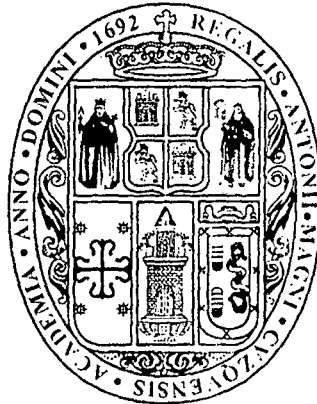


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO  
ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**“ESCENARIOS DE CONTAMINACIÓN CAUSADOS POR  
BOTADEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CUENCA  
DE POMACANCHI, ACOMAYO – CUSCO”**

**TESIS PRESENTADO POR:  
Br. Alejandro Pumachapi Sutta  
Br. Edgar Canazas Chávez**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL  
DE BIÓLOGO.**

**ASESORA: M.Sc. Margot Paiva Prado**

**Tesis Auspiciada por el Consejo de  
Investigación – UNSAAC.**

**CUSCO – PERÚ  
2012**

## ***DEDICATORIA***

***Este trabajo va dedicado a mi madre y padre. María y  
Máximo, por todo lo que significan para mí y toda mi  
familia. Es la esencia de los logros en mi vida.***

***Alejandro.***

## **DEDICATORIA**

*Con mucho amor y gratitud*

***A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.***

***A mi madre Lic. Saturnina Chávez por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.***

***A mi padre Lic. Nicolás Canazas por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.***

***A mis hermanos Willer y Naiy Ruth, por su cariño y comprensión.***

***Edgar.***

## AGRADECIMIENTOS

*Expresamos nuestros sinceros agradecimientos:*

- *A la M.Sc. Margot Paiva Prado por su valioso asesoramiento.*
- *A los profesores Dra. Dariela Calderón, Blga. Hedy Espinoza y al Ing. Mario Cumpa por su apoyo durante el desarrollo de la tesis.*
- *Al Dr. Jesùs Efrain Molleapaza Arispe por su apoyo para la culminación del presente trabajo.*
- *Al M. Sc. Beltran Rodrigo Chevarria del Pino por su colaboración en el mejoramiento del trabajo realizado.*
- *A la Blga. Isabel Rodriguez Sanchez por las observaciones realizadas, para una mejor presentación de la tesis.*
- *A la Mgt. Modesta Esther Alvarez Moscoso por las opiniones vertidas sobre el trabajo en pro de su mejora y culminación.*
- *Al Consejo de Investigación–UNSAAC. Por el apoyo económico en la tesis.*
- *Al Ing. Zenon Huaman Gutierrez – representante del SENAMHI en la jurisdicción: Departamentos de Apurimac, Cusco y Madre de Dios*
- *Al Blgo. Israel Aragon – Gobierno Regional del Cusco.*
- *Al Qco. Judit Jibaja Aragón (QDDG) – Gobierno Regional del Cusco.*
- *Al Blgo. Celman Espinoza – Decano del Colegio de Biólogos del Perú – Cusco.*
- *Al Blgo. Michael Garcia Arancibia – Gobierno Regional del Cusco.*
- *A la Srta. Clotilde Vicente Ramirez, por su apoyo y servicio en la recolección de datos y trabajo de campo.*
- *A la Municipalidad Distrital de Sangarará – Oficina de Saneamiento Basico – 2011. por facilitar los trabajos de recolección de datos*
- *A los docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas por contribuir en nuestra formación profesional*
- *Y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.*

**“ESCENARIOS DE CONTAMINACIÓN CAUSADOS POR BOTADEROS DE  
RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CUENCA DE POMACANCHI, ACOMAYO-  
CUSCO”**

**CONTENIDO**

	<b>Pag.</b>
RESUMEN.....	i
INTRODUCCION.....	ii
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	iii
JUSTIFICACIÓN.....	iv
OBJETIVOS.....	v

**CAPITULO I  
MARCO TEORICO**

1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 MARCO LEGAL .....	2
1.3 AUTORIDAD AMBIENTAL COMPETENTE .....	2
1.4 OTRAS AUTORIDADES SECTORIALES .....	4
1.5 FUNDAMENTO TEÓRICO.....	6
1.5.1 El medio ambiente y el ser humano .....	6
1.5.2 Ecosistema .....	7
1.5.3 Contaminación .....	9
1.5.4. Residuos Sólidos y problemática ambiental .....	12
1.5.5 Impacto Ambiental.....	18
1.5.6 Desarrollo sostenible.....	19
1.5.7 Política ambiental .....	21
1.5.8 Gestión Ambiental .....	24
1.5.9 Demografía y característica socio económica humana.....	26
1.5.10 Un lenguaje elemental para la descripción de sistemas .....	27
1.6 MARCO CONCEPTUAL.....	28

## **CAPITULO II**

### **ÁREA DE ESTUDIO**

2.1. Ubicación de la cuenca de Pomacanchi .....	33
2.1.1. Accesibilidad .....	33
2.1.2. Descripción del área de Estudio .....	33
2.1.3. Ecología .....	38
2.1.3.1. Clima .....	38
2.1.3.1.1. Temperatura .....	38
2.1.3.1.2. Precipitación pluvial.....	38
2.1.3.1.3. Humedad.....	38
2.1.3.1.4. Climatodiagrama .....	38
2.1.3.1.5. Zonas de Vida .....	39
2.1.4. Población .....	40

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1 MATERIALES.....	41
3.1.1 Materiales de Gabinete.....	41
3.1.2 Materiales de Campo .....	41
3.2 METODOLOGÍA .....	42
3.2.1 Determinación de la situación actual del aspecto socioeconómico y caracterización de los residuos sólidos en la cuenca de Pomacanchi .....	42
3.2.2. Identificación y Georeferenciación de botaderos de residuos sólidos. ....	44
3.2.3. Elaboración de mapas temáticos y valor bioecológico.....	45
3.2.4. Jerarquización de botaderos de Residuos Sólidos de acuerdo a la vulnerabilidad ambiental.....	52
3.2.5. Evaluación de los escenarios de contaminación por agentes químicos y biológicos, en zonas aledañas a botaderos de Residuos Sólidos.....	53
3.2.6. Elaboración del modelo de proyección de residuos sólidos para 15 años .....	55
3.2.7. Elaboración de un Mapa Temático de contaminación por botadero de residuos sólidos con mayor riesgo. ....	62

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

<b>4.1 RESULTADOS</b> .....	<b>63</b>
4.1.1 Situación actual del aspecto socio económico y la caracterización de residuos sólidos en la Cuenca Pomacanchi.....	63
4.1.2 Identificación y Georreferenciación de botaderos de residuos sólidos....	66
4.1.3. Mapas temáticos y valor Bioecologico .....	68
4.1.3.1. Cobertura vegetal.....	68
4.1.3.2. Biogeográfico.....	69
4.1.3.3. Hidrográfico.....	71
4.1.3.4 Fisiográfico .....	73
4.1.3.5 Mapa de Uso Actual de Suelos.....	75
4.1.3.6 Valor Bioecológico.....	77
4.1.4. Jerarquización de botaderos de residuos sólidos de acuerdo a la Vulnerabilidad Ambiental.....	78
4.1.5. Escenarios de contaminación por agentes químicos y biológicos en zonas aledaña a botaderos de residuos sólidos.....	79
4.1.5.1 Agentes químicos.....	79
4.1.5.2 Agentes biológicos .....	80
4.1.6. Modelo de proyección de escenarios ambientales contaminados por residuos sólidos para 15 años.....	81
4.1.6.1 Pomacanchi – Waqlalaqay .....	81
4.1.6.2 Pomacanchi – Minaspuncu.....	91
4.1.6.3 Sangarará.....	100
4.1.7 Mapa Temático de contaminación por botaderos de residuos sólidos con mayor riesgo.....	109
4.2 DISCUSIONES.....	110

**CONCLUSIONES**  
**RECOMENDACIONES**  
**REVISION BIBLIOGRAFICA**  
**ANEXOS**

## RESUMEN

Las poblaciones humanas desarrollan diferentes formas de uso del territorio directamente proporcional con el desarrollo económico y tecnológico, generando residuos sólidos como producto del consumo que realizan. Aún no se han determinado los efectos causados por los botaderos de residuos sólidos, ya sea por lixiviados o agentes biológicos en la Cuenca de Pomacanchi, en vista de que presenta una riqueza hídrica. El objetivo de la investigación es Determinar y Evaluar los escenarios de contaminación causados por botaderos de residuos sólidos en, Proyectados para 15 años.

La metodología fue en base a dinámica de sistemas, para lo cual, se identificó los datos socioeconómicos por medio de la información secundaria, de los cuales, el gasto per cápita de Sangarará y Pomacanchi es de, S/. 310.9 y S/. 258.7 respectivamente; Mediante la caracterización de residuos sólidos por el número de pobladores, en Pomacanchi es superior al de Sangarará, 2904.32 Kg/día y 1788.08 Kg/día respectivamente.

Se identificaron y georeferenciaron a 18 botaderos dentro del área de estudio; se desarrolló un mapa temático de valor Bioecológico, como producto de un modelamiento, donde se identificaron áreas de muy alto Valor Bioecológico, de 11% del total del área de estudio; de acuerdo a un proceso de valoración, los botaderos más representativos en el área de estudio son 03, son: Waqlalaqay, Minaspunku y Sangarará;

Se determinó los escenarios mediante un proceso de modelamiento para 15 años de Waqlalaqay, que es el de mayor riesgo en el cuál, el NaCl, para el año 0, es de 0.158% y para el año 15, es de 1.32%; En UFC, en el año 0, es de 57 UFC y para el año 15 es de 59 UFC cuesta abajo y 32 UFC en año 0 y para el año 15 es de 34 UFC. Con respecto a la presencia de Plomo, solo se ha identificado en Waqlalaqay, para el año inicial la concentración es de 0.01 ppm y a los 15 años es de 1.247 ppm.

Finalmente, se desarrolló un mapa de sobreposición con datos proyectados y áreas determinadas de Valor Bioecológico, para el Botadero de Waqlalaqay por ser este el de mayor riesgo ambiental.



## INTRODUCCION

La producción de residuos sólidos es un problema muy grande en la actualidad para la misma sociedad en sí, en el Perú y zonas rurales no es la excepción. La denominación de botadero hace referencia a la acumulación inapropiada de residuos sólidos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías que generan riesgos sanitarios o ambientales y carecen de autorización sanitaria.

Teniendo en cuenta que en la Sub cuenca de Pomacanchi, existen botaderos clandestinos que albergan la producción de residuos sólidos en extensas áreas y provocando contaminación de los ecosistemas y que pueden poner en riesgo la salud pública.

Es necesario considerar aspectos de la importancia de los residuos sólidos; el interés que existe de cómo manejar los residuos sólidos; el problema que representa los residuos sólidos para el ecosistema, la salud, etc. estas razones han motivado la realización del presente trabajo de investigación por el que se efectuó la determinación de los escenarios de contaminación.

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La situación actual del manejo de los residuos sólidos, se encuentra en condiciones críticas en los distritos de Sangarara y Pomacanchi, debido a que no cuentan con un relleno sanitario, depositan sus residuos sólidos en botaderos no controlados (clandestinos), que actualmente en algunos ha colapsado y obviamente no reúnen las condiciones técnicas, por lo que producen una contaminación ambiental, deteriorando los ecosistemas, generando contaminación del suelo, aire, etc. y afectando directamente a la salud de las poblaciones humanas que viven en los lugares más cercanos.

Las diferentes actividades antrópicas, dan lugar al uso de diversos artículos que satisfacen las necesidades del momento de los grupos sociales, de esta forma se van produciendo residuos sólidos en cantidades muy significativas en las diferentes comunidades de Pomacanchi las que vienen provocando diversas variaciones en la calidad ambiental de los diferentes ecosistemas. Toda esta problemática nos permite plantearnos las siguientes interrogantes ¿Qué factores influyen para la mayor o menor producción de residuos sólidos en la sub cuenca de Pomacanchi? ¿Dónde se encuentran los botaderos? ¿De qué depende el valor bioecológico? ¿Cómo influyen los botaderos a la vulnerabilidad ambiental? ¿En qué medida se van contaminando los suelos y el aire de sustancias nocivas por la presencia de los residuos sólidos? ¿Se puede proyectar la contaminación de residuos sólidos? ¿ Se puede elaborar un mapa temático de contaminación de los botaderos con mayor riesgo?

## **JUSTIFICACIÓN**

La presencia de botaderos clandestinos de residuos sólidos en el Distrito de Pomacanchi, Sangarará y el resto de sus comunidades y anexos son una amenaza ya vienen provocando problemas de contaminación en zonas aledañas, pérdida de cobertura vegetal y alteraciones de paisaje, por lo tanto afectando el valor bioecológico de estas áreas, frente a los cuales no se cuenta con Instrumentos de gestión que faciliten predecir los futuros escenarios de contaminación para una adecuada gestión ambiental.

El trabajo se realizó en base a dinámica de sistemas se determinó los escenarios mediante un proceso de modelamiento con datos proyectados y áreas determinadas de Valor Bioecológico.

La finalidad del presente estudio es determinar los escenarios de contaminación causados por botaderos de residuos sólidos en la cuenca de Pomacanchi, ubicado en los distritos de Pomacanchi, Sangarara y parte de Acopia en la provincia de Acomayo del departamento del Cusco. A su vez, el de proporcionar una herramienta que permita predecir a futuro los acontecimientos ambientales, los cuales ayudaran a identificar, justificar y orientar la toma de decisiones al respecto por parte de las autoridades sectoriales y entidades correspondientes.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar y evaluar los escenarios de contaminación causados por botaderos de residuos sólidos en la Cuenca de Pomacanchi, provincia de Acomayo, región Cusco.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a. Determinar la situación actual del aspecto socioeconómico y caracterizar los residuos sólidos en la Cuenca de Pomacanchi.
- b. Identificar y Georreferenciar los botaderos de residuos sólidos.
- c. Elaborar mapas temáticos para determinar el valor bioecológico.
- d. Jerarquizar los botaderos de residuos sólidos de acuerdo a la vulnerabilidad ambiental.
- e. Evaluar los escenarios de contaminación por agentes químicos y biológicos en zonas aledañas a botaderos de residuos sólidos.
- f. Diseñar un modelo de proyección de residuos sólidos para 15 años.
- g. Elaborar un mapa temático de contaminación por botaderos de residuos sólidos con mayor riesgo.

# CAPITULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 ANTECEDENTES

**CONAMA-PERU 2000**, detallan teniendo en cuenta que a nivel mundial los esfuerzos en el sector (tratamiento de residuos sólidos) se han orientado fundamentalmente a la eliminación o el aprovechamiento por métodos seguros de los residuos producidos. De acuerdo al contexto mundial, regional y nacional, considerando los alcances de la cooperación técnica internacional y los lineamientos de política, especialmente lo referido al manejo integrado de residuos urbanos e industriales que estimule su reducción, reúso y reciclaje. Así mismo con la finalidad de contribuir a promover la salud de las personas y proteger el ambiente con una gestión integral y sostenible de los residuos sólidos.

**VASQUEZ O. 2004**, esta investigación se sustenta en la simulación de un modelo de gestión de residuos sólidos, fue construido utilizando la dinámica de sistemas y programado en Powersim®. El modelo integra los diversos componentes participantes, tales como: población, condición socioeconómica, recolección de residuos, vertederos ilegales de residuos, estaciones de transferencias y rellenos sanitarios. Concluyendo que una campaña informativa y funcional, la cual aumenta los residuos reciclados, tiene una incidencia significativa en la cantidad de residuos en los rellenos sanitarios y en los costos asociados a la producción, recolección y disposición de los residuos sólidos domiciliarios en esta región.

**MUNICIPALIDAD DE POMACANCHI. 2011**, elaboraron de manera concertada el diagnóstico de la gestión y manejo de residuos sólidos en Pomacanchi, estableciendo un proceso de planificación del sistema de gestión y manejo de residuos a través de la formulación del PIGARS para contar con un instrumento de gestión que permita orientar la política institucional para un manejo integral de los residuos sólidos en el distrito.

## 1.2 MARCO LEGAL

- ❖ **Constitución Política del Perú:** En su artículo 2° establece que es derecho fundamental de toda persona gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.
- ❖ **Ley General de Residuos Sólidos Ley N° 27314:** En su artículo 1° establece los derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana.
- ❖ **Decreto Supremo No. 057-2004-PCM Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos:** En su artículo 23° dispone la formulación de Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) para una adecuada administración de los mismos.
- ❖ **Ley Orgánica de Municipalidades Ley No. 27972:** En su artículo 80° establece las competencias municipales en cuanto a la limpieza pública, el recojo, transporte y disposición final de los Residuos Sólidos.

## 1.3 AUTORIDAD AMBIENTAL COMPETENTE

### 1.3.1 El Ministerio del Ambiente (MINAM).

- Coordina con las autoridades sectoriales y municipales la debida aplicación de la Ley General de Residuos Sólidos.
- Promueve la adecuada gestión de residuos sólidos, mediante el Sistema Nacional de Gestión Ambiental, y la aprobación de políticas, planes y programas de gestión integral de residuos sólidos, a través de la Comisión Ambiental Transectorial.
- Aprueba la Política Nacional de Residuos Sólidos.
- Armoniza los criterios de evaluación de impacto ambiental con los lineamientos de política.
- Promueve la elaboración y aplicación de Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos en las distintas ciudades del país, de conformidad con lo establecido en esta Ley.

- Incluye en el Informe Nacional sobre el Estado del Ambiente en el Perú, el análisis referido a la gestión y el manejo de los residuos sólidos, así como indicadores de seguimiento respecto de su gestión.
- Incorpora en el Sistema Nacional de Información Ambiental información referida a la gestión y manejo de los residuos sólidos.
- Resuelve, a través del Tribunal de Solución de Controversias Ambientales (en última instancia administrativa) los recursos impugnativos interpuestos con relación a conflictos entre resoluciones o actos administrativos emitidos por las distintas autoridades, relacionados con el manejo de los residuos sólidos.  
( Ley N° 27314, 2001)

### **1.3.2 El Ministerio de Salud**

1. Norma a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), lo siguiente:
  - a) Los aspectos técnico-sanitarios del manejo de residuos sólidos, incluyendo los correspondientes a las actividades de reciclaje, reutilización y recuperación.
  - b) El manejo de los residuos sólidos de establecimientos de atención de salud, así como de los generados en campañas sanitarias.
2. Declara zonas en estado de emergencia sanitaria por el manejo inadecuado de los residuos sólidos.
3. Aprueba Estudios Ambientales y emite opinión técnica favorable de los proyectos de infraestructura de residuos sólidos del ámbito municipal, previamente a su aprobación por la municipalidad provincial correspondiente.
4. Aprueba Estudios Ambientales y los proyectos de infraestructura de residuos sólidos no comprendidos en el ámbito de la gestión municipal que están a cargo de una empresa prestadora de servicios de residuos sólidos o al interior de establecimientos de atención de salud, sin perjuicio de las licencias municipales correspondientes.

5. Emite opinión técnica favorable de los Estudios Ambientales y aprueba los proyectos de infraestructura de residuos sólidos, en los casos señalados en el segundo párrafo del artículo anterior.

6. Vigila el manejo de los residuos sólidos debiendo adoptar, según corresponda, las siguientes medidas:

- a) Inspeccionar y comunicar a la autoridad sectorial competente las posibles infracciones detectadas al interior de las áreas e instalaciones indicadas en el artículo anterior, en caso que se generen impactos sanitarios negativos al exterior de ellas.
- b) Dispone la eliminación o control de los riesgos sanitarios generados por el manejo inadecuado de residuos sólidos.
- c) Requiere con la debida fundamentación el cumplimiento de la Ley General de Residuos Sólidos a las autoridades competentes, bajo responsabilidad.

7. Administra y mantiene actualizado el registro de las empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos y de las empresas comercializadoras. (Ley N° 27314, 2001)

### **1.3.3 Ministerio de Transportes y Comunicaciones**

Norma, autoriza y fiscaliza el uso de las vías nacionales para este fin.

Asimismo, en coordinación con los gobiernos regionales correspondientes, autoriza el uso de las vías regionales para el transporte de residuos peligrosos, cuando la ruta a utilizar implique el tránsito por más de una región, sin perjuicio de las facultades de fiscalización a cargo de los gobiernos regionales en el ámbito de sus respectivas competencias. (Ley N° 27314, 2001)

## **1.4 OTRAS AUTORIDADES SECTORIALES**

La gestión y el manejo de los residuos sólidos de origen industrial, agropecuario, agroindustrial, de actividades de la construcción, de servicios de saneamiento o de instalaciones especiales, son normados, evaluados, fiscalizados y sancionados por los ministerios u organismos reguladores o de fiscalización correspondientes. (Ley N° 27314, 2001)



## **Gobiernos Regionales**

1. Los gobiernos regionales promueven la adecuada gestión y manejo de los residuos sólidos en el ámbito de su jurisdicción.
2. Priorizan programas de inversión pública o mixta, para la construcción, puesta en valor o adecuación ambiental y sanitaria de la infraestructura de residuos sólidos en el ámbito de su jurisdicción, en coordinación con las municipalidades provinciales correspondientes.
3. El gobierno regional debe asumir, en coordinación con la autoridad de salud de su jurisdicción y el Ministerio del Ambiente, o a pedido de cualquiera de dichas autoridades, según corresponda, la prestación de los servicios de residuos sólidos para complementar o suplir la acción de aquellas municipalidades provinciales o distritales que no puedan hacerse cargo de los mismos en forma adecuada, o que estén comprendidas en el ámbito de una declaratoria de emergencia sanitaria o ambiental. El costo de los servicios prestados deberá ser sufragado por la municipalidad correspondiente. (Ley N° 27314, 2001)

## **Gobiernos Locales**

- a) Planificar la gestión integral de los residuos sólidos en el ámbito de su jurisdicción, compatibilizando los planes de manejo de residuos sólidos de sus distritos y centros poblados menores, con las políticas de desarrollo local y regional y con sus respectivos Planes de Acondicionamiento Territorial y de Desarrollo Urbano.
- b) Regular y fiscalizar el manejo y la prestación de los servicios de residuos sólidos de su jurisdicción.
- c) Emitir opinión fundamentada sobre los proyectos de ordenanzas distritales referidos al manejo de residuos sólidos, incluyendo la cobranza de arbitrios correspondientes.
- d) Asumir, en coordinación con la autoridad de salud de su jurisdicción y el Ministerio del Ambiente, o a pedido de cualquiera de dichas autoridades, según corresponda, la prestación de los servicios de residuos sólidos para complementar o suplir la acción de aquellos distritos que no puedan hacerse cargo de los mismos en forma

adecuada o que hayan sido declarados en emergencia sanitaria o ambiental. El costo de los servicios prestados deberá ser sufragado por la municipalidad distrital correspondiente.

- e) Asegurar la adecuada limpieza de vías, espacios y monumentos públicos, además de la recolección y transporte de residuos sólidos en el mercado del distrito, de las ciudades capitales correspondientes.
- f) Aprobar los proyectos de infraestructura de residuos sólidos del ámbito de gestión municipal.
- g) Autorizar el funcionamiento de la infraestructura de residuos sólidos del ámbito de gestión municipal y no municipal.
- h) Adoptar medidas conducentes a promover la constitución de empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos, así como incentivar y priorizar la prestación privada de dichos servicio.
- i) Autorizar y fiscalizar el transporte de residuos peligrosos en su jurisdicción, en concordancia con lo establecido en la ley N° 28256, ley que regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, con excepción del que se realiza en las vías nacionales y regionales.
- j) Suscribir contratos de prestación de servicios de residuos sólidos con las empresas registradas en el Ministerio de Salud.
- k) Implementar progresivamente programas de segregación en la fuente y la recolección selectiva de los residuos sólidos en todo el ámbito de su jurisdicción, facilitando su reaprovechamiento y asegurando su disposición final diferenciada y técnicamente adecuada.

(Ley N° 27314, 2001)

## **1.5 FUNDAMENTO TEÓRICO**

### **1.5.1 El medio ambiente y el ser humano**

Desde nuestra evolución como tal, los seres humanos realizamos e imponemos una selección a las especies y ecosistemas que utilizamos de acuerdo con nuestras necesidades y aspiraciones. Eso nos convierte en protagonistas de la naturaleza. El ser humano está determinado por su condición de animal político y sujeto económico, y por tanto está sometido a interactuar y transformar permanente su

entorno natural y socialmente adaptado para satisfacer sus necesidades de sustento y sus aspiraciones espirituales. Las decisiones que toma y ejecuta en este sentido - en otras palabras, sus intenciones-, reflejan la escala de valores con la cual califica sus necesidades de sustento y aspiraciones espirituales. Este sello inextricable que la intervención humana imprime sobre su entorno y refleja sus decisiones políticas en el sentido de juicios de valor-, es lo que se designa con el concepto de «lo ambiental» (Maya *et al*;1997).

### **1.5.2 Ecosistema**

Un sistema es simplemente un conjunto de elementos (subsistemas) relacionados entre sí, los elementos pueden ser moléculas, organismos, máquinas o partes de ellas, entidades sociales e incluso conceptos abstractos. Asimismo, las relaciones, interconexiones, o eslabonamientos entre los elementos se puede manifestar de manera muy diferentes (transacciones económicas, flujos de materia o energía, vínculos causales, señales de control, entre otros) (Centro Economico para America Latina; 2003).

Un ecosistema viene a ser la interacción de la biocenosis y el biotopo. Los ecosistemas dependen del flujo de energía y un proceso constante de intercambio de energía, es decir la permanencia de los ecosistemas depende de factores endógenos y exógenos, los factores endógenos están referidos a lo mismo fenómenos biológicos o ambientales que pueda suceder dentro de los ecosistemas, mientras en la parte exógena, se ve representado por los fenómenos que suceden en el externo de los ecosistemas.

#### **a) El suelo como parte del ecosistema**

El suelo está formado por materiales erosionados procedentes de las rocas subyacentes o transportadas por la acción del viento, agua o nieve y depositadas sobre el lecho rocoso. En cualquier caso, este nivel varía de composición según los lugares.

Si se examina verticalmente de arriba abajo, un corte de 1 a 2 metros de este horizonte iluvial, hallamos, a menudo, que difiere la

composición de los materiales inferiores. Por estar cerca de la atmósfera, la zona superior está más influenciada por la acción transformadora del viento, del agua y de los cambios de temperatura, esta zona es, además, el asiento de las raíces de muchas plantas. Los residuos vegetales, originalmente depositados en la superficie, llegan a incorporarse en ella por las lombrices de tierra al abrir sus galerías para ser más tarde desintegrados y descompuestos parcialmente por microorganismos (Buckman et al 1965).

#### **b) La cobertura vegetal como parte del ecosistema**

Es la capa de vegetación natural que se encuentra en una superficie, esta se caracteriza por la presencia de diversas especies de plantas tanto endémicas y exóticas que cohabitan el territorio. La presencia está en base a los caracteres climáticos, como pueden ser la latitud, altitud o los mismos elementos ambientales como calor, humedad, etc. Esta cobertura puede estar conformada por bosques, campos agrícolas, matorrales, etc.

#### **c) El papel del ecosistema en la Gestión Ambiental**

El ecosistema como una unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones: función que se hace operativa a través del concepto de unidad ambiental, que no es otra cosa que la expresión externa, inventariable y cartografiable del ecosistema subyacente. Este concepto, permite romper la estructura temática por elementos: tierra, aire, agua, suelo, vegetación, fauna, etc., de la información ambiental, sustituyéndola por información zonal referida a los sectores territoriales relativamente homogéneos: unidades ambientales, las cuales pueden entenderse como la manifestación externa de los ecosistemas y ser tratada como tales en el proceso de toma de decisiones (Gomez; 2003).

#### **d) Amenazas contra los procesos ecológicos**

A menudo las consecuencias de las actividades humanas son menos directas y más inesperadas; estas consecuencias pueden ser difíciles de detectar o tal vez están muy alejadas en tiempo o espacio.

Para brindar un ejemplo relativamente sencillo digamos que el desmonte del suelo para agricultura o aserraderos con frecuencia conduce a la erosión y al depósito de limo aguas debajo de una cuenca durante largos periodos. Por lo tanto, los hábitat fluviales pueden verse afectados y los reservorios de los embalses enlaman, la erosión del suelo deforestado causan daños en las corrientes de agua (Ricklefs; 2001).

### **1.5.3 Contaminación**

Viene a ser un proceso de incorporación de ciertas sustancias a un sistema ecológico, que conlleve a la disminución de la capacidad vital de los individuos que ocupan dicho sistema ecológico.

La contaminación es uno de los problemas más importantes que afectan a nuestro planeta, y surge cuando, por presencia cuantitativa o cualitativa de materia o energía, se produce un desequilibrio ambiental. Este término podemos definirlo también, de una manera más clara, como la adición de cualquier sustancia al medio ambiente, en cantidades tales, que cause efectos adversos en los seres humanos, animales, vegetales o materiales que se encuentren expuestas a dosis que sobrepasen los niveles que se encuentran regularmente en la naturaleza (Enkerlin et al 1997).

Los diferentes procesos de contaminación se clasifican en:

#### **a) Contaminación de suelos**

La contaminación del suelo ha recibido menos atención que la contaminación del aire y del agua.

Una forma de clasificar la contaminación del suelo es la siguiente:

- 1) Por aplicación directa de químicos tales como pesticidas y fertilizantes.
- 2) Por disposición de residuos antropogénicos.
- 3) Por derrames accidentales.
- 4) Por deposición de contaminantes atmosféricos.(VOGEL et al 1997).

### ❖ **Efectos subsuperficiales de la contaminación del suelo**

Las características más importantes que deben considerarse de los residuos contaminantes del suelo son:

- a) Toxicidad (salinización, acidificación, etc.)
- b) Radioactividad
- c) Degradabilidad
- d) Movilidad

Así pues, el contaminante puede permanecer en las capas superiores del suelo, o bien, solubilizarse o transportarse como sólidos suspendidos a través de la zona vadosa del suelo (insaturado en agua) hasta difundirse en los cuerpos de aguas subterráneas (manto freático) (VOGEL et al 1997).

Se encuentran diversos metales tóxicos liberados de algunos dispositivos como acumuladores de energía como el Fe, Cd, Pb, Cu, Zn, Ag, Mn, Ni, Hg y Cr. etc; que pueden acumularse sobre los suelos al ser poco móviles y poder retenerse por fenómenos de intercambio iónico, o bien pueden llegar a masas acuosas superficiales y subterráneas. Estos elementos pueden alcanzar la cadena trófica y afectar a todos sus eslabones ya que se comportan como oligonutrientes y si se ingieren en grandes cantidades son altamente tóxicos, por lo que pueden afectar a la vida animal y vegetal. La materia reductora presente en los residuos incrementa la solubilidad de los metales que se depositan en el suelo y los hace ser más asimilables por las plantas en este estado alcanzan más rápidamente las aguas subterráneas (COLOMER y GALLARDO; 2007).

#### **b) Contaminación del Agua**

Los residuos sólidos contienen aproximadamente un 45% de materia orgánica en estado de putrefacción y descomposición provocando una disociación de las macromoléculas orgánicas a formas más sencillas que tienen estado líquido o pueden ser fácilmente arrastradas por el agua, formando los lixiviados y diversos compuestos de nitrógeno y

fósforo procedentes de la mineralización de esta materia orgánica (Colomer y Gallardo; 2007).

### **c) Contaminación atmosférica**

El mayor problema atmosférico causado por los residuos es el de su quema o incineración ya sea por incendios en los vertederos o por incineración controlada (Colomer y Gallardo; 2007).

En la atmósfera se encuentra el aire, necesario para el desarrollo de los seres vivos, por lo que es muy importante su conservación en concentraciones equilibradas.

El aire es un recurso natural que contiene gases esenciales para la vida animal y vegetal. Los componentes principales son el oxígeno y el nitrógeno. Contiene además gas carbónico, vapor de agua y otros elementos.

La calidad del aire se puede afectar hasta el punto de no ser apta para el uso humano, animal o vegetal. El viento puede transportar y dispersar los contaminantes afectar la calidad del ambiente en lugares remotos, fuera del área donde se producen. Los efectos de la agricultura en la calidad del aire se clasifican en dos grupos principales: los gases y el polvo suspendido. El polvo suspendido es producido mayormente por la erosión y la quema a campo abierto (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos; 2000).

La contaminación de la atmósfera comprende la liberación de determinadas sustancias, compuestos o energía a la atmósfera que provoque el declive de los seres vivos.

Las fuentes de los contaminantes son se basan principalmente en base a un doble origen, como son:

- a) Natural: erupciones volcánicas, meteoritos, fuegos...
- b) Artificial o antropogénico: provocada por actividades humanas, fundamentalmente el transporte, las combustiones y los procesos industriales.

#### **1.5.4. Residuos Sólidos y problemática ambiental**

##### **a) Residuos Sólidos**

Los Residuos Sólidos son los desechos que se producen a partir del consumo de diversos productos, ya sean para la alimentación, vestido, industria, etc. Ligado tanto a las actividades familiares, comerciales etc.

Los residuos sólidos se conocen comúnmente como basura, y están compuestos por: residuos orgánicos, productos de la elaboración de los alimentos y sobras de comida, hojas y restos del jardín, papel, cartón, madera y en general materiales biodegradables; e inorgánicos, tales como vidrio, plástico, metales, cauchos, material inerte y otros (Phillips y Tschida 2000).

Tendrán la consideración de residuos sólidos aquellos procedentes de las limpiezas públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas. Animales domésticos muertos, así como muebles, enseres, vehículos abandonados. También aquellos procedentes de las construcciones y reparaciones domiciliarias (Orozco et al 2003).

Las siguientes conceptos de Residuos Sólidos han sido tomadas de la Ley N° 27314.

##### **➤ Residuos agropecuarios**

Son aquellos residuos generados en el desarrollo de las actividades agrícolas y pecuarias. Estos residuos incluyen los envases de fertilizantes, plaguicidas, agroquímicos diversos, entre otros.

##### **➤ Residuos comerciales**

Son aquellos generados en los establecimientos comerciales de bienes y servicios, tales como: centros de abastos de alimentos, restaurantes, supermercados, tiendas, bares, bancos, centros de convenciones o espectáculos, oficinas de trabajo en general, entre otras actividades comerciales y laborales análogas. Estos residuos están constituidos



mayormente por papel, plásticos, embalajes diversos, restos de aseo personal, latas, entre otros similares.

➤ **Residuos domiciliarios**

Son aquellos residuos generados en las actividades domésticas realizadas en los domicilios, constituidos por restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas, embalajes en general, latas, cartón, pañales descartables, restos de aseo personal y otros similares.

➤ **Residuos de las actividades de construcción**

Son aquellos residuos fundamentalmente inertes que son generados en las actividades de construcción y demolición de obras, tales como: edificios, puentes, carreteras, represas, canales y otras.

➤ **Residuos de los establecimientos de atención de salud**

Son aquellos residuos generados en los procesos y en las actividades para la atención e investigación médica en establecimientos como: hospitales, clínicas, centros y puestos de salud, laboratorios clínicos, consultorios, entre otros afines. A estos residuos se caracterizan por estar contaminados con agentes infecciosos o que pueden contener altas concentraciones de microorganismos que son de potencial peligro, tales como: agujas hipodérmicas, gasas, algodones, medios de cultivo, órganos patológicos, restos de comida, papeles, embalajes, material de laboratorio, entre otros.

➤ **Residuos de instalaciones o actividades especiales**

Son aquellos residuos sólidos generados en infraestructuras, normalmente de gran dimensión, complejidad y de riesgo en su operación, con el objeto de prestar ciertos servicios públicos o privados, tales como: plantas de tratamiento de agua para consumo humano o de aguas residuales, puertos, aeropuertos, terminales terrestres, instalaciones navieras y militares, entre otras; o de aquellas actividades públicas o privadas que movilizan recursos humanos, equipos o infraestructuras, en

forma eventual, como conciertos musicales, campañas sanitarias u otras similares.

➤ **Residuos de limpieza de espacios públicos**

Son aquellos residuos generados por los servicios de barrido y limpieza de pistas, veredas, plazas, parques y otras áreas públicas.

➤ **Residuos industriales**

Son aquellos residuos generados en las actividades de las diversas ramas industriales, tales como: manufacturera, minera, química, energética, pesquera y otras similares.

Estos residuos se presentan como: lodos, cenizas, escorias metálicas, vidrios, plásticos, papel, cartón, madera, fibras, que generalmente se encuentran mezclados con sustancias alcalinas o ácidas, aceites pesados, entre otros, incluyendo en general los residuos considerados peligrosos.

**b) Gestión Integral de los Residuos Sólidos**

❖ **Etapas de la producción y manejo de los Residuos Sólidos**

1. Minimización de residuos
2. Segregación de la fuente
3. Reaprovechamiento
4. Almacenamiento
5. Recolección
6. Comercialización
7. Transporte
8. Tratamiento
9. Transferencia
10. Disposición final.

(Ley N°27314, 2001)

❖ **Relleno Sanitario**

El relleno sanitario es una alternativa comprobada para la disposición final de los residuos sólidos. Los residuos sólidos se confinan en el menor volumen posible, se controla el tipo y la cantidad de residuos, hay ventilación para los gases, se evitan los

olores no deseados y hay drenaje y tratamiento de los líquidos que se generan por la humedad de los residuos y por las lluvias (Perú-Consejo Nacional Del Ambiente, 2004).

## **Tipos de Relleno Sanitario**

### **Relleno sanitario mecanizado**

El relleno sanitario mecanizado es aquel diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 toneladas diarias. Por sus exigencias es un proyecto de ingeniería bastante complejo, que va más allá de operar con equipo pesado. Esto último está relacionado con la cantidad y el tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno, y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones, el monto y manejo de las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento.

Para operar este tipo de relleno sanitario se requiere del uso de un compactador de residuos sólidos, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor de oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, etc.

### **Relleno sanitario semimecanizado**

Cuando la población genere o tenga que disponer entre 16 y 40 toneladas diarias de residuos sólidos en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de la basura, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno. En estos casos, el tractor agrícola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo para la compactación puede ser un equipo apropiado para operar este relleno al que podríamos llamar semimecanizado

### **Relleno sanitario manual**

Es una adaptación del concepto de relleno sanitario para las pequeñas poblaciones que por la cantidad y el tipo de residuos que producen –menos de 15 t/día–, además de sus condiciones

económicas, no están en capacidad de adquirir el equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento.

El término *manual* se refiere a que la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede ser ejecutado con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas (Jaramillo; 2002).

### **c) Problemática Ambiental de los Residuos Sólidos**

El Problema del manejo de los residuos sólidos (basura o desechos), si bien ha estado presente en toda organización social, adquiere mayor relevancia con la aparición de concentraciones y asentamientos importantes de población, llegando hoy día a reconocerse como un aspecto crítico en todas las ciudades del mundo. Particularmente, en aquellas cuyo devenir histórico desembocó en la configuración de áreas metropolitanas extensas en superficies y albergando varios millones habitantes (Chile-Comisión Nacional Del Medio Ambiente, 2005).

El problema de los residuos sólidos está presente, y tiende a agravarse como consecuencia del acelerado crecimiento de la población y la concentración en las áreas urbanas, de los cambios de hábitos de consumo (status social) y otros factores, que pueden producir contaminación del medio ambiente con el consecuente deterioro de los recursos naturales.

El desarrollo de cualquier asentamiento humano siempre es acompañado por mayor generación de residuos que, al mezclarse, no sólo pierden o disminuyen su potencial valor comercial, sino también se constituyen en otro de los factores que afectan la salud de la comunidad y degradación de su entorno.

Ante esta situación, es imprescindible que los municipios afronten la gestión de los residuos sólidos generados en sus localidades, teniendo en cuenta, entre otras consideraciones; el nivel de educación ambiental de la comunidad, capacidad de pago por la prestación del servicio de limpia, las implicaciones que acarrearán la mezcla de

residuos con su probable mercado, la complementariedad de los sistemas de tratamiento y la disposición final y el costo inherente a los procesos que conllevan la recolección, transporte, tratamiento y disposición final (Phillips y Tschida, 2000).

#### **d) Botaderos**

Uno de los problemas más graves relacionados con el manejo de los residuos sólidos en el Perú es su disposición final. Es común observar que las ciudades, aunque tengan un apropiado sistema de recolección de residuos sólidos, disponen sus residuos en los ríos, el mar, las quebradas y espacios públicos en general. La práctica de disponer los residuos en lugares abiertos, comúnmente denominados botaderos., es altamente nociva para el ambiente y pone en grave riesgo la salud de la población.

Los botaderos se pueden convertir en rellenos sanitarios o ser clausurados de modo tal que el lugar quede plenamente rehabilitado sin contaminación ambiental; sin embargo, en el Perú existen muy pocas experiencias de este tipo porque la disposición final de los residuos sólidos ha sido un tema que no ha tenido prioridad en las municipalidades y tampoco en la población local. Ante las importantes iniciativas de desarrollo socioeconómico, en armonía con el ambiente y la conservación de los recursos naturales que el país viene experimentando, la conversión y la rehabilitación de los botaderos representa un desafío impostergable. Más aún cuando la legislación peruana prohíbe expresamente el uso de los botaderos como medio para la disposición final de los residuos sólidos.

(Perú-Consejo Nacional del Ambiente, 2004).

El botadero de basura es una de las prácticas de disposición final más antiguas que ha utilizado el hombre para tratar de deshacerse de los residuos que él mismo produce en sus diversas actividades. Se le llama *botadero* al sitio donde los residuos sólidos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno. Este lugar suele funcionar sin criterios técnicos en una zona de recarga situada junto a un cuerpo de agua, un drenaje natural, etc. Allí no existe ningún tipo de control

sanitario ni se impide la contaminación del ambiente; el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de gases y líquidos lixiviados, quemas y humos, polvo y olores nauseabundos.

Los botaderos de basura a cielo abierto son cuna y hábitat de fauna nociva transmisora de múltiples enfermedades. En ellos se observa la presencia de perros, vacas, cerdos y otros animales que representan un peligro para la salud y la seguridad de los pobladores de la zona, especialmente para las familias de los segregadores que sobreviven en condiciones infrahumanas sobre los montones de basura o en sus alrededores (Jaramillo; 2002).

### **1.5.5 Impacto Ambiental**

El término Impacto se aplica a la alteración que introduce una actividad humana en su entorno; este último concepto identifica la parte del medio ambiente afectada por la actividad, o más ampliamente, que interacciona con ella. Por tanto el impacto ambiental se origina en una acción humana y se manifiesta según tres facetas sucesivas:

- La modificación de alguno de los factores ambientales o del conjunto del sistema ambiental.
- La modificación del valor del factor alterado o del conjunto del sistema ambiental.
- La interpretación o significado ambiental de dichas modificaciones, y en último término, para la salud y bienestar humano. Esta tercera faceta está íntimamente relacionada con la anterior ya que el significado ambiental de la modificación del valor no puede desligarse del significado ambiental del valor de que se parte. (Gomez; 2003).

Las evaluaciones ambientales deben ceñirse a los siguientes criterios (Ministerio del Ambiente del Peru, 2010):

- a) La protección de la salud de las personas;

- b) La protección de la calidad ambiental, tanto del aire, del agua, del suelo, como la incidencia que puedan producir el ruido y los residuos sólidos, líquidos y emisiones gaseosas y radiactivas;
- c) La protección de los recursos naturales, especialmente las aguas, el suelo, la flora y la fauna;
- d) La protección de las áreas naturales protegidas;
- e) Protección de la diversidad biológica y sus componentes: ecosistemas, especies y genes; así como los bienes y servicios ambientales y bellezas escénicas, áreas que son centros de origen y diversificación genética por su importancia para la vida natural.
- f) La protección de los sistemas y estilos de vida de las comunidades;
- g) La protección de los espacios urbanos;
- h) La protección del patrimonio arqueológico, histórico, arquitectónicos y monumentos nacionales.
- i) Los demás que surjan de la política nacional ambiental.

La Evaluación de Impacto Ambiental, es un proceso de análisis, más o menos largo y complejo, encaminado a que los agentes implicados formen un juicio previo, lo más objetivo posible, sobre los efectos ambientales de una acción humana prevista (a la que se denomina proyecto) y sobre la posibilidad de evitarlos, reducirlos a niveles aceptables o compensarlos(Gomez; 2003).

#### **1.5.6 Desarrollo sostenible**

Cuando se hace uso de un determinado recurso natural de manera responsable, garantizando su existencia o permanencia para las futuras generaciones se denomina Desarrollo Sostenible.

El desarrollo sostenible está basado en la diversidad social, en la diversidad cultural y en la diversidad biológica. Algunas personas creen que se trata de una nueva moda o una nueva forma de ver el desarrollo, que pensamos ya que no es una elección de la sociedad, sino un destino; o hacemos desarrollo sostenible, o simplemente

veremos cómo se nos escapa el mundo. Ya hemos rebasado el momento de decidir si queremos o no encaminarnos a él, (Enkerlin et al 1997).

El desarrollo sostenible se tiene que distinguir sobre la sostenibilidad de los recursos, claro está, que el desarrollo sostenible es fundamental.

A veces, lo que interesa es la sostenibilidad del sistema como tal (por ejemplo, la conservación de un ecosistema natural, un bosque de especies autóctonas); en este caso, las variables de salida son iguales a las variables de estado (en otros términos, lo que se persigue es conservar en sí). Cuando las variables de salida son distintas de las variables de estado, hablamos de la sostenibilidad de la salida (s) o producto (s) del sistema (por ejemplo, el rendimiento de un ecosistema agrícola) y no necesariamente de la sostenibilidad del sistema mismo. (Centro Economico para America Latina - Naciones Unidas, 2003).

#### ❖ **Los criterios de sostenibilidad derivados de la función de efluentes**

Toda actividad produce bienes deseados, subproductos y efluentes; los efluentes se denominan emisiones cuando son gaseosos, vertidos a los líquidos y residuos a los sólidos; la función receptora del entorno se produce a través de los denominados vectores ambientales, que son el aire, el agua y el suelo; a pesar de la intuición puede indicar lo contrario, no existe correspondencia biunívoca entre emisiones, vertidos y residuos con aire, agua y suelo, respectivamente, antes bien la contaminación tiene carácter intervectorial: las emisiones van primero al aire pero una parte considerable de ellas acaban en el suelo en el agua, los vertidos emiten gases y depositan sedimentos (sólidos) y los residuos emiten, asimismo, gases y lixiviados (líquidos) (Gomez, 2003).



### **1.5.7 Política ambiental**

La política se expresa en documentos o declaraciones provenientes de autoridades nacionales (el Presidente de la República, el Congreso), sectoriales (los ministerios, las instituciones autónomas). Algunas veces una política puede tener efectos en forma inmediata y directa, pero generalmente necesita de un instrumento que actúa por medio de una estructura organizativa y un conjunto de mecanismos operativos. Una política puede permanecer como una mera declaración retórica si no se proporcionan los medios para evidenciar sus efectos potenciales. Estos medios se denominan instrumentos o instrumentos de política (Charpentier e Hidalgo; 1999).

#### **❖ Ejes de política**

La Política Nacional del Ambiente es de cumplimiento obligatorio en los niveles del gobierno nacional, regional y local y de carácter orientador para el sector privado y la sociedad civil. Se estructura en base a cuatro ejes temáticos esenciales de la gestión ambiental, respecto de los cuales se establecen lineamientos de política orientados a alcanzar el desarrollo sostenible del país (Ministerio del Ambiente, 2009):

- a) Eje de Política 1. Conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y de la diversidad biológica
- b) Eje de Política 2. Gestión Integral de la calidad ambiental
- c) Eje de Política 3. Gobernanza ambiental
- d) Eje de Política 4. Compromisos y oportunidades ambientales internacionales

#### **❖ Lineamiento de política de la calidad de aire**

- a) Establecer medidas para prevenir y mitigar los efectos de los contaminantes del aire sobre la salud de las personas.
- b) Implementar sistemas de alerta y prevención de emergencias por contaminación del aire, privilegiando las zonas con mayor población expuesta a contaminantes críticos.

- c) Incentivar la modernización del parque automotor promoviendo instrumentos, uso de medios de transporte y combustibles que contribuyan a reducir los niveles de contaminación atmosférica.
- d) Identificar y modificar prácticas operativas y consuetudinarias inadecuadas que afectan la calidad del aire.
- e) Impulsar mecanismos técnico-normativos para la vigilancia y control de la contaminación sonora y de las radiaciones no ionizantes.

❖ **Lineamiento de política del control integrado de la contaminación**

Estos lineamientos se basan de la siguiente manera:

- a) Integrar los mecanismos e instrumentos para el control de la contaminación, bajo criterios intersectoriales, de simplificación administrativa y mejora continua.
- b) Contar con parámetros de contaminación para el control y mantenimiento de la calidad del agua, aire y suelo, considerando el aporte de las fuentes fijas y móviles.
- c) Realizar acciones para recuperar la calidad del agua, aire y suelos en áreas afectadas por pasivos ambientales.
- d) Establecer indicadores, parámetros y procedimientos para evaluar la eficacia de los instrumentos de control de la calidad ambiental e introducir las correcciones necesarias.
- e) Consolidar la implementación y articulación del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y promover la aplicación de la Evaluación Ambiental Estratégica.
- f) Promover la inversión privada en procesos productivos que utilicen tecnologías e insumos limpios y el desarrollo de procesos de reconversión de las industrias contaminantes.
- g) Promover la ecoeficiencia en la gestión ambiental de las entidades públicas y privadas, en todos los niveles de la administración pública (nacional, regional y local).
- h) Impulsar la adopción de medidas idóneas de manejo ambiental en el desarrollo de las actividades de la pequeña empresa,

promoviendo la formalización de los agentes que realizan actividades no autorizadas.

- i) Incorporar criterios de salud ambiental y control de riesgos en los proceso de toma de decisiones y el manejo operativo, vinculados al control de la contaminación en sus distintas manifestaciones.
- j) Desalentar la importación de bienes usados y de tecnologías que puedan incidir en la generación de impactos ambientales negativos y riesgos a la salud de las personas.

❖ **Lineamiento de política de residuos sólidos**

- a) Fortalecer la gestión de los gobiernos regionales y locales en materia de residuos sólidos de ámbito municipal, priorizando su aprovechamiento.
- b) Impulsar medidas para mejorar la recaudación de los arbitrios de limpieza y la sostenibilidad financiera de los servicios de residuos sólidos municipales.
- c) Impulsar campañas nacionales de educación y sensibilización ambiental para mejorar las conductas respecto del arrojo de basura y fomentar la reducción, segregación, reuso, y reciclaje; así como el reconocimiento de la importancia de contar con rellenos sanitarios para la disposición final de los residuos sólidos.
- d) Promover la inversión pública y privada en proyectos para mejorar los sistemas de recolección, operaciones de reciclaje, disposición final de residuos sólidos y el desarrollo de infraestructura a nivel nacional; asegurando el cierre o clausura de botaderos y otras instalaciones ilegales.
- e) Desarrollar y promover la adopción de modelos de gestión apropiada de residuos sólidos adaptadas a las condiciones de los centros poblados.
- f) Promover la formalización de los segregadores y recicladores y otros actores que participan en el manejo de los residuos sólidos.

- g) Promover el manejo adecuado de los residuos sólidos peligrosos por las municipalidades en el ámbito de su competencia, coordinando acciones con las autoridades sectoriales correspondientes.
- h) Asegurar el uso adecuado de infraestructura, instalaciones y prácticas de manejo de los residuos sólidos no municipales, por sus generadores.
- i) Promover la minimización en la generación de residuos y el efectivo manejo y disposición final segregada de los residuos sólidos peligrosos, mediante instalaciones y sistemas adecuados a sus características particulares de peligrosidad.

### **1.5.8 Gestión Ambiental**

La gestión ambiental es un proceso permanente y continuo, orientado a administrar los intereses, expectativas y recursos relacionados con los objetivos de la Política Nacional Ambiental y alcanzar así, una mejor calidad de vida para la población, el desarrollo de las actividades económicas, el mejoramiento del ambiente urbano y rural, así como la conservación del patrimonio natural del país, entre otros objetivos.

(Consejo de Ministros - Peru, 2005).

#### **❖ Instrumentos de Gestión Ambiental**

Los Instrumentos de Política se pueden traducir en instrumentos de gestión, y si queremos relacionar en materia ambiental, será un Instrumento de Gestión Ambiental.

Instrumento de Gestión Ambiental, se sugiere una clasificación de los instrumentos de Gestión Ambiental disponibles. Que, aun reconociendo las simplificaciones e inexactitudes inherentes a toda clasificación, presentan una panorámica estructurada de ellos que ayudan a comprender el alcance y utilización de cada uno en relación con los demás. Estos son:

Preventivos:

- Primarios: La formación, Sensibilización y Educación.
- Secundarios: La Normativa, Investigación, Recogida de información para base de datos e Indicadores de Calidad Ambiental.
- De Gestión Propiamente dicha: La Planificación, Concepción de Proyectos, Evaluación de Impacto Ambiental, la Calificación Ambiental y El Compromiso Ambiental.

#### Correctores:

- Orientados a las actividades productivas: Auditoria Ambiental y La prevención de Riesgos Laborales.
- Orientados a los Productos: Etiquetamiento Ecológico, Análisis del Ciclo de un Producto y El Etiquetamiento Relativo a la Agricultura Ecológica.

#### Curativos:

- Recuperaciones/restauración:
- Reformación.
- Rehabilitación.
- Puesta en valor de recursos ociosos.

#### Potenciativos:

- Orientados a los ecosistemas: Aumentar la resiliencia y mejora de la Homeostasis de los Ecosistemas.
- Orientados a los factores ambientales.
- Otros.(Gomez; 2003).

#### ❖ Razones de Instrumentos de Gestión Ambiental

Para que la inversión Económica del Estado funcione ha sido necesario construir y equipar las regiones con infraestructura vial, de comunicaciones, servicios públicos, vivienda, e infraestructura social e institucional como centros educativos, de atención en salud, administrativos y de servicios tecnológicos, entre otros. Pero a la vez, el crecimiento económico ha traído consigo

problemas ambientales a raíz de la presión a veces desmedida que este ejerce sobre los recursos naturales y los sistemas de sustentación natural y adaptada que regulan su disponibilidad y mantienen su estabilidad. También ha traído problemas relacionados con la eficiencia en la toma de decisiones acerca de la localización, diseño y operación de la infraestructura construida y/o por construirse en estas áreas. Ambos son factores que afectan la competitividad de las actividades exportadoras, y por lo tanto es preciso armonizar su manejo en el futuro para permitir su aprovechamiento perdurable y eficiente (Maya et al 1997).

### **1.5.9 Demografía y característica socio económica humana**

#### **A. Demografía**

La demografía se entiende como la ciencia que tiene por objeto el estudio de la población humana, ocupándose de su dimensión, estructura, evolución y caracteres generales, principalmente desde un punto de vista cuantitativo.

estado y dinámica de la población Se entenderá por variables de estado, el volumen o tamaño de la población en un determinado momento (por ejemplo, en el momento del Censo) y su composición de acuerdo a diferentes variables tales como sexo y edad (o estructura etaria), actividad económica, nupcialidad, área de residencia (urbana, rural), entre otras. Por su parte, las variables de la dinámica o de cambio poblacional corresponden a la natalidad y fecundidad, la mortalidad y las migraciones (Instituto Nacional de Estadísticas, 2008).

#### **❖ Estado de la población**

Son las características de la población que determinan la condición actual en la que se encuentra, tal es el caso de Tamaño, determina cuán grande o pequeña es la población, la distribución territorial, determina como se ve ubicado los individuos en el territorio de acuerdo a su capacidad genética, estructura por edad y sexo, determina cuan significativo en la presencia, incremento o descenso de la diferencia de sexos dentro de la población.

### ❖ **Dinámica de la población**

Son las características de la población que determinan la variación de la cantidad de los individuos de una determinada especie que ocupa un determinado lugar, tal es así la fecundidad, que permite el incremento de la población, la mortalidad influye en la baja de la población y la migración determina en incremento o descenso de la población.

## **B) Característica socio económica humana**

### ❖ **Pobreza**

La pobreza se puede definir de varias maneras; pero lo más importante se puede ver de la siguiente manera:

Línea de pobreza (LP), la línea de pobreza total es el valor monetario que al comparar con el gasto per cápita mensual del hogar se determina la condición de pobreza. Este valor está conformado por dos componentes: el componente alimentario, que es llamado también línea de pobreza extrema y el componente no alimentario.

Gasto per cápita del hogar (gasper), es el gasto que se obtiene dividiendo el gasto total de los hogares deflactado a precios de Lima Metropolitana entre el total de miembros del hogar (Instituto Nacional de Estadística e Investigación, 2010).

### ❖ **Logro educativo**

Se alude al conjunto de variables que dan cuenta de las probabilidades que tienen las niñas, niños y los jóvenes para: a) permanecer en la escuela; b) lograr los aprendizajes esperados, y c) realizar trayectorias escolares continuas y completas. Además, agregamos la autopercepción y las expectativas que los alumnos y sus familias tienen sobre la relevancia del aprendizaje y su capacidad para apropiárselo (Pozo; 2011).

### **1.5.10 Un lenguaje elemental para la descripción de sistemas**

La descripción mínima de un sistema viene dada por la especificación de las distintas partes que lo forman, mediante un conjunto de su

composición y la relación que se establece; además de como se produce la influencia entre esas partes. (Aracil;1995).

En esencia, un sistema de este tipo no es más que una aplicación informática compleja que opera en modo predictivo mediante la ejecución en tiempo real de modelos matemáticos de simulación de la dinámica atmosférica. Dicha aplicación está formada como mínimo por:

- a. Modelo de predicción meteorológica capaz de estimar las condiciones de la atmósfera: vientos, temperatura, humedad relativa, presión, radiación solar, etc., implicadas en los procesos de difusión.
- b. Modelo de difusión que, a partir de las condiciones atmosféricas y teniendo en cuenta los procesos de difusión, calcula las concentraciones de inmisión en el entorno.
- c. En el caso del Sistema Predictivo de las Centrales de Aceca, además se ha introducido en el Sistema un tercer motor de cálculo: un modelo de emisiones, que en función de cierta información de partida sobre el entorno (usos del suelo, topografía, inventarios de emisiones, etc.) es capaz de prever las emisiones en el entorno. De esta manera es posible:
- d. Tener en cuenta las reacciones químicas que se producen en la atmósfera entre todos los contaminantes, como las implicadas en la formación de ozono troposférico.
- e. Conocer la fiabilidad del modelo, ya que los resultados del modelo pueden ser comparados con los valores medidos en las estaciones de calidad del aire, al modelarse el componente correspondiente al resto de focos.

## **1.6 MARCO CONCEPTUAL**

Las siguientes definiciones han sido tomadas de Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos.



- **Botadero**  
Acumulación inapropiada de residuos sólidos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías que generan riesgos sanitarios o ambientales. Carecen de autorización sanitaria.
- **Declaración de manejo de residuos**  
Documento técnico administrativo con carácter de declaración jurada, suscrito por el generador, mediante el cual declara cómo ha manejado y va a manejar durante el siguiente período los residuos sólidos que están bajo su responsabilidad. Dicha declaración describe el sistema de manejo de los residuos sólidos de la empresa o institución generadora y comprende las características de los residuos en términos de cantidad y peligrosidad; operaciones y procesos ejecutados y por ejecutar; modalidad de ejecución de los mismos y los aspectos administrativos determinados en los formularios correspondientes.
- **Disposición final**  
Procesos u operaciones para tratar o disponer en un lugar los residuos sólidos como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.
- **Empresa prestadora de servicios de residuos sólidos**  
Persona jurídica que presta servicios de residuos sólidos mediante una o varias de las siguientes actividades: limpieza de vías y espacios públicos, recolección y transporte, transferencia, tratamiento o disposición final de residuos sólidos.
- **Generador**  
Persona natural o jurídica que en razón de sus actividades genera residuos sólidos, sea como productor, importador, distribuidor, comerciante o usuario. También se considerará como generador al poseedor de residuos sólidos peligrosos, cuando no se pueda identificar al generador real y a los gobiernos municipales a partir de las actividades de recolección.

- **Gestión de residuos**

Toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programa de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos de ámbito nacional, regional y local.

- **Manejo de residuos sólidos**

Toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición o cualquier otro procedimiento técnico operativo utilizado desde la generación hasta la disposición final.

- **Manejo integral de residuos sólidos**

Es un conjunto de acciones normativas, financieras y de planeamiento que se aplica a todas las etapas del manejo de residuos sólidos desde su generación, basándose en criterios sanitarios, ambientales y de viabilidad técnica y económica para la reducción en la fuente, el aprovechamiento, y la disposición final de los residuos sólidos.

- **Manifiesto de manejo de residuos sólidos peligrosos**

Documento técnico administrativo que facilita el seguimiento de todos los residuos sólidos peligrosos transportados desde el lugar de generación hasta su disposición final. El Manifiesto de Manejo de Residuos Sólidos Peligrosos deberá contener información relativa a la fuente de generación, las características de los residuos generados, transporte y disposición final, consignados en formularios especiales que son suscritos por el generador y todos los operadores que participan hasta la disposición final de dichos residuos.

- **Minimización**

Acción de reducir al mínimo posible el volumen y peligrosidad de los residuos sólidos, a través de, cualquier estrategia preventiva, procedimiento, método o técnica utilizada en la actividad generadora.

- **Operador**

Persona natural que realiza cualquiera de las operaciones o procesos que componen el manejo de los residuos sólidos, pudiendo ser o no el generador de los mismos.

- **Planta de transferencia**  
Instalación en la cual se descargan y almacenan temporalmente los residuos sólidos de los camiones o contenedores de recolección, para luego continuar con su transporte en unidades de mayor capacidad.
- **Reaprovechar**  
Volver a obtener un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituye residuo sólido. Se reconoce como técnica de reaprovechamiento el reciclaje, recuperación o reutilización.
- **Reciclaje**  
Toda actividad que permite reaprovechar un residuo sólido mediante un proceso de transformación para cumplir su fin inicial u otros fines.
- **Recuperación**  
Toda actividad que permita reaprovechar partes de sustancias o componentes que constituyen residuo sólido.
- **Relleno sanitario**  
Instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental.
- **Responsabilidad compartida**  
Es un sistema en el que se atribuye a cada persona la responsabilidad por los residuos que genera o maneja en las distintas etapas de la vida de un producto o del desarrollo de una actividad en las que ella interviene.
- **Reutilización**  
Toda actividad que permita reaprovechar directamente el bien, artículo o elemento que constituye el residuo sólido, con el objeto de que cumpla el mismo fin para el que fue elaborado originalmente.
- **Riesgo significativo**  
Alta probabilidad de ocurrencia de un evento con consecuencias indeseables para la salud y el ambiente.
- **Segregación**  
Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial.

- **Semisólido**  
Material o elemento que normalmente se asemeja a un lodo y que no posee suficiente líquido para fluir libremente.
- **Subproducto**  
Producto secundario obtenido en toda actividad económica o proceso industrial.
- **Tratamiento**  
Cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente.
- **Escenarios ambientales**  
Son características o situaciones diferentes que están en función al tiempo, estas situaciones obedecen principalmente a distintos factores que vienen a ser una relación de variables relacionados entre sí, teniendo una variable principal o independiente en función a otras que actúan de manera dependiente.
- **Modelamiento Ambiental**  
El análisis de sistemas y su simulación son apropiados en la solución de problemas caracterizados por una complejidad organizada en la cual la estructura del mismo, no sólo controla sino que también, está moderada por la dinámica del mismo sistema; claro que para esto se debe entender que el método más sencillo para resolver un problema determinado en un momento dado depende del nivel de detalle, es decir, la escala espacio-temporal, con la cual pretendamos abordar el problema (Sanchez; 2008).
- **Dinámica de Sistemas**  
Mediante este nombre se alude a un método para el estudio del comportamiento de sistemas mediante la construcción de un modelo de simulación informática que ponga de manifiesto las relaciones entre la estructura del sistema y su comportamiento. (De Mata; 2005).

## **CAPITULO II**

### **ÁREA DE ESTUDIO**

#### **2.1. Ubicación de la cuenca de Pomacanchi**

La cuenca de Pomacanchi se ubica en una zona altiplánica, y sus límites son:

Por el Norte : Distrito de Acomayo y Quiquijana

Por el Sur : Distrito de Tupac Amaru y Mosocllacta

Por el Oeste : Distrito de Acos, Acomayo y Quiquijana.

Por el Este : Distrito de Checacupe y Cusipata.

#### **2.1.1. Accesibilidad**

Al área de estudio se puede acceder desde la Ciudad del Cusco, por la vía principal hacia la ciudad de Sicuani, antes de llegar hacia la localidad de Checacupe existe un desvío hacia Suroeste por medio de un puente que toma el nombre de Chuquicahuana, el cual da acceso a toda la Provincia de Acomayo, una vez emprendido el recorrido por el desvío, después de llegar a la comunidad de Chahuay, existe otro desvío al Centro Poblado de Pomacanchi, capital del Distrito de Pomacanchi.

#### **2.1.2. Descripción del área de Estudio**

Los escenarios de contaminación causados por los botaderos de Residuos Sólidos se encuentra en la cuenca de Pomacanchi y que comprende a tres distritos de la Provincia de Acomayo, Región Cusco, cuya área corresponde a 25580 hectáreas

❖ **Medio físico**

➤ **Geología**

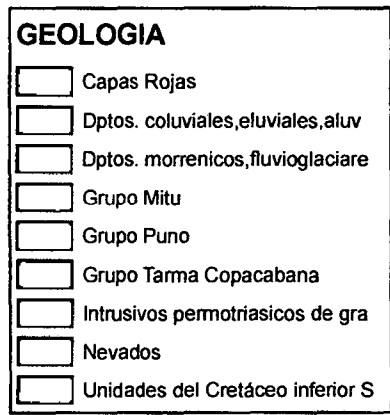
En la cuenca de Pomacanchi los estudios geológicos realizados por el Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (IMA – Gobierno Regional del Cusco - 2009), está constituida de la siguiente manera:

**CUADRO N° 02**  
**UNIDADES GEOLÓGICAS**

GEOLOGIA	ÁREA	PORCENTAJE
	(ha)	(%)
Grupo Puno	9359.65	38.90
Unidades del Cretáceo inferior	3739.65	14.94
Dptos. morrenicos, fluvio-glaciares	3489.65	13.87
Intrusivos permotriásicos de grano	3080.65	12.13
Capas Rojas	2897.65	11.35
Grupo Mitu	1424.65	5.07
Grupo Tarma Copacabana	843.85	2.59
Dptos. coluviales, eluviales y aluviales	445.75	0.89
Nevados	298.65	0.26
<b>TOTAL</b>	<b>25580.18</b>	<b>100.00</b>

**FUENTE:** Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente – 2009

Como se puede apreciar en el cuadro N°02 las unidades geológicas identificadas son 09, de las cuales, con mayor porcentaje en superficie es el grupo Puno con 38.09 %, seguido por Unidades de cretáceo inferior con 14.94 %, departamentos morrenicos fluvio-glaciares con 13.87 %, intrusivos permotriásicos de grano con 12.13 % y así sucesivamente con las demás unidades geológicas.





**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
CARRERA PROFESIONAL DE BIOLÓGIA

**TESIS: "ESCENARIOS DE CONTAMINACIÓN CAUSADOS POR BOTADEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CUENCA DE POMACANCHI- PROVINCIA DE ACOMAYO"**

**MAPA DE GEOLOGIA**  
DATA: IGN, INEI, IMA  
WGS\_1984\_UTM\_19S  
ESCALA: 1:140,000

**MAPA: 01**

➤ **Fisiografía**

En la cuenca de Pomacanchi se puede identificar 09 unidades fisiográficas de acuerdo al trabajo realizado por el equipo técnico del Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente en año 2009 (IMA-Gobierno Regional del Cusco) y están constituidas de la siguiente forma:

**CUADRO N°03  
UNIDADES FISIGRÁFICAS**

<b>FISIOGRAFIA</b>	<b>ÁREA (ha)</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
<b>Vertientes de montaña empinada</b>	10049.65	41.85
<b>Altiplanicies disectadas</b>	6150.65	25.22
<b>Fondos de valle glaciar y aluvial</b>	3489.65	13.87
<b>Altiplanicies onduladas</b>	3270.65	12.94
<b>Vertientes de montaña disectada</b>	1435.65	5.11
<b>Llanura de valle aluvial</b>	382.75	0.62
<b>Fondos de valle aluvial montaño</b>	299.65	0.27
<b>Vertientes de montaña allanada</b>	260.46	0.10
<b>Altiplanicies allanadas</b>	241.36	0.02
<b>TOTAL</b>	25580.50	100.00

**FUENTE:** Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente – 2009

Como se puede apreciar en el cuadro N°03, el mayor porcentaje se ubica en las Vertientes de montaña empinada con 41.85%, seguido por Altiplanicies disectadas con 25%, Fondos de Valle glaciar y aluvial con 13.87%.





**LEYENDA**

- CP\_P
- ▭ CUENCA POMACANCHI
- ▭ LAGUNAS

**FISIOGRAFIA**

- ▭ Altiplanicies allanadas
- ▭ Altiplanicies disectadas
- ▭ Altiplanicies onduladas
- ▭ Fondos de valle aluvial montaño
- ▭ Fondos de valle glaciar y aluvi
- ▭ Llanura de valle aluvial
- ▭ Vertientes de montaña allanada
- ▭ Vertientes de montaña disectada
- ▭ Vertientes de montaña empinada

**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

TESIS: "ESCENARIOS DE CONTAMINACIÓN A CAUSA DE BOTADEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CUENCA DE POMACANCHI- PROVINCIA DE ACOMAYO"

**MAPA FISIOGRÁFICO**

DATA: INSTITUTO DE MANEJO DE AGUA Y MEDIO AMBIENTE - IMA - 2009

WGS\_1984\_UTM\_19S  
ESCALA: 1:140,000

MAPA: 02

## ❖ Medio biológico.

### ➤ Formaciones Vegetales

Son las diferentes formas, como se presenta la cobertura vegetal en la subcuenca de Pomacanchi. Estas se detallan de la siguiente forma:

- ✓ Bosque exótico, se refieren a la representación por plantaciones forestales de *Eucalyptus globulus*. Se encuentra formado por macizos de protección, principalmente en algunas partes de las faldas de las áreas topográficas con pendiente elevada.
- ✓ Matorral Arbustivo, está distribuido densamente en las quebradas de Chuquikahuana, Chacamayo.
- ✓ Pastizal y Césped de la Puna, Estas formaciones de acuerdo a su composición florística son diferenciadas en clases. La clase Chilliguar compuesta por *Festuca dolichophylla* y *Muhlenbergia fastigiata* como dominante.
- ✓ Vegetación ribereña, o circunlacustre, es abundante en las lagunas de Acopia y Pomacanchi, se clasifican de la siguiente forma:
  - a) Vegetación acuática;
  - b) Vegetación emergente;
  - c) Vegetación sumergida y
  - d) Vegetación flotante.
- ✓ Bofedales, son zonas hidromorfas con suelos de alta humedad.

La flora representativa está definida de la siguiente manera:

- ✓ *Eucalyptus globulus* (Eucalipto)
- ✓ *Escallonia resinosa* (Chachacomo)
- ✓ *Polylepis sp.* (Qeña)
- ✓ *Cantua buxifolia* (Qantu)
- ✓ *Barnadesia horrida* (Llaulli)
- ✓ *Colletia spinosissima* (Roqe)
- ✓ *Berberis boliviana* (Cheqche)
- ✓ *Mutisia hirsuta* (Chinchircuma)
- ✓ *Senna birostris* (Mutuy).

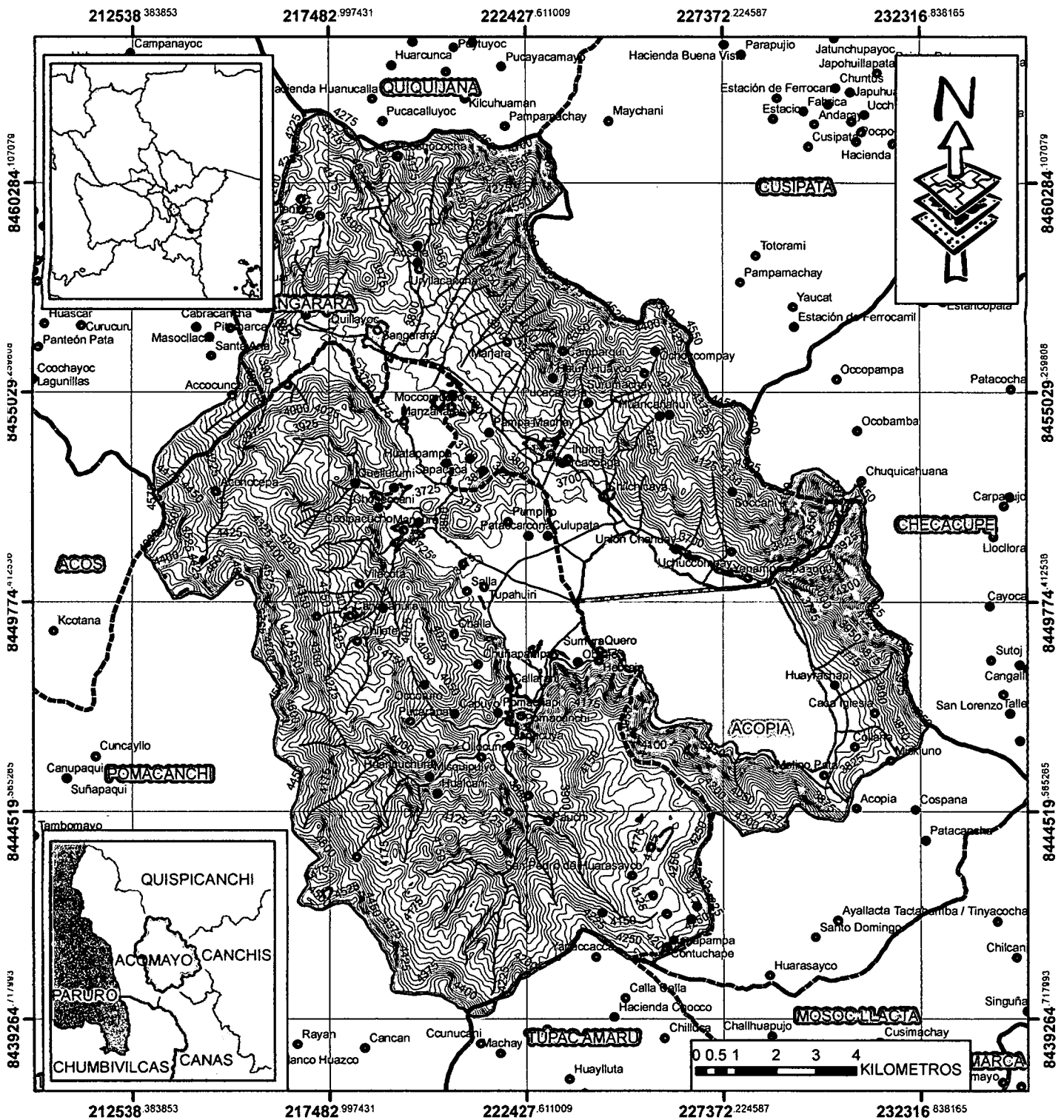
(IMA, 2010)

### ➤ Fauna representativa

La fauna concerniente a la sub cuenca está determinada por la variabilidad topográfica y climática que presenta el área, a continuación se indica la fauna más representativa:

- ✓ *Nothoprocta pentlandi* (Llutu)
- ✓ *Dusicyon culpaeus* (Zorro andino)
- ✓ *Phalacrocorax macrorhynchos* (Alqamari)
- ✓ *Falco sparverius* (Quillinchu)
- ✓ *Buteo polyosoma* (Aguilucho)
- ✓ *Odocoileus virginianus* (Venado gris)
- ✓ *Hippocamelus antisensis* (Taruka)
- ✓ *Oncifelis colocolo* (Osqoylo)
- ✓ *Odontesthis bonariensis* (Pejerrey)
- ✓ *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoiris)
- ✓ *Orestias sp* (Qarachi)
- ✓ *Anas cyanoptera* (Pato colorado)
- ✓ *Anas flavirostris* (Pato chacarero)
- ✓ *Fulica ardesiaca* (Choqa)
- ✓ *Gallinula chloropus* (Gallineta)
- ✓ *Rollandia rolland* (Zambullidor pimpollo)
- ✓ *Bubulcus ibis* (Garza boyera)
- ✓ *Chloephaga melanoptera* (Huallata)
- ✓ *Jabiru mycteria* (Jabirú)
- ✓ *Phoenicopterus chilensis* (Parihuana)
- ✓ *Falco peregrinus* (Halcón peregrino)
- ✓ *Phalacrocorax olivaceus* (Cormorán).

(IMA, 2010)



**LEYENDA**

- CP\_P
- ▭ BAS\_LIM\_DISTritos
- ▭ CUENCA POMACANCHI
- ▭ LAGUNAS
- RED\_VIAL
- RIOS
- CURVAS
- ▭ LAGUNAS
- ▭ POBLACION


**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABADEL CUSCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**  
**TESIS: "ESCENARIOS DE CONTAMINACIÓN CAUSADOS POR BOTADEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CUENCA DE POMACANCHI- PROVINCIA DE ACOMAYO"**  
**MAPA BASE**  
**DATA: IGN, INEI, IMA**  
**WGS\_1984\_UTM\_19S**  
**ESCALA: 1:140,000**

MAPA: 03

### 2.1.3. Ecología

#### 2.1.3.1. Clima

El clima es seco y frío, ya que la ubicación está desde los 3630 m hasta los 4200 m de altitud. Donde los factores climáticos son determinantes para los ecosistemas y diferentes actividades socioeconómicas.

##### 2.1.3.1.1. Temperatura

La temperatura está dentro del intervalo de 11°C–15.1°C con una temperatura media de 13.45 °C, las temperaturas más bajas se registran en el mes de julio y las temperaturas más altas se registran en el mes de noviembre.

##### 2.1.3.1.2. Precipitación pluvial

Presenta un promedio anual de precipitación 876.6 mm, el mes lluvioso es febrero con 174.4 mm, los meses con menos precipitación son junio y julio con 5.6 y 6 mm respectivamente, lo que define la producción y la fisonomía de los ecosistemas

##### 2.1.3.1.3. Humedad

La humedad en promedio es de 69.5%, el mes menos húmedo es agosto con 59% y el más húmedo es febrero con 81%.

##### 2.1.3.1.4. Climatodiagrama

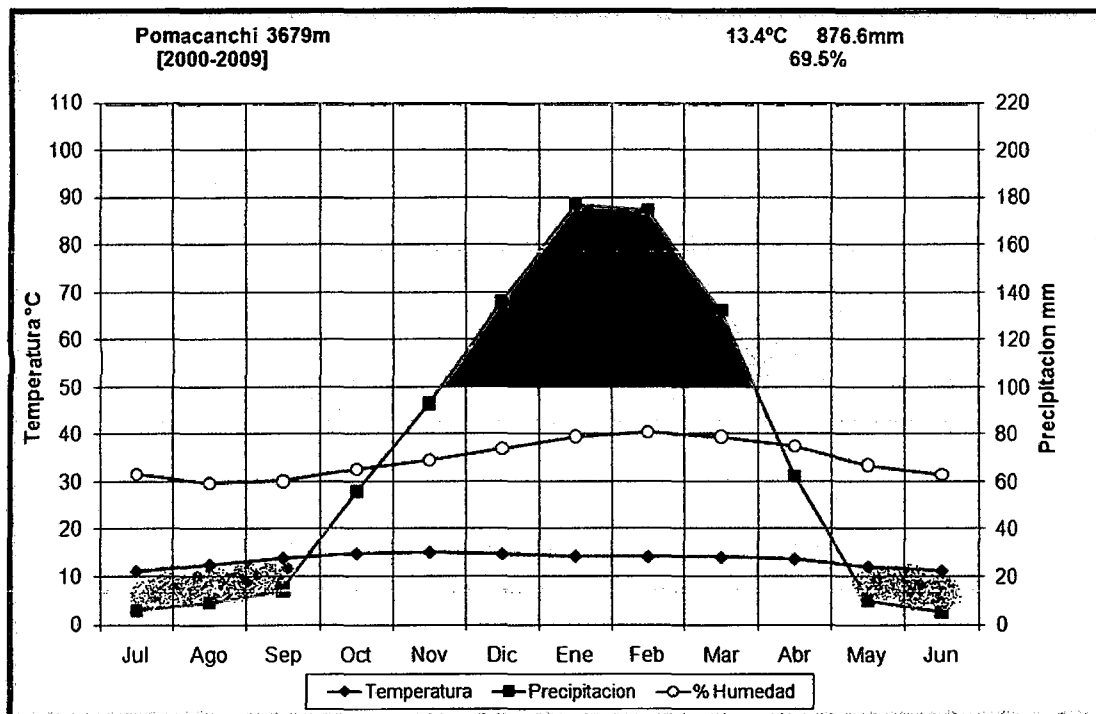
**CUADRO N°01**

**DATOS CLIMATICOS DE ESTACION METEOROLÓGICA – POMACANCHI (2000-2009)**

Meses	Temperatura °C	Precipitación mm	% Humedad
<b>Julio</b>	11	6	63
<b>Agosto</b>	12,4	9,2	59
<b>Setiembre</b>	13,8	14,4	60
<b>Octubre</b>	14,8	56	65
<b>Noviembre</b>	15,1	92,8	69
<b>Diciembre</b>	14,7	136	74
<b>Enero</b>	14,3	177	79
<b>Febrero</b>	14,2	174,4	81
<b>Marzo</b>	14,1	132,5	79
<b>Abril</b>	13,7	62,3	75
<b>Mayo</b>	12,1	10,4	67
<b>Junio</b>	11,2	5,6	63

FUENTE: SENAMHI – Estación Meteorológica de Pomacanchi.

**FIGURA N°01  
CLIMATODIAGRAMA DE SUB CUENCA DE POMACANCHI**



Como se puede apreciar, los meses más lluviosos son Diciembre, Enero, Febrero y Marzo. Con presencia de épocas secas como son los meses de Mayo, Junio, Julio, Agosto y Setiembre. Y con respecto a la humedad hay una ligera variación, dándose un incremento en los meses de lluvia.

La sub cuenca corresponde al Clima frío boreal (temperatura media de 13.45 °C grados centígrados); seco en invierno, con precipitaciones en el verano. La dependencia de temperatura de este tipo climático, está dada por las alturas extremas, y no por una mayor latitud geográfica. Su ubicación geográfica en la región sigue las ramificaciones orográficas de la zona central de la región.

#### **2.1.3.1.5. Zonas de Vida**

La Sub cuenca de Pomacanchi presenta 02 zonas de vida (Huamán V. 2000). Se tiene las siguientes zonas:

- Bosque Húmedo Montano sub tropical bh – MS
- Páramo Muy Húmedo Sub Alpino Subtropical pmh - SaS

#### **2.1.4. Población**

El distrito de Pomacanchi tiene 5596 habitantes con un índice de crecimiento poblacional de 1.02, con una esperanza de vida al nacer de 66.08 años y el de Sangarara tiene 3193 habitantes, con un índice de crecimiento poblacional de 0.56, con una esperanza de vida al nacer de 66.39 años; siendo Pomacanchi el distrito con mayor población a nivel de toda la provincia de Acomayo.(INEI, 2010)

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIALES**

##### **3.1.1 Materiales de Gabinete**

- Computadora
- Bibliografía
- Papeles bond
- Software: ArcGis 9.3 y Vensim 5.11

##### **3.1.2 Materiales de Campo**

- Sistema de Posicionamiento Global (GPS) marca Garmin  
Etrex-vista
- Balanza Mecánica
- Cartas Nacionales de la zona (1/100 000)
- Termómetro ambiental marca VWR-Traceable (0°C-50°C)
- Wincha métrica de 30 metros.
- Planos topográficos
- Cámara fotográfica
- Bolsas de polietileno
- Libreta de apuntes
- Papel periódico
- Frascos pequeños
- Plumón indeleble
- Bolsas de papel
- Cultivos en placas Petri



## 3.2 METODOLOGÍA

### 3.2.1 Determinación de la situación actual del aspecto socioeconómico y caracterización de los residuos sólidos en la cuenca de Pomacanchi

#### A. Aspectos socioeconómicos

Para desarrollar el presente modelo de variables, se requirió conocer valores de algunos aspectos sociales como población actual, índice de crecimiento poblacional, índice de migración, logro educativo y gasto per cápita. Para lo cual se usó el método de revisión y recopilación de información secundaria ya existente de manera oficial, en las instituciones indicadas en el cuadro N°04:

**CUADRO N°04  
ASPECTOS SOCIOECONOMICOS**

VARIABLE	DOCUMENTO	INSTITUCIÓN
Población	Sistema de Información de agua y saneamiento - 2011	Municipalidad Distrital de Pomacanchi
Índice de crecimiento poblacional	Población del Perú – 2007	Instituto Nacional de Estadística e Investigación
Índice de migración	Población del Perú – 2007	Instituto Nacional de Estadística e Investigación
Logro educativo	Mapa de Pobreza – 2009	Instituto Nacional de Estadística e Investigación
Gasto per cápita	Mapa de pobreza – 2009	Instituto Nacional de Estadística e Investigación

Fuente: Municipalidad Distrital de Pomacanchi, INEI.

#### B. Caracterización de los residuos sólidos

La caracterización de los residuos sólidos se realizó en los distritos de Sangará y Pomacanchi (que forman parte de la cuenca en estudio), se procedió a desarrollar dicha caracterización con la participación de los pobladores.

Para determinar la muestra representativa a nivel de viviendas, en ambos distritos se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2 pq}{e^2 (N-1) + Z^2 pq}$$

Donde:

n: tamaño de muestra.

N: población total de viviendas.

p: (proporción de éxito) 50%=0.5

q: (proporción de fracaso) 50%=0.5

e: error del 10%=0.1

z: (Nivel de confianza) 95%=1.96

En la determinación de la muestra representativa par la caracterización de residuos sólidos, a nivel de viviendas se obtuvo los siguientes tamaños de muestra:

Tamaño de muestra para el Poblado de Sangarara

$$n = \frac{260 (1.96)^2 (0.5) (0.5)}{(0.1)^2 (260-1) + (1.96)^2 (0.5)(0.5)}$$

$$n = 70$$

Para la caracterización de residuos sólidos en el Poblado de Sangarara, el tamaño de muestra fue de 70 viviendas de un total de 260 viviendas existentes en dicho distrito (SIAS 2010).

Tamaño de muestra para el poblado de Pomacanchi

$$n = \frac{1272 (1.96)^2 (0.5) (0.5)}{(0.1)^2 (1272-1) + (1.96)^2 (0.5)(0.5)}$$

$$n = 90$$

Para la caracterización de residuos sólidos en el poblado de Pomacanchi, el tamaño de muestra fue de 90 viviendas de un total de 1272 viviendas existentes en dicho distrito (SIAS 2010).

Una vez obtenidas las muestras correspondientes a ambos distritos, se procedió a identificar los domicilios para la aplicación de la metodología elaborada por el Dr. Kunitoshi Sakurai, asesor regional de desechos sólidos de CEPIS/OPS para la caracterización de los residuos sólidos por segregación y composición física por gravimetría, el procedimiento se detalla de la siguiente manera (Anexo, Foto 5y6):

- a) Se entregó una bolsa para residuos sólidos en las viviendas identificadas.(70 en Sangarara y 90 en Pomacanchi)
- b) La entrega se realizó durante 08 días.
- c) El primer día se descartó debido a la posibilidad de que pudieran contener basura acumulada de varios días.
- d) Antes de empezar con la segregación, se procedía a pesar el total de los residuos sólidos recolectados, esto se hizo cada día.
- e) El proceso de caracterización “2do hasta el 8vo”, consistió en la segregación de los residuos de acuerdo a la homogeneidad estructural y material, tal es así, como: materia orgánica, papel, vidrio, latas, vidrios, etc.
- f) Una vez segregado, se procedió a pesar cada tipo, para desarrollar los porcentajes adecuados para cada tipo.
- g) Este procedimiento se repitió durante los 07 días, en vista de que el primer día se descarta.
- h) Se aplicó en los 02 poblados (Pomacanchi y Sangarará).

### **3.2.2. Identificación y Georeferenciación de botaderos de residuos sólidos.**

Una vez que se obtuvo el mapa de Valor ecológico, se procedió con un GPS a la ubicación en coordenadas UTM de los botaderos en toda el área de estudio, los cuales se tienen que introducir al programa informático ARCGis 9.3. (Anexo, Foto 7y8)

Las coordenadas tomadas con el GPS, fueron digitadas en el programa Excel (FIG.11), para luego ser importado por el ARCGis 9.3 y ser ubicado en el mapa deseado.

FIG. N°08  
COORDENADAS EN EXCEL

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	X	Y						
2	222506.51	8446480.255	Ccayahua					
3	222731.49	8447129.123	Chimpa Ccollana					
4	221836.49	8446860.462	Cruz pata					
5	221836.42	8447358.965	Huacalapaqay					
6	221291.26	8447513.422	Minaspuncu					
7	222473.91	8448383.796	Conchacalla1					
8	223833.39	8448059.182	Conchacalla2					
9	221384.61	8449480.661	Cchalla					
10	219660.27	8451043.057	Mancura					
11	219810.83	8452208.315	Chosecani					
12	219487.56	8454314.446	Manzanares					
13	220561.66	8455605.872	Ttio					

### 3.2.3. Elaboración de mapas temáticos y valor bioecológico

Para la elaboración de los mapas fue necesaria la ayuda de los datos generados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), del programa informático ARCGis 9.3 e imágenes LandSat del Earth Science Data Interface (ESDI), las imágenes satelitales utilizadas son ETM+ de 07 bandas con 30 metros de resolución.

#### ❖ Mapas temáticos

Los estudios sobre la cartografía clasificación y caracterización de la vegetación y otros temas, son necesarios y sirven como marco para la planificación de innumerables actividades de investigación y de desarrollo: las razones por las que se empleó a la vegetación como herramienta son por su importancia como subsistema fundamental del sistema ecológico, refugio de fauna silvestre, regulador del clima, mantenimiento del ciclo hidrológico, control de la erosión de los suelos y vinculación directa con la productividad del suelo, lo cual ayudó a tener una idea más clara sobre la utilidad de estas, ya sea con fines agropecuarios, forestales urbanísticos, de investigación y/o de conservación

➤ **Base**

Para la elaboración del mapa base, se procedió a elaborar con la utilización de los datos generados por el IGN, en formato impreso y digital. Información que consta de curvas de nivel a 100 metros de distancia, información de ríos, centros poblados, etc. Los cuales fueron procesados de la siguiente forma:

Para realizar la delimitación, se generó las curvas de nivel a 25 metros para tener mayor detalle topográfico en el área de estudio; posteriormente se delimitó el área de estudio, que es la cuenca de Pomacanchi, esta delimitación se dio de acuerdo a la interpretación del sistema de drenaje y curvas de nivel de las cartas topográficas e imágenes satelitales que integra la cuenca.

Digitalización: Consta en el gráfico de un carácter como ríos, caminos, etc., sobre una imagen escaneada dentro del programa informático del ARCGis 9.3.

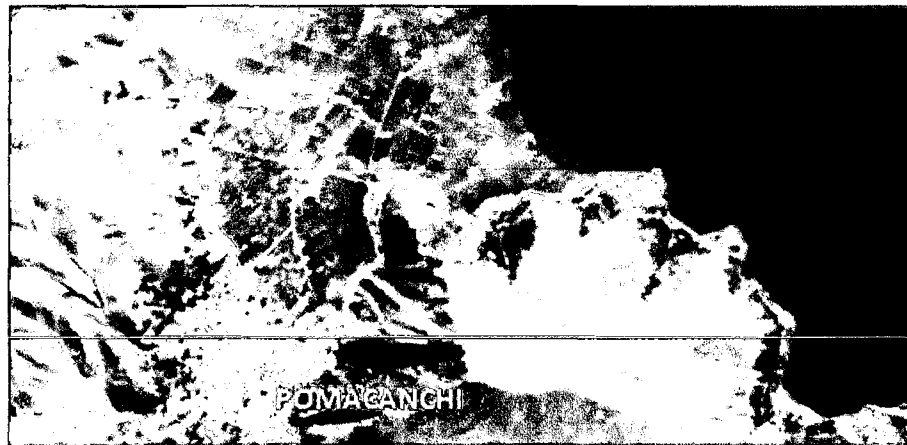
Las Curvas de nivel generadas a una distancia de 25 metros se generan a partir de las ya existentes.

Posteriormente se procedió a corregir algunos datos como poblaciones, ríos y vías utilizando imágenes satelitales.

También con el mencionado programa se procedió a la edición final del mapa base, conteniendo la información topográfica, ríos, vías principales, lagos, poblaciones, etc.

A continuación, esta imagen un ejemplo del material visual utilizado.

**FIG. N°02**  
**IMAGEN SATELITAL – POMACANCHI**



Fuente: Google Earth, 2007.

### ➤ Cobertura Vegetal

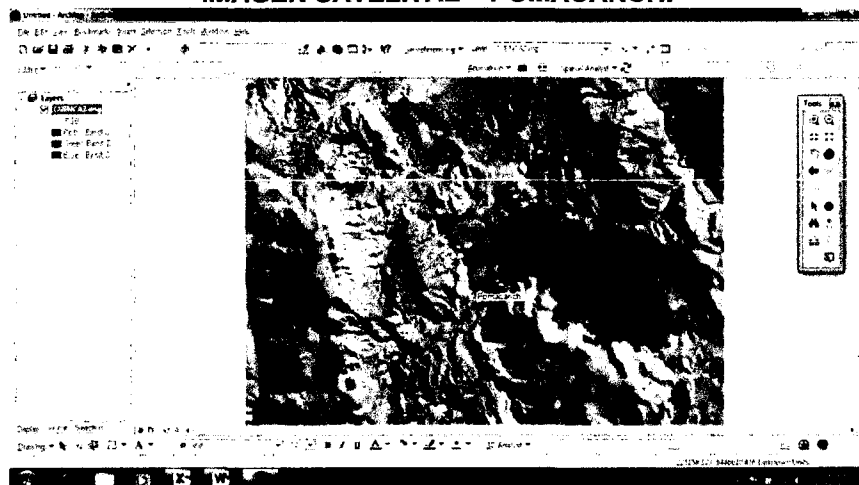
En los estudios sobre cobertura y uso del suelo se analizaron y clasificaron los diferentes tipos de cobertura y usos asociados que el hombre practica en una zona o región determinada. Actualmente, los cambios entre uso y cobertura del suelo, son transformaciones que se dan rápidamente, sin que se tenga cuantificado a escala global, regional y local (Anexo, Foto17-22).

Para determinar el mapa de cobertura vegetal se delimita la cuenca como área de estudio, para lo cual se utilizó lo realizado en el mapa base con las modificaciones y adaptaciones realizadas.

Posteriormente, se realizó una primera integración directa de las imágenes satelitales basadas exclusivamente en las bandas 7, 4 y 2 de imágenes LandSat del Earth Science Data Interface (ESDI), ETM USGS/GLCF del año 2007 con el objeto de identificar áreas verdes con mayor o menor densidad de acuerdo a la tonalidad y ondas capturadas en cada celda o pixel de la imagen; a su vez se pretende identificar con las combinaciones la presencia de infrarrojo, la que determina mayor concentración de clorofila en el área a estudiar.

Finalmente, se procede a comparar con el mapa de cobertura vegetal elaborado por el Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (IMA-2009), el cual sirve de referencia para la delimitación de los polígonos, ya que nos permite dilucidar caracteres poco visibles, para así poder incluirlos de acuerdo a lo interpretado en la imagen.

**FIG. N°03  
IMAGEN SATELITAL – POMACANCHI**



**FUENTE: elaboración propia**

En la imagen se puede observar, áreas que resaltan de color verde y áreas de color rosado, entre las más antagónicas. Las áreas de color verde, son las que tienen una concentración de cobertura vegetal densa; mientras las de color rosado son áreas erosionadas.

### ➤ Biogeográfico

Para determinar el mapa biogeográfico, se procedió de la siguiente manera:

**Primero;** se utilizó información de índices de biodiversidad, elaboradas para el presente trabajo y a su vez, la información proporcionada por el proyecto de Fortalecimiento de Capacidades para el Ordenamiento Territorial del Gobierno Regional del Cusco.

**Segundo;** se categorizó la biogeografía de acuerdo a las sub regiones planteadas por Zevallos para un ecosistema correspondiente al área de estudio.

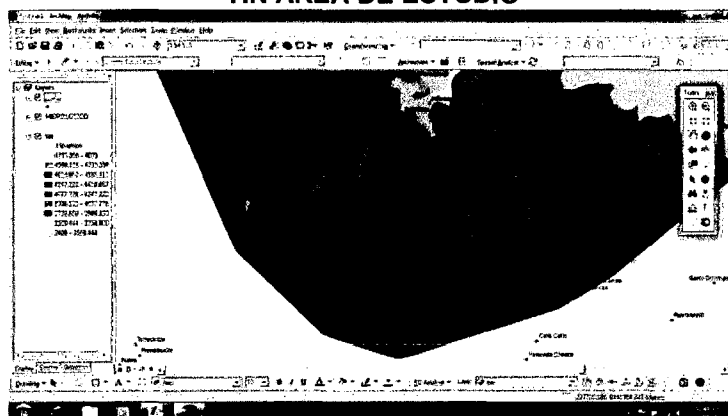
Esta clasificación de Ismael Zevallos es la siguiente:

Sub región de la puna altoandina	3700-4200 msnm
Sub región de la puna húmeda	3200-3700 msnm
Sub región de la sub puna	4200-4800 msnm

### ➤ Hidrográfico

El mapa hidrográfico, se basa principalmente en la sub división de cuencas de acuerdo a las divisorias de aguas, y la caracterización de los cursos y fuentes de agua. Para este proceso, se elaboró un TIN (Red Irregular de Triángulos) en el programa ARCGis 9.3, a continuación se puede observar el siguiente modelo:

FIG. N°04  
TIN ÁREA DE ESTUDIO



Las TIN son una forma de datos geográficos digitales basados en vectores y se construyó mediante la triangulación de un conjunto de vértices (puntos). Los vértices fueron conectados con una serie de aristas para formar una red de triángulos.

Las TIN permiten visualizar con mayor detalle las cabeceras (visualmente) y las divisorias de las cuencas identificadas. A continuación se habilitó el editor del programa ARCGIS 9.3 y se comenzó a desarrollar la delimitación de las áreas hidrográficas, luego con la inserción de los ríos correspondientes.

El criterio de clasificación fue de acuerdo a la clasificación de sus vertientes en base al tamaño del área, esta clasificación es de primer, segundo y tercer orden.

CLASIFICACION	EXTENSION
<b>Tercer orden</b>	≤ 10000 ha
<b>Segundo orden</b>	10000 – 15000 ha
<b>Primer orden</b>	≥ 15000 ha

Fuente: Propio (Adaptado De Absalon Vasques)

La valoración cualitativa (1-5) para el modelamiento, se realiza en base a este orden de las cuencas en estudio.

#### ➤ **Fisiográfico**

Para la determinación de este mapa se consideró el mapa elaborado por el proyecto de Zonificación ecológica económica del Instituto de Manejo de agua y Medio Ambiente del Gobierno Regional del Cusco. Dicho proyecto fue elaborado el año 2009. Para la respectiva área de estudio se hizo un corte con el programa ArcGIS 9.3.

#### ➤ **Uso Actual de Suelos**

Para la caracterización del uso del suelo, se utilizó las Imágenes satelitales Landsat (fotointerpretación, interpretación de índices de reflectancia en los píxeles) que se encuentran publicadas en Earth Science Data Interface, ETM USGS/GLCF del año 2007, las combinaciones realizadas son las bandas 3, 2, y 1, ya que son las que definen y muestran imágenes con una mayor veracidad (como si se tratara de una foto real), los caracteres en estudio que comprenden la Sub cuenca de Pomacanchi. Las combinaciones 3,2 y 1, representan

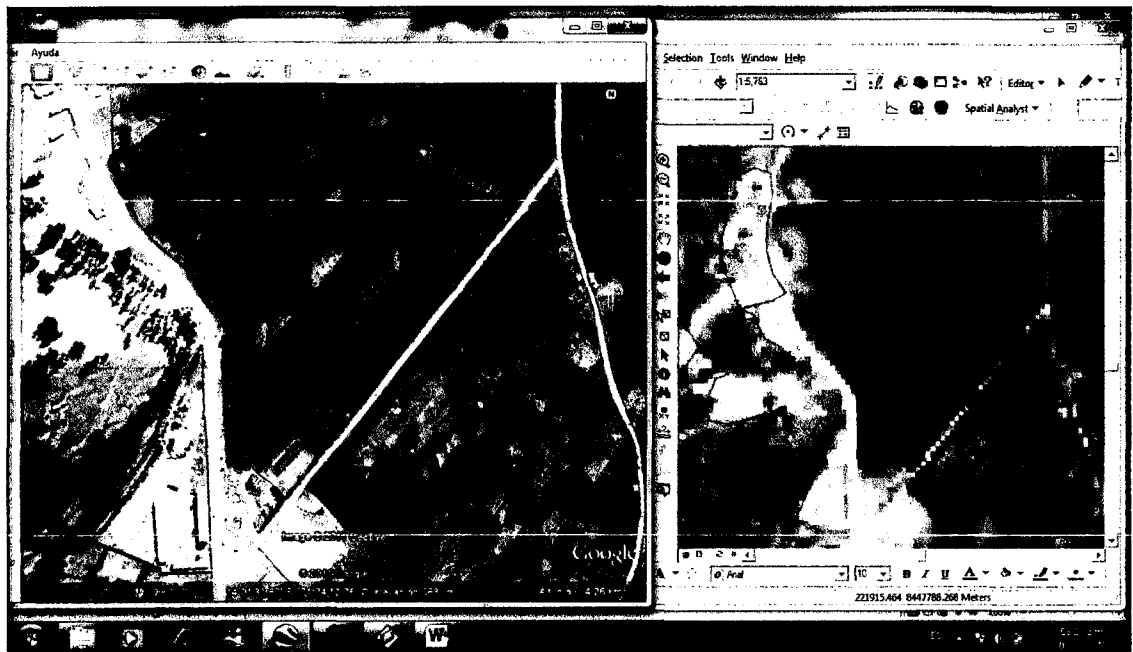


una imagen real del territorio, por eso es recomendable utilizar dichas combinaciones en la identificación del uso actual del territorio.

Sobre la diferenciación de los píxeles, se realizó la digitalización de la información, luego la categorización de las actividades presentes en la Sub cuenca. Como se muestra en la Fig.N°05.

Finalmente se efectuó una verificación en campo. Además que se ha utilizado imágenes de Google Earth (2003) para lo cual se realizó un comparativo del área, en vista de que algunas áreas poseen mayor resolución que las imágenes utilizadas (landsat) para la fotointerpretación.

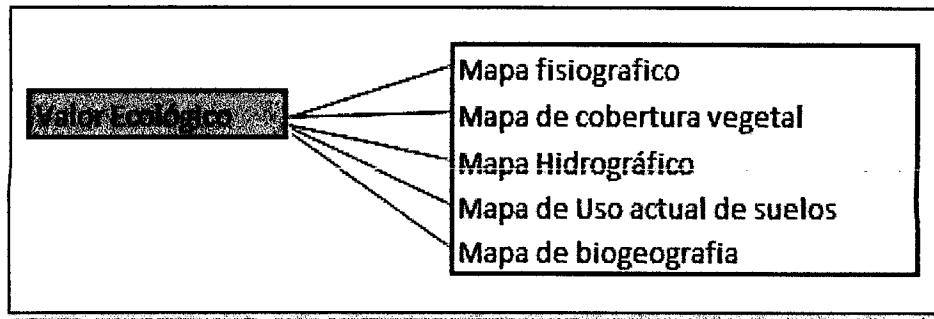
**FIG. N°05**  
**MODELO DE EDICION DEL MAPA DE USO ACTUAL DE SUELOS**



#### ➤ **Valor Bioecológico**

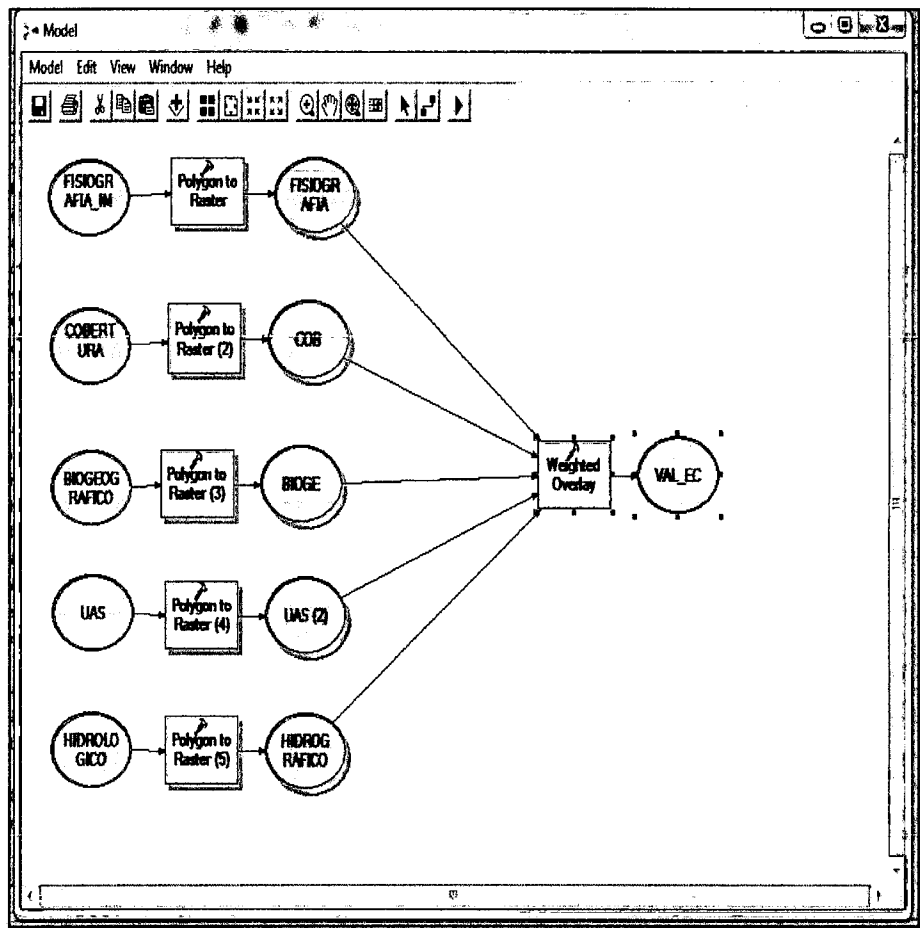
Para la identificación de áreas de interés bio-ecológico, se planteó mediante la sobre posición y modelamiento de mapas temáticos elaborados en el presente trabajo de investigación (Cobertura Vegetal, Uso actual de suelos, Hidrografía y Biogeográfico) y utilizados de una fuente secundaria (Fisiografía).

FIG. N°06  
**MODELO DE SOBREPOSICIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS**



Para mayor detalle en el anexo B-1- cuadro N° 32 se detalla la valoración correspondiente para el modelamiento.

FIG. N°07  
**SOBREPOSICIÓN DE RASTER EN EDITOR ARCGis**



Para realizar el modelamiento, los polígonos normales en formato shp\_XML en formato Raster, y posteriormente se sobreponen con el Overlay-Weighted Overlay, de tal forma se obtiene el modelo deseado.

### 3.2.4. Jerarquización de botaderos de Residuos Sólidos de acuerdo a la vulnerabilidad ambiental.

Una vez identificados los botaderos de residuos sólidos en la sub cuenca de Pomacanchi se realizó una evaluación de riesgo ambiental provocados por estos en el área de estudio. Posteriormente se eligió a aquellos que poseían el mayor puntaje de acuerdo a los criterios de evaluación que son los siguientes:

**CUADRO N°05  
CRITERIOS DE VALORACIÓN (I)**

Criterios	VALORACIÓN				
	< 5 m	5 -10 m	10 - 20 m	20 - 40 m	>40
<b>Campos de Cultivo</b>	5	4	3	2	1
<b>Viviendas</b>	5	4	3	2	1
<b>Rio</b>	5	4	3	2	1
<b>Laguna</b>	5	4	3	2	1
<b>Bosques</b>	5	4	3	2	1

Fuente: Datos Propios.

La valoración fue de acuerdo a la distancia expresada en metros existente entre los botaderos y los criterios, la cual se dio para cada botadero, y se obtuvo una sumatoria.

El botadero en sí, también es un criterio para la jerarquización, pero la valoración fue 5 veces más, en vista de que es el que genera la vulnerabilidad en el ambiente; pero para la calificación del botadero se consideró de manera aproximada de acuerdo a la cantidad de pobladores que existe en la zona, se detalla de la siguiente forma:

**CUADRO N°06  
CRITERIOS DE VALORACIÓN (II)**

Nro. de habitantes	>801	800-601	600-401	400-201	<200
<b>Botadero</b>	25	20	15	10	5

Fuente: Datos Propios.

Esta forma de valoración (cuadro N° 05 y 06), es elaboración y aporte por el presente trabajo de investigación, en vista de que nos permite identificar la

vulnerabilidad del área en base a los variables y la distancia ya identificados en los cuadros de valoración.

### **3.2.5. Evaluación de los escenarios de contaminación por agentes químicos y biológicos, en zonas aledañas a botaderos de Residuos Sólidos**

#### **Agentes Químicos (Conductividad Eléctrica, Plomo y Sales minerales)**

**Conductividad eléctrica,** Para este proceso se extrajo 10 gramos de suelo seco al aire. Se añadió 50 ml, de agua destilada y se agitó durante media hora en agitador mecánico o, en su defecto, a intervalos regulares con una varilla de vidrio.

Se filtró la suspensión a través de un papel filtro (Whatman). Se añadió una gota de hexametáfosfato sódico al 0.1 % por cada 25 ml de filtrado, para evitar la precipitación de  $\text{CaCO}_3$ . El extracto así preparado se denomina extracto suelo-agua 1/5.

Para determinar la conductividad eléctrica se lleno la celda conductimétrica con el extracto de suelo. La mayoría de las células tienen una marca que indica hasta donde tiene que llenarse o sumergirse. Se lee la resistencia  $R_{25}$  a  $25^\circ\text{C}$  y, conociendo la constante  $K$  de la celda, podemos saber la conductividad del extracto. Una vez efectuada la lectura se lavará el electrodo con agua destilada.

Una vez realizada la medición, se deberá referir a  $25^\circ\text{C}$ , para ello se utilizará la tabla de corrección de los datos a la temperatura de  $25^\circ\text{C}$ , convirtiendo así los valores de conductividad a  $25^\circ\text{C}$ .

**Plomo,** En el presente trabajo de investigación se utilizó en método de Absorción atómica para determinar la concentración de metales pesados. Para extraer las muestras de los suelos se ha considerado la metodología en V, cada 05 metros con una profundidad de 20cm. Los análisis se realizaron en el Laboratorio *AQUA LAB*.

**Sales minerales,** se pesan 250 g de suelo seco al aire, añadiendo poco a poco agua destilada, mezclando y agitando con una espátula hasta que se

alcance el punto de saturación. Dejar reposar durante una hora, comprobando el punto de saturación.

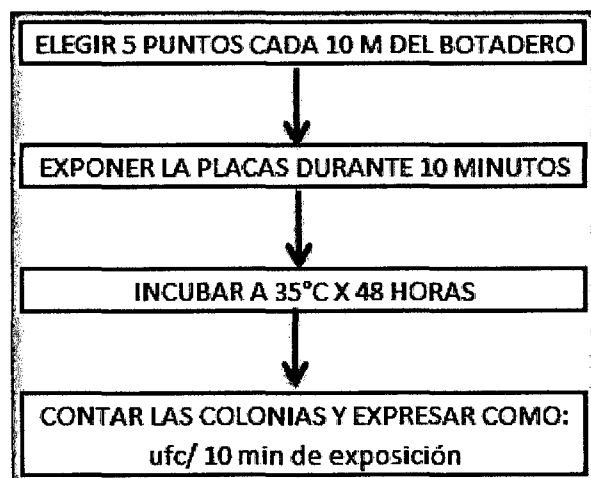
Transferir la pasta al embudo Buchner vertiéndola sobre papel de filtro. Aplicar la bomba de vacío y recoger el filtrado en un kitasato.

Para la determinación de las sales solubles se utiliza normalmente la fotometría de llama para la determinación de sodio, mientras que el calcio y magnesio se determinan por absorción atómica, o bien por complexometría.

### **Agentes Biológicos**

Para determinar la concentración de unidades formadoras de colonia en el aire a consecuencia de botaderos de residuos sólidos, se utilizó el método de control de calidad de aire, para lo cual se prepara cultivos en base a Agar nutritivo. También pueden desarrollarse en este medio de cultivo las levaduras; pero en esta circunstancia, solo nos interesa las bacterias las cuales serán contabilizadas. La metodología consiste en exponer las placas con preparado de agar nutritivo, a una altura de 1 metro cada 10 metros por un tiempo de 10 minutos en ambientes libres, específicamente quebrada arriba y quebrada abajo desde la ubicación del botadero de residuos sólidos, posteriormente proceder a la incubación del cultivo en un horno a una temperatura de 35°C por 48 horas, y posteriormente contar las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) formadas (Anexo, Foto 12-16). A continuación se detalla en la FIG. N°09:

**FIG. N°09  
PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS PARA UFC**

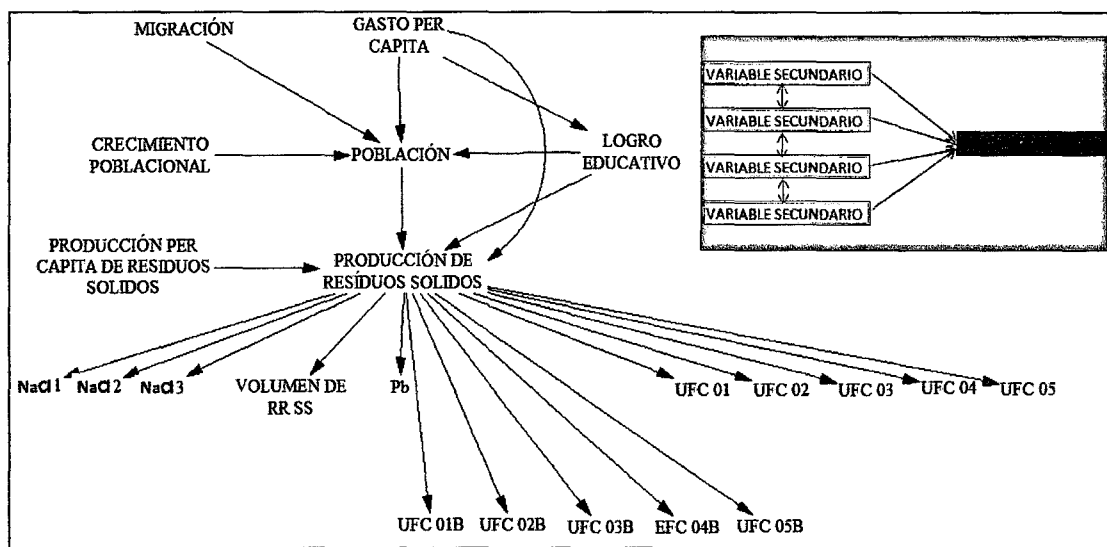


### 3.2.6. Elaboración del modelo de proyección de residuos sólidos para 15 años

Se planteó el modelo tomando como año 0 el 2011, año realizado el trabajo de investigación. Para la proyección de los datos se utilizó el Programa informático de VENSIM 5.11. El programa permitió desarrollar toda una serie de articulaciones de causa – efecto, por lo que las variables pueden ser conectadas entre una y otra. A esta conexión entre variables, se le conoce también como dinámica de sistemas.

**Dinámica de Sistemas**, para este proceso se realizaron la identificación de variables Independientes y el independiente (principal), luego hacer las conexiones entre cada uno de ellos, se define en la siguiente figura:

**FIG. N°10  
INTERACCIÓN DE VARIABLES**



**FUENTE: Elaboración Propia**

La relación que existe en la FIG. N°10, está basada en el flujo de una determinada variable en función al tiempo, tiene la lógica matemática siguiente:

$$\frac{dX}{dt} = X$$

En la que  $dX/dt$  denota la variación con respecto al tiempo de la magnitud X. Esta expresión representa una relación trivial: la variación con respecto al tiempo de X influye en el crecimiento de la propia variable X. Sin embargo, lo que interesa por el momento resaltar es que la existencia, en el diagrama

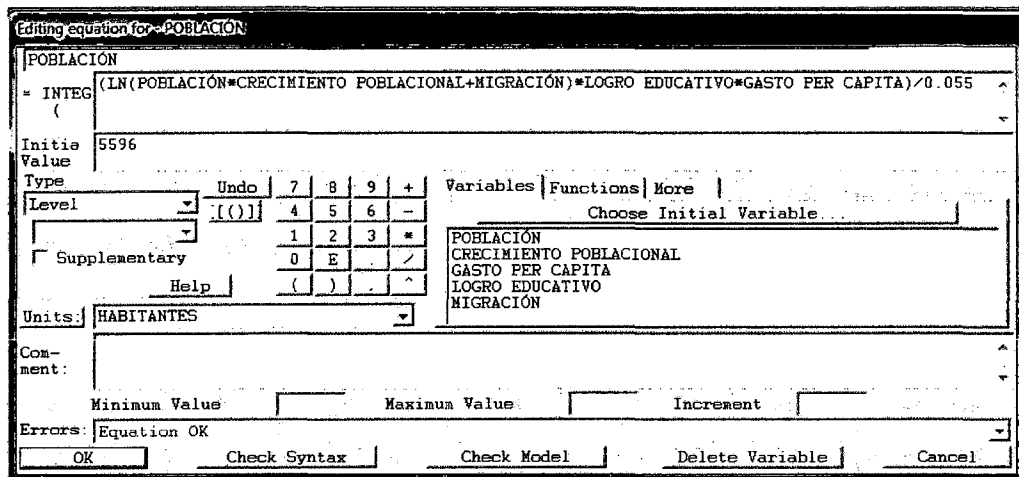
de influencia, de variables que representan la variación con respecto al tiempo de otras. En este hecho se basa que en la estructura está implícito el comportamiento del sistema.

Se indica, las ecuaciones matemáticas (aporte de los tesisistas), para población, producción de residuos sólidos, volumen de residuos sólidos, concentración de sales minerales, concentración de plomo y unidades formadores de colonia que aparecen en los siguientes cuadros correspondientes a los procesos de modelamiento, está diseñada para el presente trabajo de investigación y en base a las variables identificadas en el proceso de diseño de investigación.

➤ **Para modelar población**

Para modelar la población, se requiere tener en cuenta la población inicial, por lo que se debe considerar las interrelaciones que debe de tener con las demás variables, estas relaciones se realizarán con el índice de crecimiento poblacional, gasto per cápita, migración y logro educativo. En el cuadro de Variables aparecen los ítems que se debe de considerar para la formulación de la fórmula algebraica que se encuentra en la parte superior, el siguiente cuadro muestra los detalles pertinentes:

**FIG. N°11**  
**EDICIÓN DE FORMULA MATEMATICA PARA POBLACIÓN**



Fuente. Programa informático de VENSIM 5.11.

En el cuadro de determinación de fórmula algebraica, se ha desarrollado de la siguiente manera:

$$Pobf = Ln \frac{(Pob * Cpob + Mig) * Led * Gpc}{k}$$

**Dónde:**

*Pobf* = población final

*Ln* = Logaritmo natural con base 10.

*Pob* = Población inicial

*Cpob* = Crecimiento poblacional

*Mig* = Migración

*Led* = Logro educativo

*Gpc* = Gasto per cápita

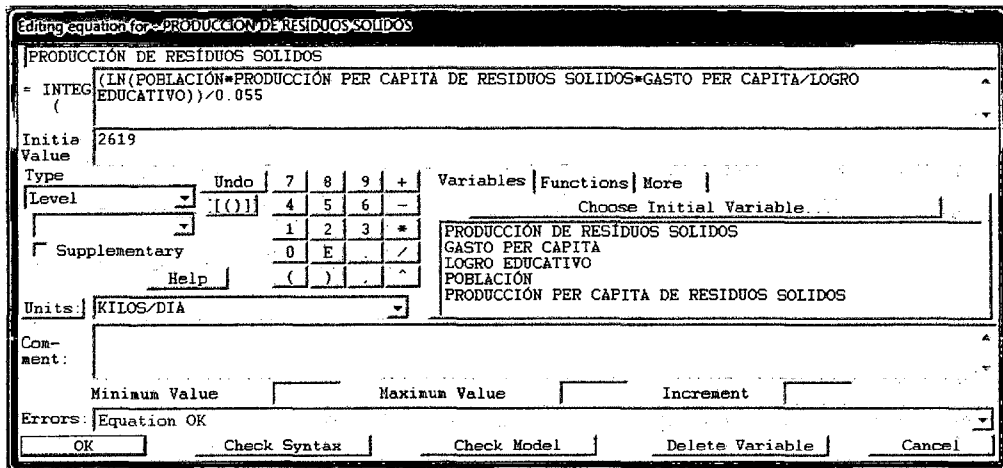
*k* = Constante (0.055)



➤ **Para modelar producción de residuos sólidos**

La producción de residuos sólidos es una variable muy determinante para la proyección de los demás variables que se encuentran en la parte final de este documento, para lo cual se considera las siguientes variables que influyen, estas son: Producción actual de residuos sólidos, población, gasto per cápita y logro educativo. En el siguiente cuadro se detalla la interacción de variables:

**FIG. N°12**  
**EDICIÓN DE FORMULA MATEMATICA PARA PRODUCCIÓN DE RESÍDUOS SÓLIDOS**



Fuente. Programa informático de VENSIM 5.11.

La fórmula determinada para esta interacción de variables se detalla de la siguiente manera:

$$PRSF = \left( \frac{\ln(Pob * Prs * Ppcrs * Gpc)}{\frac{Led}{k}} \right)$$

**Dónde:**

*PRSF* = Producción de residuos sólidos final

*Ln* = Logaritmo natural con base 10.

*Pob* = Población inicial

*Prs* = Producción de residuos sólidos

*Ppcrs* = Producción per cápita de residuos sólidos

*Gpc* = Gasto per cápita

*Led* = Logro educativo

*k* = Constante (0.055)

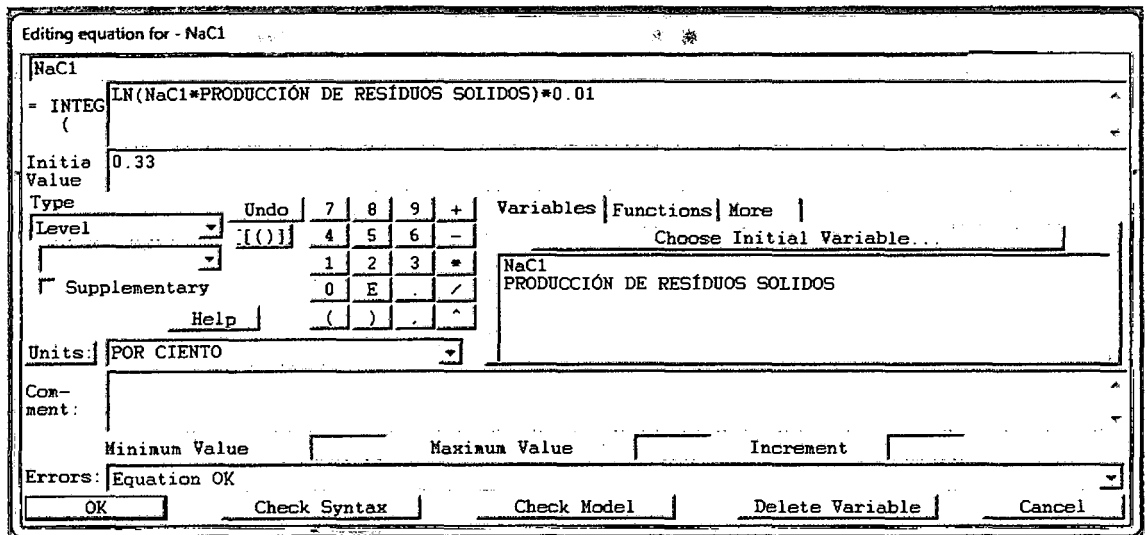
➤ **Para modelar Escenarios ambientales en suelos y aire**

• **En Suelo**

**Para Cloruro de Sodio**

La concentración de sales recibe una influencia directa de la producción de residuos sólidos, en la medida que incremente o disminuya la producción de residuos sólidos. Este modelo se aplica de manera muy independiente a cada muestra, para el cual se determina el siguiente modelo matemático en el recuadro de la fórmula algebraica. Se detalla de la siguiente manera:

**FIG. N°13  
EDICIÓN DE FORMULA MATEMATICA PARA NaCl**



Fuente. Programa informático de VENSIM 5.11.

La relación matemática se tiene de la siguiente manera:

$$NaCl_f = Ln(NaCl * Prs) * k$$

**Dónde:**

NaCl<sub>f</sub> = Cloruro de Sodio Final

Ln = Logaritmo Natural con base 10.

NaCl = Cloruro de sodio actual

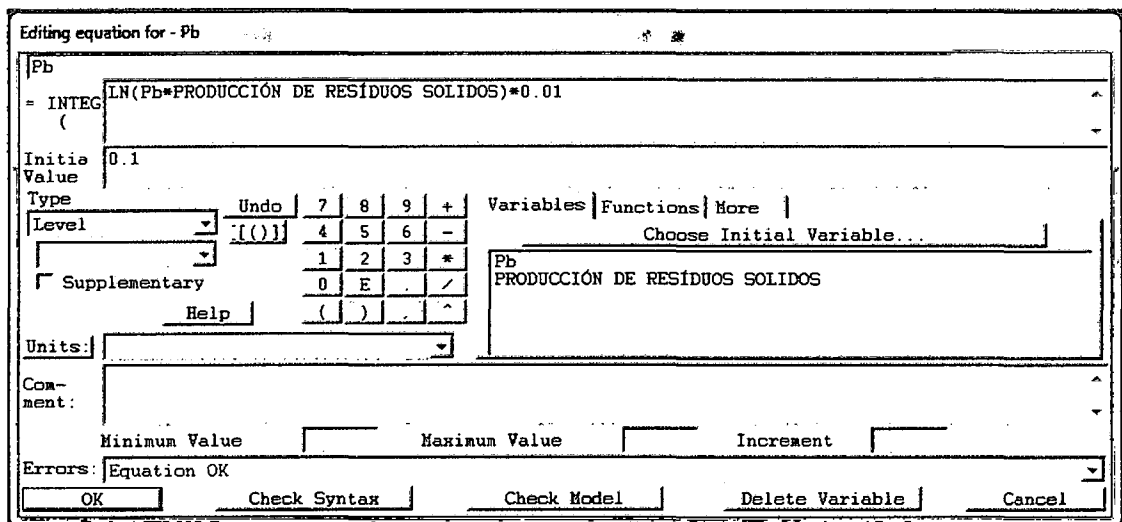
Prs = Producción de residuos sólidos

k = constante (0.01)

## Para Plomo

Para determinar la variación de la concentración del metal pesado, también se considera el mismo procedimiento del anterior caso, es decir, los metales pesados reciben una influencia directa de la producción de residuos sólidos, en la medida que disminuya o incremente la producción de residuos sólidos, el efecto será de manera proporcional directa. El diseño de la fórmula matemática se muestra de la siguiente manera:

FIG. N°14  
EDICIÓN DE FORMULA MATEMATICA PARA Pb



Fuente. Programa informático de VENSIM 5.11.

La ecuación algebraica se muestra de la siguiente forma:

$$Pbf = \text{Ln}(Pb * Prs) * 0.01$$

**Dónde:**

Pbf = Plomo fina

Ln = Logaritmo Natural con base 10.

Pbl = Plomo actual

Prs = Producción de residuos sólidos

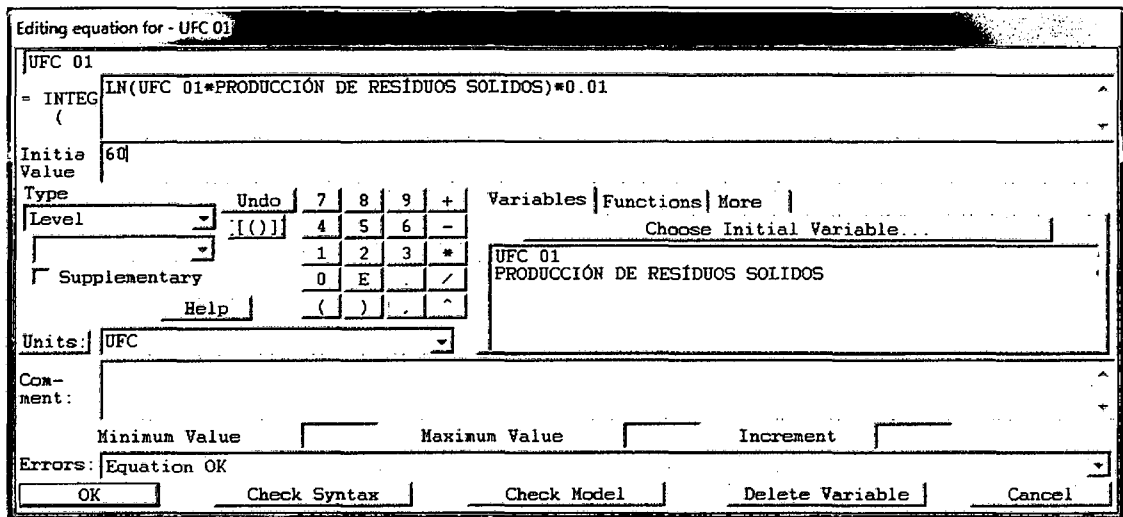
k = Constante (0.01)

- En Aire

**Para Unidades formadores de colonia**

Al igual que los demás variables, las unidades formadoras de colonia (UFC) reciben una influencia muy determinante de la producción de residuos sólidos, en la medida que incremente o disminuya la producción de residuos sólidos, variará directamente proporcional la concentración de UFC en el ambiente circundante a los botaderos. Para la edición de la ecuación matemática se considera de la siguiente manera:

**FIG. N°15  
EDICIÓN DE FORMULA MATEMATICA PARA UFC**



Fuente: Programa informático de VENSIM 5.11.

La ecuación matemática se muestra de la siguiente manera:

$$UFC_f = Ln(UFC * Prs) * 0.01$$

**Dónde:**

- UFC<sub>f</sub> = Unidad Formadora de Colonia final
- Ln = Logaritmo Natural con base 10.
- UFC = Unidad formadora de colonia
- Prs = Producción de residuos sólidos
- k = constante (0.01)

### **3.2.7. Elaboración de un Mapa Temático de contaminación por botadero de residuos sólidos con mayor riesgo.**

Para lograr este mapa, se sobrepone los resultados de la proyección de los escenarios ambientales en el mapa de valor ecológico, en el cual se hace un análisis de la presencia o ausencia de agentes contaminantes en áreas de alto valor ecológico.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1 RESULTADOS

##### 4.1.1 Situación actual del aspecto socio económico y la caracterización de residuos sólidos en la Cuenca Pomacanchi

###### A. Aspectos socioeconómicos

Los aspectos socioeconómicos, tal conforme se establece en la metodología, es una información secundaria, correspondiente a las instituciones ligadas a cada tema. A continuación se detalla el siguiente cuadro:

**CUADRO N°07  
VARIABLES SOCIOECONÓMICAS**

VARIABLES SOCIOECONÓMICAS	POMACANCHI	SANGARARÁ
Población	5596 hab	3193 hab
Índice de crecimiento poblacional	1.02	0.56
Índice de Migración	-0.164	-0.164
Gasto per cápita	S/. 258.70	s/. 310.9
Logro educativo	0.37%	0.36%

FUENTE: INEI

Como se puede apreciar en el cuadro N°07, la población que corresponde a Pomacanchi excede en 2403 a la de Sangarará, definitivamente por la mayor carga poblacional que existe en el área. Pero, también debemos resaltar el índice de crecimiento poblacional de estos dos distritos varía en 0.46, el logro educativo es mayor en Pomacanchi con 0.37% frente a 0.36%.

###### B. Caracterización de residuos sólidos

La caracterización de los residuos sólidos se hizo como lo plantea la metodología ya diseñada para este aspecto, durante 08 días, en horas de la mañana. A continuación se detalla la caracterización en los poblados ya indicados.

**CUADRO N°08  
CARACTERIZACIÓN DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

<b>COMPONENTES DE RR SS</b>	<b>POMACANCHI En base a 0.519Kg.</b>	<b>SANGARARÁ En base a 0.560Kg.</b>
<b>Materia orgánica</b>	26.36%	50.4%
<b>Huesos</b>	0.40%	3.55%
<b>Papel</b>	1.55%	2.53%
<b>Cartón</b>	0.95%	2.24%
<b>Plástico</b>	6.41%	6.47%
<b>Metales</b>	1.86%	2.13%
<b>baterías-pilas</b>	0.09%	0.31%
<b>Restos de suelo</b>	31.55%	24.46%
<b>Vidrios</b>	1.49%	0.62%
<b>Madera</b>	21.57%	4.29%
<b>Otros</b>	7.77%	3.00%
	100.00%	100.00%

FUENTE: DATOS PROPIOS.

Como se puede apreciar en el cuadro N°08, existe notable diferencia en la producción de materia orgánica, Sangarará produce más del 50 % de materia orgánica, en comparación al Poblado de Pomacanchi, que solo produce el 26.36%. Pero también es notable la superioridad en la producción de metales y baterías – pilas. Lo que sí, se debe de resaltar en esta parte, es la producción de plástico, son casi similares, es de 6.41% frente a 6.47% de Sangarará. En papel se puede observar, Sangarará desecha más papel con 2.53% frente 1.45% de Pomacanchi.

Existe un carácter muy resaltante, nos referimos a residuos de madera, lo que se puede ver, es que Pomacanchi, produce más madera con 21.57% como desecho frente a los 4.29% de Sangarará.

**CUADRO N°09  
PROYECCIÓN DE PRODUCCIÓN DE RESÍDUOS SÓLIDOS POR  
HABITANTE**

<b>PPC DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA LOCALIDAD DE POMACANCHI Y SANGARARÁ</b>				
<b>POBLACION</b>	<b>Población</b>	<b>Producción</b>	<b>Total</b>	<b>Total</b>
	(hab)	(Kg/hab/día)	(Kg/día)	(TM/día)
<b>POMACANCHI</b>	5596	0.519	2904.32	2.904
<b>SANGARARÁ</b>	3193	0.56	1788.08	1.788
<b>TOTAL</b>	<b>8789</b>	<b>1.079</b>	<b>4692.4</b>	<b>4.692</b>

FUENTE: DATOS PROPIOS.

Del cuadro N°09 se observa que, la producción per cápita del poblado de Pomacanchi, es 0.519 Kg/hab/día de residuos sólidos, en comparación al de Sangarará, que es de 0.560 Kg/hab/día. Por lo tanto un poblador de Sangarará genera en 10 días, más de 4 kg de residuos sólidos que uno de Pomacanchi. Pero, como la diferencia entre el número de habitantes es de 2403, habrá mayor producción de residuos sólidos en el Poblado de Pomacanchi que representaría el 61.7% del total de residuos sólidos producidos.



#### 4.1.2 Identificación y Georreferenciación de botaderos de residuos sólidos.

A continuación se detalla las coordenadas de los botaderos identificados en el área de estudios, son los siguientes:

**CUADRO N°15**  
**UBICACIÓN Y GEOREFERENCIACION DE BOTADEROS DE RESIDUOS**  
**SOLIDOS DE LA CUENCA DE POMACANCHI**

N°	BOTADEROS	COORDENADAS	
		X	Y
1	Ccayahua	222506.508	8446480.255
2	Chimpaccollana	222731.488	8447129.123
3	Cruzpata	221836.494	8446860.462
4	Waqllalaqay	221836.423	8447358.965
5	Minaspuncu	221291.260	8447513.422
6	Conchacalla1	222473.906	8448383.796
7	Conchacalla2	223833.391	8448059.182
8	Cchalla	221384.611	8449480.661
9	Mancura	219660.267	8451043.057
10	Chosecani	219810.830	8452208.315
11	Manzanares	219487.560	8454314.446
12	Ttio	220561.655	8455605.872
13	Ihuina	223613.553	8453308.422
14	Sangarará	219501.450	8456081.010
15	Marcaconga	222608.684	8453985.357
16	Chillchicaya	224776.348	8452362.894
17	Chahuay	226440.658	8450837.411
18	Yananpampa	228321.971	8450409.447

En el área de estudio se han ubicado 18 botaderos clandestinos, entre los que son de paso, y también entre los que son fijos (propiciados por las municipalidades). Las que se encuentra en el distrito de Pomacanchi son: Ccayahua, Chimpacollana, Cruzpata, Waqlalaqay, Minaspuncu, Conchacalla (1 y 2), Cchalla, Mancura, Chosecani, Mazanares, ttio e Ihuina. Mientras los botaderos que corresponden al distrito de Sangarará, son: Sangarará, Marcaconga, Chillchicaya, Chauhay y Yananpampa.

### 4.1.3. Mapas temáticos y valor Bioecológico

#### 4.1.3.1. Cobertura vegetal

A continuación se muestra los resultados de la evaluación del territorio para la cobertura vegetal, se muestra de la siguiente manera:

**CUADRO N°10  
COBERTURA VEGETAL**

COBERTURA VEGETAL	ÁREA	PORCENTAJE
	(ha)	(%)
Áreas con intervención antrópica	11224.52	46.29
Pastizal y Césped de puna	10602.84	43.63
Humedales andinos	1596.81	5.32
Matorral sub húmedo de valles interandinos	1014.60	2.85
Bosques macizos exóticos	734.18	1.65
Nevados	407.21	0.26
<b>TOTAL</b>	<b>25580.18</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Datos Propios.

En la sub cuenca de Pomacanchi se sitúa biogeográficamente en la región andina; y presenta a lo largo de su territorio una variedad de características fisiográficas, climáticas y edáficas, las cuales favorecen al desarrollo de una diversidad de formaciones vegetales desde vegetación de puna compuesta por pastizales, seguida de una vegetación de matorrales y bosques que se desarrollan sobre los valles interandinos.

- De acuerdo a los datos obtenidos se observa que, existen áreas con intervención antrópica, muestra un 46% total del territorio, con 10879.31 ha del territorio.
- Con respecto a Bosques macizos exóticos, donde la presencia de árboles de eucalipto caracterizan el área indicado, esta cuenta con 1.65% del total del área en estudio con 388.97 ha.
- Humedales andinos, cuenta con un área de 1251.60 ha. con un porcentaje de 5.32% del total del área, con una flora propia de la zona.
- Existe un matorral sub húmedo de valles interandinos, con 2.85 % con 669.39 ha, es un área que corresponde a especies como *Colletia spinosísima*, *Baccharis sp.* Se encuentra a la altura de Cebadapata dirigido hacia la parte de Acopia, al Este de la cuenca en estudio.
- Existe un área ocupado por un glaciar temporal, se muestra sólo en épocas de lluvia. Corresponde a un 0.26% con un área de 62.0 ha.



**LEYENDA**

- CP\_P
- CUENCA POMACANCHI
- LAGUNAS

**COBERTURA VEGETAL**

- Areas con intervención antrópica
- Bosques macizos exóticos
- Humedales andinos
- Matorral sub húmedo de valles interandinos
- Nevados
- Pastizal y Césped de puna

**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
CARRERA PROFESIONAL DE BIOLÓGÍA

TESIS: "ESCENARIOS DE CONTAMINACIÓN CAUSADOS POR BOTADEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CUENCA DE POMACANCHI- PROVINCIA DE ACOMAYO"

**MAPA DE COBERTURA VEGETAL**  
 DATA: IGN, INEI, IMA  
 WGS\_1984\_UTM\_19S  
 ESCALA: 1:140,000

MAPA: 04

- f) Pastizal y Césped de la puna, Corresponde a un 43.63% con 10257.63 ha. Áreas destinadas al pastoreo.

#### 4.1.3.2. Biogeográfico

En el siguiente cuadro, se puede observar los resultados del trabajo realizado para el área correspondiente

**CUADRO N°11  
SUB REGIONES ANDINAS**

SUB REGION BIOGEOGRAFICO	ALTITUD	AREA
	(m)	(ha)
<b>Sub región de la Puna Húmeda</b>	3700-4200	16637.25
<b>Sub región de la Puna Alto andina</b>	4200-4800	4704.41
<b>Sub región de la Sub puna</b>	3200-3700	4238.51
<b>TOTAL</b>		25580.18

Fuente: Datos propios.

Sub regiones desarrolladas son las siguientes:

- **Subpuna;** básicamente entre los 3700 a 3200 m de altitud, se caracteriza por su clima templado-frío, con lluvias fuertes en la estación lluviosa; es en realidad toda la zona ecotonal o de transición entre la puna y los valles interandinos peruanos. La vegetación es predominantemente arbustiva con asociaciones de bosques de chacacomo (*Escallonia resinosa*), matorrales de chilca (*Baccharis latifolia*) y matorrales espinosos de roque (*Colletia spinosissima*) y llaulli (*Barnadesia horrida*). La fauna típica incluye el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), la tangara azulamarilla (*Thraupis bonariensis*), el canastero frentirrojizo (*Asthenes ottonis*); ciertas especies empiezan a aparecer desde esta altitud, entre ellas las lagartijas del género *Proctoporus* y el anfibio *Gastrotheca marsupiata* (Ceballos, 1970).
- **Puna húmeda.** Se localiza en elevaciones entre 3700 a 4200 m, y corresponde con el piso de puna de Ceballos (1970). La precipitación es en promedio de 500 a 700 mm. La temperatura anual es baja, yendo en una gama de 5° a 7°C; la temperatura diaria varía considerablemente, con períodos de heladas nocturnas de Marzo a Octubre. Aquí se ha encontrado el límite de la línea arbórea (4200 m) en los valles interandinos, pues en este piso se presentan, junto con los pajonales, los

bosques de q'euña (*Polylepis*), t'asta (*Escallonia myrtilloides*) y los rodales de las plantas arrosetadas gigantes (*Puya raimondii*).

- **Puna altoandina.** Yace entre los 4200 a 4800 m de altitud, e incluye el piso de cordillera que indica Ceballos (1970). La precipitación es menor de 700 mm, y principalmente es como nieve y granizo. Los extremados cambios en la temperatura durante el día han sido una fuerza selectiva en la adaptación de las plantas a este ambiente, al igual que las heladas nocturnas. Esta área es extremadamente oligotérmica. La vegetación predominante son los pajonales, pues ya no existen árboles en esta altitud.



**LEYENDA**

- CP\_P
- ▭ CUENCA POMACANCHI
- ▭ LAGUNAS

**BIOGEOGRAFICO**

**SUB REGIONES**

- ▭ Sub región de la Puna Alto andina
- ▭ Sub región de la Puna Húmeda
- ▭ Sub región de la Sub puna

**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

**TESIS: "ESCENARIOS DE CONTAMINACIÓN CAUSADOS POR BOTADEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CUENCA DE POMACANCHI- PROVINCIA DE ACOMAYO"**

**MAPA BIOGEOGRAFICO**  
DATA: IGN, INEI, IMA  
WGS\_1984\_UTM\_19S  
ESCALA: 1:140,000

MAPA: 05

#### 4.1.3.3. Hidrográfico

El potencial hídrico de la sub cuenca de Pomacanchi es fundamental en el desarrollo distrital, entre otras debido al gran volumen de aguas que discurren a lo largo del territorio; este potencial se sustenta en su posición geográfica y sus características geomorfológicas, geológicas y climáticas que condicionan el almacenamiento y escurrimiento de grandes volúmenes de agua en forma de nevados, ríos, riachuelos, depósitos temporales, manantiales, lagunas entre otros. Actualmente este potencial se orienta a cubrir los respectivos requerimientos de agua principalmente para actividades agropecuarias, en general el uso de recursos hidrobiológicos.

**CUADRO N°12  
CUENCAS DEL AREA DE ESTUDIO**

CUENCAS	AREA	PORCENTAJE
	(ha)	(%)
MANCURA_SANGARARA	9117.64	35.65
POMACANCHI	8100.51	31.67
LAGUNA	6177.03	24.15
TTIO_MARACONGA	1536.78	6.01
CEBADAPATA	<u>648.22</u>	<u>2.52</u>
TOTAL	25580.18	100.00

Fuente: Datos Propios.

Los polígonos en el mapa desarrollado corresponden de la siguiente forma: La única laguna de Pomacanchi, está influenciado por un área directamente, al cual se le denominó laguna, no necesariamente por ser todo el área laguna, sino por tener un área de influencia directa con el cuerpo de agua, que cuenta con un área de 6177.03 ha que corresponde al 24.15% del territorio en estudio.

Pomacanchi, es el área de la pequeña cuenca que corresponde con un 9754 ha que representa el 35.65% del total del área de estudio. En esta pequeña

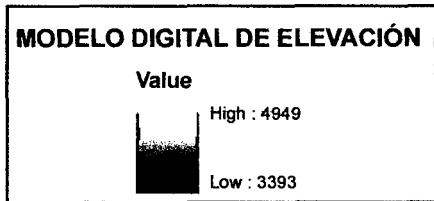
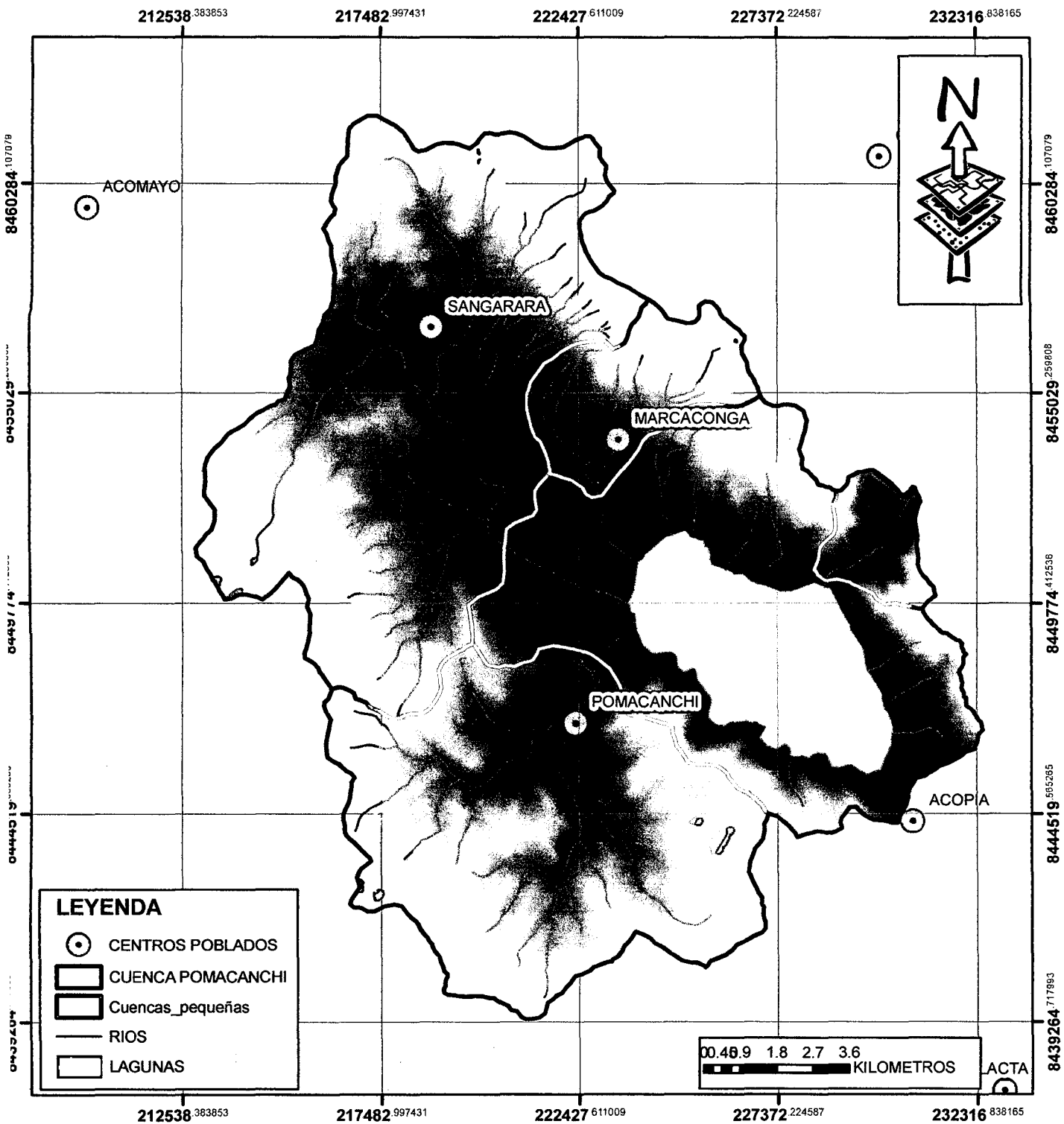


cuenca se encuentra gran parte de las actividades de conservación de vicuñas.

Mancura - Sangarará, es una mediana cuenca, que está representada por el 35.65% del territorio en estudio, lo que corresponde a un área de 9116.43 ha, un importante área dentro de la Cuenca.

Ttio – Marcaconga, es la pequeña cuenca que ocupa un área que representa el 5.26% del área en estudio.

Y la pequeña microcuenca de Cebadapata, es un área que sirve de salida de las aguas de la Laguna de Pomacanchi. Es la única salida superficial con la que cuenta la referida área de estudio. Corresponde con 647.09 ha y 2.53 % del total del área de estudio.



 UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

TESIS: "ESCENARIOS DE CONTAMINACIÓN A CAUSA DE BOTADEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CUENCA DE POMACANCHI- PROVINCIA DE ACOMAYO"

MAPA DE HIDROGRÁFICO  
DATA: IGN, MINAM, IMA.

MAPA:06

WGS\_1984\_UTM\_19S  
ESCALA: 1:140,000

#### 4.1.3.4 Fisiográfico

El origen y las características del relieve de la sub cuenca de Pomacanchi se debe a diversos episodios de modelamiento tectónico del levantamiento de la cadena de los andes, así como también a procesos erosivos originando las diversas formas de paisajes, conformando así, la geomorfología actual de su territorio.

La presencia de diversos pisos altitudinales, fuertes pendientes; desniveles y formaciones geológicas heterogéneas determina la concurrencia de variados y complejos patrones geomórficos en distancias muy cortas. A continuación se detalla la fisiografía del área de estudio, es la siguiente:

**CUADRO N°13  
FISIOGRAFÍA**

<b>FISIOGRAFIA</b>	<b>ÁREA (ha)</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
<b>Vertientes de montaña empinada</b>	10049.65	41.85
<b>Altiplanicies disectadas</b>	6150.65	25.22
<b>Fondos de valle glaciar y aluvial</b>	3489.65	13.87
<b>Altiplanicies onduladas</b>	3270.65	12.94
<b>Vertientes de montaña disectada</b>	1435.65	5.11
<b>Llanura de valle aluvial</b>	382.75	0.62
<b>Fondos de valle aluvial montaña</b>	299.65	0.27
<b>Vertientes de montaña allanada</b>	260.46	0.10
<b>Altiplanicies allanadas</b>	<u>241.36</u>	<u>0.02</u>
<b>TOTAL</b>	25580.50	100.00

Fuente: IMA (2009)

- a) Las altiplanicies allanadas, son áreas que se encuentran al sur este del área de estudio, corresponde el 0.02% del total del área de estudio que corresponde un área de 4.71 ha.
- b) Altiplanicies disectadas, son áreas que corresponden a lugares con una inclinación y pendiente considerable, entre el 4-8%, se practica la agricultura y ganadería de manera muy significativa.
- c) Altiplanicies onduladas, son áreas que presentan pendientes mucho más considerables, entre 10 – 25%, también son utilizadas para agricultura, aunque con ciertas dificultades y también para pastoreo. Tiene un porcentaje de 12.94 % con un área de 3034 ha.

- d) Fondos de valle aluvial, son áreas que corresponden lugares bajos, como la bajada de cebadapata, que conecta la cuenca en estudio con la cuenca del Vilcanota. Con 63 ha, que hace el 0.27 % del área de estudio.
- e) Fondos de valle glaciar y aluvial, corresponde a las partes más húmedas, lugares donde se practica la agricultura y ganadería. Está a la misma altura que la laguna de Pomacanchi. Con 3253 ha, que representa el 13.87% del área de estudio.
- f) Llanura de valle aluvial, son áreas muy similares a los cuerpos de agua, en esto nos referimos a la laguna de Pomacanchi, donde se practica la ganadería. Con 146.10 ha, que hace el 0.62% del área de estudio.
- g) Vertientes de Montaña allanada, aquellas que se encuentran en la base de otras de mayor pendiente. Todavía se observa actividades agrícolas. Con 23.81 ha, que representa el 0.10% del área en estudio.
- h) Vertientes de montañas disectada, con pendientes muy pronunciadas, donde las actividades agrícola y pecuarias son muy difícil de practicarlas. Alcanzan los porcentajes más altos en pendientes. Con 1199 ha, que corresponde un porcentaje de 5.11% del total del área de estudio.
- i) Vertiente de montaña empinada, son áreas que presentan las pendientes menos significativas que las disectadas, en estas se puede practicar actividades de agricultura y pastoreo de ovinos y alpacas. Presenta un área de 9813 ha con un porcentaje de 41.85% del área de estudio.

#### 4.1.3.5 Mapa de Uso Actual de Suelos

El uso actual de suelos se puede observar de la siguiente forma:

USO ACTUAL DE SUELOS	SIMBOLO	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE
PAJONAL DE PUNA	PP	9600.49	37.53
CULTIVO EN LADERA	CL	9002.82	35.19
LAGUNA	LAG	2165.38	8.47
CULTIVO SIN RIEGO EN PISO DE VALLE	CSRPV	1848.32	7.23
CULTIVO EN LADERA EN PISO DE VALLE GLACIAR	CLPVG	707.02	2.76
CULTIVOS EN ALTIPLANICIE ALLANADA	CAAll	680.66	2.66
PLANTACIONES DE EUCALIPTO	PEuc	478.26	1.87
POBLADO	POB	294.11	1.15
PASTOREO DE GANADO VACUNO	PGV	290.78	1.14
TIERRAS AGRICOLAS CON RIEGO	TACR	255.31	1.00
CULTIVOS EN PISO DE VALLE LACUSTRE	CPVL	143.16	0.56
CULTIVO EN PISO DE VALLE GLACIAR	CPVG	84.17	0.33
LAGUNILLA	LAGu	29.69	0.12
<b>TOTAL</b>		<b>25580.18</b>	<b>100.00</b>

Detallaremos las variables más importantes de este componente, de la siguiente manera:

#### **CULTIVOS EN LADERA**

Tiene 9002.82 hectáreas, que representa el 35.19% del total del área de estudio, éstas son cultivos generalmente de papa, habas, tarwi, etc.

#### **POBLADO**

Ocupa un área de 294 hectáreas y 1.15% del total del área de estudio, en estas se encuentran los poblados de Pomacanchi, Sangará y sus respectivas comunidades y/o anexos respectivamente.

#### **PLANTACIONES DE EUCALIPTO**

Tiene una ocupación de 478.26 hectáreas y representa el 1.87 %, estas plantaciones de eucalipto tienen aproximadamente unos 40 años de permanencia en el área de estudio, presenta una tendencia a incrementarse por la demanda del eucalipto en el mercado.

#### **LAGUNA – LAGUNILLAS**

Estos ecosistemas son de gran importancia en la termorregulación de la zona, así como en la presencia de muchas aves acuáticas, ocupando 2195.07 hectáreas y 8.59% del total del área de estudio.

### **PASTOREO DE GANADO VACUNO**

Ocupa 590 Hectáreas y 1.14% del total del área de estudio, estas son áreas exclusivos para el pastoreo de ganado, está ubicado en la parte media del área de estudio (altura de la laguna).

### **TIERRAS AGRÍCOLAS CON RIEGO**

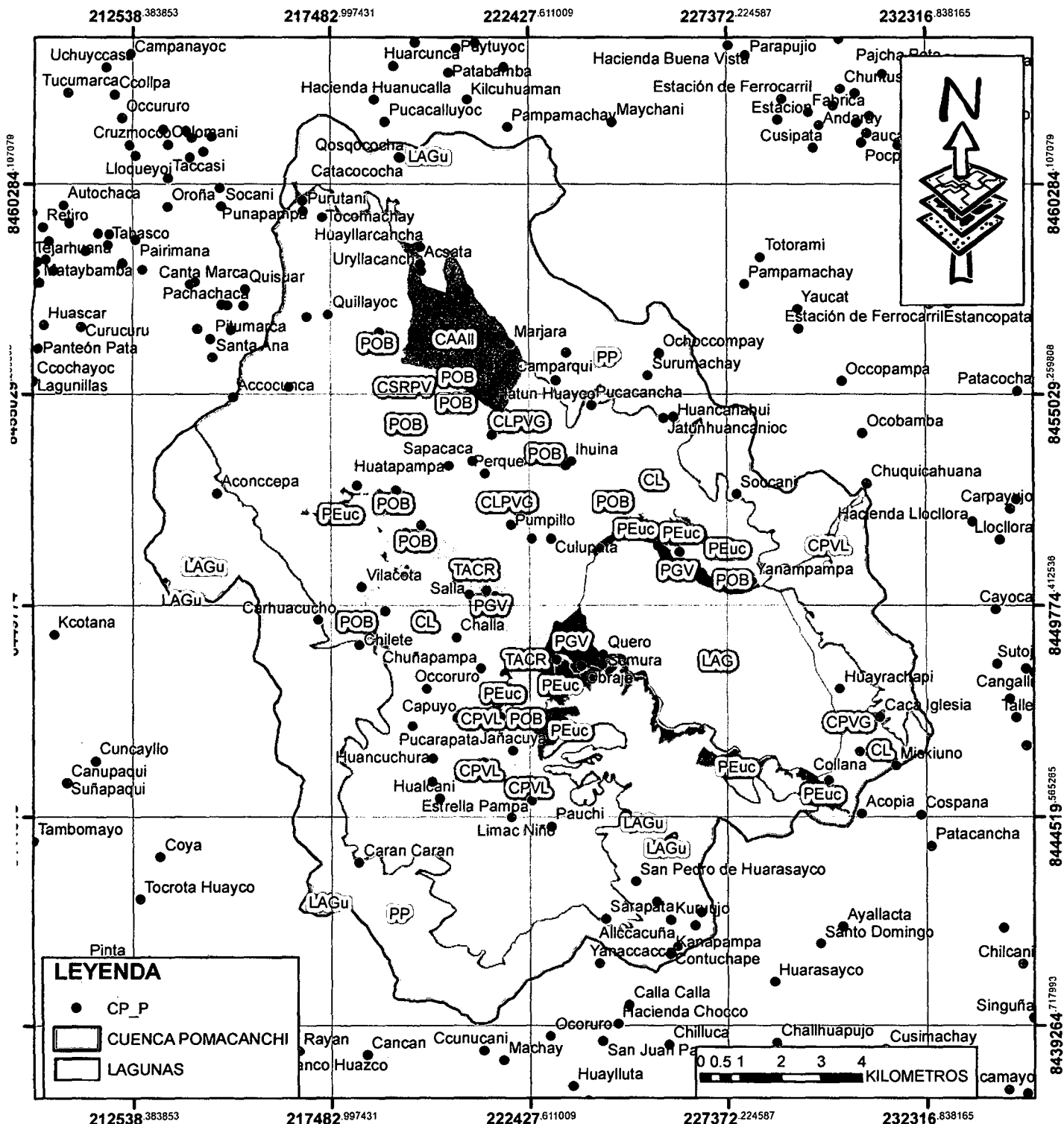
Ocupa 255.31 Hectáreas y representa el 1.00% del total del territorio, estas están ubicados en la parte media, así como en el caso de áreas correspondientes para pastoreo de ganado vacuno. Estas tierras de cultivo con riego, están destinados para el cultivo de Papa. Habas, avena, alfalfa, etc.

### **CULTIVOS EN PISO DE VALLE LACUSTRE**

Estas se ubican en las partes bajas de las quebradas, ocupa el 143.16 Hectáreas y 0.56% respecto al área total del área de estudio. En esta parte se practican cultivos de Papa, olluco, tarwi, etc.


### **PAJONAL DE PUNA**

Ocupa 9600.49 Hectáreas y representa 37.53%, es una de las áreas más representativas en área de estudio, es un ecosistema típico de los Andes, son utilizados como áreas de pastoreo para ganado ovino, y otros.



**USO ACTUAL DE SUELOS**

	CULTIVO EN LADERA
	CULTIVO EN LADERA EN PISO DE VALLE GLACIAR
	CULTIVO EN PISO DE VALLE GLACIAR
	CULTIVO SIN RIEGO EN PISO DE VALLE
	CULTIVOS EN ALTIPLANICIE ALLANADA
	CULTIVOS EN PISO DE VALLE LACUSTRE
	LAGUNA
	LAGUNILLA
	PAJONAL DE PUNA
	PASTOREO DE GANADO VACUNO
	PLANTACIONES DE EUCALIPTO
	POBLADO
	TIERRAS AGRICOLAS CON RIEGO

  
**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
 FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
 CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA  
 TESIS: "ESCENARIOS DE CONTAMINACIÓN CAUSADOS POR BOTADEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CUENCA DE POMACANCHI- PROVINCIA DE ACOMAYO"  
**MAPA DE USO ACTUAL DE SUELOS**  
 DATA: IGN, GOOGLE EART.  
 WGS\_1984\_UTM\_19S  
 ESCALA: 1:140,000

MAPA: 07

#### 4.1.3.6 Valor Bioecológico

La evaluación con criterio biológico y ecológico de la sub cuenca de Pomacanchi, tiene como propósito identificar áreas con vocación para la conservación de la diversidad biológica y el mantenimiento de los principales procesos ecológicos que las sustentan y sus respectivos servicios ambientales (ciclo hidrológico, captura de carbono, formación de suelo, generación de oxígeno, entre otros); la evaluación se realizó sobre la base de información de las variables de Cobertura Vegetal, biogeografía, Uso actual del territorio, fisiografía, hidrográfico. Los resultados se muestran en el mapa correspondiente, donde se observa que las zonas de mayor valor bioecológico. Se detalla de la siguiente manera:

**CUADRO N°14  
VALOR BIOECOLÓGICO**

VALOR	AREA	PORCENTAJE
	(ha)	(%)
REGULAR	14334.00	56.04
ALTO	8450.87	33.04
MUY ALTO	2795.30	<u>10.92</u>
TOTAL	25580.18	100.00

Como se puede apreciar, en el cuadro N°14 y anexo B-1, muestra áreas de valor bioecológico desde regular hasta muy alto. Se describe de la siguiente manera:

**Regular**, presenta un área de 14332.89 ha. y un porcentaje de 56.04%. Corresponde a las partes altas del Norte del área de estudio, principalmente al área que corresponde de Mancura – Sangarara.

**Alto**, corresponde a áreas circundantes al valor muy alto, lo que significa que recibe una influencia directa, tanto del regular como del muy alto, se encuentran en la parte baja y algunas partes altas de la cuenca. Representa un porcentaje de 33.04% con un área de 8449.76 ha.

**Muy alto**, es el área que mayor interés genera en el área de estudio, en la práctica se denota en función al cuerpo de agua o la laguna principal y los humedales en sí. Por lo que es muy importante determinar esta área. Representa un porcentaje de 10.92% y un área de 2794.19 ha.





**BIOECOLOGICO**

- MUY ALTO
- ALTO
- REGULAR

**LEYENDA**

- CP\_P
- CUENCA POMACANCHI
- LAGUNAS

NOMBRE	AREA (Ha)	PORCENTAJE
REGULAR	14332.89	56.04
ALTO	8449.76	33.04
MUY ALTO	2794.19	10.92

**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

*TESIS: \*ESCENARIOS DE CONTAMINACIÓN A CAUSA DE BOTADEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CUENCA DE POMACANCHI- PROVINCIA DE ACOMAYO\**

**MAPA DE VALOR BIOECOLOGICO**

DATA:IGN Y MINAM.

MAPA: 08

WGS\_1984\_UTM\_19S

ESCALA: 1:140,000

#### 4.1.4. Jerarquización de botaderos de residuos sólidos de acuerdo a la Vulnerabilidad Ambiental

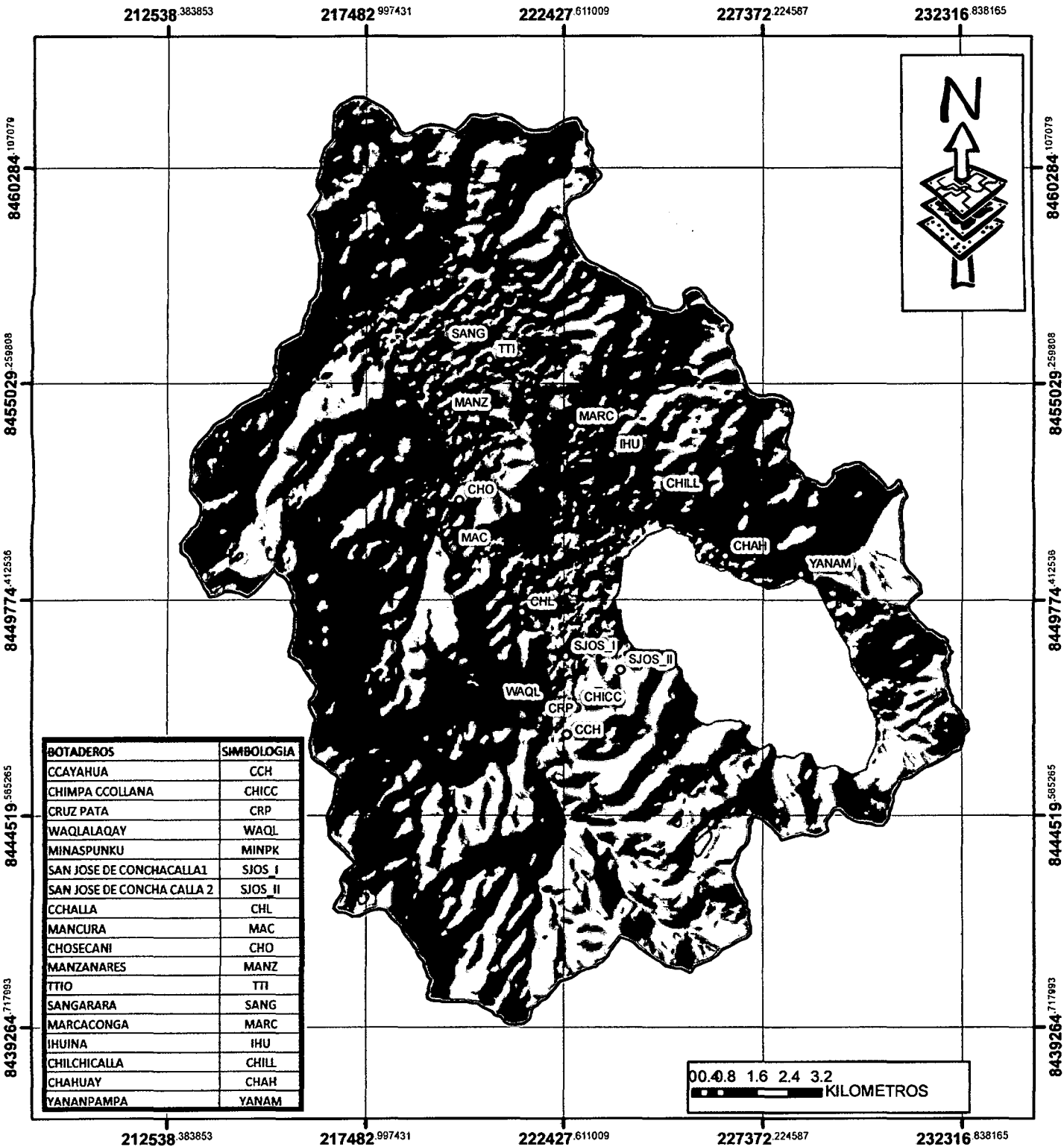
Para la jerarquización de los botaderos en el área de estudio, se determinó la vulnerabilidad ambiental en base a la valoración de aéreas circundantes a los botaderos (campos de cultivo, viviendas, río, laguna, bosques/matorrales), y a cada una de ellas se les asignó un valor numérico en base a una escala detallada en la metodología, este es el cuadro resumen:

**CUADRO N°16  
VALORACIÓN DE VULNERABILIDAD EN AREAS CIRCUNDANTES A  
BOTADEROS**

Distritos	Comunidades	Campos de Cultivo	Viviendas	Rio	Laguna	Bosques/ Matorrales	BOTADERO	TOTAL
POMACANCHI	Ccayahua	1	5	2	1	3	5	17
	Chimpacollana	1	5	2	1	4	5	18
	Waqllalaqay	5	4	1	1	5	25	41
	Minaspuncu	5	1	3	1	4	25	39
	Mayupata	4	2	5	1	1	5	18
	Conchacalla1	3	1	3	3	5	10	25
	Conchacalla2	3	4	1	1	1	5	15
	Cchalla	3	1	1	1	1	5	12
	Mancura	5	1	1	1	1	15	24
	Chosecani	3	1	2	1	1	10	18
	Manzanares	5	3	5	1	1	5	20
	Ttio	5	3	1	1	1	15	26
	Ihuina	3	3	5	1	3	10	25
SANGARARA	Sangarará	5	1	1	1	1	25	34
	Marcaconga	3	1	1	1	1	5	12
	Chillchicaya	3	2	1	1	1	10	18
	Chahuay	1	4	1	3	1	15	25
	Yananpampa	4	1	1	3	3	10	22

La valoración cualitativa correspondiente, se detalla en la metodología del presente trabajo, por lo que se muestra gráficamente en el siguiente cuadro, los botaderos más representativos que serán a partir de este sub ítem motivo de nuestro estudio.

Se puede apreciar que los botaderos en general, tienen una sumatoria total desde 12 (Cchalla) es el más bajo hasta 41 (Waqllalaqay) que es el más alto.



BOTADEROS	SIMBOLOGIA
CCAYAHUA	CCH
CHIMPA CCOLLANA	CHICC
CRUZ PATA	CRP
WAQLALAQAY	WAQL
MINASPUNKU	MINPK
SAN JOSE DE CONCHACALLA 1	SJOS I
SAN JOSE DE CONCHA CALLA 2	SJOS II
CCHALLA	CHL
MANCURA	MAC
CHOSCANI	CHO
MANZANARES	MANZ
TTHO	TTI
SANGARARA	SANG
MARCACONGA	MARC
IHUINA	IHU
CHILCHICALLA	CHILL
CHAHUAY	CHAH
YANANPAMPA	YANAM

**LEYENDA**

LAGUNAS

CUENCA POMACANCHI

**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

TESIS: "ESCENARIOS DE CONTAMINACIÓN CAUSADOS POR BOTADEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CUENCA DE POMACANCHI- PROVINCIA DE ACOMAYO"

**MAPA DE UBICACIÓN DE BOTADEROS**

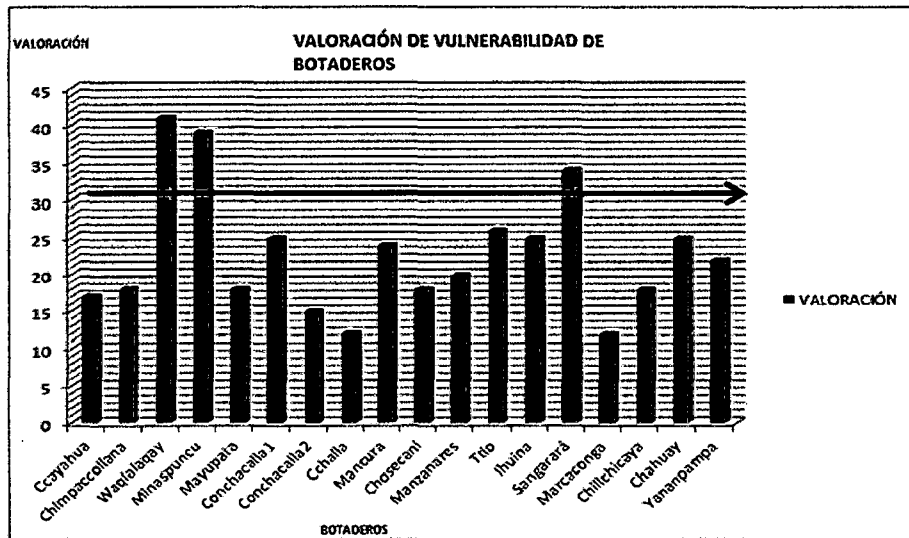
DATA: IGN, INEI, IMA

WGS\_1984\_UTM\_19S

ESCALA: 1:140,000

MAPA: 09

**FIG. N°16  
BOTADEROS REPRESENTATIVOS**



De la figura N°16, nos muestra que los botaderos con una alta valoración de vulnerabilidad son, Waqlalaqay, Minaspunco y Sangarará, ya que poseen porcentajes considerables, por lo que se le realizarón estudios más específicos (Anexo, Foto 9-11).

#### 4.1.5. Escenarios de contaminación por agentes químicos y biológicos en zonas aledaña a botaderos de residuos sólidos

##### 4.1.5.1 Agentes químicos

**CUADRO N°17  
VALORES DE CONCENTRACIÓN DE AGENTES QUIMICOS EN EL SUELO**

VARIABLES	BOTADEROS CON MAYOR RIESGO AMBIENTAL								
	SANGARAGA			WAQLALAQAY			MINASPUNKU		
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
<b>Plomo ppm</b>	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>NaCl %</b>	0.039	0.025	0.021	0.330	0.078	0.066	0.028	0.020	0.025
<b>Salinidad %</b>	0.134	0.110	0.025	0.350	0.080	0.068	0.031	0.022	0.030
<b>Conductividad eléctrica uS/cm</b>	1024	1006	187	3430	604	520	202	175	231

Fuente: Datos Propios (Laboratorio AQUA LAB )

Se puede observar en el cuadro N° 17 los botaderos con mayor riesgo ambiental, Sangarará, Waqlalaqay y Minaspunku.

La muestra 04 es la única que presenta mayores índices de contaminación al suelo, en comparación a las otras muestras de los diferentes botaderos que son parte del estudio.

#### 4.1.5.2 Agentes biológicos

**CUADRO N°18  
VALORES DE CONCENTRACIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS  
(BACTERIAS) EN EL AIRE**

	SANGARARA					WAQLALACAY					MINASPUNCU				
<b>CUESTA ARRIBA</b>															
MUESTRA	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
DISTANCIA	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
UFC	38	13	20	6	4	63	28	25	29	15	39	37	33	32	4
MUESTRA	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
DISTANCIA	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
UFC	50	33	20	4	2	57	34	30	25	11	41	34	25	16	10
MUESTRA	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
DISTANCIA	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
UFC	44	23	20	5	3	60	31	28	27	13	40	36	29	24	7
<b>CUESTA ABAJO</b>															
MUESTRA	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
DISTANCIA	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
UFC	93	50	26	6	6	174	80	65	8	10	41	26	8	3	12
MUESTRA	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
DISTANCIA	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
UFC	30	17	10	5	4	102	70	43	10	8	59	36	28	17	9
MUESTRA	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
DISTANCIA	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
UFC	62	34	18	6	5	138	75	54	9	9	50	31	18	10	11

Fuente: Datos Propios (Laboratorio de Aguas Alimentos, Biología-UNSAAC)

Se muestra en el cuadro N° 18 que los valores de concentración de los agentes biológicos, que el número de bacterias encontradas en el conteo varía en forma descendente a medida que nos alejamos del botadero muestreado esto se da cuenta arriba y cuesta abajo.

#### 4.1.6. Modelo de proyección de escenarios ambientales contaminados por residuos sólidos para 15 años.

##### 4.1.6.1 Pomacanchi – Waqlalaqay

Para la proyección de escenarios ambientales de contaminación en el botadero de Waqlalaqay se evaluaron en el suelo (Sales de NaCl y Plomo), en el aire (Unidades Formadoras de Colonia).

##### En suelo

La toma de muestra se hizo de tres puntos (se detalla la metodología en el capítulo III).

- *Sales NaCl*

**CUADRO N°19**  
**ESCENARIOS DE CONCENTRACIÓN DE NaCl EN WAQLALAQAY**

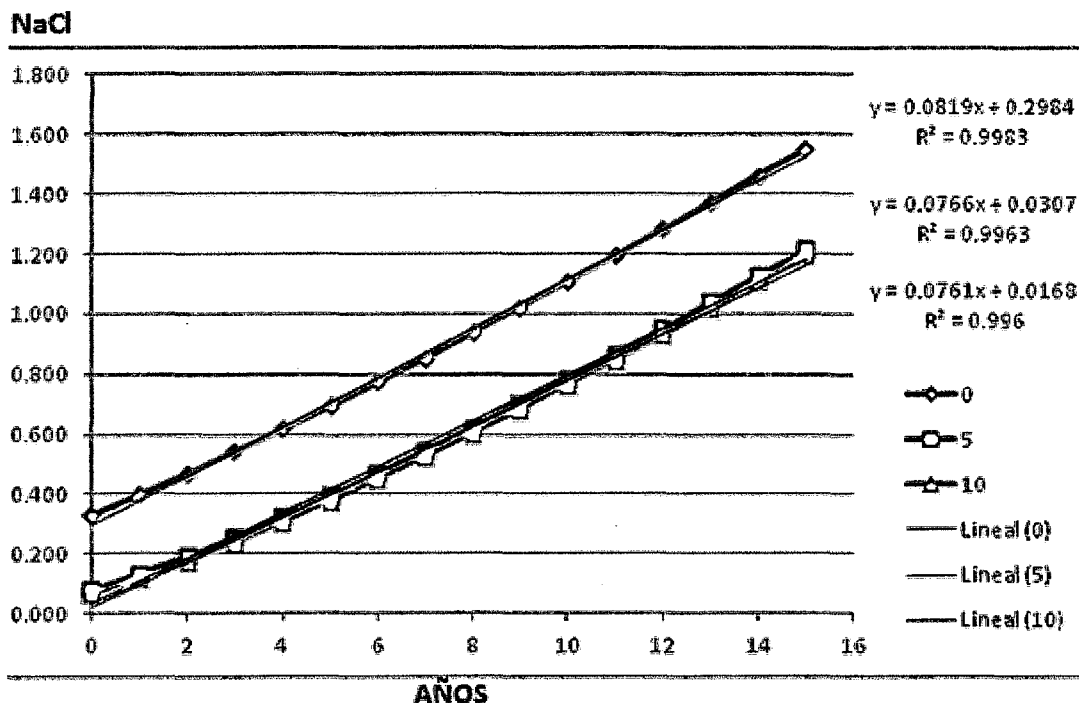
AÑOS	0 m (%)	5 m (%)	10 m (%)	PROMEDIO (%)
0	0.330	0.078	0.066	0.158
1	0.398	0.131	0.118	0.216
2	0.468	0.191	0.176	0.278
3	0.541	0.255	0.239	0.345
4	0.617	0.322	0.306	0.415
5	0.694	0.393	0.377	0.488
6	0.773	0.467	0.450	0.563
7	0.854	0.543	0.526	0.641
8	0.937	0.621	0.603	0.720
9	1.021	0.701	0.683	0.802
10	1.107	0.783	0.764	0.885
11	1.193	0.866	0.848	0.969
12	1.281	0.951	0.932	1.055
13	1.371	1.037	1.018	1.142
14	1.461	1.125	1.106	1.231
15	1.552	1.213	1.194	1.320

Fuente: Datos Propios.

Del cuadro N°19 se observa que las sales de cloruro de sodio están expresadas en unidades de porcentaje lo que significa que por cada 100gr de suelo existe 0.158gr de sales de cloruro de sodio esto para el año cero (2011).

FIG. N°17

PROYECCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE SALES DE NaCl EN WAQLALAQAY



En la Fig. N°17 observamos una regresión lineal con una variable dependiente (NaCl) y una variable independiente (Tiempo).

**Punto (NaCl 01)**

El valor de  $b = 0.0819$  indica el incremento de la concentración de NaCl, en promedio, por cada año que pasa en la población estudiada.

Valor de  $a = 0.2984$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el suelo con NaCl, cuando el año es 0, es decir la concentración de NaCl que poseía el suelo en el momento de la evaluación.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.9983$  podemos indicar que el 99.83 % de las variaciones que ocurren con el NaCl se explicarían por la variable tiempo esto expresado en años.

**Punto (NaCl 02)**

El valor de  $b = 0.0766$  indica el incremento de la concentración de NaCl, en promedio, por cada año que pasa en la población estudiada.

Valor de  $a = 0.0307$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el suelo con NaCl, cuando el año es 0, es decir la concentración de NaCl que poseía el suelo en el momento de la evaluación.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.9963$  podemos indicar que el 99.63 % de las variaciones que ocurren con el NaCl se explicarían por la variable tiempo esto expresado en años.

### **Punto (NaCl 03)**

El valor de  $b = 0.0761$  indica el incremento de la concentración de NaCl, en promedio, por cada año que pasa en la población estudiada.

Valor de  $a = 0.0168$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el suelo con NaCl, cuando el año es 0, es decir la concentración de NaCl que poseía el suelo en el momento de la evaluación.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.9967$  podemos indicar que el 99.6 % de las variaciones que ocurren con el NaCl se explicarían por las variaciones en el variable tiempo expresado en años.

- **Plomo**

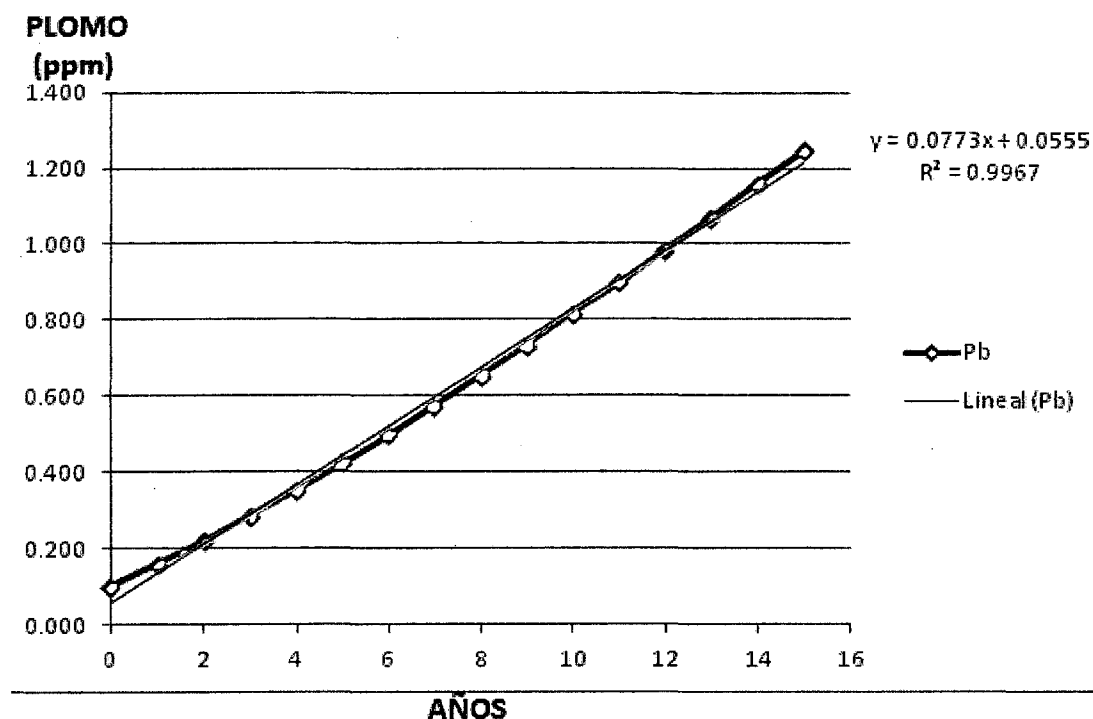
**CUADRO N°20**  
**ESCENARIOS DE CONCENTRACIÓN DE Pb EN WAQLALAQAY**

<b>AÑO</b>	<b>Pb (ppm)</b>
0	0.100
1	0.156
2	0.217
3	0.282
4	0.351
5	0.423
6	0.497
7	0.574
8	0.652
9	0.733
10	0.815
11	0.899
12	0.984
13	1.071
14	1.158
15	1.247

Fuente: Datos Propios.



FIG. N°18  
PROYECCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN WAQLALAQAY



En la Fig. N°18 observamos una regresión lineal con una variable dependiente (**Pb**) y una variable independiente (**Tiempo**).

El valor de  $b = 0.0773$  indica el incremento de plomo expresado en ppm (partes por millón), en promedio, por cada año que pasa en el suelo estudiado.

Valor de  $a = 0.0555$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el plomo, cuando el tiempo es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.9967$  podemos indicar que el 99.67% de las variaciones que ocurren en el Plomo se explicarían por las variaciones en el Tiempo.

En Aire

*Unidades formadoras de colonia de bacterias*

Abajo

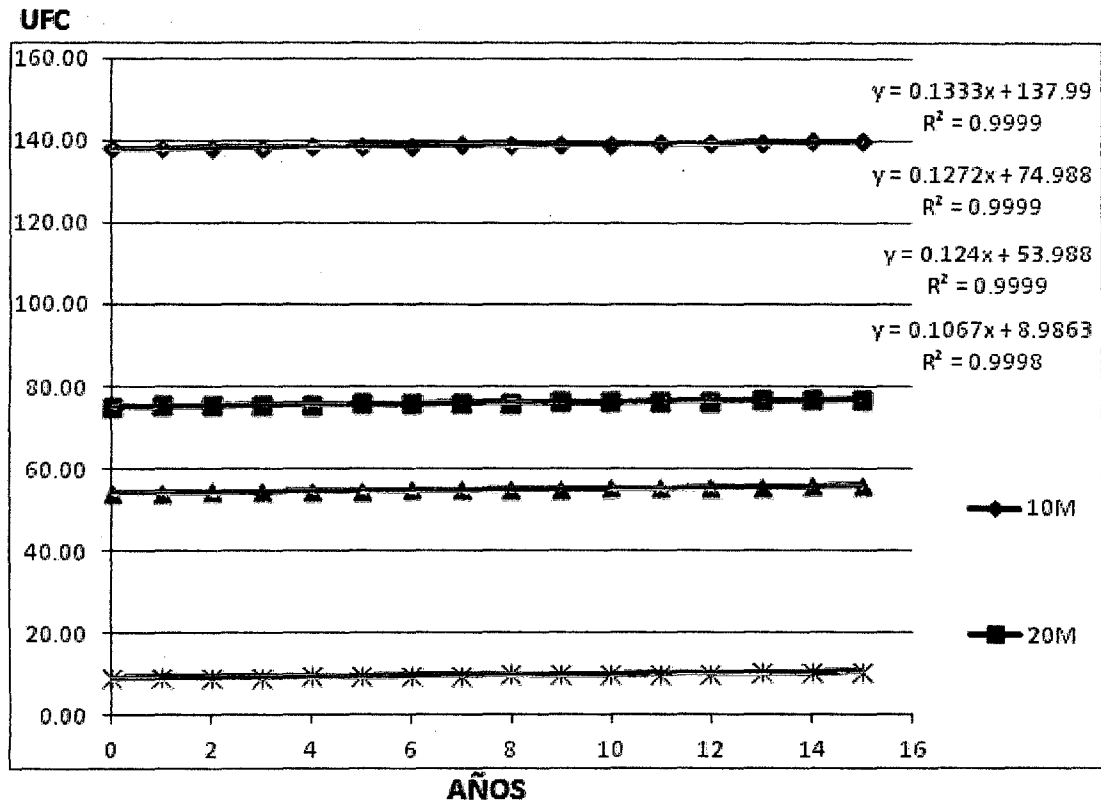
**CUADRO N°21**  
**ESCENARIOS DE UFC EN WAQLALAQAY CUESTA ABAJO**

AÑO	10m	20m	30m	40m	50m	PROMEDIO
0	138	75	54	9	9	57
1	138	75	54	9	9	57
2	138	75	54	9	9	57
3	138	75	54	9	9	57
4	139	75	54	9	9	57
5	139	76	55	10	10	58
6	139	76	55	10	10	58
7	139	76	55	10	10	58
8	139	76	55	10	10	58
9	139	76	55	10	10	58
10	139	76	55	10	10	58
11	139	76	55	10	10	58
12	140	77	55	10	10	58
13	140	77	56	10	10	59
14	140	77	56	10	10	59
15	140	77	56	11	11	59

Fuente: Datos Propios.

En el cuadro N° 21, en la columna de promedios se observa que la variación que existe entre el año cero y el año 15, es de 57 a 59 unidades formadoras de colonias bacterianas.

**FIG. N°19**  
**PROYECCIÓN DE UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS EN WAQLALAQAY**



En la Fig. N°19 observamos una regresión lineal con una variable dependiente (**UFC**) y una variable independiente (**Tiempo**). A 4 puntos progresivos de distancia en línea recta.

**Primer punto (10m):** Ubicado a 10 metros del botadero.

El valor de  $b = 0.1333$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 137.99$  se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para las **UFC**, cuando el **Tiempo** es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.99$  podemos indicar que el 100 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el **Tiempo**.

**Segundo punto (20m):** Ubicado a 20 metros del botadero.

El valor de  $b = 0.1272$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 74.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para las **UFC**, cuando el Tiempo es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.99$  podemos indicar que el 100 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el **Tiempo**.

**Tercer punto (30m):** Ubicado a 30 metros del botadero.

El valor de  $b = 0.1224$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 53.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para las **UFC**, cuando el Tiempo es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.99$  podemos indicar que el 0.99 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el tiempo.

**Cuarto punto (40m):**

Coeficiente de determinación:  $R^2=0.99$

El valor de  $b = 0.124$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

El valor de  $a = 8.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el tiempo es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.99$  podemos indicar que el 99.99 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el tiempo.

**Quinto punto (50m):** tiene las mismas condiciones del cuarto punto.

**En Aire**

**Unidades formadoras de colonia**

**Arriba**

**CUADRO N°22  
ESCENARIOS DE UFC EN WAQLALAQAY CUESTA ARRIBA**

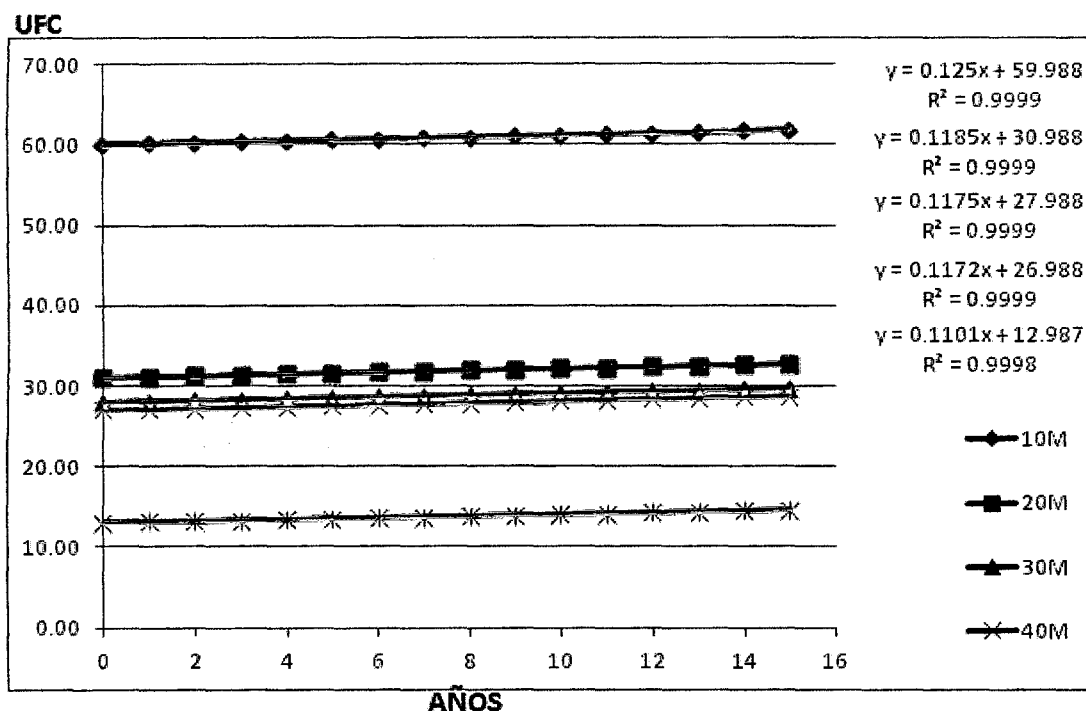
<b>AÑO</b>	<b>10m</b>	<b>20m</b>	<b>30m</b>	<b>40m</b>	<b>50m</b>	<b>PROMEDIO</b>
0	60	31	28	27	13	32
1	60	31	28	27	13	32
2	60	31	28	27	13	32
3	60	31	28	27	13	32
4	60	31	28	27	13	32
5	61	32	29	28	14	32
6	61	32	29	28	14	32
7	61	32	29	28	14	33
8	61	32	29	28	14	33
9	61	32	29	28	14	33
10	61	32	29	28	14	33
11	61	32	29	28	14	33
12	61	32	29	28	14	33
13	62	33	30	29	14	33
14	62	33	30	29	15	33
15	62	33	30	29	15	34

Fuente: Datos Propios.

De tal forma, se puede observar en el cuadro N° 22 una variación de 32 a 34 unidades formadoras de colonias bacterianas cuesta arriba entre el año cero y año 15.

FIG. N°20

PROYECCIÓN DE UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS EN WAQLALAQAY



En la FIG.N°20 observamos una regresión lineal con una variable dependiente (UFC) y una variable independiente (TIEMPO).A 5 puntos progresivos de distancia en línea recta HACIA ARRIBA

**Primer punto (10m):** Coeficiente de determinación:  $R^2=0.99$

El valor de  $b = 0.125$  indica el incremento de UFC, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 59.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.99$  podemos indicar que el 0.99 % de las variaciones que ocurren con las UFC se explicarían por las variaciones en el tiempo.

**Segundo punto (20m):**

El valor de  $b = 0.1185$  indica el incremento de UFC, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 30.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 1$  podemos indicar que el 0.99 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por el tiempo.

### **Tercer punto (30m):**

El valor de  $b = 0.1175$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 27.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.99$  podemos indicar que el 0.99 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el tiempo.

### **Cuarto punto (40m):**

El valor de  $b = 0.1172$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

El valor de  $a = 26.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.99$  podemos indicar que el 99.9 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el tiempo.

### **Quinto punto (50m):**

El valor de  $b = 0.1101$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

El valor de  $a = 12.987$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.99$  podemos indicar que el 99.9 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el tiempo.

#### 4.1.6.2 Pomacanchi – Minaspuncu

En suelo

*Sales*

**CUADRO N°23**  
**ESCENARIOS DE CONCENTRACIÓN DE NaCl EN MINASPUNCU**

AÑOS	NaCl 01 (%)	NaCl 02 (%)	NaCl 03 (%)	PROMEDIO (%)
0	0.028	0.020	0.025	0.024
1	0.071	0.060	0.067	0.066
2	0.124	0.111	0.119	0.118
3	0.183	0.168	0.177	0.176
4	0.246	0.231	0.240	0.239
5	0.312	0.296	0.307	0.305
6	0.381	0.365	0.376	0.374
7	0.453	0.436	0.447	0.446
8	0.527	0.510	0.521	0.519
9	0.602	0.585	0.596	0.594
10	0.679	0.662	0.673	0.671
11	0.758	0.740	0.752	0.750
12	0.838	0.820	0.832	0.830
13	0.919	0.901	0.913	0.911
14	1.002	0.983	0.995	0.993
15	1.085	1.066	1.078	1.077

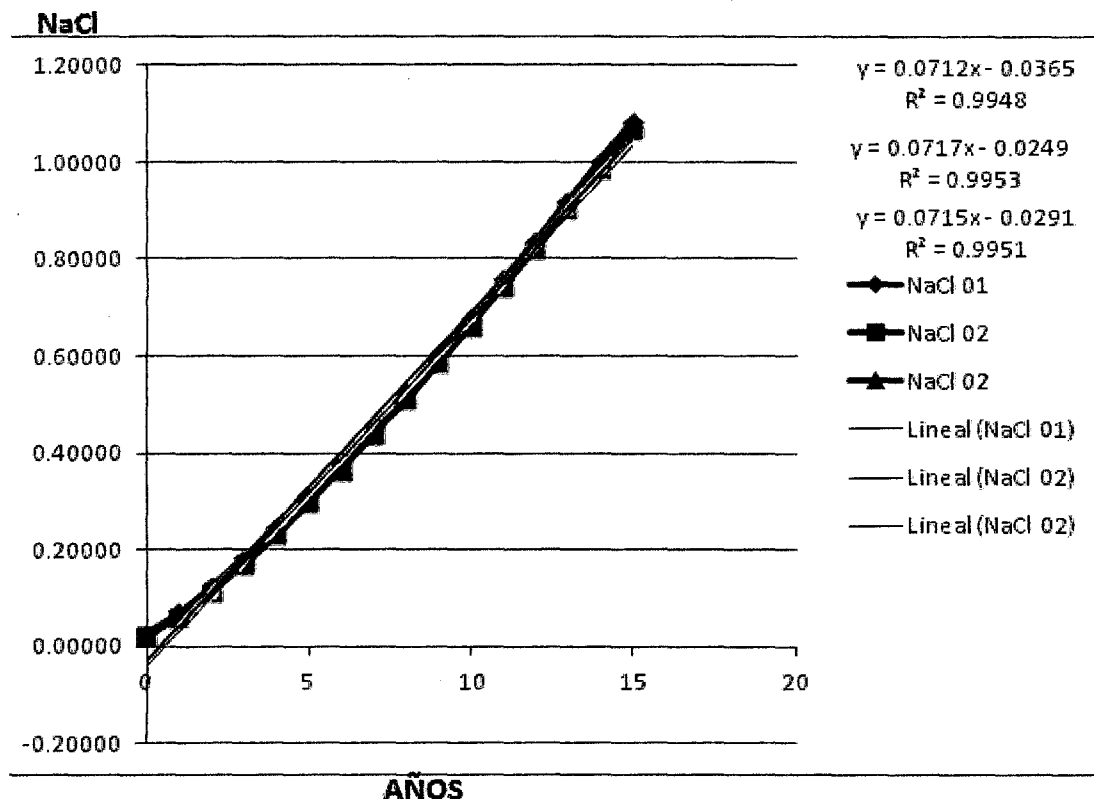
Fuente: Datos Propios.

Como se puede apreciar en el cuadro N° 23. el incremento en el promedio de los escenarios de concentración del NaCl en porcentajes varia de 0.024% a 1.077% en los 15 años.



FIG. N°21

PROYECCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE SALES DE NaCl EN MINASPUNCU



En la Fig. N°21 observamos una regresión lineal con una variable dependiente (**NaCl**) y una variable independiente (**Tiempo**).

**Punto (NaCl 01)**

El valor de  $b = 0.0712$  indica el incremento de NaCl, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 0.365$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el suelo con **NaCl**, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.998$  podemos indicar que el 99.8 % de las variaciones que ocurren con el NaCl se explicarían por las variaciones en el tiempo.

**PUNTO (NaCl 02)**

El valor de  $b = 0.0717$  indica el incremento de NaCl, en promedio, por cada año que pasa en la población estudiada.

Valor de  $a = 0.0249$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el suelo con **NaCl**, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.9953$  podemos indicar que el 99.5 % de las variaciones que ocurren con el NaCl se explicarían por las variaciones en el tiempo.

**PUNTO (NaCl 03)**

El valor de  $b = 0.0715$  indica el incremento de NaCl, en promedio, por cada año que pasa en la población estudiada.

valor de  $a = 0.0291$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el suelo con **NaCl Y**, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.9951$  podemos indicar que el 99.5 % de las variaciones que ocurren con el NaCl se explicarían por las variaciones en el tiempo.

En Aire

Unidades Formadoras de Colonia (UFC)

Abajo

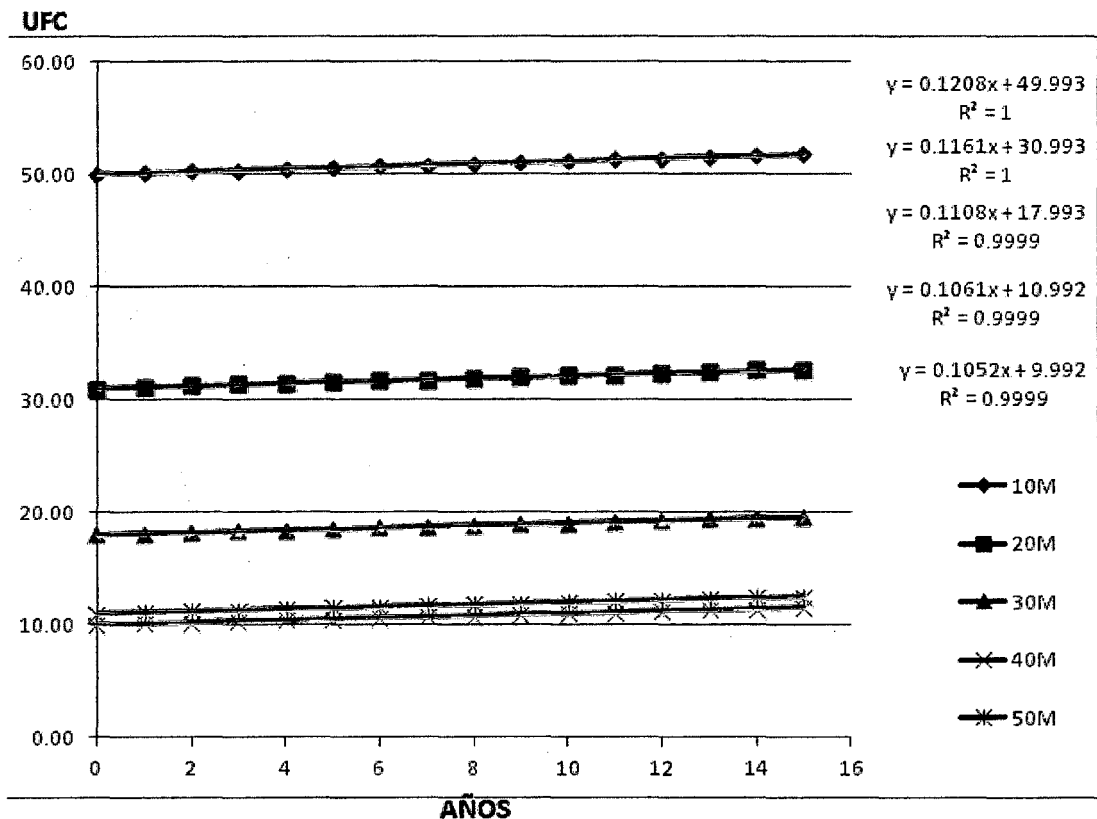
**CUADRO N°24**  
**ESCENARIOS DE UFC EN MINASPUNCU**

AÑO	10m	20m	30m	40m	50m	PROMEDIO
0	50	31	18	10	11	24
1	50	31	18	10	11	24
2	50	31	18	10	11	24
3	50	31	18	10	11	24
4	50	31	18	10	11	24
5	51	32	19	11	12	25
6	51	32	19	11	12	25
7	51	32	19	11	12	25
8	51	32	19	11	12	25
9	51	32	19	11	12	25
10	51	32	19	11	12	25
11	51	32	19	11	12	25
12	51	32	19	11	12	25
13	52	33	19	11	12	25
14	52	33	20	11	12	26
15	52	33	20	12	13	26

Fuente: Datos Propios.

En el cuadro N°24 las unidades formadoras de colonias varían de 14 a 26 cuesta abajo en los 15 años en el botadero de Minaspunku en el poblado de Pomacanchi.

**FIG. N°22**  
**PROYECCIÓN DE UNIDADES FORMADORAS DE COLONIA EN MINASPUNCU**



En la FIG.N°22 observamos una regresión lineal con una variable dependiente (UFC) y una variable independiente (TIEMPO). A 5 puntos progresivos de distancia en línea recta

**Primer punto (10m):**

El valor de  $b = 0.1208$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 49.99$  se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 1$  podemos indicar que el 100 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el tiempo.

**Segundo punto (20m):**

El valor de  $b = 0.1161$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

El valor de  $a = 30.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 1$  podemos indicar que el 100 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el tiempo.

### **Tercer punto (30m):**

El valor de  $b = 0.1108$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

El valor de  $a = 17.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.99$  podemos indicar que el 99.9 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el tiempo.

### **Cuarto punto (40m):**

El valor de  $b = 0.1061$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

El valor de  $a = 10.99$  se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada. Y, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.99$  podemos indicar que el 99.9 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el tiempo.

### **Quinto punto (50m):**

El valor de  $b = 0.1052$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

El valor de  $a = 9.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.99$  podemos indicar que el 99.9 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el tiempo.

**En Aire**

**Unidades Formadoras de Colonia (UFC)**

**Arriba**

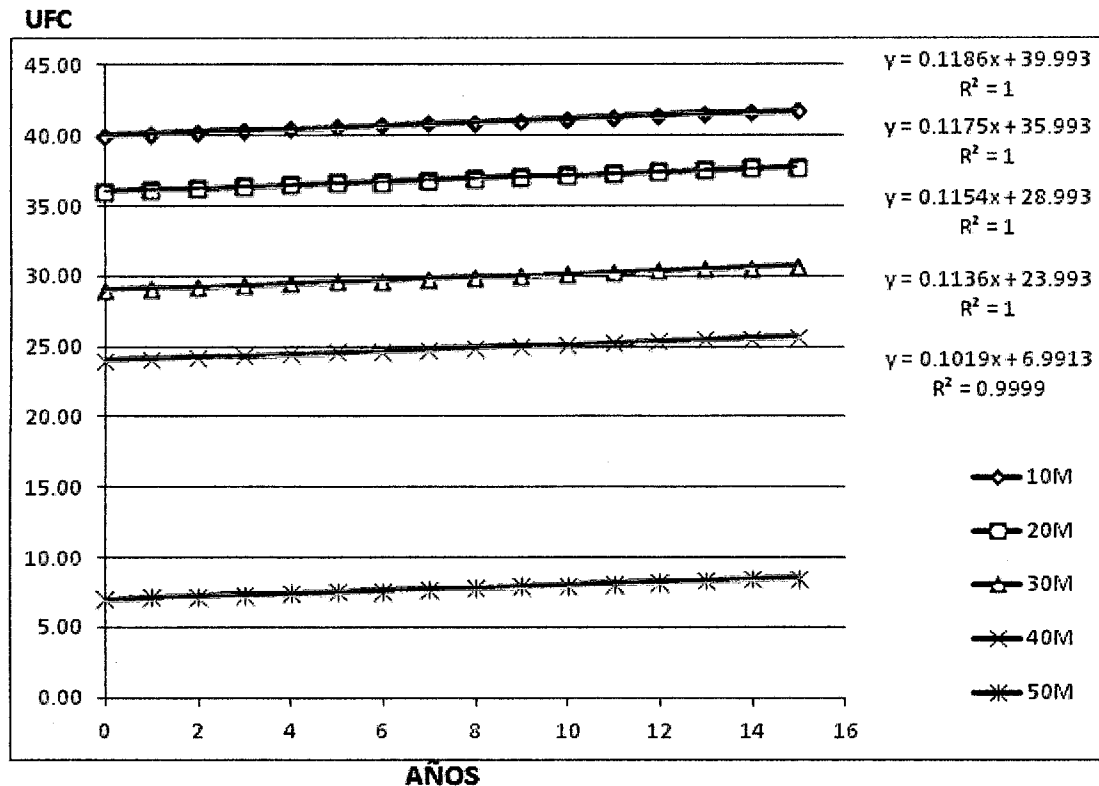
**CUADRO N°25  
ESCENARIOS DE UFC EN MINASPUNCU**

<b>AÑO</b>	<b>10m</b>	<b>20m</b>	<b>30m</b>	<b>40m</b>	<b>50m</b>	<b>PROMEDIO</b>
0	40	36	29	24	7	27
1	40	36	29	24	7	27
2	40	36	29	24	7	27
3	40	36	29	24	7	28
4	40	36	29	24	7	28
5	41	37	30	25	8	28
6	41	37	30	25	8	28
7	41	37	30	25	8	28
8	41	37	30	25	8	28
9	41	37	30	25	8	28
10	41	37	30	25	8	28
11	41	37	30	25	8	28
12	41	37	30	25	8	29
13	42	38	31	25	8	29
14	42	38	31	26	8	29
15	42	38	31	26	9	29

Fuente: Datos Propios.

Las unidades formadores de colonias en el cuadro N°25 que corresponden al botadero de Minaspunku en los 15 años corresponden de 27 a 29, cuesta arriba.

**FIG. N°23**  
**PROYECCIÓN UNIDADES FORMADORAS DE COLONIA EN MINASPUNCU**



En la FIG.N°23 observamos una regresión lineal con una variable dependiente (UFC) y una variable independiente (TIEMPO) a 5 puntos progresivos de distancia en línea recta HACIA ARRIBA

**Primer punto (10m):**

El valor de  $b = 0.1186$  indica el incremento de UFC, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 39.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 1$  podemos indicar que el 100 % de las variaciones que ocurren con las UFC se explicarían por las variaciones en el tiempo.

**Segundo punto (20m):**

El valor de  $b = 0.1175$  indica el incremento de UFC, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

El valor de  $a = 35.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 1$  podemos indicar que el 100 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por el tiempo.

### **Tercer punto (30m):**

El valor de  $b = 0.1154$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

El valor de  $a = 28.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 1$  podemos indicar que el 100 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por el tiempo.

### **Cuarto punto (40m):**

El valor de  $b = 0.1136$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 23.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 1$  podemos indicar que el 100 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por el tiempo.

### **Quinto punto (50m):**

El valor de  $b = 0.1019$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 6.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.99$  podemos indicar que el 99.9 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por el tiempo.



### 4.1.6.3 Sangarará

En suelo

*Sales*

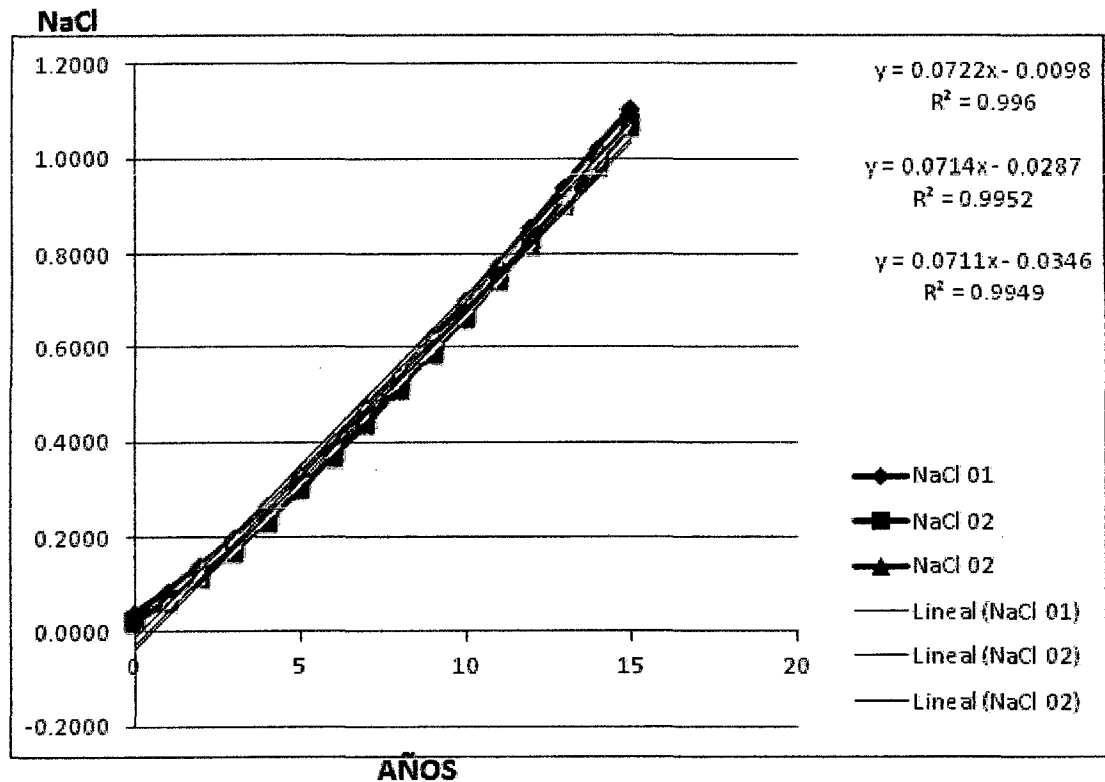
**CUADRO N°26**  
**ESCENARIOS DE CONCENTRACIÓN DE NaCl EN SANGARARA**

AÑOS	NaCl 01 (%)	NaCl 02 (%)	NaCl 02 (%)	PROMEDIO (%)
0	0.039	0.025	0.021	0.028
1	0.085	0.067	0.061	0.071
2	0.140	0.119	0.112	0.124
3	0.200	0.177	0.170	0.182
4	0.264	0.240	0.233	0.245
5	0.331	0.306	0.298	0.312
6	0.401	0.375	0.367	0.381
7	0.473	0.447	0.438	0.453
8	0.547	0.520	0.512	0.526
9	0.623	0.595	0.587	0.602
10	0.700	0.672	0.663	0.678
11	0.779	0.751	0.742	0.757
12	0.859	0.830	0.821	0.837
13	0.940	0.911	0.902	0.918
14	1.022	0.993	0.984	1.000
15	1.106	1.076	1.067	1.083

Fuente: Datos Propios.

En el cuadro N°26 los escenarios de concentración de NaCl en el botadero de Sangarará corresponden de 0.028% a 1.083% desde el año cero hasta el año 15.

**FIG. N°24**  
**PROYECCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE SALES DE NaCl EN SANGARARA**



En la Fig.N°24 observamos una regresión lineal con una variable dependiente (**NaCl**) y una variable independiente (**Tiempo**).

**Punto (NaCl 01)**

El valor de  $b = 0.0722$  indica el incremento de NaCl, en promedio, por cada año que pasa en la población estudiada.

Valor de  $a = 0.0098$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el suelo con **NaCl**, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.996$  podemos indicar que el 99.6 % de las variaciones que ocurren con el NaCl se explicarían por las variaciones en el tiempo.

**PUNTO (NaCl 02)**

El valor de  $b = 0.0714$  indica el incremento de de NaCl, en promedio, por cada año que pasa en la población estudiada.

Valor de  $a = 0.03287$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el suelo con **NaCl**, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.9952$  podemos indicar que el 99.52 % de las variaciones que ocurren con el NaCl se explicarían por las variaciones en el tiempo.

### **PUNTO (NaCl 03)**

El valor de  $b = 0.0711$  indica el incremento de NaCl, en promedio, por cada año que pasa en la población estudiada.

Valor de  $a = 0.0346$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el suelo con **NaCl**, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.9949$  podemos indicar que el 99.49 % de las variaciones que ocurren con el NaCl se explicarían por las variaciones en el tiempo.

En Aire

Unidades Formadoras de Colonia (UFC)

Abajo

**CUADRO N°27**  
**ESCENARIOS DE UFC EN SANGARARA**

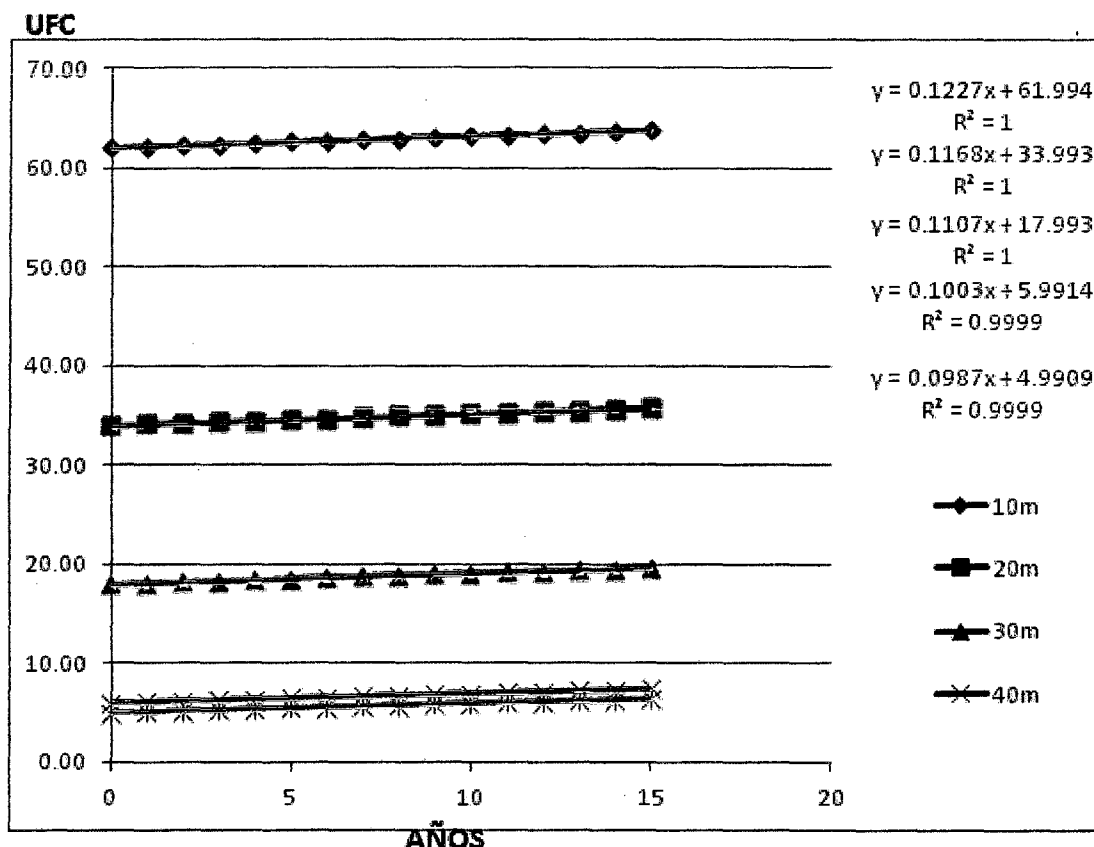
AÑOS	10m	20m	30m	40m	50m	PROMEDIO (UFC)
0	62	34	18	6	5	25
1	62	34	18	6	5	25
2	62	34	18	6	5	25
3	62	34	18	6	5	25
4	62	34	18	6	5	25
5	63	35	19	6	5	26
6	63	35	19	7	6	26
7	63	35	19	7	6	26
8	63	35	19	7	6	26
9	63	35	19	7	6	26
10	63	35	19	7	6	26
11	63	35	19	7	6	26
12	63	35	19	7	6	26
13	64	36	19	7	6	26
14	64	36	20	7	6	27
15	64	36	20	8	6	27

Fuente: Datos Propios.

En el cuadro N°27 las unidades formadoras de colonia que corresponde en el botadero de Sangarará cuesta abajo desde el año cero hasta el año 15 es de 25 a 27.

FIG. N°25

PROYECCIÓN DE UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS EN SANGARARA



En la FIG.N°25 observamos una regresión lineal con una variable dependiente (UFC) y una variable independiente (TIEMPO). A 5 puntos progresivos de distancia en línea recta.

**Primer punto (10m):**

El valor de  $b = 0.1227$  indica el incremento de UFC, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 61.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 1$  podemos indicar que el 100 % de las variaciones que ocurren con las UFC se explicarían por las variaciones en el tiempo.

**Segundo punto (20m):**

El valor de  $b = 0.1168$  indica el incremento de UFC, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 33.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 1$  podemos indicar que el 100 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el tiempo.

### **Tercer punto (30m):**

El valor de  $b = 0.1107$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

El valor de  $a = 17.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 1$  podemos indicar que el 100 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el tiempo.

### **Cuarto punto (40m):**

El valor de  $b = 0.1003$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 5.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.99$  podemos indicar que el 99.9 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el tiempo.

### **Quinto punto (50m):**

El valor de  $b = 0.0987$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 4.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.99$  podemos indicar que el 99.9 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el tiempo.

**ARRIBA**

**CUADRO N°28**  
**ESCENARIOS DE UFC EN SANGARARA**

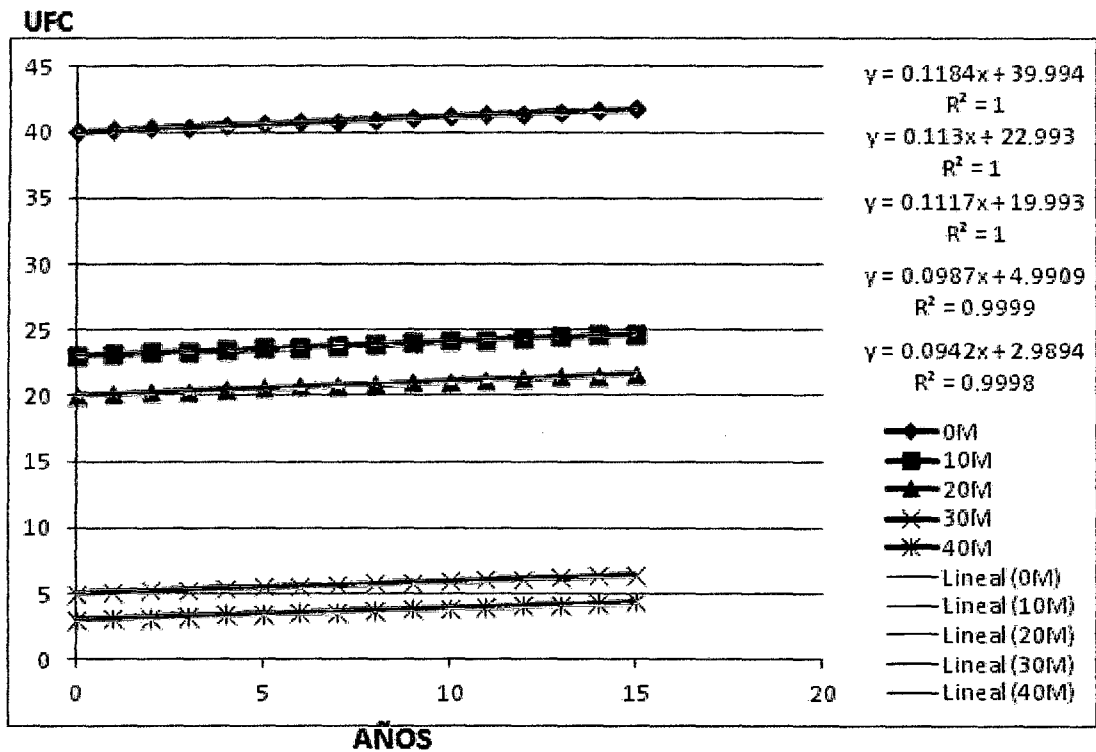
AÑOS	10m	20m	30m	40m	50m	PROMEDIO (UFC)
0	40	23	20	5	3	18
1	40	23	20	5	3	18
2	40	23	20	5	3	18
3	40	23	20	5	3	19
4	40	23	20	5	3	19
5	41	24	21	5	3	19
6	41	24	21	6	4	19
7	41	24	21	6	4	19
8	41	24	21	6	4	19
9	41	24	21	6	4	19
10	41	24	21	6	4	19
11	41	24	21	6	4	19
12	41	24	21	6	4	19
13	42	24	21	6	4	20
14	42	25	22	6	4	20
15	42	25	22	6	4	20

Fuente: Datos Propios.

En el cuadro N°28 las unidades formadoras de colonia que corresponde al botadero de Sangarará cuesta arriba desde el año cero hasta el año 15 es de 18 a 20.

FIG. N°26

PROYECCIÓN DE UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS EN SANGARARA



En la FIG.N°26 observamos una regresión lineal con una variable dependiente (UFC) y una variable independiente (TIEMPO) a 5 puntos progresivos de distancia en línea recta HACIA ARRIBA

**Primer punto (10m):**

El valor de  $b = 0.1184$  indica el incremento de UFC, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 39.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 1$  podemos indicar que el 100 % de las variaciones que ocurren con las UFC se explicarían por las variaciones en el tiempo.

**Segundo punto (20m):**

El valor de  $b = 0.1130$  indica el incremento de UFC, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 22.99$ , se interpretaría como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.



Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 1$  podemos indicar que el 100 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el tiempo.

### **Tercer punto (30m):**

El valor de  $b = 0.1117$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 19.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 1$  podemos indicar que el 100 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el tiempo.

### **Cuarto punto (40m):**

El valor de  $b = 0.0987$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 4.99$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.99$  podemos indicar que el 99.9 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el tiempo.

### **Quinto punto (50m):**

El valor de  $b = 0.0942$  indica el incremento de **UFC**, en promedio, por cada año que pasa en el área estudiada.

Valor de  $a = 2.98$ , se interpreta como el valor obtenido, en promedio, para el área estudiada, cuando el año es 0.

Además si consideramos el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.99$  podemos indicar que el 99.9 % de las variaciones que ocurren con las **UFC** se explicarían por las variaciones en el tiempo.

#### **4.1.7 Mapa Temático de contaminación por botaderos de residuos sólidos con mayor riesgo**

Se propuso un modelo de proyección del comportamiento de la presencia de los agentes contaminantes químicos (NaCl, plomo) y biológicos (UFC) para 15 años para el botadero Waqlalaqay por encontrarse en condiciones críticas en comparación a los demás.

## 4.2 DISCUSIONES

1. Las investigaciones como la de Vasquez O. 2004, son intentos de proyección de modelos de gestión para residuos sólidos. Con el presente trabajo de investigación, generamos información, que mejore a la realidad los instrumentos de gestión.
2. El diagnóstico realizado por la Municipalidad de Pomacanchi, no contempla situaciones a futuro; pero sin embargo, se consideran actividades para más de 10 años sin conocer lo que realmente puede suceder en los años indicados.

## CONCLUSIONES

1. En el aspecto socioeconómico se ha determinado que el distrito de Sangarara es superior (S/. 310.9) al de Pomacanchi con (S/. 258.7) en gasto per cápita de acuerdo al INEI.

En la caracterización de los residuos sólidos se determinó que el distrito de Pomacanchi genera (2904.32 Kg/día) frente al de Sangarara que es (1788.08 Kg/día) esto debido al tamaño de población que poseen.

Los botaderos de residuos sólidos identificados y georeferenciados en la sub cuenca de Pomacanchi son: 13 en Pomacanchi y 5 en Sangarara, haciendo un total de 18. Los botaderos más relevantes son 3; los de Minaspunku, Waqlalaqay y Sangarara

2. Se desarrolló un Mapa Temático de Valor Bioecológico donde: muestra áreas desde Regular (56%), Alto (33%) y hasta Muy Alto (11%) valor bioecológico encontrándose el botadero de Sangarara dentro del tipo Regular y los de Minaspunku y Waqlalaqay en el tipo Alto.
3. Se jerarquizó 18 botaderos en base a la valoración de vulnerabilidad en áreas circundantes a estos, obteniendo los puntajes más altos para 3 botaderos, los que fueron motivo de estudios más específicos, (2) en Pomacanchi y (1) en Sangarará.
4. Del Modelamiento para 15 años, de la concentración de agentes contaminantes se expresa de la siguiente manera:
  - a. Para el agente químico como el NaCl, se tomó en cuenta el promedio de la valoración de la concentración en el suelo, obteniéndose para el botadero de Waqlalaqay, una concentración de 0.158% como año inicial y de 1.32% para el año 15. Para el botadero de Minaspunku es 0.024 % como año inicial y de 1.077% para el año 15. Finalmente, para el botadero de Sangarará se tiene evaluado, para año inicial la cifra de 0.028 % y estimado para el año 15 la cifra de 1.083%.
  - b. Mediante el proceso de modelamiento para el mismo tiempo de estimación, se determinó una valoración de concentración de agentes biológicos en el aire y se determinó un promedio entre los puntos evaluados cuesta abajo y cuesta arriba; obteniéndose para el botadero de Waqlalaqay (Pomacanchi) en el año 0 la cifra de 57 UFC, 15 años después la cifra corresponde a 59 UFC cuesta abajo y 32 para año inicial y 34

UFC respectivamente para el año 15 para cuesta arriba. Para el botadero de Minaspunku (Pomacanchi), la cifra inicial para año inicial es de 24 UFC y para 15 años después es de 26 UFC cuesta abajo, y de 27 UFC año inicial, y de 29 UFC para el año 15 cuesta arriba; Para Sangarará, las UFC correspondientes para el año inicial es de 25 UFC y año 15 es de 27 UFC cuesta abajo, mientras 18 UFC para año inicial y de 20 UFC para los años 15 cuesta arriba.

- c. Con respecto a la presencia del metal pesado, es decir Plomo, solo se pudo identificar en el botadero de Waqlalaqay, para el año inicial, la concentración de 0.01 ppm y los años 15 es de 1.247 ppm.
  - d. De los 03 botaderos seleccionados con mayor vulnerabilidad ambiental es el de Waqlalaqay, en vista de que supera en las variables ambientales evaluadas.
5. En el mapa final de escenarios de contaminación, el que presenta mayor riesgo a las áreas de valor bioecológico medio es el botadero de Waqlalaqay por ser este el de mayor riesgo en la Sub Cuenca Pomacanchi.

## RECOMENDACIONES

Diversos Trabajos de este tipo de investigación se siga realizando y profundizándose.

Para la identificación de especies de las Unidades formadores de Colonia, para identificar con mayor precisión las enfermedades epidemiológicas a producirse. A su vez, con las investigaciones futuras se determinen la presencia de otros metales pesados como producto de los botaderos de residuos sólidos.

Los gobiernos locales deben implementar modelos de gestión de residuos sólidos a partir de la identificación de escenarios ambientales para mejorar la gestión de residuos sólidos y a su vez identificar las variables de mayor influencia en esta e intensificar en la reducción de la producción de residuos sólidos.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- ARACIL, J. (1995). Dinamica de Sistemas. Madrid: Edison.
- BELLES, J. (1993). Geografía General I - Introducción y Geografía Física. Madrid: Taurus Universitaria - Santillana S. A. Tercera Edición.
- BRACK, A. (2004). Ecología del Perú. Lima: Segunda Edición.
- BUCKMAN, H.; Brady, N. (1965). Naturaleza y propiedades de los suelos. Barcelona - España: Hispano Americano.
- CENTRO ECONOMICO PARA AMERICA LATINA - Naciones Unidas. (2003). Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible: un enfoque sistémico. Santiago: Copyright Naciones Unidas.
- CESEL Ingenieros. (2007). Estudio de Plan de manejo Ambiental de las Operaciones de Embalse y Desembalse del lago Chinchaycoha. Cerro de Pasco.
- CHARPENTIER, S. e HIDALGO, J. (1999). Las Políticas Ambientales del Perú. Lima: Edición gráfica: Carlos Valenzuela.
- COLOMER, F. y GALLARDO A. (2007). Tratamiento y Gestión de Residuos Sólidos. Mexico: Limusa.
- COMISIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE - Perú. (2000). Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- COMISIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE - Chile. (2004). Proyecto de Identificación Sistemática de Sitios Contaminados. Santiago.
- COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE - Chile. (2005). Política De Gestión Integral de Residuos Sólidos. Santiago.
- CONSEJO DE MINISTROS - Perú. (2005). Decreto Supremo N° 008-2005-PCM. Lima.
- CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE. (2004). Guia Técnica Para La Clausura Y Conversión De Botaderos De Resíduos Sólidos. Lima.
- DAJOS, R. (2002). Tratado de Ecología. España: Mundi Prensa.
- DECRETO SUPREMO N° 057-2004-PACM (2004). Reglamento de la Ley General de Residuos Solidos. Cusco.

- DE MATA, J.; DORMIDO, S.; MORILLA, F. (2005). Fundamentos de la Dinámica de Sistemas y Modelos de Dinámica de Sistemas en Epidemiología. Madrid.
- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS - SERVICIO DE CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES. (2000). Manual de Conservación de los Recursos Naturales - Enfoque ambiental de la agricultura. Caribe.
- DIRECCIÓN NACIONAL DE CONTROL AMBIENTAL. (2007). Programa para la Gestión Ambiental de Sitios Contaminados. Buenos Aires.
- ENKERLIN, E.; CANO, G.; GARZA, R. y VOGEL E. (1997). Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. Mexico: Editorial Thomson.
- ESPINOZA, G. (2007). Gestión y Fundamentos de la Evaluación de Impacto Ambiental. Santiago.
- GOBIERNO REGIONAL PIURA- CHIRICHIGNO. (2002). Zonificación Ecológica Económica Cuenca Binacional Catamayo - Chira. Piura.
- GOMEZ, D.(2003). Evaluación de Impacto Ambiental. Madrid: Ed. Mundi-Prensa.
- INSTITUTO DE MANEJO DE AGUA Y MEDIO AMBIENTE. (2009). Zonificación Económica Ecológica de la Región Cusco. Cusco.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN. (2010). Mapa de Pobreza Provincial y Distrital 2009: El enfoque de la pobreza monetaria. Lima.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. (2008). La Población y Sociedad: Aspectos demográficos. Santiago-Chile.
- JARAMILLO, J. (2002). Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales. Medellín.
- LEY N° 27314 (2001). Ley General de Residuos Sólidos del Perú.
- MAYA, L.; PEREZ, B. y SIMON, A. (1997). Instrumentos de Gestión Ambiental en el Sur de la Amazonia Colombiana. Mocoa.
- MILLER, T. (2002). Ciencia Ambiental. Quinta Edición Thomson.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2009). Política Ambiental Nacional. Lima: Aleph Soluciones Gráficas.

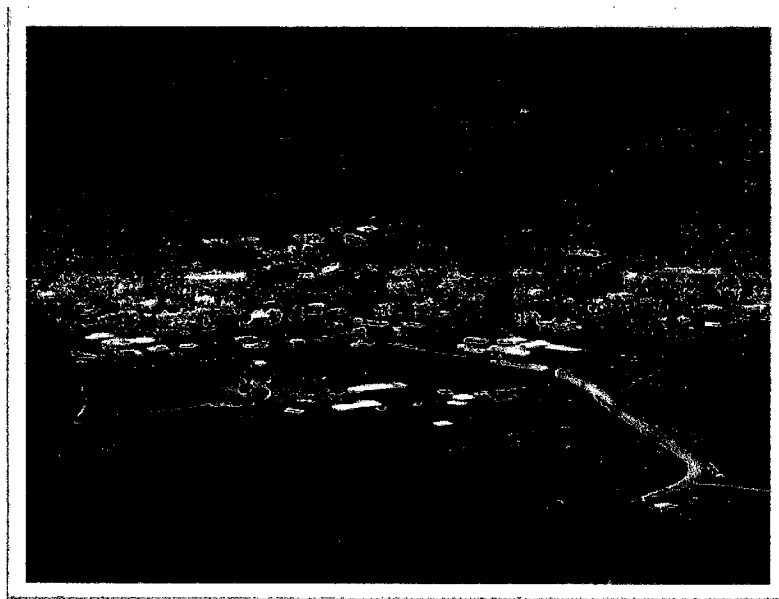


- MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL PERU. (2010). Compendio de Legislación Ambiental - Calidad Ambiental. Lima: Gráfica Técnica S.R.L.
- MUNICIPALIDAD DE POMACANCHI. (2011). "Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos"
- OROZCO, C.; PEREZ, A.; GONZALEZ, N. et al (2003). Contaminación Ambiental - Una Visión desde la Química. Madrid: Thomson Editores Spain.
- POZO, T. (2011). Logros Educativos y Diversidad en la Escuela: hacia una definición desde el consenso. Granada-españa.
- RICKLEFS, R. (2001). Invitación a la Ecología - La Economía de la Naturaleza. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- SANCHEZ, N.; (2008). Simulación y Predicción de Escenarios en Sistemas Ecológicos de Impacto Ambiental y Clima.
- VASQUEZ, O. (2004). Modelo de Simulación de Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios en la Región Metropolitana de Chile.
- VOGEL, E.; ALVA, R.; y RIVAS, E. (1997). Contaminantes del Suelo y Residuos Sólidos. Mexico: Editores Thomson.

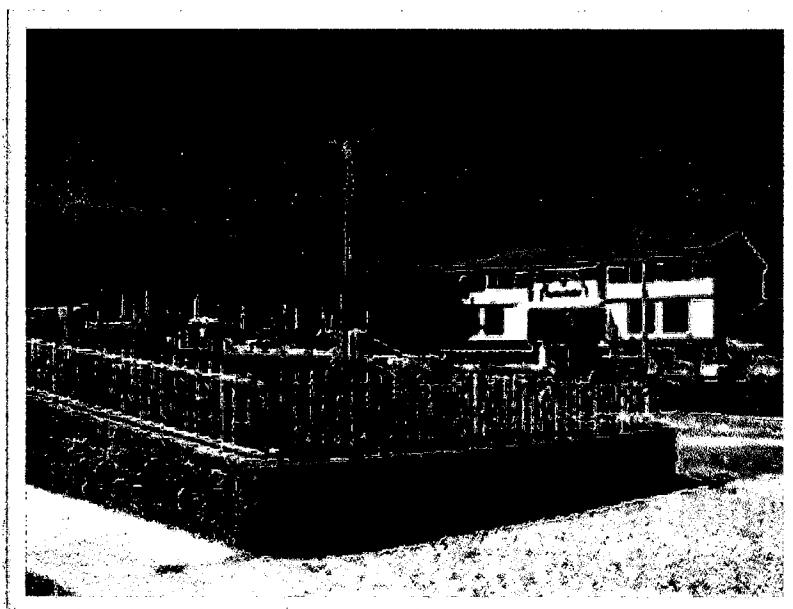
# **ANEXOS**

**A-1 AREA DE ESTUDIO**

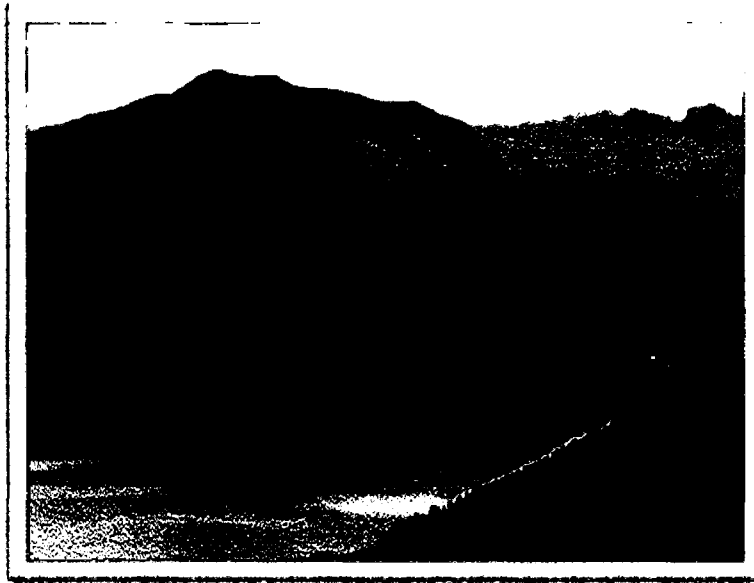
**FOTO 01  
POBLADO DE CHOSECANI**



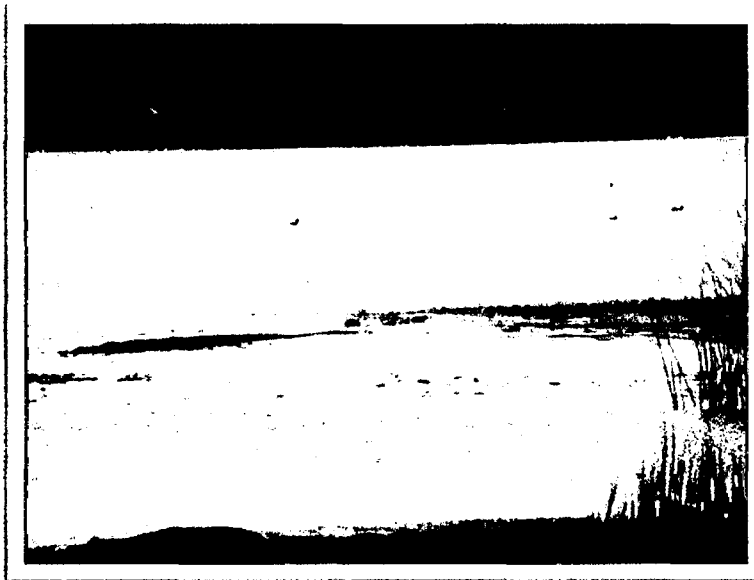
**FOTO 02  
DISTRITO DE SANGARARÁ**



**FOTO 03**  
**LAGUNA DE POMACANCHI**



**FOTO 04**  
**LAGUNA DE POMACANCHI**



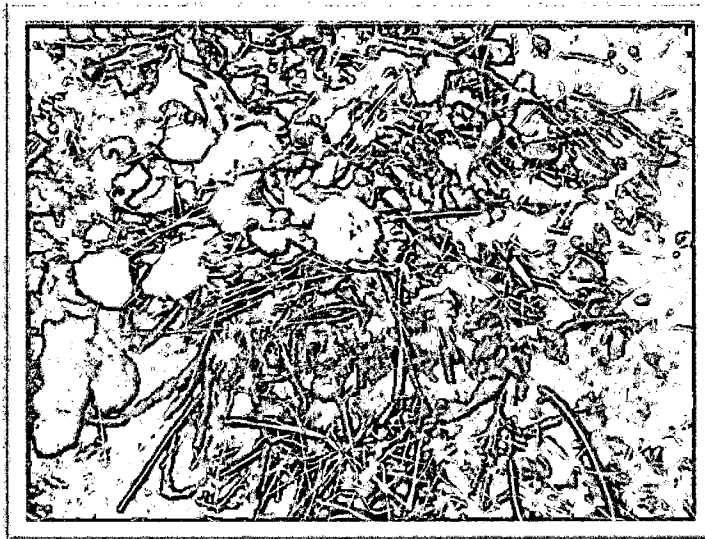
## A-2 CARACTERIZACIÓN DE RESÍDUOS SÓLIDOS

### FOTO 05 SEGREGACIÓN DE RESÍDUOS



En la Caracterización de los residuos sólidos se realizó en los poblados de Pomacanchi y Sangarará, en la imagen se puede observar, el personal de la Municipalidad Distrital de Sangarará ayudo a la segregación de los residuos sólidos.

### FOTO 06 RESIDUOS SÓLIDOS (MATERIA ORGÁNICA)



La presencia de materia orgánica es muy significativa en el momento de la segregación, lo que permite visualizar la característica peculiar de la zona.

**A-3 IDENTIFICACION Y GEORREFERENCIACIÓN DE LA UBICACIÓN DE BOTADEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS**

**FOTO 07  
BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS**



**FOTO 08  
UBICACION DEL BOTADERO CON EL GPS**



**A-4 BOTADEROS CON MAYOR VULNERABILIDAD AMBIENTAL**

**FOTO 09**

**BOTADERO EN WAQLALAQAY**



**FOTO 10**

**BOTADERO EN SANGARARA**



**FOTO 11**  
**BOTADERO EN MINASPUNCU**



**A-5 AGENTES CONTAMINANTES BIOLÓGICOS**

**FOTO 12**  
**EXPOSICION DE PLACAS PETRI CUESTA ABAJO**

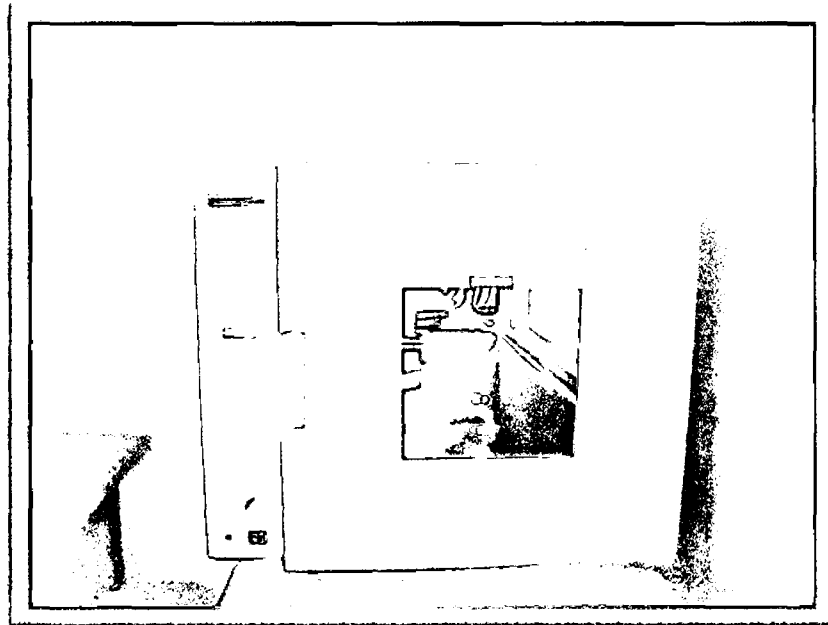




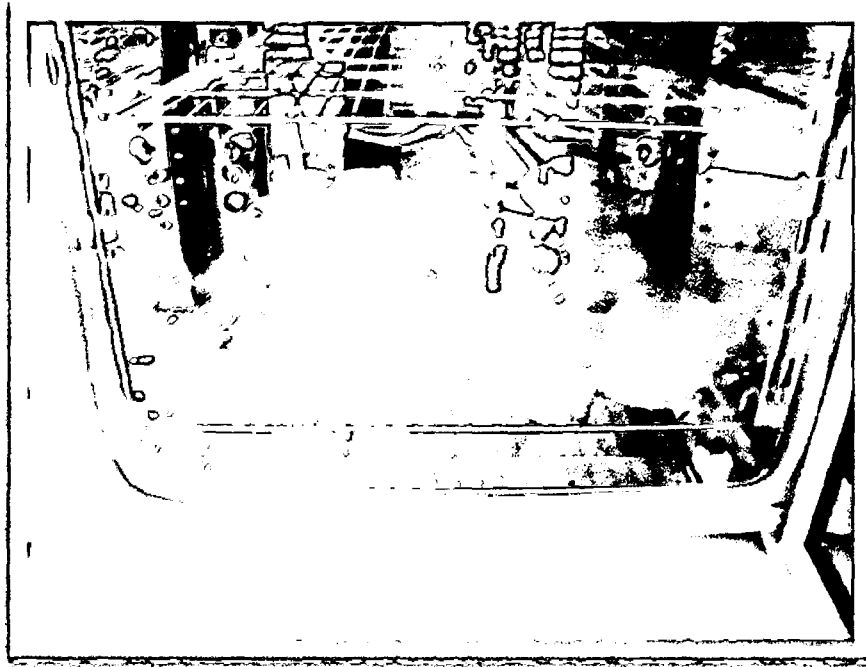
**FOTO 13**  
**EXPOSICIÓN DE PLACAS PETRI CUESTA ARRIBA**



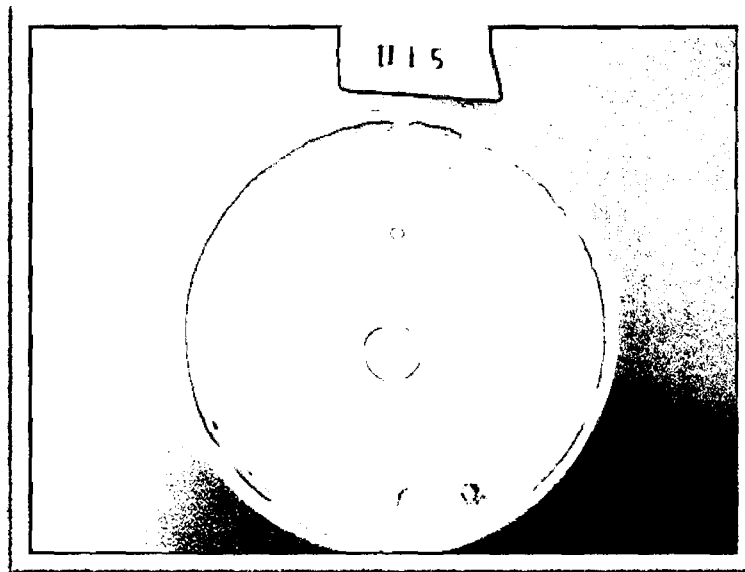
**FOTO 14**  
**INCUBACION DE LAS PLACAS PETRI**



**FOTO 15**  
**INCUBACION DE TODAS LAS PLACAS POR 48 HORAS A 35°C**

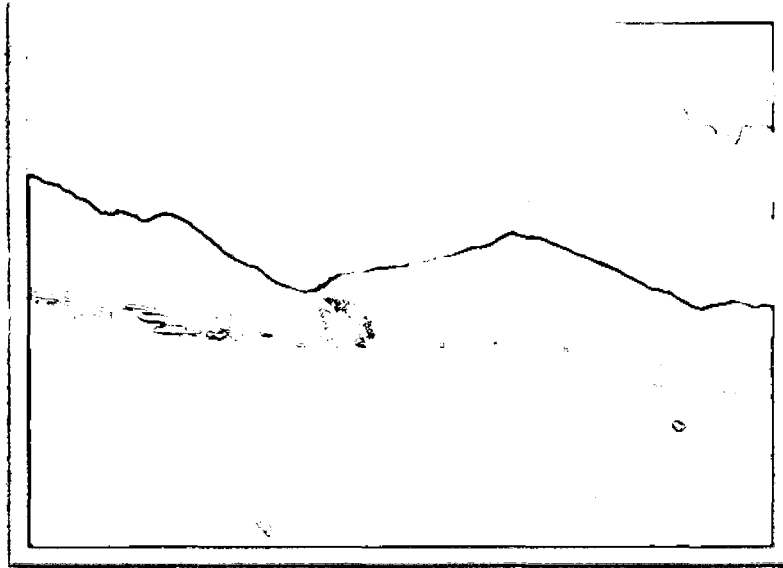


**FOTO 16**  
**CONTEO DE UNIDADES FORMADORAS DE COLONIA**



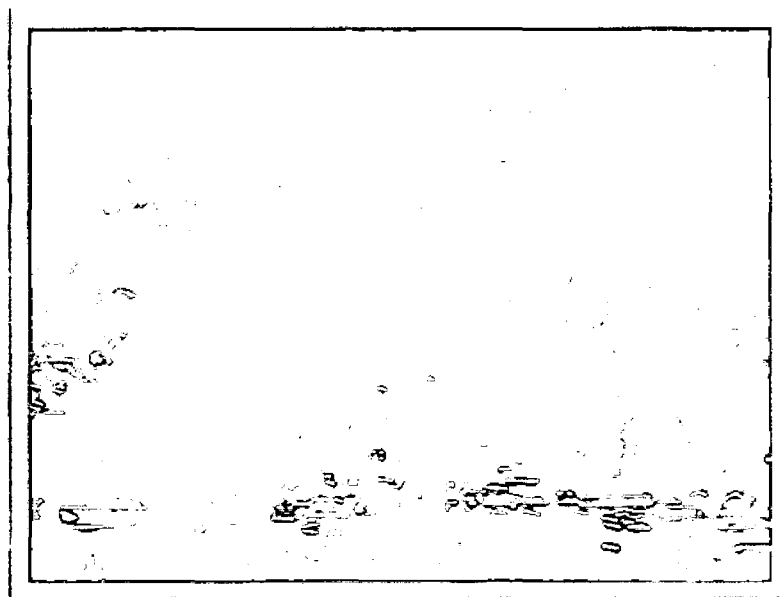
**A-6 COBERTURA VEGETAL**

**FOTO 17  
ÁREAS CON INTERVENCIÓN ANTRÓPICA**

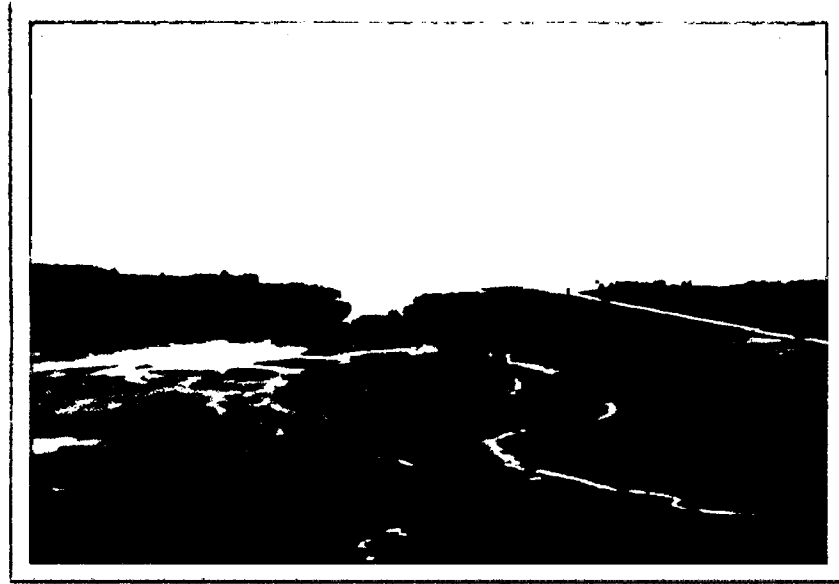


En las áreas con intervención antrópica prevalecen las actividades como agricultura, ganadería, viviendas, áreas educativas, áreas de pastoreo a gran escala.

**FOTO 18  
PLANTACIONES DE EUCALIPTO**



**FOTO 19**  
**HUMEDALES ALTOANDINOS**

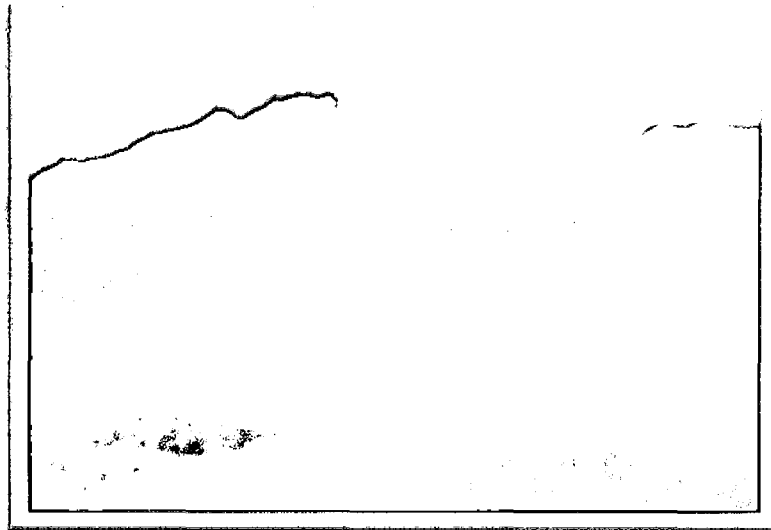


**FOTO 20**  
**MATORRAL SUB HÚMEDO ALTOANDINO**



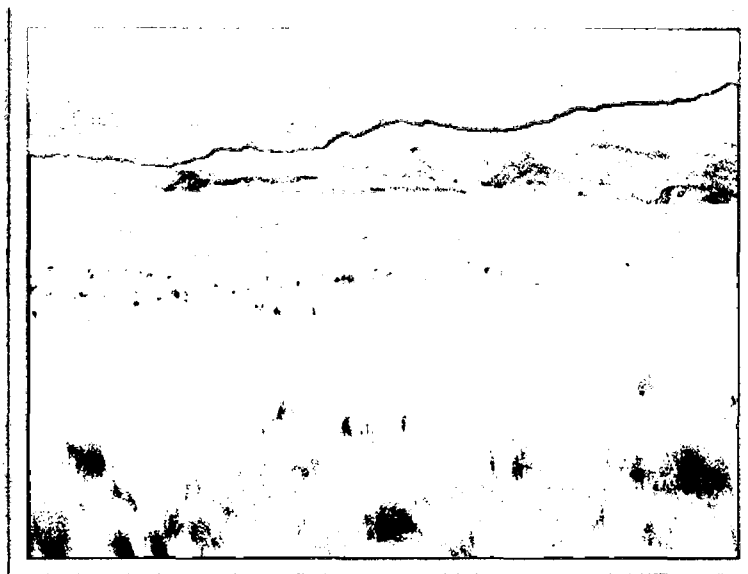
El matorral sub húmedo altoandino, en el área de estudio como se puede apreciar en la imagen, está ubicado en las partes bajas y altas, en la imagen que se muestra, corresponde al lugar denominado como Cebadapata.

**FOTO 21  
NEVADO**



El nevado se encuentra en la parte alta de la localidad de Sangarará, se presenta en los meses de enero a marzo.

**FOTO 22  
PASTIZAL Y CESPED DE LA PUNA**



El pastizal y césped se encuentra en las partes altas del área de estudio.

## A-7 BIOGEOGRAFIA

### CUADRO N°29 ECORREGIONES PARA LA REGIÓN DEL CUSCO

- Ecorregiones Terrestres**
1. Ecorregión de la Puna Central Andina Húmeda
    - a) Subregión de la Puna Húmeda (4200-3700 m)
    - b) Subregión de la Puna Altoandina (4800-4200 m)
    - c) Subregión del Piso Subnival (> 4800 m, sin nieves perpetuas)
  2. Ecorregión de los Valles Interandinos Peruanos
    - a) Subregión de la Subpuna (3200-3700 m)
    - b) Subregión Mesoandina (2500-3200 m)
- Ecorregiones Dulceacuícolas**
3. Altos Andes Amazonas (ríos, lagos y lagunas altoandinos)

Este cuadro fue tomado en cuenta del trabajo de Fortalecimiento de Capacidades para el Ordenamiento Territorial de la Región Cusco 2011. Es una clasificación de ecorregiones para la Región del Cusco.

En el referido trabajo se indica estudios de biodiversidad. Por lo tanto, la valoración en el modelamiento será en base a los valores de diversidad realizada por el presente trabajo en el área indicado. Son los siguientes:

### CUADRO N°30 UBICACIÓN DE LOS TRANSECTOS ESTUDIADOS

X	Y	Z	CODIGO	LOCALIDAD	HABITAT
230427	8452060	3481	Sangarará 1	Qbda. pata.	Quebrada altoandina
230189	8451621	3557	Sangarará 2	Qbda. pata.	Quebrada altoandina
230157	8451709	3548	Sangarará 3	Qbda. pata.	Matorral de ladera
229678	8451136	3651	Sangarará 4	Qbda. pata.	Matorral de ladera
229225	8450762	3656	Sangarará 5	Qbda. pata.	Quebrada altoandina
221829	8454458	3793	Sangarará 6	Riachuelo Marcaconga	Quebrada altoandina
221904	8454586	3804	Sangarará 7	Riachuelo Marcaconga	Quebrada altoandina
222120	8454884	3846	Sangarará 8	Pampa de Marcaconga	Pajonal de ladera, Form. Rocosas
226337	8452251	3722	Sangarará 9	Union Chahuay	Zonas de Cultivos
225862	8450805	3688	Sangarará 10	Lag. Pomacanchis	Borde de laguna
221898	8446181	3727	Pomacanchi 7	Qbda. Cayhuara	Quebrada amplia
221933	8445842	3736	Pomacanchi 8	Estrellapampa	Matorral de ladera
230467	8444293	3770	Acopia 1	Cerro Acorana	Matorral de ladera

FUENTE: FOT-GOBIERNO REGIONAL-CUSCO

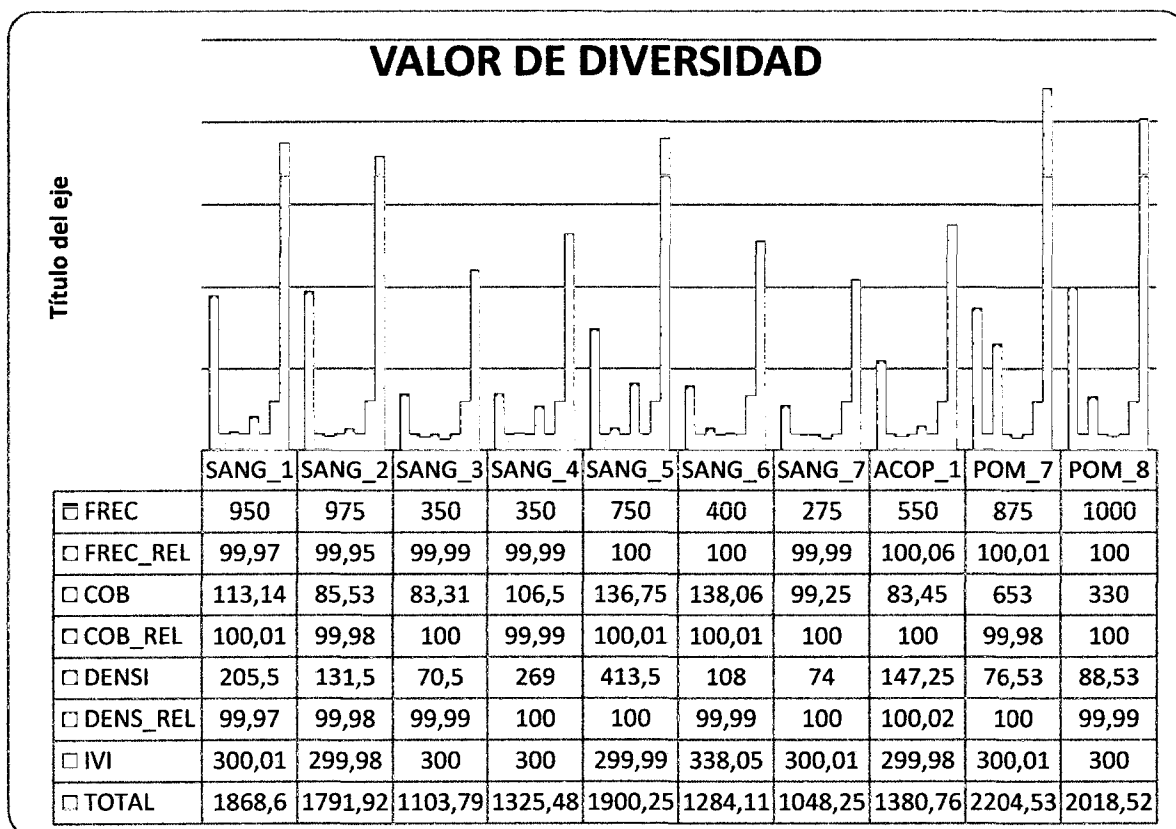
**CUADRO N°31  
INDICES DE DIVERSIDAD DE LOS TRANSECTOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO**

VARIABLES	SANG_1	SANG_2	SANG_3	SANG_4	SANG_5	SANG_6	SANG_7	ACOP_1	POM_7	POM_8
FREC	950	975	350	350	750	400	275	550	875	1000
FREC_REL	99.97	99.95	99.99	99.99	100	100	99.99	100.06	100.01	100
COB	113.14	85.53	83.31	106.5	136.75	138.06	99.25	83.45	653	330
COB_REL	100.01	99.98	100	99.99	100.01	100.01	100	100	99.98	100
DENSI	205.5	131.5	70.5	269	413.5	108	74	147.25	76.53	88.53
DENS_REL	99.97	99.98	99.99	100	100	99.99	100	100.02	100	99.99
IVI	300.01	299.98	300	300	299.99	338.05	300.01	299.98	300.01	300
TOTAL	1868.6	1791.92	1103.79	1325.48	1900.25	1284.11	1048.25	1380.76	2204.53	2018.52

FUENTE: FOT-GOBIERNO REGIONAL-CUSCO

Los valores que se muestran en el cuadro anterior, nos permite tener una idea clara para la valoración de los polígonos respectivos de las ecorregiones, por lo que será necesario tenerlo presente en la valoración.

**FIGURA N°27  
INDICES DE DIVERSIDAD DE LOS TRANSECTOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO**



FUENTE: Elaboración propia en base a datos FOT – Gobierno Regional de Cusco.

**B-1 CUADRO DE CONFLICTO PARA MODELAMIENTO**

**CUADRO N°32  
CONFLICTO DE VARIABLES Y VALORACIÓN**

TEMATICOS	PORCENTAJE	VARIABLES	VALORES
FISIOGRAFICO	25	Altiplanicies allanadas	2
		Altiplanicies disectadas	2
		Altiplanicies onduladas	2
		Fondos de valle aluvial montaña	4
		Fondos de valle glaciar y aluvial	4
		Llanura de valle aluvial	3
		Vertientes de montaña allanada	4
		Vertientes de montaña disectada	4
		Vertientes de montaña empinada	4
COBERTURA VEGETAL	15	<b>VARIABLES</b>	<b>VALORES</b>
		Área con intervención antrópica	1
		Bosques macizos exóticos	4
		Humedales altoandinos	5
		Matorral sub húmedo	4
		Nevados	4
		Pastizal y Césped	3
ECORREGIONES	20	<b>VARIABLES</b>	<b>VALORES</b>
		Sub región de la Puna Húmeda	5
		Sub región de la Sub puna	3
		Sub región de la Puna Alto andina	1
USO DE SUELOS	20	<b>VARIABLES</b>	<b>VALORES</b>
		cultivo en ladera	1
		Poblado	1
		plantaciones de eucalipto	2
		Laguna	5
		Lagunilla	4
		pastoreo de ganado vacuno	2
		tierras agrícolas con riego	2
		cultivos en piso de valle lacustre	3
		cultivo sin riego en piso de valle	2
		cultivos en altiplanicie allanada	2
		cultivo en ladera en piso de valle glaciar	2
		pajonal de puna	3
		cultivo en piso de valle glaciar	3
MICROCUENCAS	20	<b>VARIABLES</b>	<b>VALORES</b>
		LAGUNA	5
		POMACANCHI	4
		MANCURA-SANGARARA	4
		TTIO – MARCACONGA	2
		IHUINA – YANANPAMPA	1
CEBADAPATA	4		





# AQUALAB

Laboratorio de Ciencias Naturales: Análisis de aguas, suelos y servicios afines  
COVIDUC A-4 San Sebastián - Cusco  
Telf. 271966 RUC.: 10238163001

## INFORME DE ANALISIS DE SUELO

**MUESTRAS :** El Origen de la Muestras de Detallan En Pagina Adjunta.

**SOLICITAN :** Alejandro Pumachapi Sutta

Edgar Canazas Chavez

Egresados de la Carrera Profesional de Ciencias Biológicas

**FECHA :** 15 de Mayo del 2012

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Plomo ppm	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cloruro de Sodio NaCl %	0.039	0.025	0.021	0.33	0.078	0.066	0.028	0.020	0.025
Salinidad %	0.134	0.11	0.025	0.35	0.08	0.068	0.031	0.022	0.030
Conductividad Eléctrica uS/cm	1024	1006	187	3430	604	520	202	175	230

**MARIO CUMPA CAYURI**  
INGENIERO QUIMICO  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 16188

