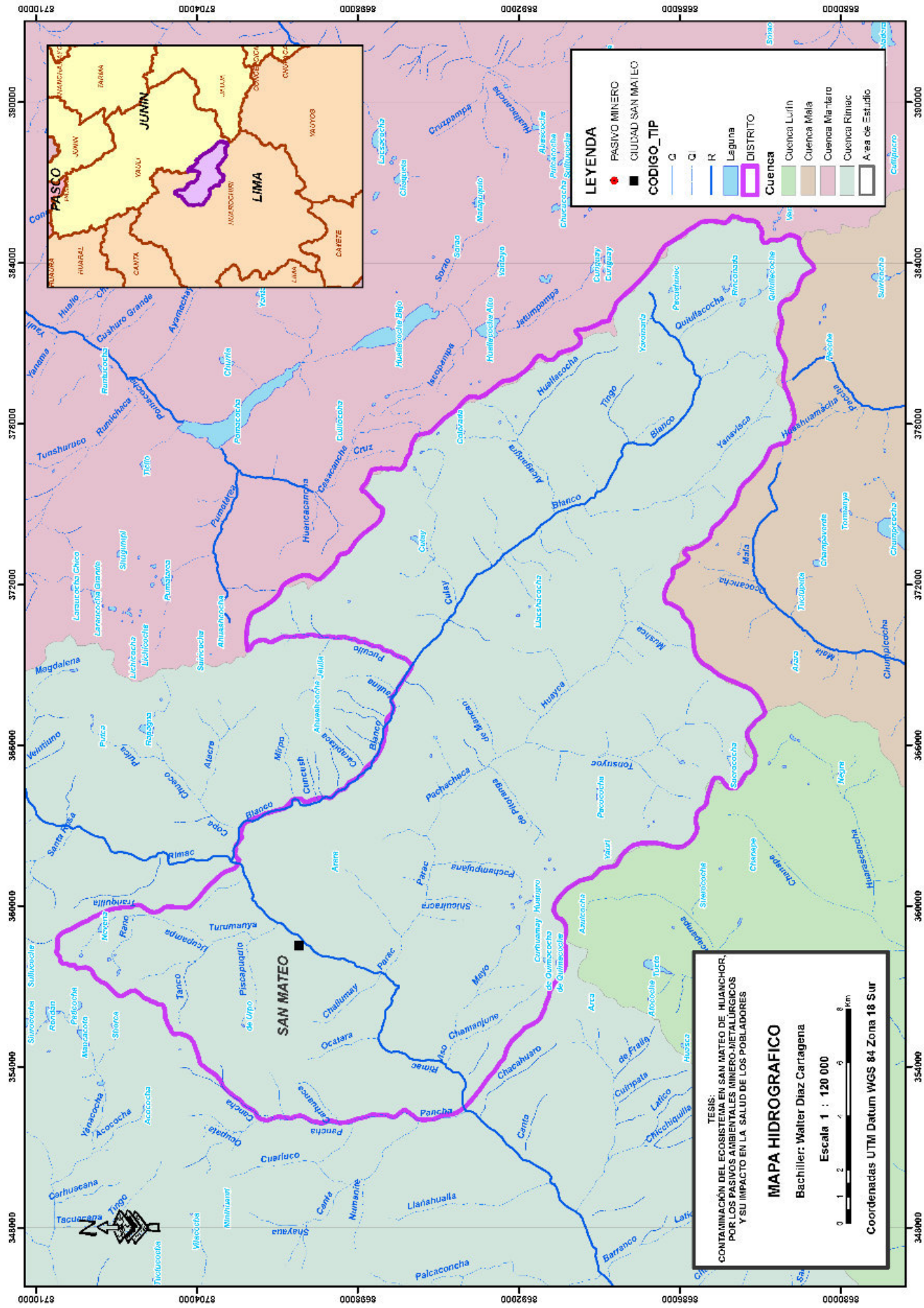
Escala 1 : 120 000

0 1 2 4 6 8 Km

Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18 Sur

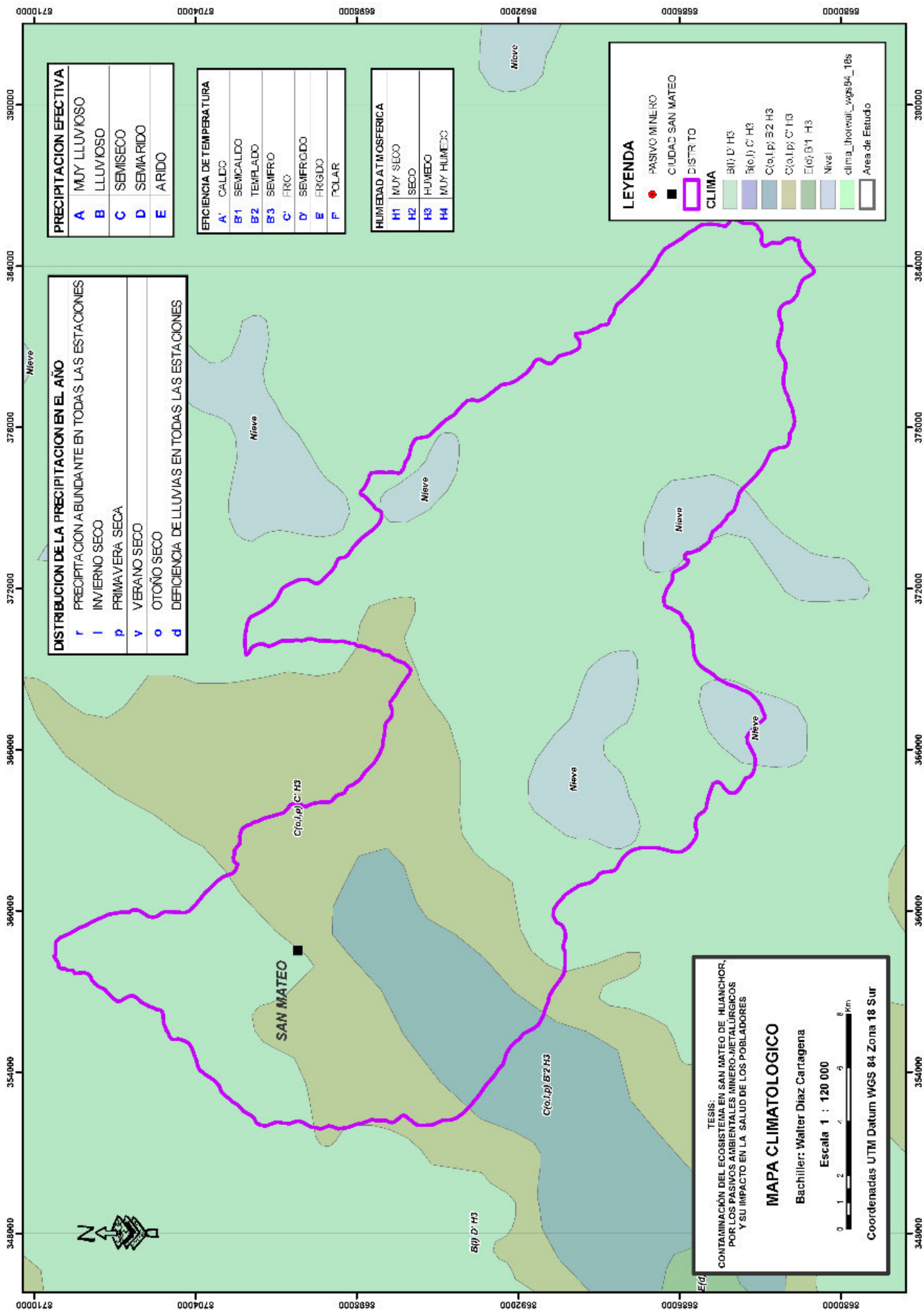
MAPA 03

HIDROGRAFÍA



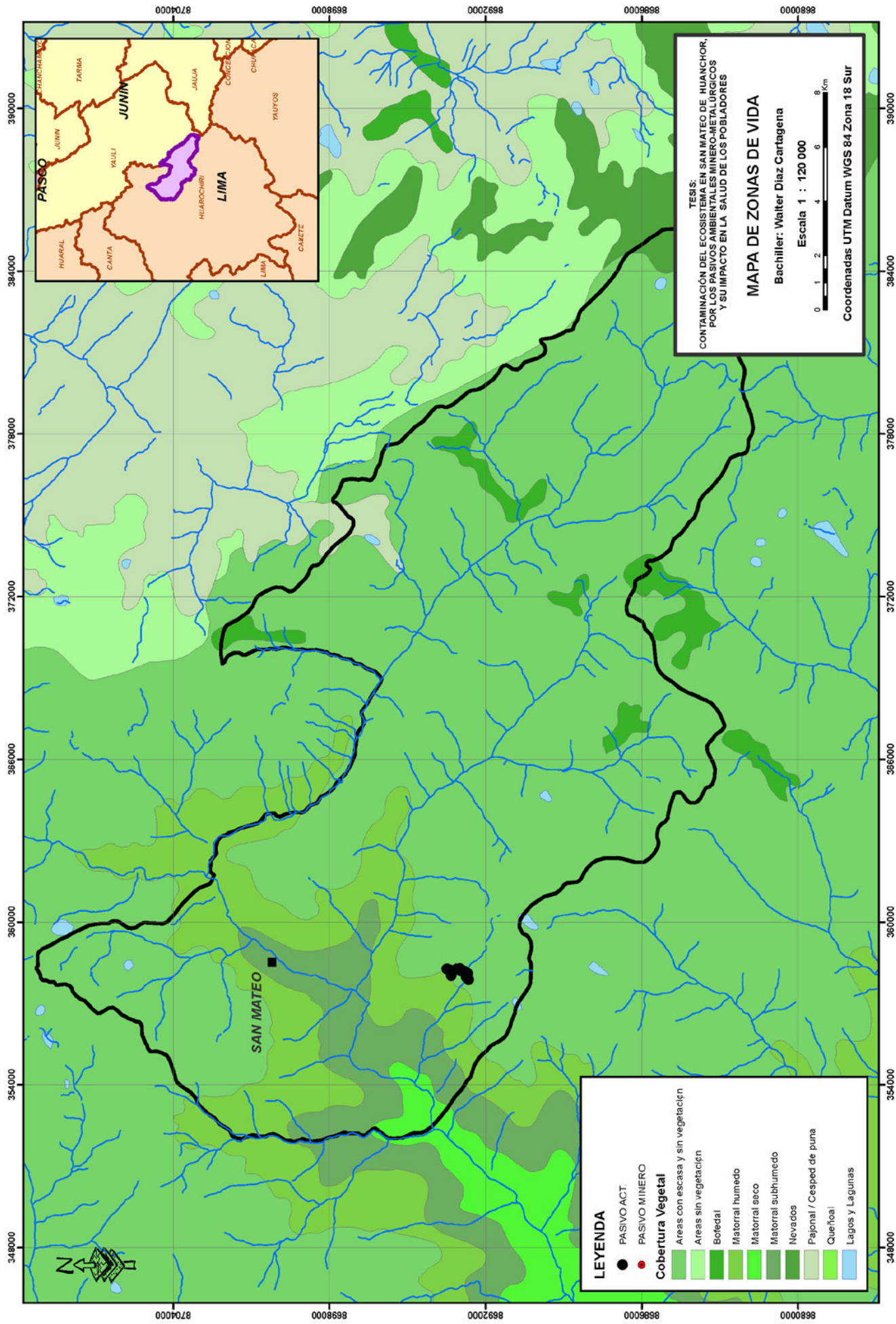
MAPA 04

CLIMATOLÓGICO



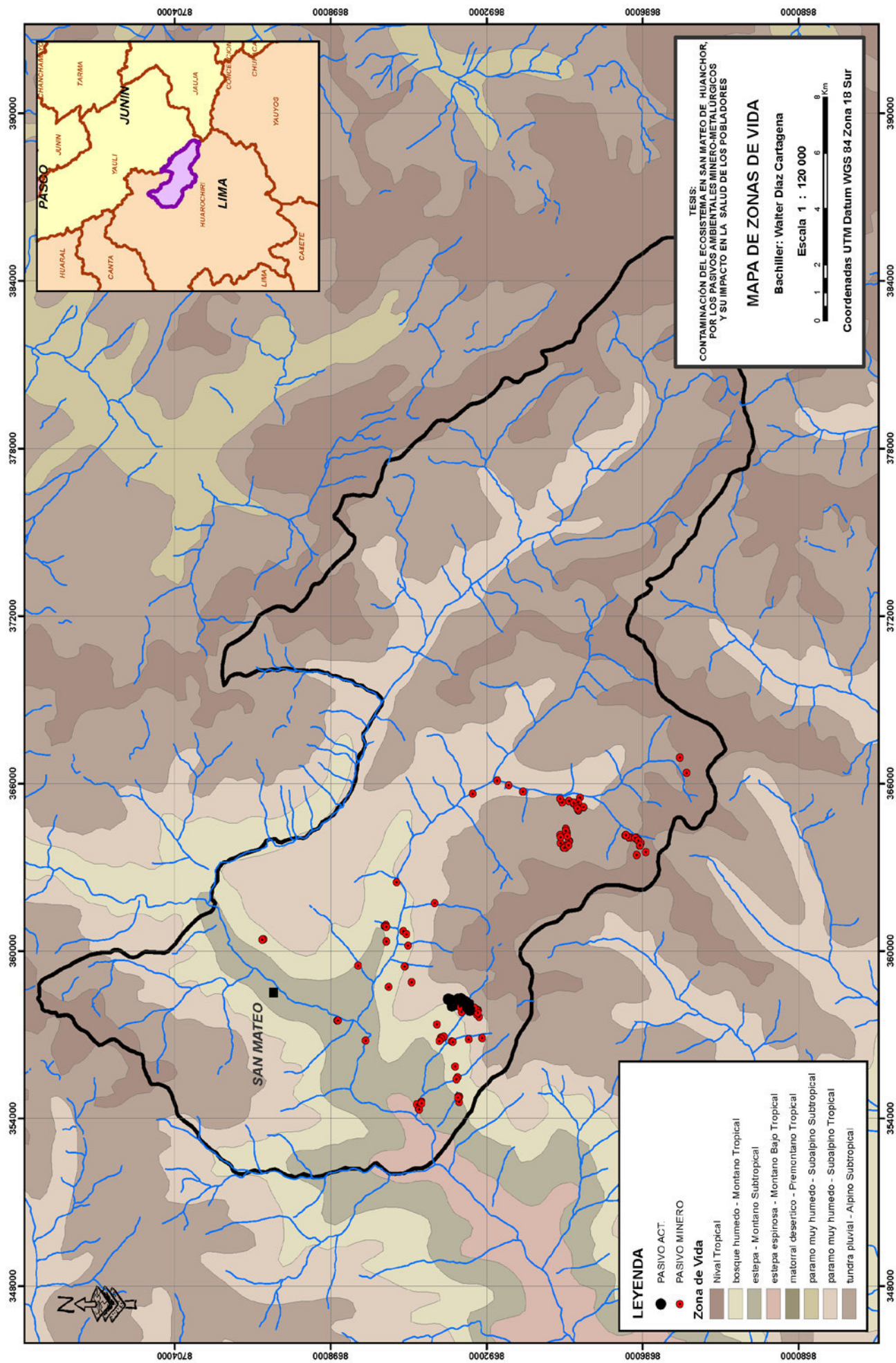
MAPA 05

COBERTURA VEGETAL



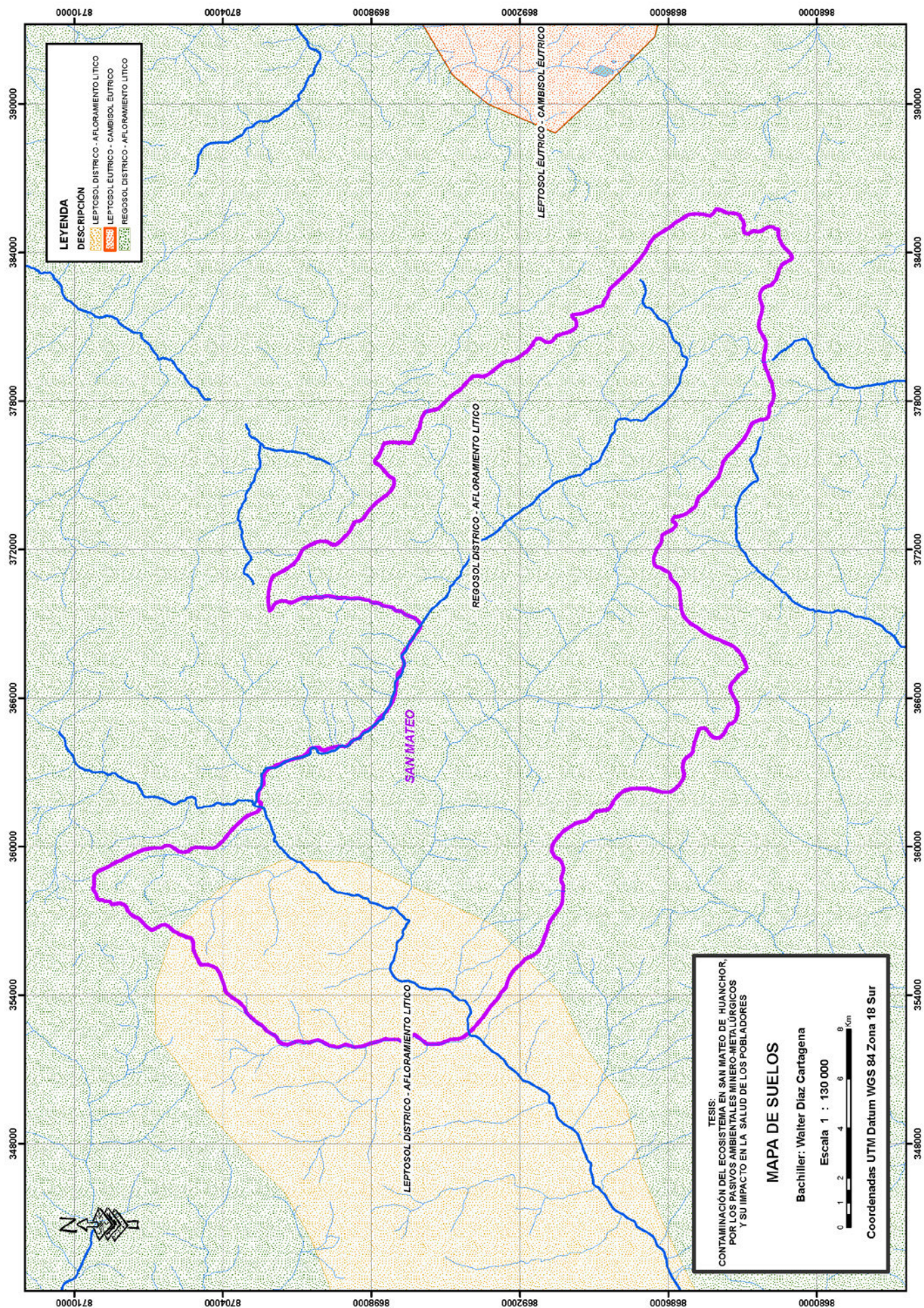
MAPA 06

ZONAS DE VIDA



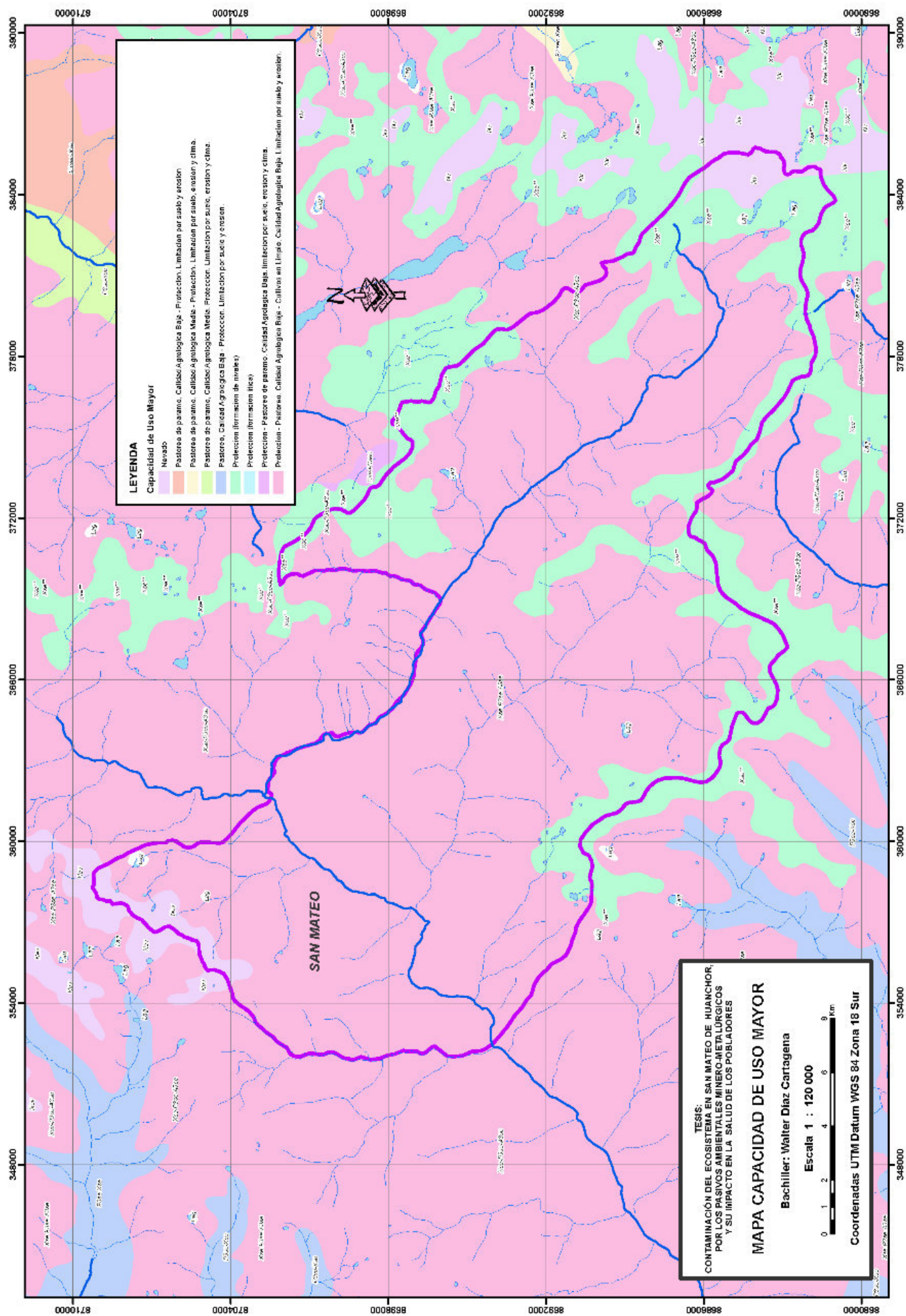
MAPA 07

CLASIFICACIÓN DE SUELO



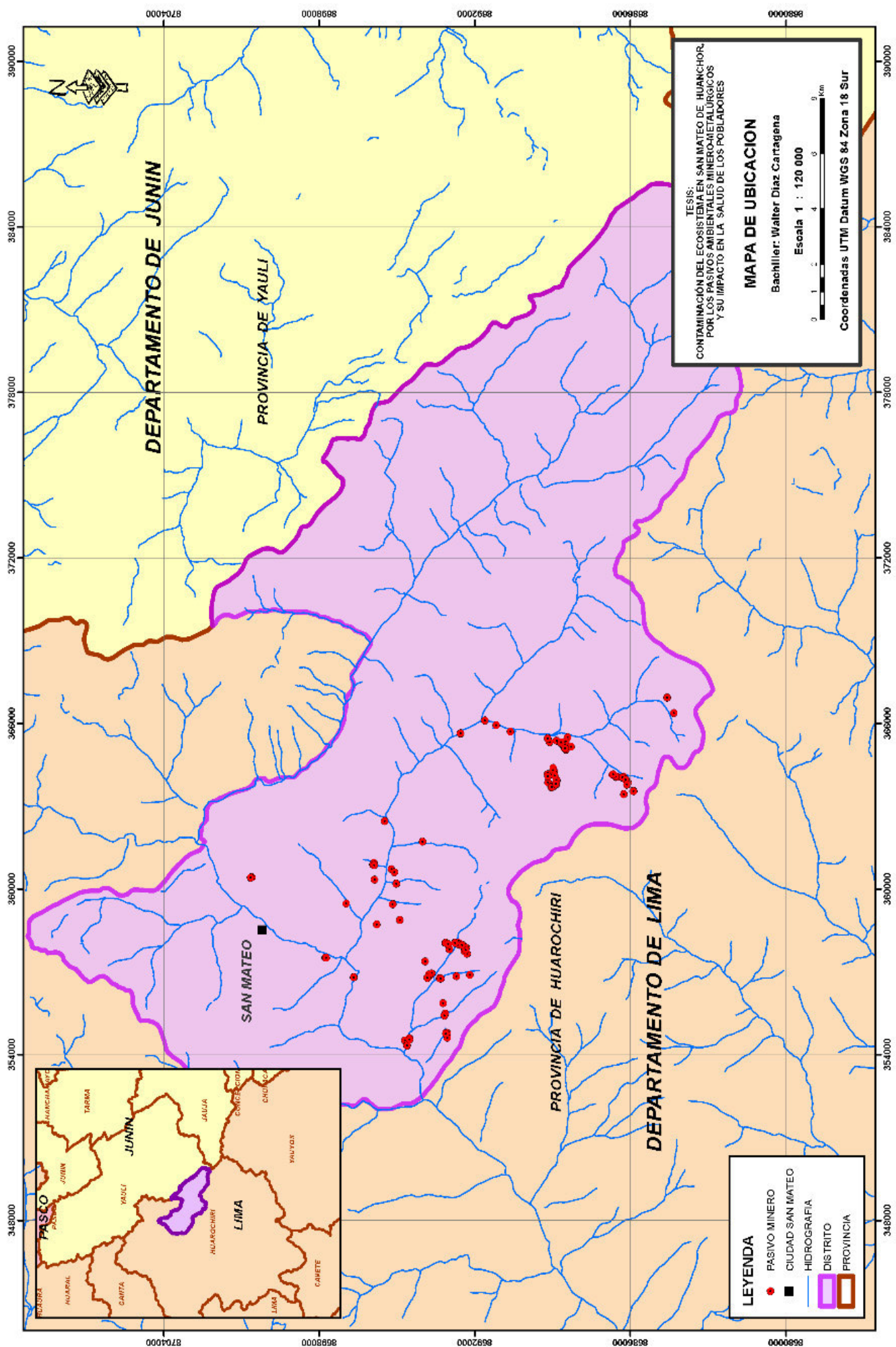
MAPA 08

CAPACIDAD DE USO MAYOR



MAPA 09

PASIVOS AMBIENTALES



MAPA 10

GEOMORFOLÓGICO

