

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**



**“EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN EL SUELO Y AGUA. DEL SECTOR LA MUYUNA
CAUSADA POR LOS RESIDUOS SÓLIDOS PRODUCIDOS POR LA CIUDAD DE TINGO
MARÍA Y EL CENTRO POBLADO DE CASTILLO GRANDE, LEONCIO PRADO HUÁNUCO”**

T E S I S

Para optar el título de:

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**

Presentado por:

JOSÉ VÍCTOR QUIROZ RAMÍREZ

PROMOCIÓN: 2005 - I

“Profesionales Emprendedores Liderando el desarrollo del Perú”

Tingo María - Perú

2006

T01

Q9

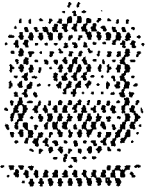
Quiroz Ramirez, José Victor.

“Evaluación de la Contaminación en el Suelo y Agua, del Sector la Muyuna Causada por los Residuos Sólidos Producidos por la Ciudad de Tingo María y el Centro Poblado de Castillo Grande, Leoncio Prado Huanuco”. Tingo María, 2006

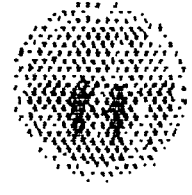
89 h.; 16 cuadros; 2 fgrs.; 19 grfs; 46 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Recursos Naturales Renovables. Mención Conservación de Suelos y Agua) Universidad Nacional Agraria De la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

CONTAMINACIÓN / MEDIO AMBIENTE / RESIDUOS SÓLIDOS /
METALES PESADOS / MATERIALES Y MÉTODOS / ANÁLISIS /
UBICACIÓN GEOGRÁFICA / TINGO MARÍA/RUPA RUPA / LEONCIO
PRADO / HUANUCO / PERÚ



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María - Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 29 de Diciembre del 2006, a horas 07:00 p.m. en la Sala de Grados de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, para calificar la tesis titulada:

"EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACION EN EL SUELO Y AGUA, DEL SECTOR LA MUYUNA, CAUSADA POR LOS RESIDUOS SÓLIDOS PRODUCIDOS POR LA CIUDAD DE TINGO MARIA Y EL CENTRO POBLADO DE CASTILLO GRANDE; LEONCIO PRADO HUANUCO"

Presentado por el Bachiller: **JOSE VICTOR QUIROZ RAMIREZ**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de "BUENO".

En consecuencia el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

Tingo María, 04 de enero del 2007

.....
Ing. MSc. **JOSE LEVANO CRISOSTOMO**
Presidente



.....
Ing. **RICARDO CHAVEZ ASENCIO**
Vocal

AUSENTE

.....
Blgo. MSc. **LUIS VIVAR LUQUE**
Vocal

.....
Blgo. M.Sc. **MANUEL NIQUE ALVAREZ**
Asesor

DEDICATORIA

A DIOS POR SOBRE TODAS LAS COSAS.

A MIS QUERIDOS PADRES.

JOSE y YOLANDA

**Por haberme dado la vida,
en especial a mi Madre con
todo el amor del mundo.**

A mis hermanos,

Bettina, Peter y Zoila,

Por su apoyo y comprensión.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Recursos Naturales Renovables y a su plana docente, que contribuyeron en mi formación profesional.
- A la Municipalidad del Centro Poblado de Castillo Grande
- A los técnicos de los laboratorios de Análisis de Suelos y Nutrición Animal, por su apoyo en la realización de los análisis respectivos, para el presente estudio.
- Al Blgo. Msc. Manuel Ñique Álvarez y Blgo. Armando Eneque Puicón; patrocinadores de esta investigación, por sus valiosas orientaciones, técnicas y científicas en la culminación de la presente tesis.
- A los miembros integrantes del jurado: Ing. M.sc. José Levano Crisóstomo, Ing. Ricardo Chávez Asencio, Blgo. Msc. Luís Vivar Luque, por sus orientaciones y valiosos consejos.
- A todos mis amigos, que me apoyaron en el trabajo de campo, y a todas las personas que han colaborado de alguna u otra forma en la realización de la presente tesis.

ÍNDICE

	Páginas.
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	14
2.1. Residuos sólidos.....	14
2.1.1. Características de los residuos sólidos.....	15
2.2. Clasificación de los residuos sólidos municipales.....	18
2.3. Producción de residuos sólidos.....	20
2.4. Contaminación del ambiente.....	23
2.4.1. El suelo.....	23
2.4.2. El agua.....	31
2.5. Normatividad ambiental Peruana.....	35
2.5.1. Aspectos generales del medio ambiente.....	35
2.5.2. Normatividad de aguas.....	36
2.5.3. Normatividad de suelos.....	39
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
3.1. MATERIALES.....	40
3.1.1.0. Aspectos generales: Ubicación de Tingo Maria.....	40
3.1.1.1. Ubicación geográfica de zona de caracterización de residuos sólidos.....	42
3.1.1.2. Ubicación geográfica de zonas de muestreo de suelos.....	43
3.1.1.3. Ubicación geográfica de zonas de muestreo de aguas.....	43
3.2. MÉTODOS.....	44
3.2.1. Para la caracterización de los residuos sólidos.....	44
3.2.2. Para el análisis de suelos.....	48
3.2.3. Para el análisis de aguas.....	50

IV. RESULTADOS	51
4.1. De la caracterización de residuos sólidos.....	51
4.2. De los análisis de suelos	56
4.3. De los análisis de aguas.....	65
V. DISCUSIONES	70
5.1. De la caracterización de los residuos sólidos.....	70
5.2. Del análisis de suelos.....	71
5.3. Del análisis de aguas.....	75
VI. CONCLUSIONES	79
VII. RECOMENDACIONES	81
ABSTRACT.....	82
VIII. BIBLIOGRAFÍA	84
IX. ANEXOS	90

INDICE DE CUADROS

Cuadros

	pag.
Cuadro 1. Ubicación geográfica de zonas de muestreo de suelos.....	43
Cuadro 2. Ubicación geográfica de zonas de muestreo de agua.....	43
Cuadro 3. Componentes de los residuos sólidos.....	47
Cuadro 4. Generación per cápita en el Centro Poblado de Castillo Grande.....	51
Cuadro 5. Características generales de los suelos analizados.....	56
Cuadro 6. Contenido de minerales Ca, Mg, K y Na en los suelos, comparación con niveles de referencia.....	59
Cuadro 7. Clase y grado de contaminación según contenido de metales Zn y Cu en los suelos.....	61
Cuadro 8. Nivel y grado de contaminación según contenido de metales Fe y Mn en los suelos.....	62
Cuadro 9. Contenido de Fósforo (P) en los suelos.....	63
Cuadro 10. Determinación de NMAV, NMP e identificación de especies, primera fecha 06 de junio.....	65
Cuadro 11. Determinación de NMAV, NMP e identificación de especies, segunda fecha 21 de junio.....	66
Cuadro 12. Determinación de NMAV, NMP e identificación de especies, tercera fecha 30 de junio.....	66
Cuadro 13. Propiedades físicas, primera fecha 06 de junio.....	66
Cuadro 14. Propiedades físicas, segunda fecha 21 de junio.....	67
Cuadro 15. Propiedades físicas, tercera fecha 30 de junio.....	67
Cuadro 16. Contenido de metales y minerales, muestra del 30 de junio.....	67

INDICE DE GRAFICOS

Gráficos

	pag.
Grafico 1. Tipo de residuos sólidos; del estrato socioeconómico bajo.....	52
Grafico 2. Tipo de residuos Sólidos; del estrato socioeconómico medio.....	52
Grafico 3. Tipo de residuos sólidos; del estrato socioeconómico medio alto.....	53
Grafico 4. Composición física de residuos sólidos, de las instituciones.....	54
Grafico 5. Composición física de residuos sólidos, de los restaurantes.....	54
Grafico 6. Composición física de residuos sólidos, barrido de calles en los Laureles.....	55
Grafico 7. Composición física de residuos sólidos, barrido de calles en Castillo Grande.....	55
Grafico 8 a y b. Contenidos de carbonatos en los suelos.....	56
Grafico 9 a y b. Porcentaje de materia orgánica en suelos.....	58
Grafico 10. Contenido de minerales en suelos; primera evaluación.....	60
Grafico 11. Contenido de minerales en suelos; segunda evaluación.....	60
Grafico 12. Contenido de Fe, Cu, Mn y P en suelos; primera evaluación.....	64
Grafico 13. Contenido de Fe, Cu, Mn y P en suelos; segunda evaluación.....	64
Grafico 14. Contenido de Zn en suelos; primera evaluación.....	64
Grafico 15. Contenido de Zn en suelos; segunda evaluación.....	65
Grafico 16. Contenido de Cu, comparaciones con estándares de referencia.....	68
Grafico 17. Contenido de Fe, comparaciones con estándares de referencia.....	68
Grafico 18. Contenido de Mn, comparaciones con estándares de referencia.....	69
Grafico 19. Contenido de Zn, comparaciones con estándares de referencia	69

INDICE DE FIGURAS

<i>Figuras</i>	<i>pag.</i>
Figura 1. Influencia del ph sobre la absorción de algunos metales y oxianiones metálicos sobre hidróxidos de Fe amorfo.....	25
Figura 2. Dinámica de metales en el suelo.....	31

RESUMEN

El problema ambiental generado por la acumulación de los Residuos Sólidos (RS) en el sector "La Muyuna", Provincia Leoncio Prado, Región Huánuco; y el vertimiento de la misma en el Río Huallaga, está afectando a ecosistemas terrestres y acuáticos; razón por la cual, el presente trabajo de investigación evaluó la contaminación de los suelos y agua, generada por la descarga de residuos sólidos que se acumula en este sector, así como la caracterización de los RS; producidos por la ciudad de Tingo Maria y el Centro Poblado de Castillo Grande, que son los lugares de producción de estos residuos. Con la información obtenida se contribuirá con el desarrollo del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS), a implementarse en este centro poblado. Tomándose muestras en los sectores Muyuna (botadero y cantera Muyuna), Naranjillo, Castillo y un pozo artesiano (sector Muyuna).

Los resultados de los análisis de suelos y aguas; demuestran que los valores de metales encontrados superan en algunos casos los Límites Máximos Permisibles y Estándares de calidad ambiental; con rangos encontrados para suelos: Zn (720-4280ppm); Cu (8-216ppm); Fe (12-68ppm); Mn (8-36ppm); y en aguas rangos de: Mn (3-7ppm); Zn (2-3ppm); Fe (0,06-0,41ppm); Cu (0,03ppm). Otros minerales con algunos valores altos y/o importantes pero que no se pueden denominar como perjudiciales, debido a que no hay umbrales de toxicidad establecidos para estos.

Los resultados de características generales de los suelos evaluados son: textura (franco-arenoso); con pH alcalinos promedio (7,3); con altos contenidos de MO (3,0-7,6%), carbonatos (12-25%), CIC (5-8cmol.c/kg) con predominancia del Ion Ca^{+2} , en los sectores de los botaderos de residuos sólidos; y valores bajos en los sectores de Naranjillo y Castillo.

Para el caso de aguas, según LMP de la LGA y OMS y otros, con valores de pH (>6-8<), dentro de rangos establecidos, la turbidez (10-118 UNT), sólidos totales en suspensión (117-241 mg/L) y color (34-110 UC) con valores sobre los LMP; valores bajos de conductividad eléctrica (274-503 us/cm) y salinidad (0,1-0,2 ‰); con altos contenidos de coliformes totales (>2/100ml-1100/100ml<) teniéndose en cuenta rangos de LMP.

Castillo Grande produce en promedio 12331 Kg/día de residuos sólidos de la población domiciliaria y no domiciliaria; obteniéndose en orden de predominancia a los residuos orgánicos, plásticos, papeles y cartón, vidrios, latas y otros.

Con los resultados obtenidos, se demuestra que hay contaminación severa, con efectos directos a los recursos Suelo y Agua del Sector en estudio, demostrado que es necesario que se realicen los avances en el establecimiento y funcionamiento de planes de gestión; como el PIGARS; en la ciudad de Tingo María y el Centro Poblado de Castillo Grande para poder contrarrestar este problema ambiental.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de Residuos Sólidos y su considerable aumento en base al crecimiento demográfico, ya es un problema que causa preocupación a nivel local, nacional e internacional. Según Bernales (2006), cada día unas once mil toneladas de basura van a parar a botaderos, ríos, acequias y laderas del país, mientras sólo una quinta parte de los residuos domésticos llega a los rellenos sanitarios, y de acuerdo a la Organización Panamericana de la Salud OPS, (2002); en el Perú se generan 12785TM/día.

En el presente estudio de investigación se pone en consideración el caso de la producción de residuos sólidos generados por la ciudad de Tingo Maria y el Centro Poblado de Castillo Grande y su destino final, los que son acumulados en el botadero a cielo abierto del Sector "La Muyuna", los cuales causan la contaminación del medio ambiente, especialmente del suelo de la zona y el agua del río Huállaga, que es utilizada río abajo por las poblaciones ubicadas a lo largo de sus riberas.

Como se sabe el acelerado crecimiento urbano de nuestro país está conllevando al incremento de residuos sólidos generados por una población cada vez más consumista de objetos descartables y otros tipos de desechos; a la que, se suma la falta de un plan de manejo y gestión de los mismos.

Asimismo, el recojo y manejo de los residuos sólidos de la ciudad de Tingo María y el Centro Poblado de Castillo Grande es actualmente ineficiente, el cual viene constituyendo uno de los principales problemas ambientales en la localidad, conllevando a un efecto directo en la salud de la población y el deterioro de su medio ambiente, una adecuada gestión de estos residuos, es vital para lograr el mínimo impacto de los daños que ocasionan sobre la salud y el medio ambiente.

Por lo tanto, el problema de investigación es ¿Cuál es el nivel de contaminación en que se encuentran el suelo y el agua en el sector "La Muyuna", como consecuencia del vertido de los residuos sólidos, producido por la ciudad de Tingo María y el Centro Poblado de Castillo Grande?

Para dar respuesta a la interrogante planteada, se procedió a realizar los análisis fisicoquímicos y biológicos del agua y suelo; asimismo se realizó la caracterización de los residuos sólidos producidos, por el Centro Poblado de Castillo Grande, con la finalidad de que, con la información obtenida se puedan establecer las bases para elaborar un Plan Integral de Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos (PIGARS); el mismo que permitirá generar puestos de trabajo, reaprovechamiento de los residuos sólidos y disminuir la Contaminación Ambiental. Contribuyendo así, con las Municipalidades de Tingo María y del Centro Poblado de Castillo Grande, quienes en su afán de propiciar una mejor calidad de vida de su población; y la conservación del medio ambiente; suelo y agua del sector "La Muyuna"; evitando depositar sus residuos sólidos producidos, dándoles un manejo adecuado, desde su producción hasta su disposición final.

Con el presente trabajo se busca conocer si la contaminación del suelo y agua por efectos de la acumulación de residuos sólidos es severa en el sector "La Muyuna"; y si tienen efectos en áreas aledañas, debido al transporte por aguas superficiales y lixiviados.

Teniendo como objetivos específicos:

- Caracterizar los Residuos Sólidos generados por el Centro Poblado de Castillo Grande.
- Determinar el grado de contaminación del Suelo y Agua del sector "La Muyuna", y áreas aledañas, utilizando normativas ambientales establecidas tanto a nivel nacional e internacional.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Residuos sólidos

Son sustancias, productos ó subproductos en estado sólido y semisólido que se tiran y rechazan por estar desgastados, ser inútiles, sin valor, ó están en exceso y pueden originar riesgos a la salud y el ambiente; (El Peruano: Congreso de la Republica del Perú Ley General de Residuos Sólidos N° 27314, 2000).

Según RODRÍGUEZ, (1996); el desarrollo de cualquier región viene acompañado de una mayor producción de residuos sólidos; y sin duda, ocupa un papel importante entre los diferentes factores que afectan la salud de la comunidad. Por lo tanto, esto constituye de por si, un motivo para que se busquen soluciones adecuadas para resolver los problemas de su manejo y disposición final. Es por ello que el correcto manejo de los residuos sólidos, desde su generación hasta su disposición final, es de vital importancia para contribuir a una adecuada Gestión Ambiental en las ciudades del país (DIGESA,1998); entendiéndose a ésta última como el conjunto de acciones orientadas a lograr la máxima racionalidad en los procesos de defensa, protección y mejora del ambiente, ó aquella parte del sistema general de gestión que incluye estructura organizativa, actividades de planificación, responsabilidades, prácticas,

procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implementar, lograr, revisar y mantener actualizada la política ambiental (SEOÁNEZ, 1996).

Pero ahora se puede realizar una separación de estos productos y subproductos ya sean reaprovechables, biodegradables y no degradables, que pueden ser útiles y tener un valor económico significativo; dándoles el debido manejo de reciclaje y con esto contribuir a la disminución de riesgos para la salud y el ambiente.

2.1.1. Características de los residuos sólidos

2.1.1.1. Características físicas

Peso: La producción per cápita de residuos sólidos domésticos es una variable que depende básicamente del tamaño de la población y de sus características socioeconómicas, RODRÍGUEZ, (1996). Una variable necesaria para dimensionar el sitio de disposición final es la llamada Producción per cápita (PPC); este parámetro asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo; siendo la unidad de expresión el kilogramo por habitante por día (Kg/hab/día). Otra alternativa de estimación es comparar con comunas de situación similar de la cual se disponga información fidedigna (RODRÍGUEZ, 1996; CONAM, 2003). Un informe presentado a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), celebrado en Río de Janeiro en 1992; señala que existe una relación constante entre el ingreso nacional per cápita y la severidad de la regulación ambiental, revelando que el nivel de contaminación se reduce cuando el ingreso per cápita se eleva; BUSTAMANTE, (2004).

Composición: Básicamente trata de identificar en una base másica o volumétrica los distintos componentes de los residuos; RODRÍGUEZ, (1996). Usualmente los valores de composición de residuos sólidos municipales ó domésticos se describen en términos de porcentaje en masa, también usualmente en base húmeda y contenidos ítems como materia orgánica, papeles y cartones, escombros, plásticos, textiles, metales, vidrios, huesos, etc.

La utilidad de conocer la composición de residuos sirve para una serie de fines, entre los que se pueden destacar estudios de factibilidad de reciclaje, factibilidad de tratamiento, investigación, identificación de residuos, estudio de políticas de gestión de manejo, CONAM, (2003).

Como lo manifiestan muchos autores siempre es necesario distinguir claramente en que etapa de la gestión de residuos corresponden los valores de composición, y está en la etapa de primera fase ó de corto plazo para el caso de un PIGARS. Y los factores de que depende la composición de los residuos son relativamente similares a los que definen el nivel de generación de los mismos.

Un estudio presentado por CONAMA en 1995 dentro del contexto de la presentación de política para el manejo de los residuos sólidos domiciliarios, realizado en la ciudad de Lo Errázuriz presenta valores de composición; anexo: Cuadro 1

2.1.1.2. Características químicas (CONAM, 2003)

Poder calorífico: Se define como la cantidad de calor que puede entregar un cuerpo, debiéndose diferenciar entre poder calorífico inferior y superior.

Ph: se define como el grado de acidez ó alcalinidad que pueda tener un cuerpo en diferente estado de composición.

Materia Orgánica: se define como el porcentaje de materiales orgánicos presentes en los residuos sólidos.

Cenizas: es el producto de la combustión de los diferentes tipos de residuos sólidos.

Contenido de N, P, K, C, Ca, etc.; es el contenido de estos elementos químicos presentes en los residuos sólidos en general.

2.1.1. 3. Características biológicas

Coliformes totales: Incluyen coliformes fecales *Escherichia Coli*; ya que por si mismas los coliformes no constituyen una amenaza para la salud del hombre, su determinación se usa para indicar, si pudiera haber presentes otras bacterias posiblemente nocivas. Los Coliformes fecales; son bacterias cuya presencia indica que el agua podría estar contaminada con heces fecales humanas ó de animales y en el suelo por lo tanto la presencia de coliformes en el agua superficiales indican contaminación proveniente de residuos humanos, animales ú erosión del suelo por ultimo de una combinación de las tres fuentes; ROMERO, (1998).

El concepto de microorganismos indicadores se basa en la afirmación hecha por Shardinggen el año de 1892 según el cual las bacterias de las especies que hoy denominamos *Escherichia coli*, son utilizadas como índice de contaminación fecal; SHARDINGEN, (1892).

2.2. Clasificación de los residuos sólidos municipales

Según Ley General de Residuos Sólidos N° 27314, (2000); emitido por el Congreso de la Republica del Perú, publicado en el diario El Peruano; los residuos sólidos pueden clasificarse de acuerdo a su origen (domésticos, industriales, comerciales, institucional, público, agrícolas, residuos especiales: demolición construcción, hospitalarios, etc); y a su composición (materia orgánica, vidrio, metal, papel, textiles, plásticos, inerte y otros); ó de acuerdo a su peligrosidad (tóxicos, reactivos, corrosivos, radioactivos, inflamables, infecciosos) según ACURIO y ROSSIN, (1997).

a) Residuos sólidos municipales (RSM)

Son aquellos provenientes de la generación residencial, comercial, institucional, industrial (pequeña industria y artesanía) y los residuos sólidos resultantes del barrido de calles de un conglomerado urbano y cuya gestión está a cargo de las autoridades municipales; el componente residencial ó domiciliario; en América Latina y el Caribe esto representa entre 50 a 75% del total de RSM; el componente comercial procedente de almacenes comerciales, oficinas, mercados, restaurantes, hoteles y otros constituye entre 10 a 20% de los RSM; el componente institucional proviene de oficinas públicas, escuelas, universidades, servicios públicos y otros; representa entre 5 a 15% de los RSM; ACURIO y ROSSIN, (1997).

Los residuos industriales provienen de la pequeña industria (baterías, confecciones de ropa, zapaterías, etc.) y talleres artesanales (sastrerías, carpinterías, de textiles, etc.); este componente varía mucho de acuerdo a las

características de las ciudades y podría representar entre 5 a 30% del total de RSM; usualmente las industrias y servicios mayores manejan sus residuos por cuenta propia ó utilizan contratistas privados, aunque algunas municipalidades prestan estos servicios a la industria en forma poco eficiente; el componente que proviene del barrido de calles y áreas públicas está constituido por residuos sólidos que arrojan los peatones, tierra, poda de árboles, etc. y representa entre 10 a 20% del total de RSM. (ACURIO y ROSSIN, 1997).

b) Residuos sólidos especiales (RSE)

Algunos de los residuos especiales por su cantidad ó manejo pueden presentar un riesgo a la salud, tales como los residuos sólidos provenientes de establecimientos de salud; los productos químicos y fármacos caducos; los alimentos con plazos de consumo expirados; los desechos de establecimientos, como: electrodomésticos, baterías, lodos, escombros; y los residuos voluminosos que con autorización ó por costumbre son manejados por las autoridades municipales. Y otros no peligrosos incluye a los animales muertos, autos abandonados, desperdicios de demolición y construcciones, residuos de parques y jardines, de festivales públicos y otros. (ACURIO y ROSSIN, 1997).

Entonces cuando se mezclan los residuos sólidos ya sean municipales y especiales; ó de acuerdo a su peligrosidad; es ahí donde se genera mayor contaminación a cualquier área donde se depositen sin un debido cuidado y/o manejo correspondiente.

2.3. Producción de residuos sólidos

El hombre en su actividad ha producido siempre residuos; si bien estos residuos se han ido integrando a los flujos de materia y energía de los ecosistemas, en la actualidad, su producción ha alcanzado volúmenes tan grandes que dificultan esta integración, ocasionando problemas de contaminación; MONTES, (1997).

Esta repercusión debe ser estudiada y valorada en gran medida para poder corregirla, y lo que es más importante, prevenirla; el considerable aumento en la generación de los residuos sólidos, es un problema que viene ocasionando una gran preocupación a nivel mundial, por lo tanto este problema de los residuos sólidos ocupa el primer plano de la protección del medio ambiente, constituyendo en la actualidad, un reto para todos los países, municipalidades, industrias y ciudadanos en general.

BALLESTEROS Y PÉREZ, (1997); uno de los países con mayor producción de residuos sólidos en el mundo es Estados Unidos, que con sólo el 4,5% de la población mundial produce el 33% de estos residuos. TYLER, (1994); manifiesta que cada Estadounidense en promedio anual produce 670 Kg de residuos sólidos (un total de 10 mil millones de TM al año) y que el 87% de este total se transporta, aleja, tira ó quema a un costo de 6000 millones de dólares anuales. América Latina produce aproximadamente 180000TM diarias de residuos sólidos, siendo ciudad de México (8000TM/día) y Santiago de Chile (4000TM/día) una de las dos ciudades con mayor generación.

A su vez, la ciudad de Lima con la mayor producción a nivel nacional produce aproximadamente 4950TM/día (WEHENPOHL y HERNÁNDEZ, 2002).

En este mismo contexto y de acuerdo a la Organización Panamericana de la Salud OPS, (2002); en el Perú se generan 12785TM/día, de las cuales solamente se recolectan 9585TM/día (75%), el 20% (2570TM/día); son dispuestos en rellenos sanitarios adecuados, el 15% (1940TM/día); es destinado a reaprovechamiento y un preocupante 65% (8275TM/día); se destinan a botaderos, incineración, ríos, calles, mar, lagos y chancherías.

El problema de destino final de los residuos sólidos es más crítico debido a la falta de recursos económicos destinados a los gobiernos locales, para desarrollar investigaciones que conduzcan a soluciones de acuerdo con la realidad local, en la actualidad existen pocas municipalidades que cuentan con Sistemas de Gestión Ambiental eficientes en su disposición final de residuos sólidos; complicándose aún más el panorama del manejo de los residuos sólidos con la acelerada expansión urbana, elevada tasa de crecimiento demográfico, ausencia de una política educativa, falta de estudios de impacto ambiental é inadecuado desempeño de tecnologías y procesos industriales, la adopción de nuevos patrones culturales, el aumento de la producción y consumo de bienes y servicios, además de otros factores.

Según ALEGRE, (2000); todos los residuos sólidos no tienen las mismas características; el volumen y tipo de residuos que se generan en las ciudades pequeñas y poblados rurales pueden variar de comunidad en comunidad y son diferentes a los producidos en las grandes ciudades.

En relación a la producción de residuos sólidos domésticos en ciudades pequeñas y zonas rurales, se considera que cada habitante puede producir 0,1 a 0,4 kg/hab/día, incluso 0,8 kg/hab/día; se han registrado valores altos de producción per cápita en zonas rurales donde las familias criaban animales en la vivienda y las calles no estaban pavimentadas, en este caso, los residuos domésticos contienen alta cantidad de estiércol y tierra; ALEGRE, (2000).

Se proporciona un estimado de la producción per cápita en distintas zonas rurales de algunos países y Perú (anexo: Cuadro 2 y 3); es necesario estimar las tres características importantes de los residuos sólidos para diseñar ó mejorar el sistema de limpieza pública (anexo: Cuadro 4).

Muchas veces, la información obtenida mediante estudios de campo en un lugar se puede usar en otro, pero antes es necesario comprobar algunas coincidencias entre ambos lugares, como: Hábitos de consumo; Consolidación urbana (densidad poblacional, pavimentación de las vías públicas, etc.); actividades tradicionalmente no domésticas en el hogar (crianza de animales, huertos familiares, etc.); y condiciones de clima, en particular el nivel de precipitación que puede influir en el contenido de humedad de los residuos sólidos.

Si los parámetros mencionados son similares en dos ó más ciudades, es probable que la producción per cápita, densidad y composición física de los residuos sólidos sean parecidos; entonces será posible extrapolar la información disponible de una ciudad para aplicarla en otra; ALEGRE, (2000).

2.4. Contaminación del ambiente

La contaminación es la impregnación del aire, el agua ó el suelo con productos que afectan a la salud del hombre, la calidad de vida o el funcionamiento natural de los ecosistemas; BUJAN, (1997); VAN DE MOORTELE, (1997).

Según un informe de la ONU en el año 2000, los altos niveles de contaminación ambiental han comenzado a producir efectos adversos sobre la vida, la salud y el nivel intelectual de las personas; la contaminación de los ríos y de la atmósfera provocó un promedio de 12,000 muertes por año en América Latina; BUSTAMANTE, (2004).

Actualmente nuestro planeta sufre de contaminación en el agua, en el suelo y en el aire; no se puede decir que solo una de ellas nos afecta directamente porque las tres interaccionan entre sí a través de diferentes ciclos.

2.4.1. El suelo

El suelo es un recurso natural que corresponde a la capa superior de la corteza terrestre, contiene agua y elementos nutritivos que los seres vivos utilizan; el suelo es vital, ya que el ser humano depende de él para la producción de alimentos, la crianza de animales, la plantación de árboles, la obtención de agua y de algunos recursos minerales, entre otras cosas, en él se apoyan y nutren las plantas en su crecimiento, y también muchos ecosistemas (PORTA, 1999).

2.4.1.1. Contaminación del Suelo

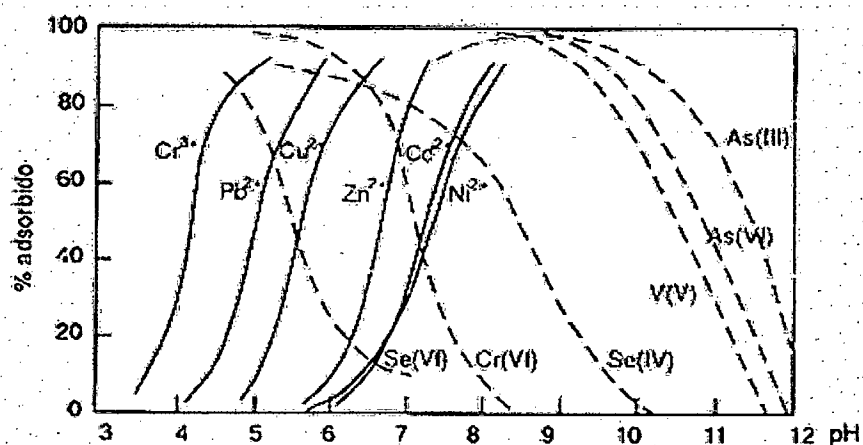
Los suelos tienen propiedades físicas y químicas muy diferentes, pero además están sometidos a distintas variaciones en la humedad, el pH y las condiciones redox; FASSBENDER, (1987).

El problema es que cuando un espacio se encuentra contaminado afecta a varios medios como el aire, las aguas superficiales, las aguas subterráneas, el suelo y los receptores potenciales; además, es una contaminación dinámica porque al moverse los contaminantes en el terreno a través de las capas más permeables se facilita su dispersión y esto hace que aumente el área afectada; ENRIQUEZ, (2004).

Se sabe que los suelos poseen una cierta capacidad para asimilar las intervenciones humanas sin entrar en procesos de deterioro; sin embargo, esta capacidad ha sido ampliamente sobrepasada en muchos lugares, como consecuencia de la producción y acumulación de residuos sólidos (industriales, mineros ó urbanos). En los suelos con pH alcalino disminuyen la permeabilidad y la aireación y se crean condiciones reductoras; la acumulación y remoción de sales solubles en el perfil están determinadas por la concentración y composición iónica de las aguas disponibles, el régimen de lluvias, las propiedades hidráulicas del perfil de suelo; Villafañe, (1998); citado por RAMOS-BELLO *et al.* (1999).

Según Manzione y Merrill, (1989); citado por RAMOS-BELLO *et al.* (1999), dice la absorción de los metales y por tanto su solubilidad esta fuertemente condicionada por el pH del suelo; esta dependencia puede observarse:

Figura 1. Influencia del pH sobre la absorción de algunos metales y oxianiones metálicos sobre hidróxidos de Fe amorfo (Manziona y Merrill, 1989)



La mayoría de los metales tienden a estar más disponibles a pH ácido, excepto As, Mo, Se y Cr, los cuales tienden a ser más móviles a pH alcalino; JACKSON, (1982).

La arcilla tiende a absorber a los metales pesados, que pueden quedar retenidos en la superficie ó en posiciones de cambio; por el contrario los suelos arenosos carecen de capacidad de fijación de los metales pesados, los cuales pasan rápidamente al subsuelo y pueden contaminar los niveles freáticos; U.S.D.A, (1973); ZACHMANN, *et al.*(1994).

La textura tiene una función fundamental en la dinámica de los metales pesados en los suelos; Pérez *et al.*, (1995); Estévez *et al.*, (1998); citados por RAMOS-BELLO *et al.*, (1999).

La presencia de carbonatos garantiza el mantenimiento de altos valores de pH, y en estas condiciones tienden a precipitar los metales pesados.

El Cd y otros metales presentan una marcada tendencia a quedar adsorbido por los carbonatos, las sales, en altas concentraciones, ejercen efecto osmótico sobre las plantas, y disminuyen su capacidad de absorción de agua; Allison *et al.*, (1985); citado por RAMOS-BELLO *et al.*, (1999). Entonces los carbonatos son componentes mayoritarios de los suelos carbonatados y constituyen importantes superficies de adsorción para metales pesados, su presencia puede tener efectos directos e indirectos sobre la movilidad y reactividad de los metales pesados: directa a través de las interacciones superficiales é indirecta a través de su efecto sobre el pH del suelo; y los cambios en el pH afectan la formación de diferentes especies químicas, como complejos de hidróxidos y carbonatos; PETROVIC, *et al.*, (1999).

Según CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE MEDINA DEL CAMPO, (2003); la materia orgánica representa una parte pequeña en peso de un suelo y sin embargo juega un importante papel al determinar la fertilidad del suelo; a veces participa en los procesos de meteorización de la materia mineral movilizandoo cationes metálicos y facilitando nutrientes a los organismos vivos y participa en diversos procesos químicos edáficos afectando a las propiedades físicas del suelo; también reacciona con los metales formando complejos de cambio y quelatos; los metales una vez que forman complejos pueden migrar con mayor facilidad a lo largo del perfil, la materia orgánica puede adsorber tan fuertemente a algunos metales, como el Cu, que pueden quedar en posición no disponible para las plantas. RAMOS-BELLO *et al.*, 1999; la complejación por la

materia orgánica del suelo es una de los procesos que gobierna la solubilidad y la bioasimilación de metales pesados.

Por tanto la toxicidad de los metales pesados se potencia en gran medida por su fuerte tendencia a formar complejos organometálicos, lo que facilita su solubilidad, disponibilidad y dispersión, la estabilidad de muchos de estos complejos frente a la degradación por los organismos del suelo es una causa muy importante de la persistencia de la toxicidad. Pero también la presencia de abundantes quelatos puede reducir la concentración de otros iones tóxicos en la solución del suelo; CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA, (1999). De acuerdo a Williams, (1991); citado por URIBE, (2003); los metales pesados son divididos en dos grupos: (a) zinc, cobre, níquel y cromo que son fitotóxicos y pueden afectar el crecimiento de los cultivos; y (b) plomo, cadmio, mercurio y molibdeno los cuales son normalmente no tóxicos para las plantas pero pueden ser perjudiciales para los animales que ingieren el cultivo y humanos.

La capacidad depuradora de un suelo depende fundamentalmente de su composición y de ciertas propiedades, en concreto de los contenidos en materia orgánica, carbonatos, óxidos-hidróxidos de hierro y minerales de la arcilla, de la capacidad de cambio catiónico, pH, textura, porosidad, permeabilidad y de la actividad microbiana; URIBE, (2003).

Esta capacidad depuradora ó de amortiguación representa la capacidad que tiene para controlar los efectos negativos de los contaminantes y volverlos inocuos ó inactivos por neutralización, degradación biótica ó abiótica,

adsorción, precipitación-disolución, oxidación-reducción, formación de complejos orgánicos o insolubilización; RAMOS-BELLO *et al.*, (1999).

En función de las características del suelo la cantidad máxima admisible de un contaminante, es a partir del cual el contaminante está biodisponible en cantidades que pueden resultar tóxicas (carga crítica); marca su umbral de toxicidad; CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA, (1999). Entre los sistemas existentes para la estimación de la contaminación por metales para suelos del Mundo figuran los contenidos medios "background" y sus intervalos; KABATA, (1992). El establecimiento de niveles estándar de elementos traza para la valoración de la contaminación del suelo, constituye el principal requisito de calidad y protección de las funciones agrícolas y ecológicas; KABATA, (1995).

En Polonia se ha evaluado la contaminación estableciendo cinco clases de polución en suelos; PÉREZ, (2000):

1. Ligera
2. Moderada
3. Considerable
4. Muy contaminados
5. Extremadamente contaminados.

Según CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA, (1999); las actividades humanas han ejercido un efecto considerable en la concentración y movilidad de los metales en suelos; las causas de contaminación por elementos traza en suelos son diversas; teniendo:

- **Actividades agrícolas.** Produce un incremento de la concentración de metales pesados en los suelos.

- **Actividades de minería y fundición.** Todas estas operaciones pueden producir una contaminación de metales que repercute en el aire, aguas y suelos de la región.
- **Generación de electricidad.** La combustión de carbón es una de las principales fuentes de deposición de metales en suelos.
- **Actividades industriales.** Incluyen fábricas de hierro y acero que emiten metales asociados con las menas de hierro y níquel; las fábricas de baterías (plomo). Las áreas altamente industrializadas incluyen arsénico, cadmio, cromo, hierro, níquel, plomo, zinc y mercurio.
- **Residuos domésticos.** Aproximadamente el 10% de la basura está compuesta por metales. Uno de los problemas más serios de las sociedades modernas; las dos alternativas usuales para deshacerse de estos son enterrar o incinerar; el enterramiento puede contaminar las aguas subterráneas, mientras que la incineración puede contaminar la atmósfera al liberar algunos de los metales volátiles.

Según COLOMBO *et al.*, (1998); la distribución de metales pesados en los perfiles de suelos, así como su disponibilidad, está controlada por parámetros como las propiedades intrínsecas del metal y las características de los suelos, y la cantidad y calidad de los sitios de adsorción, la concentración y tipo de complejos orgánicos é inorgánicos, la composición catiónica y aniónica del suelo, conductividad hidráulica y actividad microbiana, son factores que afectan el comportamiento de los metales.

Según CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA, (1999); la sensibilidad de los suelos a la agresión de estos agentes contaminantes van a ser muy distintas, y dependerán también de estas características edáficas; las cuales también son decisivas para definir los umbrales de contaminación; según; ZACHMANN, *et al.*, (1994) y WILSON, *et al.*, (1997), y se utilizan, muy frecuentemente, los valores totales para definirlos.

Según JUAREZ, (2006); los metales pesados contribuyen fuertemente a la contaminación ambiental debido a que no son bio-degradables, no son termo-degradables, generalmente no percola a las capas inferiores de los suelos y pueden acumularse sutilmente a concentraciones tóxicas para las plantas y animales, Bohn *et al.*, (1985); la duración de la contaminación por metales pesados en los suelos puede ser por cientos ó miles de años.

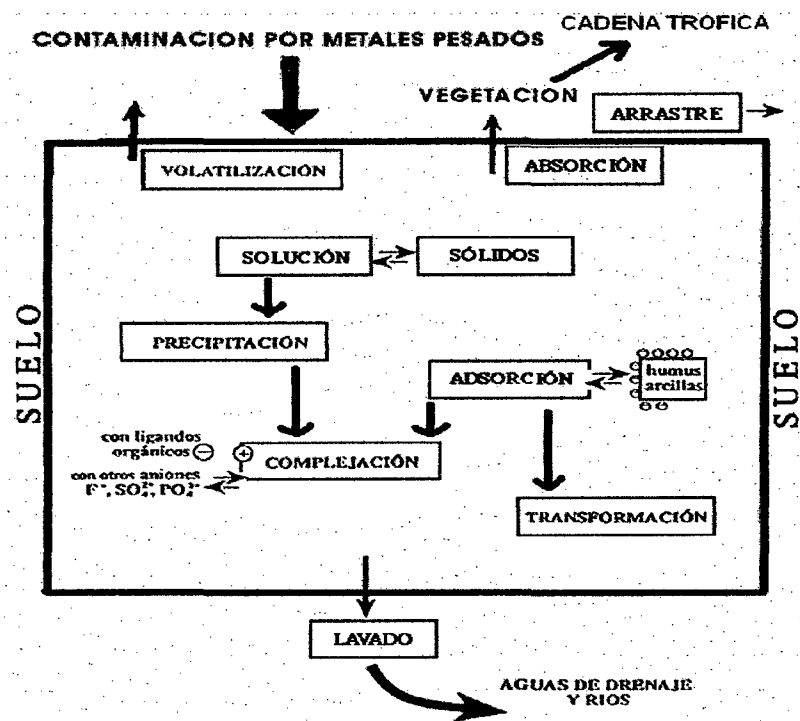
Los metales pesados que ingresan en pequeñas cantidades en los suelos encuentran lugares específicos de adsorción donde son retenidos fuertemente en los coloides orgánicos e inorgánicos, Sauve *et al.*,(2000); adiciones continuas de metales pesados pueden acumularse en los suelos hasta alcanzar niveles tóxicos para el crecimiento de las plantas; Chang *et al.*, (1992) y Ross, (1994), citados por JUAREZ, (2006).

La Dinámica de los metales pesados en el suelo puede seguir cuatro diferentes vías:

- Pueden quedar retenidos en el suelo, ya sea disueltos en la solución del suelo, bien fijados por procesos de adsorción, complejación y precipitación.

- Pueden ser absorbidos por las plantas y así incorporarse a las cadenas tróficas.
- Pueden pasar a la atmósfera por volatilización.
- Pueden movilizarse a las aguas superficiales o subterráneas como se esquematiza en la siguiente figura 2 (adaptado de Calvo, 1996).

Figura 2. Dinámica de metales en el suelo



2.4.2. El agua

El agua constituye un 70% de nuestro cuerpo, además es insípida, incolora e inodora y es un recurso renovable en peligro por culpa de la actividad humana, ya que toda agua pura procede de la lluvia; BUJAN, (1997).

El agua es un elemento vital para la alimentación, por eso requiere una mayor higiene; hay exigencias que están siendo cada vez menos satisfechas, por su contaminación, lo que reduce la cantidad y calidad del agua disponibles, como también sus fuentes naturales.

El agua pura es un recurso renovable, sin embargo puede llegar a estar tan contaminada por las actividades humanas, que ya no sea útil, sino más bien nocivo; VAN DE MOORTELE, (1997).

2.4.2.1 Contaminación del agua

Según Kiely; (1999), citado por DEZA, (2002); el agua nunca es pura, excepto posiblemente en su estado de vapor; el agua siempre contiene impurezas, que son constituyentes de origen natural, por ejemplo, la presencia de las impurezas químicas de los iones calcio y magnesio (Ca^{2+} y Mg^{2+}) en las aguas subterráneas.

Se sabe que siempre el hombre ha botado sus desechos en las aguas; y que en condiciones normales los ríos pueden auto depurarse; pero a medida que la humanidad fue progresando, esto se esta haciendo cada vez más difícil; y la naturaleza no puede autodepurarse debido a que muchas veces los sistemas se encuentran saturados de desechos de todo tipo.

La contaminación termal; otro peligro debido a las grandes usinas eléctricas, que emplean agua como refrigerante, esto hace que las aguas de los ríos eleven su temperatura, provocando cambios en los procesos biológicos y, por lo tanto, se destruye la vida existente en ellos; VAN DE MOORTELE, (1997).

Según BUJAN, (2004); la contaminación por coliformes se da cuando el agua para consumo humano excede de 2NMP/100ml (dos bacterias cada 100 mililitros) y para que un río sea factible de potabilizar no puede superar los 5,000NMP/100ml; en el riachuelo fluctúan entre 2 400,000 y 7 900,000/ml.

Según EIA Proyecto Alto Chicama, (2003); las concentraciones máximas de coliformes se presentan durante la época de lluvias; las concentraciones de coliformes pueden mostrar un gran nivel de variabilidad (en órdenes de magnitud), en una única ubicación de muestreo. Según ATKINS, (2005), algunas aguas naturales tienen menores concentraciones de metales ó sedimento y valores de pH neutrales, y algunas aguas naturales tienen mayores concentraciones de metales ó sedimentos y menores valores de pH; en forma similar, actividades antrópicas no mineras pueden causar aumentos en varios analitos ó cambios en el pH.

Según ADI Internacional, (1997); la liberación de drenaje ácido hacia la cuenca del alto Huállaga, es responsable de la presencia de por lo menos trazas de muchas especies químicas, metálicas, en el río Huállaga; varios metales, tales como hierro y zinc, se solubilizan directamente por la oxidación de sulfuros presentes en los minerales; otros se solubilizan por la presencia de condiciones ácidas debido al proceso de generación ácida.

Según Corbitt, (1990); la turbidez (UNT); está variable es considerada un indicador de la contaminación de las aguas. De Zuane, (1997), la turbidez esta asociada con partículas que protegen microorganismos patógenos y acumulan sustancias tóxicas. Rechcigl, (1995); la turbidez se considera como una variable

microbiológica indirecta, más que una variable física, ya que la remoción de turbidez puede estar asociada con la remoción de microorganismos patógenos atrapados en los lodos, citados por JUAREZ, (2006).

La EPA ha establecido estándares de seguridad para más de 80 contaminantes que pueden encontrarse en el agua y presentan un riesgo a la salud humana (EPA, 2004), con efectos agudos a niveles altos; todos los contaminantes pueden tener un efecto agudo si se consume en niveles altos en el agua potable, esto en cuestión de horas, en esos casos los contaminantes más probables que causen efectos agudos son las bacterias y virus; y efectos crónicos ocurren después que las personas consumen un contaminante a niveles sobre los estándares de seguridad de EPA u Otros; durante muchos años.

Entre los ejemplos de efectos crónicos de los contaminantes del agua potable, están el cáncer, problemas del hígado, riñones ó dificultades en la reproducción; JUAREZ, (2006).

DEZA, (2002); Hay muchas razones de la persistencia de los metales pesados en el ambiente, una concentración alta del contaminante, condiciones desfavorables para biodegradación (los metales pesados no son biodegradables), una alimentación continua de los contaminantes desde las fuentes de producción, su entrada en los tejidos orgánicos, etc. Si bien algunos metales pesados como hierro, cobre, zinc, cobalto, son esenciales para la vida humana, como oligoelementos; la concentración de éstos por sobre límites permisibles, los hace altamente tóxicos; los tejidos vivos son vulnerables a ciertas concentraciones de metales pesados, por lo cual se dice que el umbral de toxicidad es muy bajo.

2.5. Normatividad ambiental Peruana

2.5.1 Aspectos generales del medio ambiente

En el Perú con anterioridad a la Constitución Política del Perú de 1979 se carecía de una base jurídica en relación con el medio ambiente; después de diez años de puesta en vigencia desde la Constitución del 1979, se promulgan diversas leyes que incorporan un marco legal e institucional de protección al medio ambiente, JUAREZ, (2006).

En el Perú los daños provocados por la contaminación ambiental siguen siendo injustificadamente, graves e irreparables, por lo que se requiere una reforma normativa, que sin ser flexible permita el desarrollo sostenible en el País; esto debido a que hay muchas leyes que amparan acciones contra el Medio Ambiente y que no pueden ser castigadas debido a los artificios legales establecidos en contra del medio ambiente.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2000), señala que más de cien millones de latinoamericanos estamos expuestos a niveles de contaminantes que exceden los niveles máximos permisibles recomendables. Los estándares de calidad ambiental y los límites máximos permisibles son los instrumentos de gestión ambiental más importantes para prevenir y planificar el control de uno o más contaminantes; los que nos permitirán prever riesgos para la salud, el bienestar humano y los ecosistemas (BUSTAMANTE, 2004).

En nuestro País los parámetros de gestión ambiental tienen valores muy distintos que comparándose con las guías internacionales; ejemplo para la calidad del agua de bebida, y aire; la autoridad competente, la Dirección General

de Salud- DIGESA del Ministerio de Salud, presentan valores mayores a los de la guía de la OMS, los cuales no guardan un criterio uniforme con los valores guía OMS. Permitiéndose así mayores niveles de contaminantes en el agua y aire de nuestra Patria, por lo tanto estamos mas propensos a estas altas concentraciones de contaminantes que afectan a nuestra salud; y que ninguna autoridad le toma la debida importancia.

2.5.2 Normatividad de aguas

La protección de los recursos de agua es regulada en el Perú por la Ley General de Aguas (MINAG, 1969; DL N°17752). Esta Norma faculta como autoridades competentes al Ministerio de Agricultura como ente encargado de la conservación e incremento de los recursos hídricos y al Ministerio de Salud en lo que respecta a la preservación de los recursos hídricos. Mencionado por JUAREZ, (2006). El artículo 22 de la Ley de Aguas (MINAG, 1969), menciona que “..esta prohibido verter ó emitir cualquier residuo sólido, líquido y gaseoso que pueda contaminar las aguas, causando daños ó poniendo en peligro la salud humana ó el normal desarrollo de la flora y fauna, comprometiendo su empleo en otros usos, siempre y cuando sean sometidos a tratamientos previos”; mencionado por JUAREZ, (2006).

Como se sabe en nuestro país la mayoría de las instituciones hace caso omiso al cumplimiento de esta ley, cuyas acciones están causando daños a la salud y el ambiente comprometiendo su empleo en diferentes necesidades ya sean básicas y/o ambientales.

El artículo 55 de la Ley de Promoción de las Inversiones en el Sector Agrario (D. Ley 653) (Presidencia de la República, 1991b) faculta la creación de las Autoridades Autónomas de Cuencas Hidrográficas con la finalidad de mejorar el uso y aprovechamiento de los recursos hídricos en las cuencas que disponen de riego regulado y/o en las que existe un uso intensivo y multisectorial del agua.

JUAREZ, (2006), en nuestra legislación aún falta normatividad (LMP) para los vertimientos en el sector Industria y Agricultura. El único sector que ha normado los LMP en los vertimientos es el de Energía y Minas (MINEM, 1993a). Además el DS-016 (MINEM, 1996) obliga a presentar un EIA para operaciones nuevas ó que amplíe su operación en más de 50%; y un PAMA para operaciones en marcha.

En su mayoría todos los EIAs, presentados han sido moldeados a favor de las instituciones obligadas a presentarlas, todo esto debido a que las autoridades pertinentes a cuidar el ambiente, no ponen mano dura en la supervisión y/o los encargados de esto, son asediados por las empresas; las cuales en algunos casos corrompen, al ente ó persona encargada de esta labor tan importante para la Humanidad y el Ambiente.

La Ley General del Ambiente (Ley 28611) (Congreso de la República, 2005) menciona cuatro aspectos importantes con relación al agua:

- El Estado a través de las instituciones señaladas por la ley están a cargo de la protección de la calidad del recurso hídrico del país.

- Las empresas ó entidades que realicen actividades extractivas, productivas, de comercialización ú otras que generen aguas residuales ó servidas, son responsables de su tratamiento, a fin de reducir sus niveles de contaminación hasta niveles compatibles con los LMP, los ECA y otros estándares de conformidad a las normas legales vigentes.
- El Estado Peruano emite autorización de vertimientos para los residuos domésticos, industriales ó de cualquier otra actividad, basándose en la capacidad de carga de los cuerpos receptores que no cause deterioro a la calidad de las aguas como cuerpo receptor, ni se efectuó su reutilización para otros fines.
- En cuanto no se establezcan en el País los LMPs y los ECAs para el control y protección ambiental, se harán referencia a los establecidos por instituciones de derecho internacional como los de la Organización Mundial de la Salud (OMS); mencionado por JUAREZ, (2006).

Es común que los aspectos de la Legislación Ambiental Peruana se superpongan y permita que sectores en confrontación puedan sostener posiciones opuestas en base a los mismos textos legales. El CONAM no tiene una función ejecutora, sin embargo según la nueva Ley del Ambiente; el CONAM a través de su Tribunal de Solución de Controversias Ambientales, debe determinar cual de ellas (sectores opuestos) debe actuar como la autoridad competente; JUAREZ, (2006).

En el Perú no existe un Ministerio del Ambiente; el cual debería existir por que las instituciones señaladas por el estado, que se suponen que deberían proteger la calidad de recurso hídrico del país no lo hacen, peor aun del recurso suelo y aire para los que ni siquiera hay instituciones establecidas a protegerlas.

2.5.3 Normatividad de suelos

Según Ley General del Ambiente;2005, en el artículo 91° del recurso suelo, del capítulo I Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, del Título III Integración de la legislación ambiental dice: "El estado es responsable de promover y regular el uso sostenible del recurso suelo, buscando prevenir o reducir su pérdida y deterioro por erosión ó contaminación; cualquier actividad económica o de servicios debe evitar el uso de suelos con actitud agrícola, según lo establecen las normas correspondientes".

En cuanto a Límites Máximos Permisibles de contaminación para suelos; no hay rangos establecidos para el Perú. (BUSTAMANTE, 2004).

En el caso de este recurso tanpreciado para el sustento de toda clase de vida en el mundo, no hay Límites Máximos Permisibles de Contaminación del suelo; establecidos en nuestro país cuyo problema toca ser solucionado por generaciones futuras y actuales, de profesionales conservacionistas de suelos y agua; y otras afines al cuidado del medio ambiente de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; quienes tienen por delante una ardua labor para solucionar los múltiples problemas que afectan a nuestro medio ambiente.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1.0. Aspectos generales: Ubicación de Tingo María

La Ciudad de Tingo María se encuentra ubicada en la Provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco, sus coordenadas geográficas esta situadas entre el 8°22'15" latitud sur y el 74°29'35" de longitud oeste del Meridiano de Greenwich.

La Provincia limita por el norte, con el departamento de San Martín; por el este, con el departamento de Ucayali; por el sur, con la Provincia de Huánuco; por el oeste, con las Provincias de Marañón y Huamalíes.

El clima, es tropical y húmedo caracterizado de acuerdo a su orografía y expresión regional de Selva Alta ó Rupa Rupa, ubicado entre los 650 y 1200 m.s.n.m., con precipitaciones que sobrepasan los 3,860 mm. en épocas de invierno. La temperatura media anual es de 22° y 25° C; las temperaturas máximas y absolutas 33° y 36° C, y la mínima entre 8° y 15° C.

Con una superficie territorial de 4,952.99 Km². conformada por 6 distritos, con una población de 115, 317 habitantes de los cuales el 62.1 % se encuentra en la zona urbana y el 37.9% a la zona rural; el distrito capital Rupa Rupa, es el de mayor población con 52,913 habitantes.

Los servicios básicos existentes en la Provincia son variables e insuficientes por Distritos, dada la proporcionalidad de la población y la poca inversión en infraestructura de servicios básicos existentes, así tenemos que con el servicio de agua potable sólo cuenta el 30 % de la población de Rupa Rupa específicamente de Tingo María, el 30 % de habitantes de la ciudad de Aucayacu del Distrito de José Crespo y Castillo, mientras que los demás Distritos no cuentan en lo absoluto con este servicio. En lo que respecta al servicio de agua entubada no potable es la predominante en todos los Distritos, más del 60% de la población de la provincia utiliza este tipo de servicio de agua. El Servicio de disposición final de Residuos Sólidos, es abastecido solamente en la ciudad de Tingo María, Distrito de Rupa Rupa en 40 %; Aucayacu, Distrito de José Crespo y Castillo en 40 %; y Naranjillo, Distrito de Padre Felipe Luyando en 30 % de sus respectivas poblaciones; mientras que en los demás distritos este Servicio no es brindado. Respecto al servicio de disposición de aguas servidas y excretas, un 30 % de la Población de Tingo María, Naranjillo y Aucayacu es beneficiada con dicho servicio, mientras que los demás distritos no tienen coberturas en este Servicio, si no que por el contrario, utilizan otros medios de disposición de aguas servidas y excretas.

3.1.1.1. Ubicación de zona de caracterización de residuos sólidos

Localización : Castillo Grande CPCG – Centro de acopio.

Distrito : Rupa Rupa.

Provincia : Leoncio Prado.

Región : Huánuco

Cordenadas : 18L0390075-UTM08977535

El Centro Poblado de Castillo Grande, se fundó un 9 de noviembre del año 1959 por un grupo de Colonos y Pioneros; creándose un 21 de enero del año 1993, según resolución Municipal N° 001-93-MPLP/C, en la actualidad presta diversos servicios Municipales, con un 10% de toda la población urbana que recibe el servicio de baja policía; debido a muchos factores institucionales y económicos, con atribuciones delegadas a prestar los servicios públicos entre otros. según ley adecuada N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades según la Ordenanza Municipal N° 030-2004-MPLP de fecha 21 de octubre del año 2004; esta formado por 23 instituciones, 27 Asociaciones de Vivienda, 21 clubes de madres, 5 Asentamiento Humanos (AA. HH), 30 caseríos; cuenta con 10 centros turísticos, 7 comités de transporte público, cuenta con una población Urbana de 6877 habitantes, distribuidos en un 51% de varones y el 49% de mujeres y con una población rural de 5459 habitantes de los cuales son varones un 52% y mujeres un 48%; teniendo una población total de 12,336 habitantes, según censo del Centro Poblado de Castillo Grande 2004.

3.1.1.2. Ubicación geográfica de zonas de muestreo de suelos

La toma de muestras de suelos se realizó en 4 puntos establecidos específicamente (calicatas); se muestra a continuación la referida información:

Cuadro 1. Ubicación geográfica de zonas de muestreo de suelos

Muestra Nº - sector	Código	Altitud msnm	Coordenadas geográficas
1 – Naranjillo	N	648.00	18L 0389933 UTM 8977730
2 - Cantera Muyuna	CM	662.00	18L 0390017 UTM 8975152
3 - Vertedero Muyuna	VM	678.00	18L 0390319 UTM 8973810
4 – Castillo	C	650.00	18L 0390125 UTM 8977730

3.1.1.3. Ubicación geográfica de zonas de muestreo de aguas

La toma de muestras de agua se realizó en 4 puntos establecidos específicamente; se muestra a continuación la referida información.

Cuadro 2. Ubicación geográfica de zonas de muestreo de aguas

Muestra Nº - sector	Código	Altitud m.s.n.m	Coordenadas geográficas
1 – Naranjillo	M1	645.00	18L 0389933 UTM 8977730
2 - Cantera Muyuna	M2	646.00	18L 0390017 UTM 8975152
3 – Pozo	M3	648.00	18L 0390319 UTM 8973810
4 – Vertedero Muyuna	M4	647.00	18L 0390125 UTM 8977730

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Para la caracterización de los residuos sólidos

Previo a esta labor se llevó a cabo la concientización de la población del Centro Poblado de Castillo Grande mediante visitas a los hogares seleccionados muestralmente; llevando información sobre el trabajo a realizar, también se realizó campañas de información radial y reuniones con las autoridades de la Municipalidad y personal trabajador de esta Institución, para así poder llevar acabo la caracterización de los residuos sólidos sin ningún tipo de percance social ni institucional, cuyas labores previas se inició el mes de febrero del año 2006.

La caracterización fue realizada del 12 al 22 de marzo del 2006, en el centro de acopio acondicionado en las instalaciones de la Municipalidad del Centro Poblado de Castillo Grande; se han analizado los residuos sólidos domiciliarios; por nivel socio económico medio alto, medio y bajo; los residuos no domiciliarios han sido analizados teniendo en cuenta los siguientes segmentos: restaurantes, institucional y barrido de calles a continuación se explica más detalladamente el trabajo realizado:

3.2.1.1. Distribución y selección de la muestra por estratos socio-económicos

Selección de la muestra; para tal fin se aplicó el Diseño Aleatorio Estratificado en tres estratos considerados, teniendo en cuenta los niveles socioeconómicos de la población y un número promedio de 5 integrantes promedio por familia, con las siguientes características:

Estrato 1(medio alto): Los pobladores tienen un ingreso promedio mensual por hogar superior al sueldo mínimo legal.

Estrato 2 (Medio): El ingreso económico promedio mensual por hogar es igual o poco mayor al sueldo mínimo legal.

Estrato 3 (Bajo): El ingreso económico promedio mensual por hogar está por debajo del sueldo mínimo legal.

Todos los estratos están constituidos por viviendas ubicadas dispersamente en todo el Centro Poblado de Castillo Grande.

3.2.1.2. Determinación del número de muestras por estratos

El tamaño de la muestra, se determina; mediante el muestreo aleatorio estratificado con afijación (=asignación) óptima (Newbold, 1996). Es un método que consiste en clasificar primero los elementos de la población en grupos (estratos) y seleccionar luego, en cada grupo, una muestra aleatoria simple, tomando al menos un elemento de cada grupo.

$$n = \frac{(Z^2 1-\alpha \cdot N \cdot \sigma^2)}{(N - 1) E^2 + Z^2 1-\alpha \sigma^2}$$

σ^2 = Desviación estándar de la generación de basura per cápita de la población.

E = Error permisible.

N = Total de Viviendas.

$Z^2 1-\alpha$ = 1.96 con un grado de confianza de 95 %.

n = numero de muestra

3.2.1.3. Procedimiento de muestreo

Cada estrato se consideró como una unidad independiente de muestreo, debiéndose conocer previamente los datos sobre número de habitantes en la zona, número de viviendas, número de personas que habitan por cada vivienda y el ingreso económico promedio mensual.

El 'n' número de viviendas a muestrear será:

$$n = 66$$

En cuanto a los residuos no domiciliarios se tiene un número de 6 muestras en restaurantes y 6 muestras en instituciones, total:

$$n = 12$$

Posteriormente en cada estrato se procedió a distribuir diariamente, 2-3 bolsas de polietileno de 10 kg. de dimensiones de 0.30 x 0.20 cm.; para almacenar los desechos sólidos durante el día.

Las bolsas eran recogidas diariamente, trabajo que se realizó en 8 días (dato del primer día se descarta), reemplazando a la vez con otras bolsas nuevas, y se trasladaban al centro de acopio para realizar la caracterización respectiva.

3.2.1.4. Caracterización física de los residuos sólidos

3.2.1.4.1. Producción promedio diaria

Para ello se utilizó una balanza marca "CAVORY" con capacidad de 20 kg. y una romana marca "POCKET" de 50 kg. con las que se procedió a determinar el peso de los residuos sólidos domiciliarios en conjunto, sin clasificar, durante los 8 días de estudio para luego obtener un promedio por día.

3.2.1.4.2. Producción per cápita

Se obtendrá de dividir el total de Kilogramos de residuos sólidos domiciliarios por día entre el número de habitantes por vivienda (RODRÍGUEZ, 1996).

$$\text{PPC} = \text{Kg recolectados} / \text{N}^{\circ} \text{ de habitantes}$$

3.2.1.4.3. Composición física

Se obtuvieron separando manualmente en la mesa de trabajo, a cada componente; luego se procedió a determinar el peso de cada componente por separado; seguidamente se dio inicio a la clasificación manual de los residuos sólidos:

Cuadro 3. Componentes de los Residuos Sólidos.

Orden	Componente
1	Materia orgánica
2	Huesos
3	Papel y cartón
4	Plástico
5	Textil
6	Metales
7	Vidrio
8	Latas
9	Madera y follaje
10	Otros

La composición física de materia orgánica, papel, metales, plásticos, etc. se expresa en % de peso, utilizándose la siguiente fórmula:

$$\% \text{ del componente} = \frac{\text{Peso del componente separado} \times 100}{\text{Peso total de los RSD}}$$

3.2.2. Para el análisis de suelos

Para llevar a cabo los objetivos trazados en cuanto a la contaminación de suelos se ha realizado:

1. Revisiones bibliográficas de los valores y umbrales de contaminación establecidos internacionalmente, de contaminación en suelos, para conocer los criterios utilizados en la selección de contaminantes y los límites impuestos. Ya que para el Perú no hay valores de Límites Máximos Permisibles de contaminación de suelos.
2. Revisión sobre tipos de muestreo de suelo, planificación de la campaña de toma de muestra, validación del muestreo y representatividad, preparación y conservación de las muestras, metodología de análisis y técnicas apropiadas para caracterizar los parámetros básicos de un suelo, para cada uno de los elementos y sustancias más significativas consideradas como contaminantes. Con la finalidad de ofrecer un protocolo para la planificación de los estudios para dictaminar el grado de contaminación de un suelo en el sector en estudio.
3. Establecimiento de valores máximos de los principales elementos traza y sustancias orgánicas consideradas como contaminantes de un suelo agrícola y/o natural, para que pueda considerarse grados de contaminación:

a) No contaminado b) Contaminado, pero que precisa de una investigación y/o de un seguimiento. c) Severamente Contaminado con obligación de recuperación.

Se realizarón dos muestreos con fechas del primer muestreo del 11 al 14 de abril del año 2006, y la segunda con fecha 13 al 16 de julio del 2006, dichos muestreos se realizaron en cuatro puntos (cuadro1); los que abarcaban un área aproximada de 0.5 ha por zona de muestreo. Para cada sector de muestreo se realizó calicatas, se tomó muestras a diferentes profundidades (0-20; 20-50; 50-100 y de 100 a mas centímetros de profundidad) teniéndose muestras representativas homogenizadas, para el análisis correspondiente en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; para las siguientes determinaciones: Análisis mecánico textura por el método del hidrómetro de Bouyoucos, pH método del potenciómetro relación suelo y agua (1:1 método internacional), carbono orgánico (Walkley y Black), nitrógeno total (método Kjeldahl), materia orgánica (Walkley y Black), CaCO₃ (método gaso-volumétrico) y CIC (acetato amónico a pH 7 para suelos con pH > 5.5), fósforo disponible (Método de Olsen Modificado) Extracto NaHCO₃ 0.5M, pH 8.5, potasio disponible (Método de ácido sulfúrico 6 N); CANO *et al.*, (1984); CHAPMAN y PRATT, (1979)

Ca	:	Absorción Atómica
Mg	:	Absorción Atómica
K	:	Absorción Atómica
Na	:	Absorción Atómica
Fe	:	Absorción Atómica
Cu	:	Absorción Atómica
Zn	:	Absorción Atómica
Mn	:	Absorción Atómica

Determinándose así, con los resultados obtenidos, el grado de contaminación del suelo en los sectores estudiados con referencia a los contenidos de metales y otros minerales; teniéndose como base los niveles de metales en suelos "background" según KABATA, (1992) y niveles de referencia de nutrientes en suelos, citados por CONAMA, (1996) y otros Estándares y Límites Máximos Permisibles (LMP) en suelos.

3.2.3. Para el análisis de aguas

Se realizaron tres muestreos con fechas del primer muestreo del día 6 de junio del año 2006, el segundo el día 20 de junio del 2006, y el tercero el día 30 de junio del 2006. Determinándose parámetros físicos como: pH (con pHmetro digital); sólidos totales disueltos STS (método electrométrico); temperatura (método Analógico) realizados en laboratorio y puntos de recolección; salinidad (método electrométrico); conductividad eléctrica (método electrométrico); turbidez (método nefelométrico); color (método nefelométrico) todos realizados en laboratorios. Determinándose los mismos parámetros químicos, realizados en el caso de análisis de suelo por Absorción Atómica (Ca, Mg, K, Na, Fe, Cu, Zn, Mn)

Se realizó el análisis microbiológico de las muestras tomadas los días 6 y 30 de junio, en el laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; y el análisis microbiológico de la muestra tomada el día 20 de junio; realizado en el Laboratorio de seda Huánuco. Determinándose así, con los resultados el grado de contaminación del agua en los sectores estudiados, según la Ley General de Aguas del Perú y Estándares Internacionales (OMS, EPA, etc).

IV. RESULTADOS

4.1. De la caracterización de residuos sólidos

- De los residuos sólidos domiciliarios se tiene; de 6 domicilios con condiciones de nivel socio económico medio alto, se tiene que la producción promedio per cápita es de 0.21 Kg/día. De los 43 domicilios de nivel socio económico medio se tomó una muestra de 10 familias más representativas, teniéndose un promedio per cápita de 0.39 Kg./día. De los 17 domicilios de nivel socio económico bajo, se tomó una muestra de 10 familias más representativas, con un promedio per cápita de 0.20 Kg./día.

Cuadro 4. Generación per cápita en el Centro Poblado de Castillo Grande

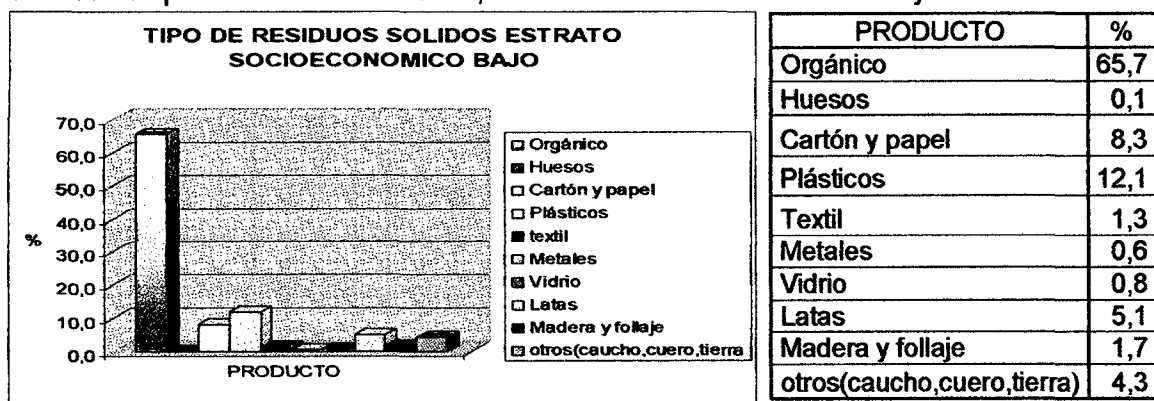
Nivel socioeconómico	PPC*(kg/hab/día)
Medio Alto	0.21
Medio	0.39
Bajo	0.20
Valor Medio	0.27

* PPC = Producción per cápita

- De los residuos sólidos no domiciliarios, en el segmento restaurantes, se tiene un promedio de 19.22 Kg/día por establecimiento; del segmento instituciones, se tiene un promedio diario por Institución de 0.02 Kg./día.
- Del barrido de calles principales en el periodo de muestreo, el cual no es realizado frecuentemente en el Centro Poblado de Castillo Grande, que en conjunto suman 3.5 Km. generan en promedio 86.09 Kg.de R.S/Km/día.

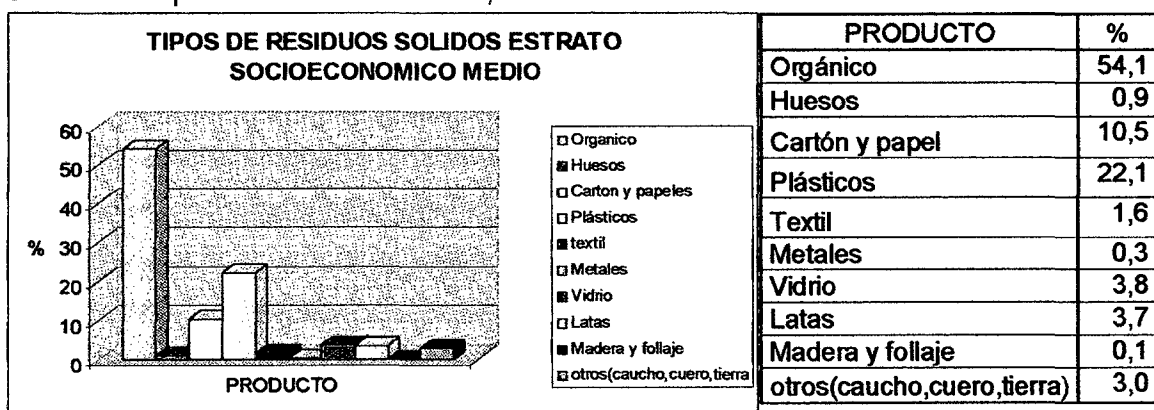
- La Composición física de los residuos sólidos producidos por los estratos socioeconómicos :

Gráfico 1. Tipo de residuos sólidos; del estrato socioeconómico bajo



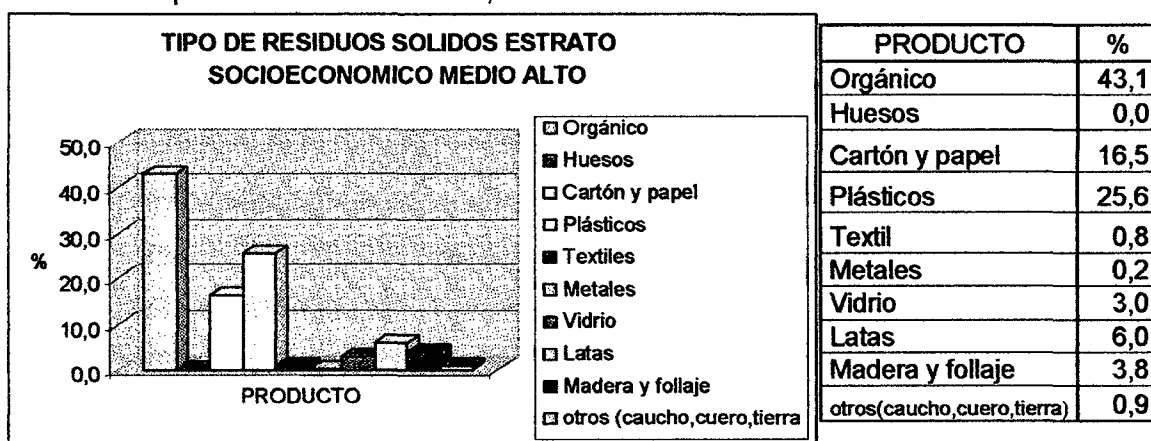
En el gráfico 1, el 65.7 % de los productos corresponde a los residuos orgánicos, seguido de 12.1 % residuos de plásticos, los cuales son un producto con mayor valor económico pero no representan un gran porcentaje en este estrato, seguido de 8.3 % de cartón y papel, luego de 5.1% de latas, textiles 1.3 %, vidrios 0.8 %, metales 0.6 %, huesos 0.1 %, otros 4.3 %. Esto referido a un peso total promedio de 94.80 Kg/semana/10 familias evaluadas

Gráfico 2. Tipo de residuos sólidos; del estrato socioeconómico medio



En el gráfico 2, el 54.1 % de los productos corresponde a los residuos orgánicos, seguido de 22.1 % residuos de Plásticos, que representan un gran porcentaje en este estrato, luego de 10.5 % de cartón y papel, seguido de 3.8 % de vidrios y 3.7 % de latas, textiles 1.6 %, vidrios 3.8 %, metales 0.3 %, huesos 0.9%, otros 3.0 %. Esto referido a un peso total promedio de 170.10 Kg/semana/10 familias evaluadas.

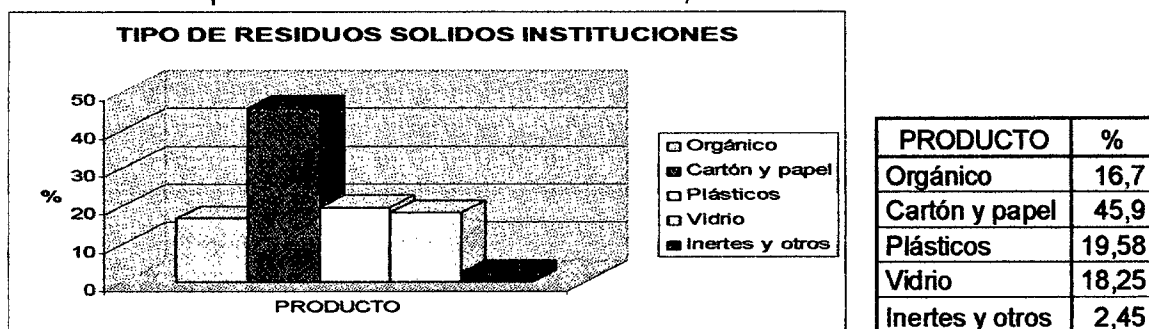
Gráfico 3. Tipo de residuos sólidos; del estrato socioeconómico medio alto



En el gráfico 3, el 43.1 % de los productos corresponde a los residuos orgánicos, seguido de 25.6 % residuos de Plásticos, que representan un mayor porcentaje en este estrato, luego de 16.5 % de cartón y papel, seguido de 6.0 % de latas y 3.8 % de maderas y follaje, 3.0 % de vidrios; textiles 0.8 %, metales 0.2 %, otros 0.9 %. Esto referido a un peso total promedio de 39 Kg/semana/6 familias evaluadas.

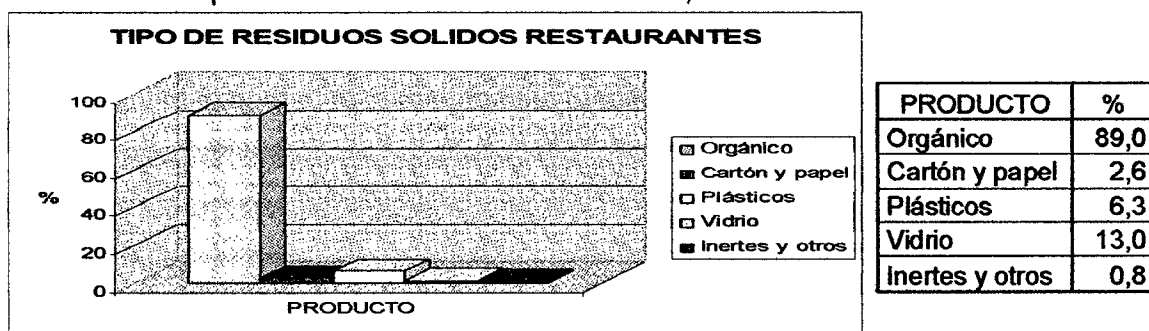
- Composición física de los residuos sólidos producidos por las Instituciones, Restaurantes y barrido de calles:

Gráfico 4. Composición física de residuos sólidos; de las instituciones



En el gráfico 4, la composición física de los Residuos Sólidos que generan las instituciones fueron las siguientes: materia orgánica 16.70 %, cartón y papeles 45.90 %, plástico 19.58 %, vidrio 18.25 %, inerte y otros 2.45 %. Esto referido a un peso total promedio de 164.34 Kg/semana/6 instituciones; con promedio de 1356 personas.

Gráfico 5. Composición física de residuos sólidos; de los restaurantes



En el gráfico 5, la composición física de los Residuos Sólidos que generan los restaurantes es: materia orgánica 89 %, cartón y papeles 2.6 %, plástico 6.3 %, vidrio 1.3 %, inerte y otros 0.8 %. Esto referido a un peso total promedio de 403.60 Kg/semana/6 restaurantes; con promedio de 134 personas.

Gráfico 6. Composición física de residuos sólidos, barrido de calles en los laureles

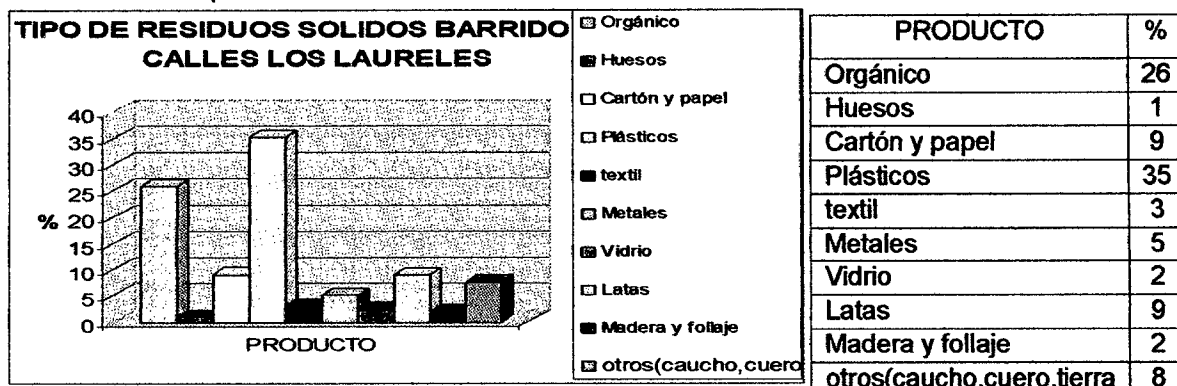
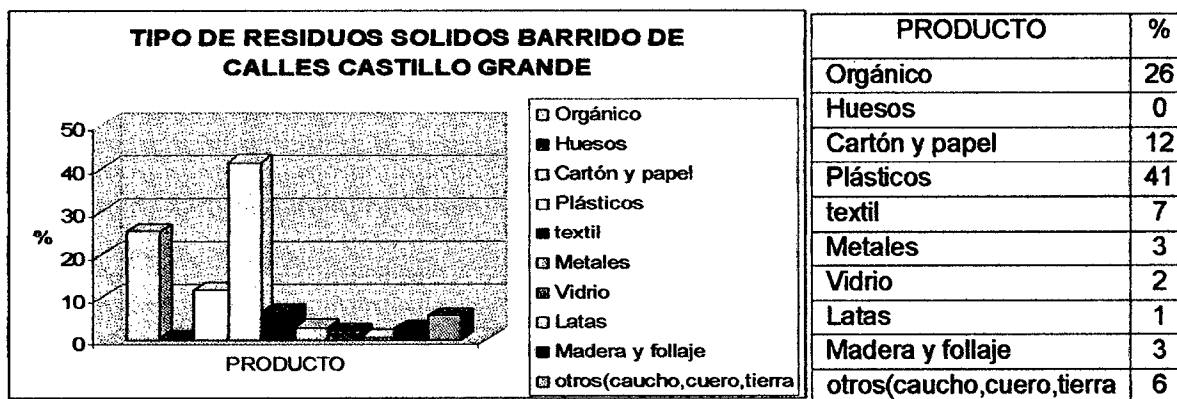


Gráfico 7. Composición física de residuos sólidos, barrido de calles en Castillo Grande



En el gráfico 6 y 7, el 26 % de los productos corresponde a los residuos orgánicos, seguido de 35-41 % residuos Plásticos, que representan un mayor porcentaje en este estrato, seguido de 9-12 % de cartón y papel, seguido de 1-9 % de latas, 2-3 % de maderas y follaje, 2 % de vidrios; textiles 3-7 %, metales 3-5 %, otros 6-8 %. Esto referido a un peso total promedio de 603 Kg/semana/3.5 Km.

4.2. De los análisis de suelos

4.2.1. Propiedades físicas y químicas de los suelos

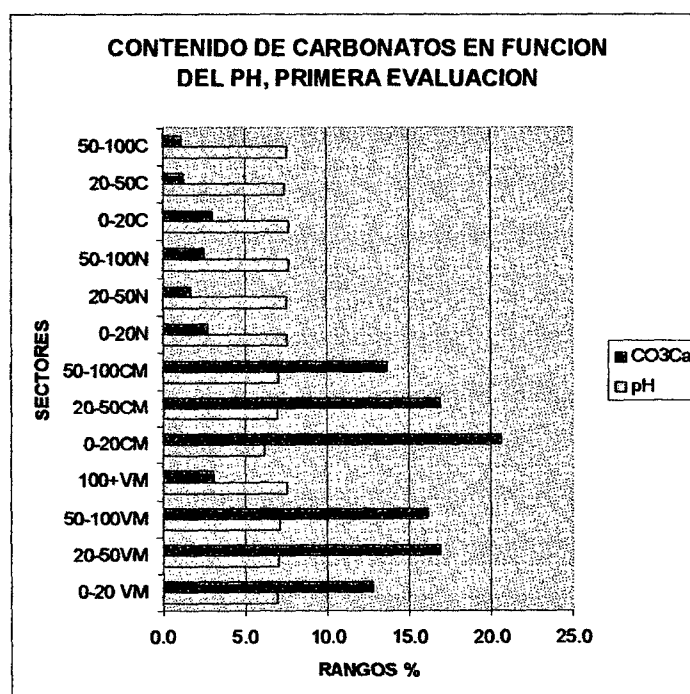
Cuadro 5. Características generales de los suelos analizados

N = 26	pH	M.O.	Arcilla	CaCO ₃	CIC
Valor medio	7,3	3,5	15	8	6
1 ^{er} muestreo	(6,1-7,6)	(0,2-6,9)	(7-25)	(1,7-20,6)	(2,7-8,2)
2 ^{do} muestreo	(7,2-8,9)	(0,1-7,6)	(7-34)	(0,5-25,3)	(1,8-6,9)

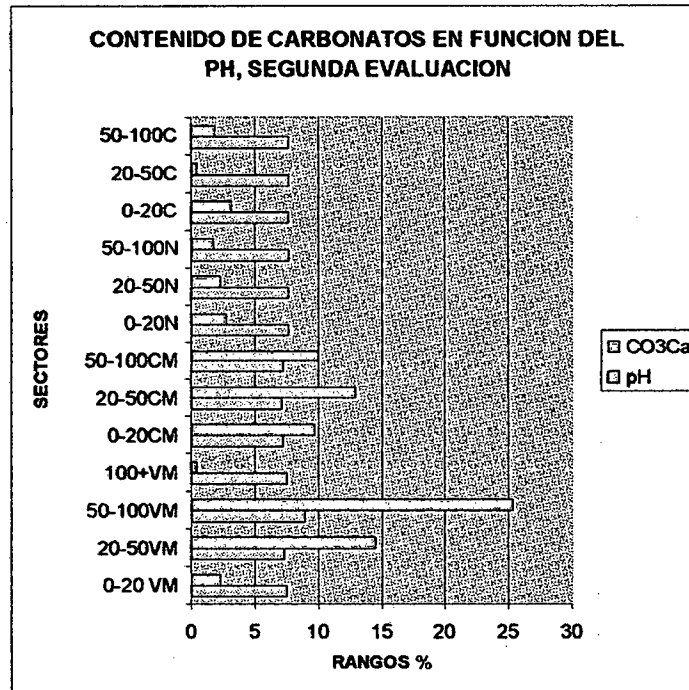
En el cuadro 5, se expresan las características generales de las capas de los suelos estudiados (valor medio é intervalos).

Gráficos 8. Contenido de carbonatos en los suelos

a



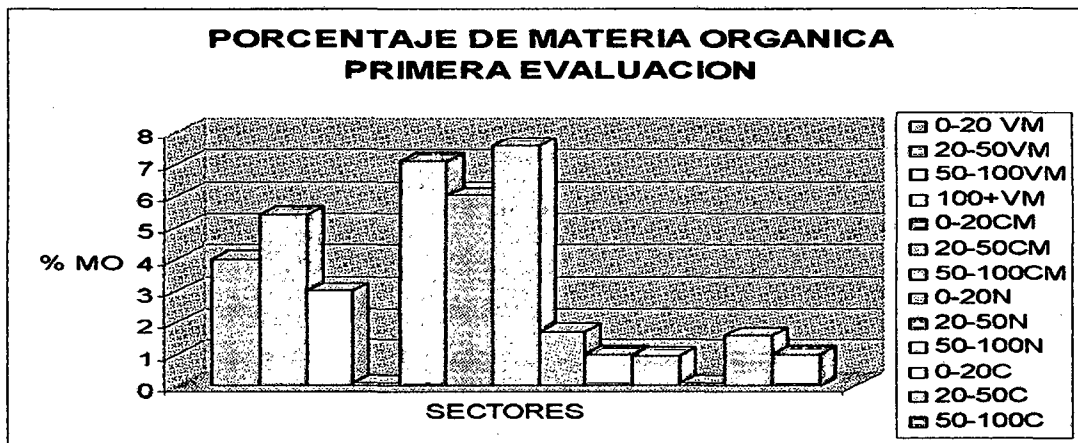
b



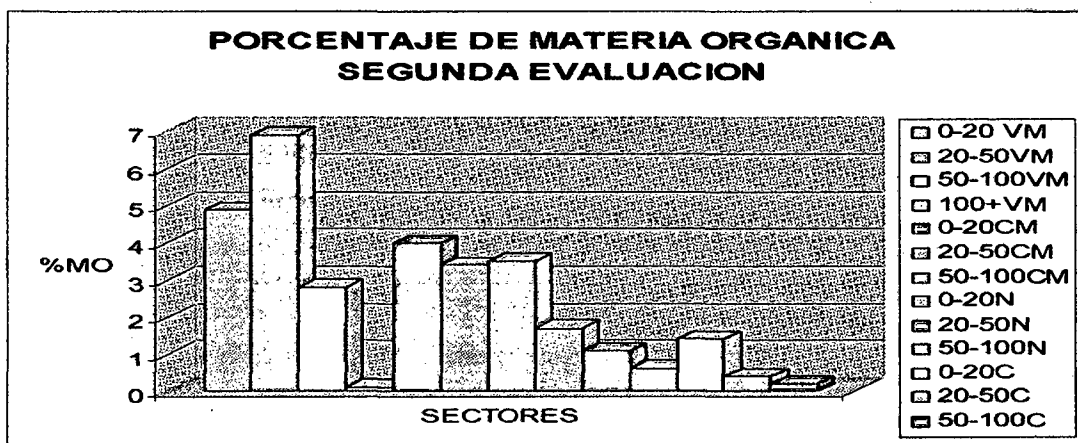
En los gráficos 8(a y b), se observa elevados contenidos de carbonatos en las zonas de muestreo VM y CM, debido a los efectos de descomposición de los residuos sólidos, con alto contenido de materia orgánica, razón por la cual hay estos valores altos, más aún para las fechas de la primera evaluación (época de lluvias); ya que en estas épocas se producen mayores reacciones químicas; para la segunda evaluación (ausencias de lluvias), los valores son bajos, con un solo incremento en la capa evaluada de, 50 a 100 cm.

Gráficos 9. Contenidos de materia orgánica

a



b



En los gráficos 9 (a y b), se observa que el porcentaje de materia orgánica en las dos evaluaciones para CM y VM, para las tres primeras capas, valores altos con rangos que van de 3% a 7.6%; y en capas de 100 cm, a más profundo, valores de 0.1%, y para las muestras de N y C, se tiene rangos que van de 0.2 a 1.7%, con valores bajos para ambas fechas.

Cuadro 6. Contenido de minerales Ca, Mg, K y Na en los suelos, comparación con niveles de referencia (anexo: cuadro 17)

Primera evaluación									
Sector	Prof.cm.	Ca*	Nivel	Mg*	Nivel	K*	Nivel	Na*	Nivel
N	0 - 20	6.2	medio	1.4	medio	0.6	medio	0.0	bajo
	20-50	5.6	medio	1.2	bajo	0.7	alto	0.1	bajo
	50-100	4.9	bajo	0.8	bajo	0.7	alto	0.0	bajo
CM	0 - 20	1.9	+bajo	0.2	+bajo	0.5	medio	0.1	bajo
	20-50	6.5	medio	0.6	bajo	0.7	alto	0.0	bajo
	50-100	1.2	+bajo	1.1	bajo	0.4	medio	0.1	bajo
VM	0 - 20	2.4	bajo	1.0	bajo	0.6	medio	0.1	bajo
	20-50	4.4	bajo	0.3	+bajo	0.3	medio	0.1	bajo
	50-100	6.0	medio	0.3	+bajo	0.3	medio	0.0	bajo
	>100	4.7	bajo	0.2	+bajo	0.2	bajo	0.0	bajo
C	0 - 20	3.3	bajo	0.2	+bajo	0.3	medio	0.0	bajo
	20-50	5.4	medio	0.3	+bajo	0.2	bajo	0.1	bajo
	50-100	4.3	bajo	0.3	+bajo	0.3	medio	0.0	bajo
Segunda evaluación									
Sector	Prof.cm.	Ca*	Nivel	Mg*	Nivel	K*	Nivel	Na*	Nivel
N	0 - 20	5.06	medio	1.30	bajo	0.47	medio	0.08	bajo
	20-50	3.54	bajo	1.46	medio	0.58	medio	0.05	bajo
	50-100	2.56	bajo	0.93	bajo	0.67	medio	0.04	bajo
CM	0 - 20	5.08	medio	1.26	bajo	0.28	bajo	0.03	bajo
	20-50	0.88	+bajo	0.80	bajo	0.16	bajo	0.01	bajo
	50-100	1.68	+bajo	0.46	+bajo	0.22	bajo	0.01	bajo
VM	0 - 20	1.24	+bajo	0.60	bajo	0.30	medio	0.02	bajo
	20-50	2.60	bajo	0.26	+bajo	0.11	bajo	0.00	bajo
	50-100	4.62	bajo	0.23	+bajo	0.11	bajo	0.01	bajo
	>100	5.72	medio	0.30	+bajo	0.11	bajo	0.00	bajo
C	0 - 20	5.76	medio	1.00	bajo	0.45	medio	0.04	bajo
	20-50	1.76	+bajo	1.36	medio	0.36	medio	0.03	bajo
	50-100	1.04	+bajo	1.23	bajo	0.31	medio	0.00	bajo

* meq/100g

Se puede observar en el cuadro 6, los resultados en su mayoría no sobrepasan el nivel medio de referencia; con predominancia de Ca, para todas las muestras, seguido del Mg, K y el Na con valores considerados no tóxicos para el ambiente, a continuación se muestran los gráficos 10 y 11 observándose la predominancia de Ca.

Gráfico 10. Contenido de minerales en suelos; primera evaluación

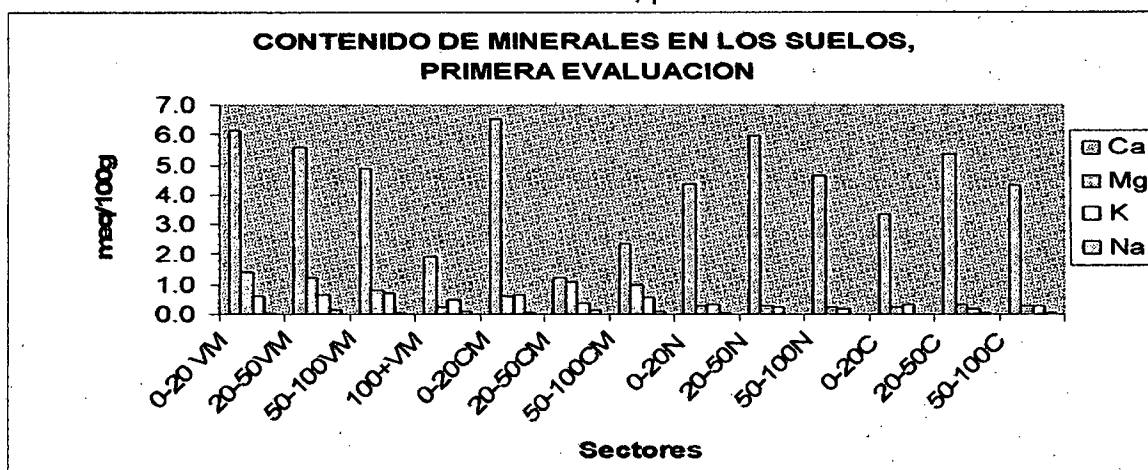
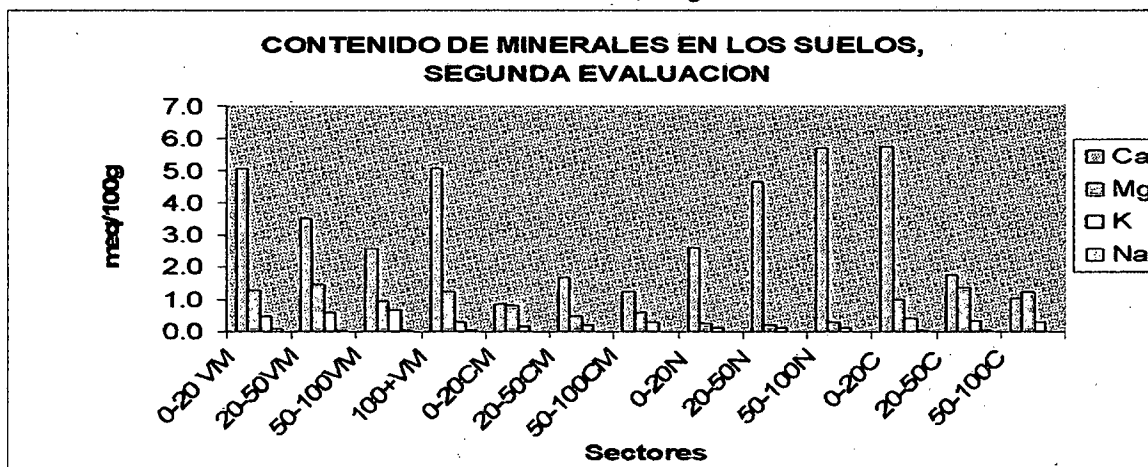


Gráfico 11. Contenido de minerales en suelos; segunda evaluación



Cuadro 7. Clase y grado de contaminación según contenido de metales Zn y Cu en los suelos

Primera evaluación					
Sector	Prof. cm.	Zn ppm	Cu ppm	Clases Según Kabata, 1992 Para Zn y Cu	Grado de contaminación Para Zn y Cu
N	0 – 20	2640	16	Clase 4 y clase 1	Severo y nulo
	20-50	2560	16	Clase 4 y clase 1	Severo y nulo
	50-100	2360	24	Clase 4 y clase 2	Severo y ligero
CM	0 – 20	720	36	Clase 4 y clase 2	Severo y ligero
	20-50	4280	56	Clase 4 y clase 3	Severo y moderado
	50-100	3760	216	Clase 4 y clase 4	Severo
VM	0 – 20	1280	36	Clase 4 y clase 2	Severo y ligero
	20-50	1440	20	Clase 4 y clase 2	Severo y ligero
	50-100	1040	44	Clase 4 y clase 3	Severo y moderado
	>100	960	28	Clase 4 y clase 2	Severo y ligero
C	0 – 20	1800	20	Clase 4 y clase 2	Severo y ligero
	20-50	1760	18	Clase 4 y clase 1	Severo y nulo
	50-100	1440	12	Clase 4 y clase 1	Severo y nulo
Segunda evaluación					
N	0 – 20	1920	12	Clase 4 y clase 1	Severo y nulo
	20-50	2040	8	Clase 4 y clase 1	Severo y nulo
	50-100	2200	12	Clase 4 y clase 1	Severo y nulo
CM	0 – 20	2200	12	Clase 4 y clase 1	Severo y nulo
	20-50	2320	224	Clase 4 y clase 4	Severo
	50-100	2240	308	Clase 4 y clase 4	Severo
VM	0 – 20	1600	40	Clase 4 y clase 2	Severo y ligero
	20-50	1920	12	Clase 4 y clase 1	Severo y nulo
	50-100	1680	52	Clase 4 y clase 3	Severo moderado
	>100	1840	32	Clase 4 y clase 2	Severo y ligero
C	0 – 20	2000	24	Clase 4 y clase 2	Severo y ligero
	20-50	1800	16	Clase 4 y clase 1	Severo y nulo
	50-100	1680	20	Clase 4 y clase 2	Severo y ligero

Fuente: Elaboración propia resultados de análisis de suelos estudiados

En el cuadro 7, se observa que las concentraciones de metales pesados en los suelos, siguen la secuencia: Zn>>Cu; con valores extremadamente elevados para el caso del Zn. Los suelos estudiados (agrícolas y naturales); se han evaluado, atendiendo al contenido en Zn y Cu; según las clases establecidas por KABATA, (1992); ver anexo: cuadro 11.

Cuadro 8. Nivel y grado de contaminación según contenido de metales Fe y Mn en los suelos

Primera evaluación						
Sector	Prof. cm.	Fe ppm	Mn ppm	Nivel según E. AgroU.CH 1996 para Mn	Nivel según Larcher 1995 para Fe	Grado de contaminación Para Mn y Fe
N	0 - 20	20	16	Elevado	Bajo	Severo y nulo
	20-50	24	16	Elevado	Bajo	Severo y nulo
	50-100	48	12	Elevado	Elevado	Severo y severo
CM	0 - 20	40	8	Elevado	Medio	Severo y ligero
	20-50	32	12	Elevado	Normal	Severo y ligero
	50-100	44	28	Elevado	Elevado	Severo y severo
VM	0 - 20	36	24	Elevado	Normal	Severo y ligero
	20-50	12	16	Elevado	Bajo	Severo y nulo
	50-100	16	32	Elevado	Bajo	Severo y nulo
	>100	60	32	Elevado	Elevado	Severo y severo
C	0 - 20	16	12	Elevado	Bajo	Severo y nulo
	20-50	68	12	Elevado	Elevado	Severo y severo
	50-100	16	12	Elevado	Bajo	Severo y nulo
Segunda evaluación						
N	0 - 20	20	12	Elevado	Bajo	Severo y nulo
	20-50	28	12	Elevado	Bajo	Severo y nulo
	50-100	12	8	Elevado	Bajo	Severo y nulo
CM	0 - 20	12	36	Elevado	Bajo	Severo y nulo
	20-50	24	20	Elevado	Bajo	Severo y nulo
	50-100	44	24	Elevado	Elevado	Severo y severo
VM	0 - 20	36	20	Elevado	Normal	Severo y ligero
	20-50	32	8	Elevado	Normal	Severo y ligero
	50-100	28	32	Elevado	Bajo	Severo y nulo
	>100	20	16	Elevado	Bajo	Severo y nulo
C	0 - 20	28	12	Elevado	Bajo	Severo y nulo
	20-50	52	16	Elevado	Elevado	Severo y severo
	50-100	20	12	Elevado	Bajo	Severo y nulo

Fuente: Elaboración propia resultados de análisis de suelos estudiados

En el cuadro 8, se observa las concentraciones de los metales pesados, siguen la secuencia: Fe>>Mn. Contaminación severa del manganeso; pero con valores de concentración mayores para el Fe, el cual no indica que hay mayor contaminación, ya que los niveles de referencia; para ambos son diferentes.

Cuadro 9. Contenido de Fósforo (P) en los suelos

Primera evaluación			
Sector	Prof.cm.	P ppm	Según Contreras 2004 para P
N	0-20	61.1	Muy alto
	20-50	59.7	alto
	50-100	66.5	Muy alto
CM	0-20	65.1	Muy alto
	20-50	59.1	alto
	50-100	63.8	Muy alto
VM	0 - 20	66.5	Muy alto
	20-50	4.4	Muy bajo
	50-100	3.0	Muy bajo
	>100	2.3	Muy bajo
C	0 - 20	4.4	Muy bajo
	20-50	5.5	Muy bajo
	50-100	3.8	Muy bajo
Segunda evaluación			
N	0 - 20	27.4	Normal
	20-50	67.8	Muy alto
	50-100	67.8	Muy alto
CM	0 - 20	4.3	Muy bajo
	20-50	67.8	Muy alto
	50-100	66.5	Muy alto
VM	0 - 20	59.5	alto
	20-50	6.4	Muy bajo
	50-100	6.5	Muy bajo
	>100	67.8	Muy alto
C	0 - 20	4.5	Muy bajo
	20-50	3.0	Muy bajo
	50-100	2.3	Muy bajo

Fuente: Elaboración propia resultados de análisis de suelos estudiados

En el cuadro 9, se observan contenidos altos de fósforo en las dos evaluaciones en el sector Naranjillo, por la acumulación de este mineral, debido al arrastre, desde las zonas de mayor concentración como en los sectores del Vertedero Muyuna ó Cantera Muyuna, ó en el caso del sector Castillo donde se presentan concentraciones bajas en ambas evaluaciones, debido al lavado del mineral; pero el efecto tóxico se da por muchos factores edáficos ó hídricos.

Gráfico 12. Contenido de Fe, Cu, Mn y P en suelos; primera evaluación

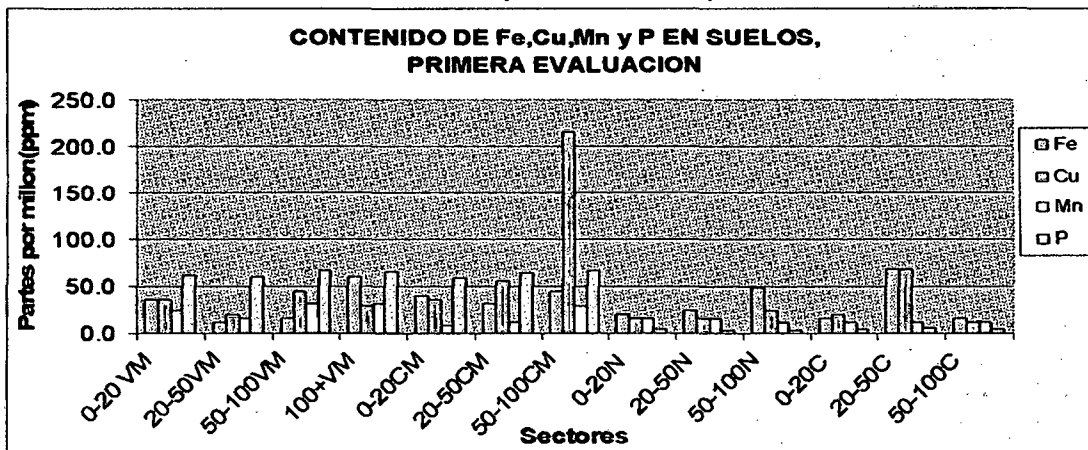


Gráfico 13. Contenido de Fe, Cu, Mn y P en suelos; segunda evaluación

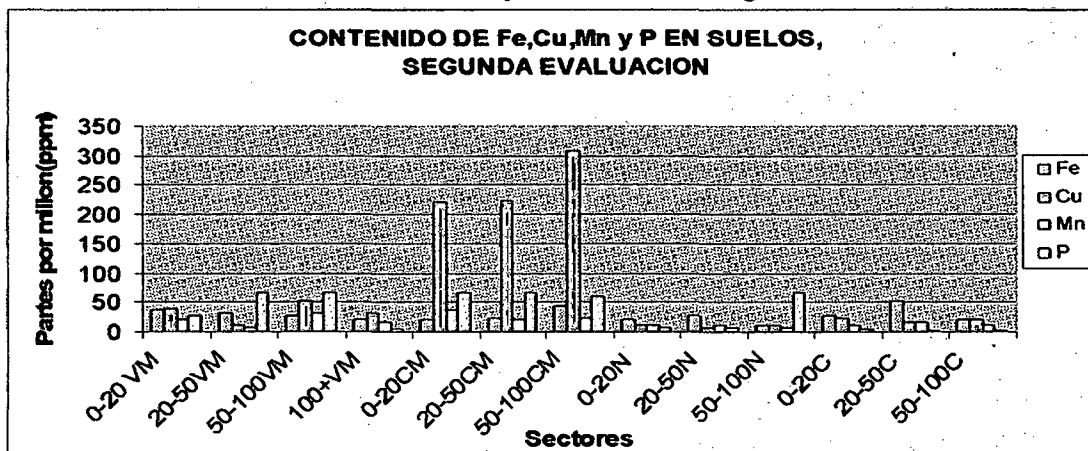


Gráfico 14. Contenido de Zn en suelos; primera evaluación

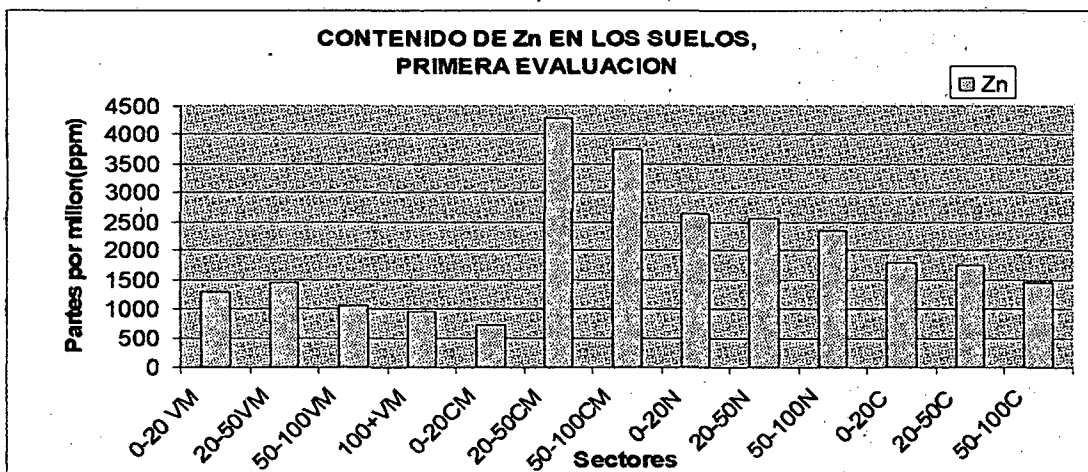
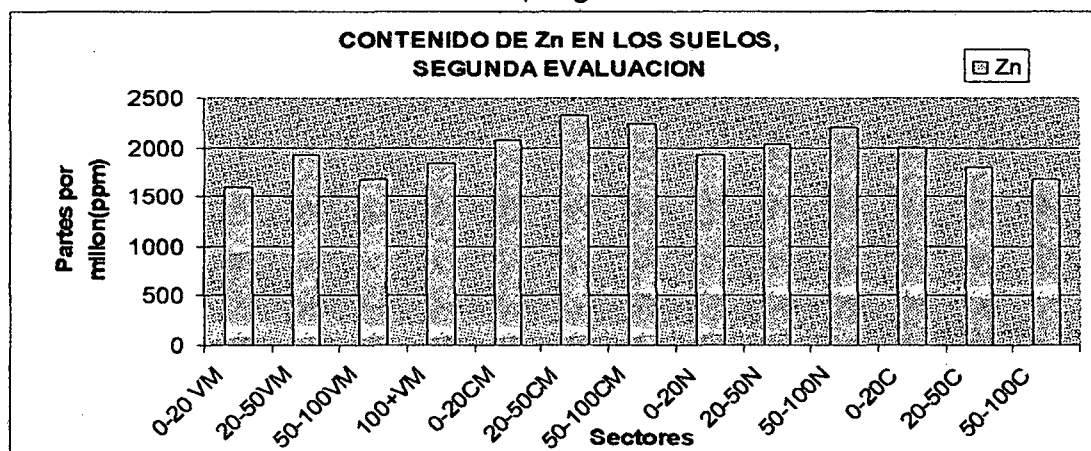


Gráfico 15. Contenido de Zn en suelos; segunda evaluación



En los gráficos 12, 13, 14 y 15 se puede observar los contenidos de los elementos encontrados en los análisis realizados de los suelos en los respectivos sectores, con los cuales se tiene que hay contaminación de metales en el orden predominante siguiente $Zn >> Cu > Fe > Mn$; y también altos contenidos de fósforo.

4.3. De los análisis de aguas

4.3.1. Análisis microbiológicos

Cuadro 10. Determinación de NMAV, NMP e identificación de especies, primera fecha 06 de junio

Muestra	NMAV / ml	NºColf.NMP/100 ml	Especies identificadas
M1	15.8×10^3	<1100/100 ml.	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter aerógenes</i>
M2	22.8×10^3	<500/100 ml.	<i>Klebsella sp.</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter aerógenes</i>
M3	1.4×10^3	<3/100 ml.	Negativo
M4	48.3×10^3	<500/100 ml.	<i>Pseudomona aeruginosa</i>

Fuente: Elaboración Propia realizado en Laboratorio de Microbiología de la UNAS

Cuadro 11. Determinación de NMAV, NMP e identificación de especies, segunda fecha 21 de junio

Muestra	NMAV / ml	N°Colf.NMP/100 ml	Especies identificadas
M1	2.1×10^3	<1100/100 ml.	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter aerógenes</i>
M2	1.8×10^5	<1100/100 ml.	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter aerógenes</i>
M3	1.8×10^5	>3/100 ml.	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter aerógenes</i>
M4	7.6×10^7	<1100/100 ml.	<i>Pseudomona aeruginosa</i> <i>Enterobacter aglomerarum</i>

Fuente: Elaboración propia, análisis realizado en laboratorio de Seda Huánuco

Cuadro 12. Determinación de NMAV, NMP e identificación de especies, tercera fecha 30 de junio

Muestra	NMAV / ml	N°Colf.NMP/100 ml	Especies identificadas
M1	38.5×10^3	<1200/100 ml.	<i>Klebsella sp.</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter aerógenes</i>
M2	28.2×10^3	<1100/100 ml.	<i>Klebsella sp.</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter aerógenes</i>
M3	65.5×10^3	>3/100 ml.	<i>Escherichia coli</i> <i>Enterobacter aglomerarum</i>
M4	86.8×10^4	<1100/100 ml.	<i>Pseudomona aeruginosa</i> <i>Enterobacter aglomerarum</i> <i>Escherichia coli</i>

Fuente: Elaboración Propia realizado en Laboratorio de Microbiología de la UNAS

4.3.2. Análisis físico - químico

Cuadro 13. Propiedades físicas, primera fecha 06 de junio.

Muestra	PH	T °C
M1	7.6	21.0
M2	7.3	24.0
M3	7.6	22.5
M4	7.0	25.0

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 14. Propiedades físicas, segunda fecha 21 de junio

Muestra	PH	T °C	Sólidos totales mg/Lt	Salinidad ‰	Conductivi- dad us/cm	Turbidez UNT	Color UC
M1	6.6	19.9	117	0,1	274	118	95
M2	6.8	19.7	119	0,1	249	62,6	110
M3	6.8	19.5	241	0,2	503	41,1	110
M4	6.8	19.5	186	0,2	389	10,9	34

Fuente: Análisis realizados en los Laboratorios de Seda Huanuco.

Cuadro 15. Propiedades físicas, tercera fecha 30 de junio

Muestra	PH	T °C
M1	7.6	23.0
M2	7.6	24.5
M3	7.9	23.0
M4	7.5	25.0

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 16. Contenido de metales y minerales en el agua. (muestra del 30 de junio)

Muestra	Ca	Mg	Na	K	P	Fe	Cu	Zn	Mn
M1	27.50	0.09	86.00	0.95	76.2	0.12	0.03	3.0	0.0
M2	28.50	0.11	39.00	1.05	94.1	0.14	0.03	3.0	3.0
M3	0.70	0.20	93.00	1.09	26.7	0.06	0.03	2.0	6.0
M4	31.40	0.11	36.00	0.92	28.7	0.41	0.03	2.0	7.0

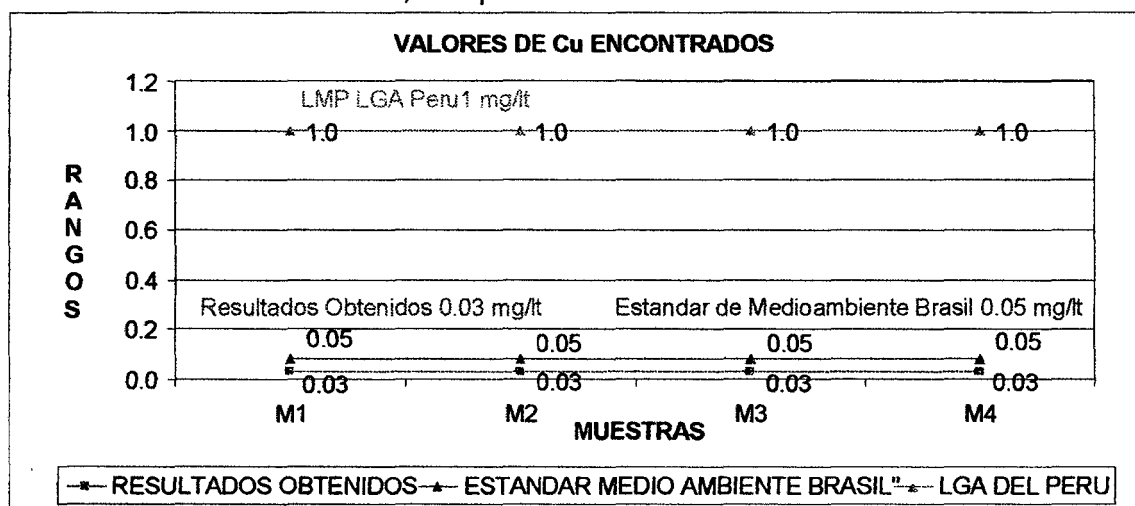
Ca, Mg, Na, K, P, Fe, Cu, Mn, Zn = ppm.

Fuente: Estos análisis fueron realizados en los Laboratorios de Suelos y Nutrición de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

A continuación para los siguientes gráficos; se tomó como referencia los estándares establecidos de la Norma de Medio Ambiente del Brasil (anexo: cuadro 26) y los de La Ley General de Aguas del Perú (anexo: cuadro 21).

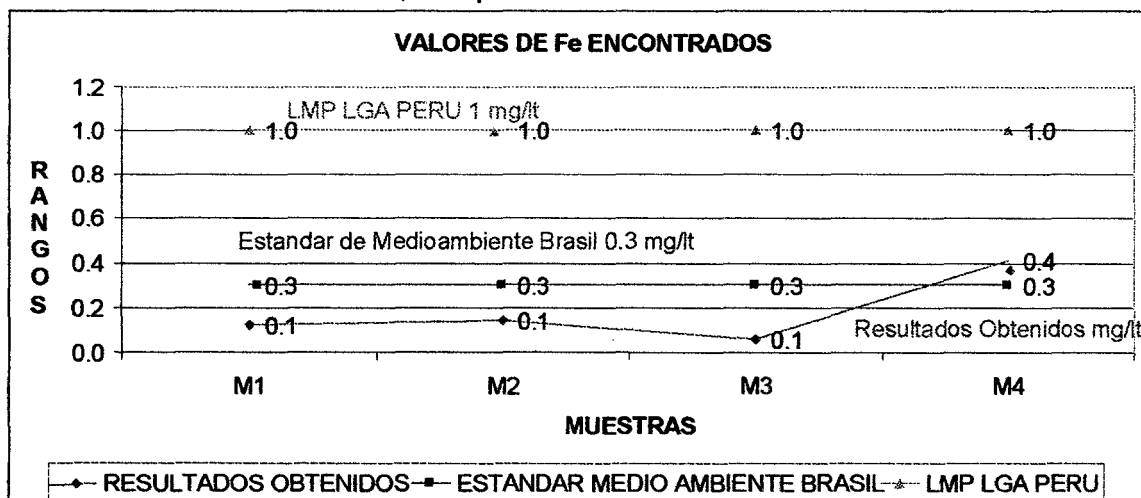
En el gráfico 16, para valores de Cu; se puede observar resultados por debajo de los estándares mencionados.

Gráfico 16. Contenido de Cu, comparaciones con estándares de referencia



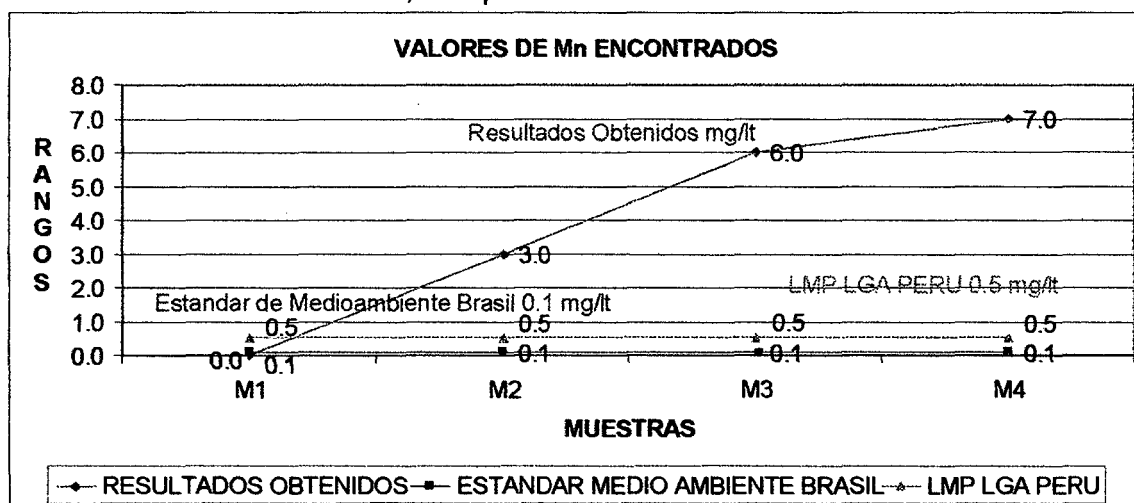
En el gráfico 17, para valores de Fe; se puede observar resultados por debajo de los estándares mencionados para las tres primeras muestras y la última muestra con un valor alto.

Gráfico 17. Contenido de Fe, comparaciones con estándares de referencia



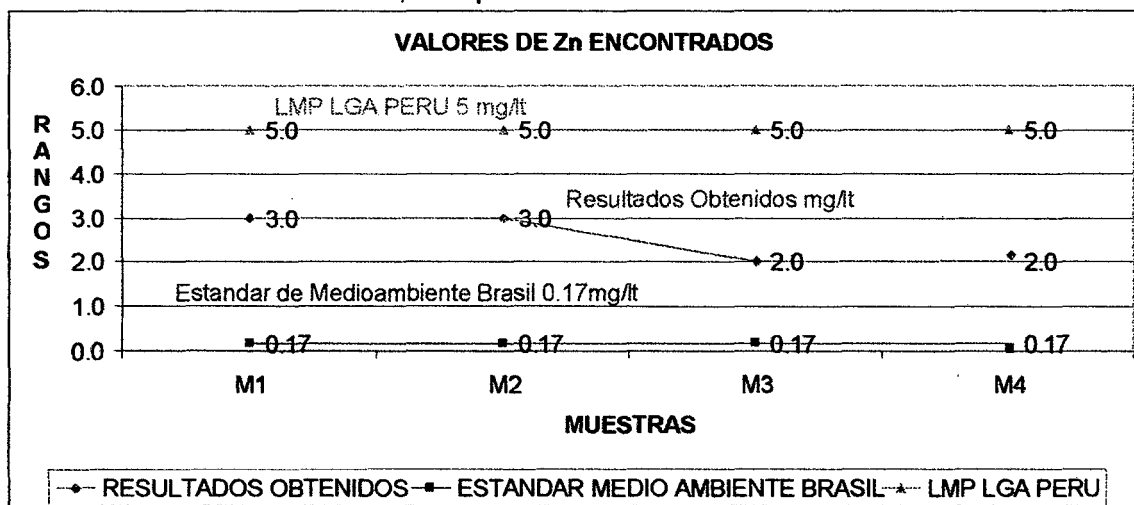
En el gráfico 18, para valores de Mn, se puede observar resultados por encima de los estándares establecidos, para las tres últimas muestras.

Gráfico 18. Contenido de Mn, comparaciones con estándares de referencia.



En el gráfico 19; para valores de Zn encontrados; observándose resultados por encima de los estándares establecidos tomados como referencia de la Norma de Medio Ambiente del Brasil; pero valores bajos en referencia a los Estándares de la Ley general de Aguas del Perú.

Gráfico 19. Contenido de Zn, comparaciones con estándares de referencia.



V. DISCUSIONES

5.1. De la caracterización de los residuos sólidos

Es cierto que la producción de residuos sólidos domésticos es una variable que depende básicamente del tamaño de la población y de sus características socioeconómicas, por tanto la caracterización de los residuos es una información muy importante, para determinar los planes ó gestiones pertinentes para su correcto manejo, desde su generación hasta su disposición final.

RODRÍGUEZ, (1996) y ALEGRE, (2000); mencionan que la producción per cápita, es importante para estimar el tamaño del sitio para la disposición final de los residuos sólidos ó relleno sanitario. La producción per cápita encontrada en el presente trabajo es 0.21 kg/día; 0.39 kg/día y 0.20 kg/día, para los estratos bajo, medio y medio alto, respectivamente en el Centro Poblado Castillo Grande (CPCG). Se tiene que la cantidad de basura producida, no se puede comparar con las de otras ciudades (anexo: cuadro 7 y 8); según RODRÍGUEZ, (1996); esta producción esta influenciada por el tamaño de población, el nivel socioeconómico y las costumbres de cada población.

Con respecto a la caracterización, se observa que en todos los estratos estudiados la secuencia de mayor producción en orden jerárquico, según la cantidad para los tres estratos en promedio es: materia orgánica 54%, plásticos

20%, papeles y cartones 12%, 6% metales, 3% vidrio, 2% textiles y 3% entre otros; (observar anexo: cuadro 5).

Para el caso de residuos sólidos institucionales, la secuencia de mayor producción es papeles y cartones 46%, plásticos 19,58%, vidrios 18,25% y materia orgánica 16,7%; estos valores son similares al estudio realizado por el CONAM en el 2005 en la ciudad de Tingo María (anexo: cuadro 6). También se evaluó los residuos sólidos de los restaurantes arrojando los siguientes porcentajes: materia orgánica 89%, vidrios 13%, plásticos 6,3% y papel y cartón 2,6%. Para el caso de los residuos generados en las calles se tiene la predominancia de plásticos 35-41%, materia orgánica 26% y cartones y papeles 9-12%, para el caso de restaurantes el promedio de producción, por establecimiento, en Castillo Grande es de 19,22 kg//día; superior al del estudio realizado en la ciudad de Tingo María por la CONAM, en el año 2005; en cuanto al resultado en instituciones, se tiene para el estudio el mismo valor de promedio diario por institución.

5.2. Del análisis de suelos

Para obtener estos resultados se realizaron dos evaluaciones, una en el mes de abril y otra en julio, siguiendo la metodología para evaluación de suelos, encontrándose que el pH oscila entre 7.0 - 8.9, característico de un suelo alcalino, debido, posiblemente al tipo originario de los suelos de esta zona y sus alrededores (areniscas y calizas), también por la acumulación constante de residuos sólidos (con contenidos altos de bases cambiables) y debido al arrastre de nutrientes, en los sectores de estudios.

Según Villafañe, (1998); citado por RAMOS-BELLO, (1999); los suelos con pH alcalino disminuyen la permeabilidad y la aireación, y se crean condiciones reductoras, este efecto se daría en el caso de todas las muestras analizadas debido a las características alcalinas que presentan, con pH superiores a 7; en su mayoría, incrementándose más debido a la acumulación de los residuos sólidos con altos contenidos de material orgánico; por tanto sería de importancia realizar seguimientos de las condiciones y cambios en este tipo de suelos contaminados.

El contenido de carbonatos, es alto, con rangos de 12-25% en promedio, que estarían actuando como agentes de absorción de los metales pesados según Allison *et al.*, (1985); citado por RAMOS-BELLO *et al.*, (1999); y también formándose complejos de hidróxidos y carbonatos según PETROVIC *et al.*, (1999). Con presencia de altos contenidos de materia orgánica, con rangos de 3.0-7.6%, se formarían complejos de cambio, quelatos, complejos órganometálicos; potenciándose así la toxicidad de los metales pesados según Allison *et al.*, (1985); citado por RAMOS-BELLO *et al.*, (1999).

Estas interacciones químicas se podrían estar dando en gran magnitud en estos suelos con altos contenidos de materia orgánica; ya que la complejación de la materia orgánica genera procesos que gobiernan la solubilidad y la bioasimilación de metales pesados, los cuales conllevan a una alta toxicidad en los suelos, estos complejos pasan a mayores profundidades, constituyéndose una mayor contaminación de las napas freáticas según; JACKSON, (1982).

Los suelos evaluados presentan mayormente una textura franco-arenosa, siendo el contenido medio un 15% de arcillas; debido a esto, los metales pesados no pueden quedar retenidos en la superficie ó en posiciones de cambio por lo que estarían contaminando las napas freáticas, como lo menciona; PEREZ, (1995).

Por lo tanto, la textura tiene una función fundamental en la dinámica de los metales pesados en los suelos y su importancia es fundamental para determinar y correlacionar los efectos contaminantes que se producen debido a esta dinámica para todos los metales; entonces el exceso de acumulaciones de residuos sólidos en el suelo; aumenta los contenidos de materia orgánica, carbonatos, ph y metales pesados; generándose así un desequilibrio ecológico; más aún cuando hay presencia considerable de metales pesados, los cuales tienen efectos tóxicos persistentes en los suelos y por ende contaminando las aguas subterráneas, que son usadas por las poblaciones asentadas en los alrededores.

La peligrosidad de un contaminante va ha depender de la persistencia en el suelo; según RAMOS-BELLO *et al.*, (1999); y puede pasar a los organismos cuando es bioasimilable, lo que normalmente ocurre cuando se encuentra en forma más ó menos soluble.

En general, el suelo actúa normalmente como barrera protectora de otros medios más sensibles, (hidrológicas y biológicas); ejerciendo funciones de filtración, descomposición, neutralización ó almacenamiento de ciertos contaminantes y evitando en gran manera su biodisponibilidad.

La capacidad depuradora depende de las características de los suelos; como lo menciona; URIBE, (2003). Pero esta capacidad de depuración no es igual para todos los suelos, y tiene un límite para cada situación, en este caso este proceso no se da por la frecuente acumulación de diversos residuos sólidos, que va desde papeles, plásticos, pilas, metales, etc.

En cuanto a los metales pesados, se tiene que los contenidos encontrados sobrepasan los estándares y niveles máximos permisibles tomando como referencia los valores dados; esto se puede observar constatando los cuadros de resultados 7 y 8; el exceso predominante del Zn con rangos de (720-4280 ppm); en todos los suelos, que son niveles altos y que según; KABATA, (1992); debe intervenir para evitar su aumento de concentración.

El Cu presenta rangos entre 12-28 ppm para las muestras 1 y 4, que no son específicamente puntos principales de acumulación de residuos sólidos; con rangos considerables a establecer seguimiento y estudio según rangos "background" (KABATA, 1992); por ser suelos de uso agrícola.

En el caso de las muestras tomadas en los botaderos de residuos sólidos, los resultados arrojan altos contenidos de metales presentando un rango de 20-308 ppm para el Cu; Fe con niveles ligeros a elevados de 8-32 ppm y contenidos de Mn con niveles elevados de 12-68 ppm; cuyos niveles son de investigación recomendables para estos rangos según; CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA, (1999); estos valores de metales se deben a la composición de los residuos sólidos, descomposición generada y acumulación en el tiempo.

Los contenidos de fósforo (P) presentan un rango entre 2,3-68 ppm (cuadro 09) que supera los rangos normales permisibles dados por; CONTRERAS, (2004); el cual es de 20 ppm, en estos suelos, cuyos valores encontrados ya causan efectos negativos para las cadenas tróficas.

5.3. Del análisis de aguas

Uno de los principales objetivos de este estudio fue evaluar la contaminación del agua del río Huallaga, por efecto de la acumulación de los residuos sólidos en este sector, encontrándonos con valores que superan los Límites Máximos Permisibles.

En las muestras analizadas se encuentran altos rangos de contaminación bacteriológica, los cuales exceden los Límites Máximos Permisibles (LMP); según la Ley General de Aguas del Perú y las diferentes entidades Internacionales.

Se realizó el análisis de agua de un pozo artesiano; muestra M3, el cual es de uso doméstico; los resultados obtenidos nos indican que esta agua está bastante contaminada así tenemos que los Sólidos Totales Suspendidos (STS) presentan valores de 241 mg/L, turbidez 41.1 UNT y color 110 UC, con presencia de *Escherichia coli* y *Enterobacter aerógenes*. Según la Ley General de Aguas del Perú, estos valores son altos, más cuando se trata de agua para consumo humano.

La solución más pertinente sería, la de realizar la cloración del agua antes de su uso y/o hervir el agua para el consumo humano directo.

En las muestras del agua en los vertederos, muestra M2 y M4 y en las aguas superficiales de Naranjillo (río Huallaga), muestra M1, los análisis nos muestran que el rango de pH varia entre 6.8-7.9, para los Sólidos Totales Suspendidos (STS) se encontró valores entre 117 y 119 mg/L. Las normas del Banco Mundial, MINEN, mencionan que este parámetro debe variar entre 25-50mg/L.

Los valores por encima de los Límites máximos permisibles son de 5 UNT de turbidez establecidos por OMS, para el caso de la muestra M3 con (41.1UNT) es elevada, el cual tiene uso domestico clase I; según la Ley General de Aguas del Perú, para las muestras M1, M2, M4, que presentan valores de (118; 62.6 y 10.9 UNT) respectivamente, son rangos permisibles de turbidez característicos de aguas de clase II para tratamiento (para consumo) y clase III para riego y bebida de animales (anexo: cuadro 21).

En cuanto al color, se tiene valores por encima de los Límites Máximos Permisibles de 15 UC de color establecidos por OMS; las muestras M1, M2, M4, con (95; 110 y 34 UC) respectivamente, que también superan los rangos permisibles para aguas naturales de clase II, III, etc.

Según estudios realizados por la ADI Internacional, (1997) sobre liberación de drenaje ácido a la cuenca alta del Huallaga, puede que esta sea la causa de presencia de metales traza en las aguas del río Huallaga. Para el caso de las muestras M2 y M4, estas se tomaron de puntos donde se observaron el drenaje de lixiviados de estos botaderos, por lo que el drenaje ácido no tendría influencia en éstas.

En cuanto al metal Hierro "Fe"; los rangos establecidos según normativas del Banco Mundial, MINEM, se obtienen valores máximos (anexo: cuadro 24), Según la OMS; para uso doméstico y según Estándares Medio ambientales del Brasil con un máximo 0,3 ppm/100ml; para aguas en general, para las muestras M1, M2, M3 se tienen (0.06; 0.12 y 0.14 ppm/100ml) respectivamente, las cuales no exceden los límites máximos permisibles establecidos, pero la muestra M4, si las exceden; y según la Ley General de Aguas (anexo: cuadro 21) los valores son máximos para aguas de clase I, II y III; todas las muestras presentan valores que no sobrepasan el LMP.

En cuanto al metal Cobre "Cu"; los rangos establecidos, según normativas del Banco Mundial, MINEN, y el EIA del Proyecto de Antamina. (anexo: cuadro 21); así como las normas del estado de Nevada y Environment Canadá (anexo: cuadro 22 y 23); para bebida de animales e irrigación y la USEPA con valores de 1300 ppm/100ml. Se tiene que los valores obtenidos de (0.03 ppm/100ml) para todas las muestras; no exceden los LMP establecidos para ninguno de los casos.

Según los Estándares Medio ambientales del Brasil, para aguas en general; todas las muestras no sobrepasan el LMP y según la Ley General de Aguas, tampoco por lo que los LMP establecidos son elevados. (anexo: cuadro 21).

En cuanto al metal Zinc "Zn"; el rango de 1mg/L establecido; según normativas del Banco Mundial; los resultados obtenidos son altos de (2-3 mg/L); para MINEN; las muestras M1 y M2 llegan a igualarlo; pero para M3 que es de

uso doméstico esta por debajo de este rango, de igual manera que M4; y según el EIA del Proyecto de Antamina, en todas las muestras es alta la presencia del Zn. Según la OMS que da un máximo 5 ppm/100ml para uso doméstico, en todas las muestras los valores son bajos; al igual que para la Ley General de Aguas para aguas de clase I, II y aguas de clase III (25 ppm/100ml); y según Estándares Medio ambientales del Brasil, para aguas en general; todas las muestras sobrepasan estos límites.

En cuanto al metal Manganeseo "Mn"; los rangos establecidos según normativas del estado de Nevada; la Environment Canadá y la FAO (anexo: cuadro 22), para M2, M3 y M4, con valores de (3.0, 6.0 y 7.0 ppm) respectivamente; valores que sobrepasan los LMP. Según la Ley General de Aguas (anexo: cuadro 21); para aguas de clase I, II y III, las muestras M2 y M4, presentan valores que sobrepasan los LMP; y según Estándares Medio ambientales del Brasil, todas las muestras sobrepasan el límite establecido (anexo: cuadro 26).

En cuanto al calcio "Ca"; los niveles son altos para M1 (27.5 ppm) y las muestras, M2 y M4 (28.50 y 31.40 ppm); respectivamente. Para la muestra M3 con (0.70 ppm), valor bajo para aguas de la clase I, II y III; no se tienen valores ó umbrales de toxicidad establecidas por Organizaciones Internacionales y ni Peruanas.

En cuanto al Magnesio Mg, Na, K y P, los valores obtenidos son bajos en relación a los LMP, ECAs y la Ley General de Aguas y, no se tienen valores ó umbrales de toxicidad establecidos.

VI. CONCLUSIONES

1. La producción total de residuos sólidos generados por la ciudad de Tingo Maria es de 35 TM/día según CONAM, (2005) y la producción del Centro Poblado de Castillo Grande, es de 12 TM/día; resultados obtenidos del estudio de investigación; las mismas que son vertidas en el Sector "La Muyuna", en las riberas del río Huallaga.
2. La producción per cápita obtenida, para el centro Poblado de Castillo Grande, fue de 0.21Kg/día; 0.39Kg/día; 0.20Kg/día; según los estratos socioeconómicos domiciliario (bajo, medio y medio alto) y la producción promedio para los residuos no domiciliarios fueron de 19,22Kg/día (restaurantes), 0,02Kg/día (instituciones) y 25Kg. (barrido de calles).
3. Se presentan altos contenidos de metales pesados con rangos de Zn (720-4280 ppm), Cu (20-308 ppm), Mn (12-68 ppm) y Fe (8-32 ppm), en los suelos ubicados en los botaderos y áreas agrícolas determinándose contaminación severa por estos metales.

4. Los análisis de agua determinan, que el agua usada para consumo humano, obtenida de un pozo, presenta contaminación severa por microorganismos; teniéndose: *Escherichia coli* y *Enterobacter aerógenes*; las muestras obtenidas de las riberas del río Huallaga presentan *Escherichia coli*, *Enterobacter aerógenes*, *Klebsella sp.* y *Pseudomona aeruginosa*; también se determinó que hay contaminación por metales pesados, en el agua con mayor consideración de contenidos del Mn (3.0 - 7.0 ppm) y Zn (2.0 – 3.0 ppm), y menor consideración de contenidos del Fe (0.06 - 0.14 ppm) y Cu (0.03 ppm), para todas las muestras analizadas.

VII. RECOMENDACIONES

- 1. A las Municipalidades de la Provincia de Leoncio Prado, y del Centro Poblado de Castillo Grande, realizar las gestiones pertinentes para implementar los sistemas de limpieza pública y de disposición final de residuos sólidos (Rellenos Sanitarios), lo más pronto posible, para minimizar el problema ambiental que se viene generando en el sector del botadero "La Muyuna", contaminando los recursos suelo y agua.**
- 2. Continuar realizando evaluaciones de la contaminación del suelo y agua causada por los Residuos Sólidos acumulados en el Sector "La Muyuna", tanto en los botaderos en si, como en áreas agrícolas aledañas.**
- 3. Realizar el análisis de los productos alimenticios que se cosechan en las áreas contaminadas de cultivo; para conocer grado de bioacumulación de metales pesados; que están contenidos en estos productos.**
- 4. De acuerdo a la producción y tipo de residuos sólidos que genera el Centro Poblado de Castillo Grande, se recomienda la construcción de un relleno sanitario con un área aproximada de 5,36 ha, para un período de vida útil de 10 años; el mismo que debe tener una cantera de 3 metros de altura.**

ABSTRACT

The environment problem generated for the accumulation of solids residues (RS) in the sector "The Muyuna", Province Leoncio Prado, Region Huánuco; and the dump of the some in the river this to affects ecosystems from earths, aquatics reason for that the present job of investigation, it made a evaluation of water and soil, that is generated for loading solids residues that be can acumulate in this sector this well as the characterization of thoses RS; produced for the city of Tingo Maria and the tow of Castillo Grande, that it's the places of production this solids residues with information that we got. With the development of the integral plan the environment gestion of solids residues (PIGARS) to install in this town. Taking a sample in the sectors Muyuna (botarate y quarry Muyuna), Naranjillo, Castillo is an artesian well (Muyuna sector).

The results of the analysis of water and soil showing that value of metals founding are higher in some cases the Limits Maximum Permissible and standards of environment quality with category founded in the soil: Zn (720-4280ppm); Cu (8-216ppm); Fe (12-68ppm); Mn (8-36ppm); and the water category of: Mn (3-7ppm); Zn (2-3ppm); Fe (0,06-0,41ppm); Cu (0,03ppm). And other minerals with some higher category and/or important but it can't be denominate handful owing to there aren't umbral of toxic for those. The result general characteristic the soil evaluate are: texture (Franco-sandy); with pH average alkaline (7,3); with high content of MO.(3,0-7,6%), carbonate (12-25%), CIC (5-8cmol.c/kg) with predominate of Ion Ca^{+2} , in the sector of the botarate of solids residues and value down in the sectors of Naranjillo and Castillo.

For the case of waters according LMP of the LGA and OMS and others, with value of pH (>6-8<), into of category established, the muddy (10-118 UNT), total solids in suspension (117-241 mg/L) and colour (34-110 UC) with value over LMP; down category of conduct electricity (274-503 *us/cm*) and salinity (0,1-0,2 ‰); with high content of total coliformes (>2/100ml-1100/100ml<) taking care of category of LMP.

Produced an overage Castillo Grande 12,331 Kg/día of solids residues of population with address and not address; getting an order of predominance of residues organics, plastic, paper and boxy carton, glass and other.

With this results it getting, it can show that there are strict contamination strict with direct effects to resources water an soils in investigation it's show that is necessary to make the advance for the established and movie operate the gestion plan as the PIGARS; in the city of Tingo Maria and the town of Castillo Grande for to counteract this environmental problem.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ACURIO, G. y ROSSIN, A. 1997. Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y El Caribe. Washington, D.C. Julio de 1997. Publicación conjunta del BID.
2. AID INTERNATIONAL. 1997. Evaluación Ambiental territorial de la cuenca del Alto Huallaga.
3. ALEGRE, M. 2000. Guía para el Manejo de Residuos Sólidos en Ciudades Pequeñas y Zonas Rurales; CEPIS con apoyo HEP/OPS/AECI.
4. ATKINS; D. 2005. Evaluación de la calidad de agua en Cajamarca - Perú; Preparado para la COMPLIANCE ADVISOR/OMBUDSMAN (CAO) 2121 Pennsylvania Ave. NW Washington, DC 20433, USA.
5. ATKINS; D. 2006. Examen técnico de las condiciones ambientales en las Instalaciones portuarias de Antamina, en Huarmey - Perú. Preparado para la Oficina del Asesor en Cumplimiento/OMBUDSMAN, Informe Final.
6. BUJAN, D. 1997. Análisis del Agua. <http://www.monografias.com>. <http://www.scielosp.org/scielo.php?monografias.com>. (acceso 11 de julio del 2006 en línea).

7. BUSTAMANTE, M.2004. Proyecto de ley que establece que los Estándares de calidad ambiental y los niveles máximos permisibles no pueden ser superiores a los valores guías de la OMS.
8. CANO, O; C, Torres; M, Vargas. 1984. "Análisis de Suelos, Tejido Vegetal, Aguas y Fertilizantes". Departamento de suelos de la Estación Agrícola la Molina. Lima – Perú.
9. CHAPMAN y PRATT, P. 1979. Métodos de Análisis para Suelos, Plantas y Aguas. Editorial Trillas - México.
10. COLOMBO, L. Mangione, S. Bellicioni and A. Figlioglia. 1998. Soil profile distribution of heavy metals in a soil amended with sewage sludge for eight years". Agro Med. Intern. of Agric. Sci. 283.
11. CONAM; 2003. Caracterización de los Residuos Sólidos Programa de Asistencia Técnica para la Fomulación de PIGARS - Trujillo - Perú.
12. CONAM; 2005. Caracterización de los Residuos Sólidos Programa de Asistencia Técnica para la Fomulación de PIGARS. Tingo Maria- Perú.
13. CONAMA; 1996. Metodologías para la caracterización de calidad Ambiental Editorial Partners, Santiago de Chile pg. 242.
14. CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCIA, 1999. Los criterios y estándares para declarar un suelo contaminado en Andalucía y la metodología y técnicas de toma de muestra y análisis para su investigación - España.

15. CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE MEDINA DEL CAMPO, 2003.
Determinación de metales pesados en suelos de Medina del Campo.
España.
16. CONTRERAS, D. 2004. Análisis y Determinación de la Composición de un
Suelo. Villabilla de Burgos - España - Editorial -trillas.
17. DEZA, N. 2002. Oro, Cianuro y otras crónicas Ambientales en busca de
una Minería Ambientalmente Responsable". Editorial Universitaria
UNC Cajamarca - Perú Copyright. 2002 - Impresión, julio del 2002.
18. EIA. 2003. Proyecto Alto Chicama. "Calidad del Agua" Minera Barrick
Misquichilca S.A. – Perú.
19. EL PERUANO, 2000. Ley 27314. Ley General de Residuos Sólidos
publicada el 20 de julio de 2000.
20. ENRIQUEZ, 2004. Remediación de Suelos. (acceso 24 de julio del 2006 en
línea) <http://www.scielosp.org/scielo.php?monografias.com>.
21. EPA. 1986. Test Methods for Evaluating Solid Waste, Volume 1A: Laboratory
Manual Physical/Chemical Methods, Method 3050 "Acid digestion of
sediments, sludges and soils.
22. EPA. 2004. Estándares de seguridad de 80 contaminantes en el agua que
presentan un riesgo a la salud humana. EPA/OPS-CEPIS.
23. FASSBENDER Y BORNEMISZA, 1897. Química de suelos con énfasis en
Suelos de América Latina. IICA - Costa Rica.

24. FRERS, C. 1997. Los problemas de degradar el suelo, <http://www.scielosp.org/scielo.php?monografias.com> (acceso 22 de julio del 2006 en línea).
25. HERNÁNDEZ; R y FERNÁNDEZ, C; BAPTISTA, P; “ Metodología de la Investigación”, Mc. Graw Hill, Colombia (1996).
26. HOLMGREN GGS; M, MEYER, CHANEY R & DANIELS RB. (1992). Cadmium, lead, zinc, copper, and nickel in agricultural soils in the United States of America”, *J Environment Quall*, 22:335-348.
27. JACKSON ML.; 1982. Análisis Químicos de Suelos. 4º ed. Edt. Omega; Barcelona -España.
28. JARAMILLO P, J y ZEPEDA P, F. 1991. Residuos Sólidos Municipales. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Washington, DC., OPS, 1991. (OPS Serie Técnica, 28).
29. JUAREZ S, H. 2006. Contaminación del Río Rimac por Metales Pesados y Efecto en la Agricultura en el Cono Este de Lima Metropolitana. Reporte final de Investigación para agropolis-Programa internacional de Becas de Investigación en Agricultura Urbana. Universidad Nacional Agraria la Molina - Lima Perú.
30. KABATA PENDIAS y PENDÍAS, 1992. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press. Inc. Boca Raton. FL 365.
31. KABATA PENDIAS, A., 1995. Agricultural Problems related to excessive Trace metal contents of soils. En *Heavy Metals*, Salomons W., Förstnet U., Mader P. (Eds). Springer, Berlin. 412.

32. MUNICIPALIDAD DEL CENTRO POBLADO CASTILLO GRANDE, 2004.
Censo Poblacional, Urbano y Rural del Centro Poblado de Castillo Grande.
33. OLIVARES E. 2000. Nutrientes y Metales en *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (Asteraceae). Centro de Ecología. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) Caracas - Venezuela.
34. OPS / DIGESA, 1998. Organización Panamericana de la Salud. Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en el Perú, Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA).
35. PÉREZ, 2000. Valoración de la calidad de un suelo en función del contenido y disponibilidad de metales pesados. Facultad de Farmacia. U.C.M. Edafología. Volumen 7-3. Setiembre 2000. Pág. 113-120.
36. PETROVIC, M.; KASTELAN-MACAN AND A. HORVAT. 1999: Interactive Sorption of metal ions and humic acids onto mineral particles Water, Air & Soil Pollution”.
37. PORTA, C.; 1999. Edafología. Ediciones Mundi Prensa Madrid – España. Primera edición.
38. RAMOS-BELLO, R., L. Cajuste, D. Flores-Román, y García-Calderón. 2001. Metales Pesados, sales y sodio en suelos de Chinampa en México. Agro ciencia - México DF.

39. RODRIGUEZ, 1996. Los Residuos Sólidos; guía de manejo y reciclamiento Urbano. México, D.F., Editorial Trillas.
40. SEOANEZ, M., 2000. Residuos Sólidos: Problemática, descripción, manejo aprovechamiento y destrucción. Barcelona. Mundi Prensa.
41. SOIL CONSERVATION SERVICE U.S.D.A., 1973. Investigación de Suelos. Métodos de Laboratorio y Procedimientos para Recoger Muestras. Edit. Trillas - México.
42. URIBE; M., 2003. Uso de Biosólidos para incrementar la Productividad en Alfalfa- Campo Experimental Delicias-INIFAP, México.
43. VAN DE MOORTELE; T, 1997. Contaminación Ambiental. <http://www.scielosp.org/scielo.php?monografias.com>. (acceso 22 de julio del 2006 en línea).
44. WEHENPOHL, G; C. HERNÁNDEZ., 2002. Guía en Elaboración de Planes Maestros para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales (PMGIRSM). Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México y Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.
45. WILSON M.A, BURT R, LYNN WC & KLAMETH LC., 1997. Total Elemental Analysis Digestion Method Evaluation on Soils and Clays, Commun Soil Sci Plant Anal, 28:407-426.
46. ZACHMANN DW & BLOCK R. 1994. Studies of the availability of toxic heavy Elements in soils and sediments in the vicinity of a lead emelting site (Germany). Water, Air and Soil Pollution.

ANEXOS

**CUADROS DE RESULTADOS DE LA CARACTERIZACION DE RESIDUOS SÓLIDOS
MUNICIPALIDAD DEL CENTRO POBLADO DE CASTILLO GRANDE - PROYECTO PIGARS**

CUADRO 1.0

RESUMEN DE GENERACION DE RSM				
Categoría de Residuo	Unidad	Producción Promedio Per cápita/día	Número de Habitantes	Generación de Residuo (kg/día) ⁽¹⁾
Residuos Domiciliarios				
Nivel Socio económico Medio Alto ⁽²⁾	kg./hab/día	0.21	500	105
Nivel Socio económico Medio ⁽²⁾	kg./hab/día	0.39	2870	1119
Nivel Socio económico Bajo ⁽²⁾	kg./hab/día	0.20	3507	701
Total			6877	1926
Residuos No - Domiciliarios				
Restaurantes	Kg/establecimiento/día	19.22	134	2575
Institucional	Kg/institucional/semana	3.91	1356	5302
Barrido de calles	Kg/Km/semana	602.6	1	603
Total			1490	0
Generación Total de Residuos (Kilogramos/día)				12331

(1) La aproximación debe ser de un solo dígito

(2) Plan concertado de desarrollo del Distrito de Rupa Rupa 2004, pag.31 y Plan de Desarrollo Departamental Concertado, Huanuco 2003 - 2021, pagina 82.

CUADRO 2.0

SISTEMATIZACION DE LA TASA DIARIA POR PERSONA (Kg./persona/día*)

Segmento: Domicilios		Nivel Socio Económico Medio Alto							Total
Casa No	Número de Miembros	Días							
		1	2	3	4	5	6	7	
1	4	0.10	0.05	0.03	0.65	2.03	0.70	0.35	3.91
2	4	0.11	1.16	0.13	0.20	0.20	0.15	0.30	2.25
3	5	1.08	1.15	0.63	0.78	2.09	1.16	1.53	8.42
4	4	1.58	1.78	1.16	0.89	0.39	1.15	0.77	7.72
5	5	3.23	2.37	2.10	3.17	1.67	1.48	1.05	15.07
6	4	0.09	0.24	0.18	0.10	0.45	0.10	0.41	1.57
Total	26	6.19	6.75	4.23	5.79	6.83	4.74	4.41	38.94
Promedio		1.03	1.13	0.71	0.97	1.14	0.79	0.74	
Per cápita		0.24	0.26	0.16	0.22	0.26	0.18	0.17	0.21

** El estudio de caracterización dura 8 días, pero se debe trabajar eliminando los resultados del primer día y solo procesando la información de los 7 días restantes.*

CUADRO 3.0

SISTEMATIZACION DE LA TASA DIARIA POR PERSONA (Kg./persona/día*)

Segmento: Domicilios		Nivel Socio Económico Medio							Total
Casa No	Número de Miembros	Días							
		1	2	3	4	5	6	7	
1	9	0.66	2.62	3.47	1.80	0.17	4.12	1.27	14.12
2	5	2.10	2.93	3.65	3.60	5.10	2.91	1.22	21.50
3	9	3.00	2.16	3.36	4.30	1.47	5.12	4.50	23.92
4	5	3.02	2.31	3.50	7.20	2.09	4.06	0.83	23.01
5	4	1.06	1.15	1.50	0.80	0.97	1.44	2.11	9.03
6	6	1.64	2.60	0.90	1.90	1.68	2.35	2.00	13.07
7	7	1.25	0.53	0.47	0.40	0.88	0.82	2.66	7.01
8	8	5.65	0.68	1.98	10.20	1.25	6.00	3.22	28.98
9	5	2.35	3.28	1.80	0.90	1.28	2.00	0.90	12.51
10	5	4.50	2.85	1.55	2.90	0.94	1.67	2.50	16.91
Total	63	25.23	21.11	22.18	34.00	15.83	30.49	21.21	170.05
Promedio		2.52	2.11	2.22	3.40	1.58	3.05	2.12	
Per cápita		0.40	0.34	0.35	0.54	0.25	0.48	0.34	0.39

*El estudio dura 8 días, pero se debe trabajar eliminando los resultados del primer día y solo procesando la información de los 7 días restantes.

CUADRO 4.0

SISTEMATIZACION DE LA TASA DIARIA POR PERSONA(Kg./establecimiento/día*)										
Segmento: Domicilios		Nivel Socio Económico bajo								
Casa No	Número de Miembros	Días							Total	
		1	2	3	4	5	6	7		
1	9	1.01	2.800	0.252	0.750	0.301	0.450	0.362	5.93	
2	7	1.40	2.41	5.40	2.36	0.30	2.92	4.92	19.71	
3	5	0.58	1.10	0.44	0.88	0.30	0.79	0.85	4.93	
4	5	1.21	0.81	0.87	0.41	0.93	1.18	1.31	6.72	
5	10	1.76	2.38	2.74	2.33	6.07	2.88	3.23	21.39	
6	5	0.59	0.27	0.83	0.25	0.40	0.23	0.41	2.97	
7	12	1.12	2.76	1.32	2.56	3.49	2.04	1.70	14.98	
8	4	0.33	0.80	0.44	2.86	0.40	1.42	1.60	7.85	
9	4	0.55	0.35	1.10	2.10	1.20	0.70	0.12	6.12	
10	7	1.50	0.45	0.25	0.66	0.33	0.82	0.20	4.21	
Total	68	10.04	14.12	13.63	15.14	13.72	13.43	14.70	94.80	
Promedio		1.00	1.41	1.36	1.51	1.37	1.34	1.47		
Per cápita		0.15	0.21	0.20	0.22	0.20	0.20	0.22	0.20	

CUADRO 5.0

SISTEMATIZACION DE LA TASA DIARIA POR ESTABLECIMIENTO(Kg./establecimiento/día*)

Segmento: RESTAURANTES									
Restaurante	Nº personas	Días							Total
		1	2	3	4	5	6	7	
1	22.00	12.50	15.50	9.68	15.95	13.10	17.90	11.16	95.79
2	27.00	10.00	11.60	8.15	25.30	10.95	14.53	21.05	101.58
3	14.00	2.50	4.91	5.10	3.61	3.84	3.95	3.65	27.56
4	20.00	13.90	15.40	9.40	9.25	6.15	13.20	10.48	77.78
5	45.00	4.80	2.30	2.80	4.85	4.20	6.00	2.00	26.95
6	6.00	1.30	2.70	6.20	10.80	1.12	9.16	42.66	73.94
Total	134.00	45.00	52.41	41.33	69.76	39.36	64.74	91.00	403.60
Promedio		15.00	17.47	13.78	23.25	13.12	21.58	30.33	19.22

**El estudio dura 8 días, pero se debe trabajar eliminando los resultados del primer día y solo procesando la información de los 7 días restantes.*

CUADRO 6.0

SISTEMATIZACION DE LA TASA DIARIA POR ESTABLECIMIENTO(Kg./establecimiento/día*)

INSTITUCIONES	Segmento: INSTITUCIONES								Total
	Hab.	Días (1) / Peso Kg.							
		1	2	3	4	5	6	7	
PEAH	80	2.70	2.45	19.75	3.83	2.26	0.56	1.36	112.91
CADA	2	2.14	7.55	1.50	13.60	1.10	4.40	0.80	33.09
RED DE SALUD	58	6.05	4.80	7.30	4.70	4.08	0.89	3.06	88.88
I.E.LOS LAURELES	161	0.95	2.75	1.70	6.49	8.00	1.56	2.30	184.75
I.E.CESAR VALLEJO	1040	2.25	12.05	7.00	2.36	4.80	11.84	0.17	1080.47
MUNICIPALIDAD	15	1.80	1.10	0.30	0.78	0.45	0.42	0.41	20.26
Total	1356	15.88	30.70	37.55	31.76	20.69	19.67	8.10	164.34
Promedio		2.65	5.12	6.26	5.29	3.45	3.28	1.35	3.91
Per cápita		0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02

CUADROS USADOS PARA LOS ANALISIS DE CARACTERIZACION DE RESIDUOS SÓLIDOS

Cuadro 1. Composición de Residuos Sólidos Domiciliarios.

Componente	Valor promedio %	Alto (20,5%)	Medio alto (34,1%)	Medio bajo (31,6%)	Bajo (13,7%)
Materia orgánica	49,3	48,8	41,8	54,7	56,4
Papeles y cartones	18,8	20,4	22,0	17,0	12,9
Escoria, cenizas y lozas	6,0	4,9	5,8	6,1	7,6
Plásticos	10,2	12,1	11,5	8,6	8,1
Textiles	4,3	2,3	5,5	3,5	6,0
Metales	2,3	2,4	2,5	2,1	1,8
Vidrios	1,6	2,5	1,7	1,3	1,0
Huesos	0,5	0,5	0,4	0,6	0,4
Otros	6,9	6,1	8,7	6,1	5,8
PPC(kg/hab/día)	0,77	1,07	0,85	0,65	0,57

*Tomado de EMDELU, 1999; CLISA, 1999; FAO 1998; M. Seóñez, 1999.
Fuente: CONAMA, 1995*

Cuadro 2. Producción Per cápita en distintas zonas rurales de algunos Países.

Zona y país	Producción PPC
130 comunas de Holanda	0,69
14 pueblos rurales de Algeria	0,46
Zonas rurales de Chile	0,30
Zonas rurales de Perú	0,2 - 0,4

Fuente: Guía para el manejo de residuos sólidos en Ciudades Pequeñas y zonas Rurales. ALEGRE, 2000

Cuadro 3. Generación per capita y Generación Total de residuos sólidos domésticos en ciudades seleccionadas del Perú

Ciudad	Población (1993) (1)	Generación ⁽²⁾	Generación total (1993) ⁽³⁾	
	(miles)	(kg/hab/día)	(ton/día)	(ton/año)
Prov. Lima	6 022 213	0,56	3 372	1 230 940
Prov. Callao	700 000	0,46 ⁽⁴⁾	322	117 530
Lima Metrp.	6 722 213	0,55 ⁽⁵⁾	3 694	1 348 310
Arequipa	619 156	0,35	217	79 097
Trujillo	509 312	0,32	163	59 495
Ica	161 406	0,42	68	24 744
Tacna	174 336	0,45 ⁽⁶⁾	78	286 347
Huancayo	258 209	0,24	62	22 619
Chiclayo	411 536	0,55	226	82 616
Piura	277 964	0,61	170	61 889
Iquitos	274 759	0,30	82	30 086
Cajamarca	92 447	0,37	34	12 485
Huaraz	66 888	0,50	33	12 207
Tumbes	74 085	0,50	37	13 521
Puno	91 877	0,70	64	23 475
Chimbote	268 979	0,70	188	68 724
Cusco	255 568	0,70	179	65 298
Pucallpa	172 286	1,00	172	62 884
Huánuco	118 814	0,40	48	17 347
Tarapoto	77 783	1,03	80	29 243
Gran total	10 611 753	0,53 ⁽⁷⁾	5 624	2 052 760

Fuente:

- (1) Censos nacionales 1993 - IX de Población, IV de Vivienda - Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
- (2) Estudio Sectorial de Residuos Sólidos del Perú. I Etapa. Ing. Marcela Muñoz Quiroa. Junio de 1989. Dirección Técnica de Salud Ambiental DITESA, Ministerio de Salud. OPS/OMS
- (3) Calculado con base en: Censos nacionales 1993 - IX de Población, IV de Vivienda - Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
- (4) Solid Waste Survey in Callao Province. OACA, 1995.
- (5) Promedio Lima y Callao.
- (6) Ministerio de Salud. Estudio de Aseo Urbano - Tacna. Concejo Provincial de Tacna. 1989.
- (7) Promedio total.

La tabla mostrada indica que la generación per capita de residuos sólidos en el Perú varía de 0,24 a 1,0 kg/hab/d.

Cuadro 4. Información básica de los residuos sólidos y su aplicación Práctica.

Parámetro	Aplicación
Producción per cápita	Estimar la producción total de residuos domiciliarios en determinada zona
Densidad	Calcular el tipo, volumen y frecuencia de vaciado de recipientes y contenedores; conocer la capacidad de los vehículos de recolección; estimar detalles del relleno sanitario
Composición física	Conocer las posibilidades de reciclaje

Fuente: Guía para el manejo de residuos sólidos en Ciudades Pequeñas y zonas Rurales. ALEGRE, 2000

Cuadro 5. Información de estudios realizados sobre la composición de Residuos Sólidos domiciliarios por estratos en diferentes ciudades.

Componente	*CONAMA, 1995 %	**CONAM, 2005%
Estrato Bajo		
Materia orgánica	56.4	70.23
Papeles y cartones	12.9	4.17
Plásticos	8.1	16.19
Textiles	6.0	0.79
Metales	1.8	1.35
Vidrios	1.0	0.65
Huesos	0.4	0.06
Otros	5.8	6.56
Estrato Medio		
Materia orgánica	54.7	72.23
Papeles y cartones	17.0	8.15
Plásticos	8.6	18.68
Textiles	3.5	5.50
Metales	2.1	4.7
Vidrios	1.3	2.5
Huesos	0.6	0.06
Otros	6.1	8.56
Estrato Medio Alto		
Materia orgánica	41.8	63.40
Papeles y cartones	22.0	8.78
Plásticos	11.5	9.31
Textiles	5.5	5.72
Metales	2.5	4.95
Vidrios	1.7	2.53
Huesos	0.4	0.4
Otros	8.7	5.32

**Datos extraídos de un estudio realizado por CONAMA 1995, en Lo Errázuriz - Chile*

***Datos extraídos de un estudio realizado por la CONAM, 2005 en Tingo María Perú*

Cuadro 6. Información de estudios realizados sobre la composición de Residuos Sólidos no domiciliarios en la ciudad de Tingo María.

Componente		*CONAM, 2005 %
Institucional	Materia orgánica	17.67
	Papeles y cartones	43.87
	Plásticos	17.08
	Vidrios	15.92
	Inerte y otros	5.46
Restaurantes	Materia orgánica	86.04
	Papeles y cartones	6.51
	Plásticos	3.96
	Vidrios	3.5
	Inerte y otros	0.85
	Material fino	2.62
Barridos de calles	Materia orgánica	54.23
	Papeles y cartones	20.67
	Plásticos	10.81
	Vidrios	3.49
	Madera y follaje	8.72
	Textiles	0.95
	Latas	1.14

**Datos extraídos de un estudio realizado por la CONAM, 2005 en Tingo María Perú*

Cuadro 7. Valores de generación per cápita para Lo Errázuriz - Chile

Nivel socioeconómico	PPC(kg/hab/día)
Alto	1.07
Medio alto	0.89
Medio Bajo	0.65
Bajo	0.57
Valor Medio	0.77

Datos extraídos de un estudio realizado por CONAMA 1995, en Lo Errázuriz - Chile

Cuadro 8. Valores de generación per cápita para Tingo María - Perú

Nivel socioeconómico	PPC(kg/hab/ día)
Alto	0.66
Medio	0.50
Bajo	0.49
Valor Medio	0.55

Datos extraídos de un estudio realizado por la CONAM, 2005 en tingo María Perú

CUADROS USADOS PARA EL ANALISIS DE CONTAMINACION DE SUELOS

Entre los sistemas existentes para la estimación de la contaminación por metales para suelos del Mundo figuran los contenidos medios "background" y sus intervalos (KABATA PENDIAS Y PENDIAS, 1992).

Cuadro 9. Características generales de los suelos.

n = 106	pH	M.O.	Arcilla	CaCO ₃	CIC cmol kg ⁻¹
Valor medio	7,3	1,2	18,4	4,3	12,4
Intervalo	(5,3-8,3)	(0,3-4,2)	(3-48)	(0-27)	(2,1-33)

Cuadro 10. Contenidos medios en Pb, Zn, Cu y Cd en suelos y rocas (mg kg⁻¹)

(n=106)

	Pb	Zn	Cu	Cd
Media Suelo	75,4	81,7	34,2	0,78
Intervalo	(14-593)	(10-867)	(4-268)	(0-11,8)
Media Roca	19,6	28,6	8,7	0,2
Intervalo	(12,3-26,4)	(18,7-36,7)	(4,6-13,7)	(0,09-0,28)
Suelo/Roca	3,8	2,8	3,9	3,9

Cuadro 11. Valores litológicos e intervalos de contenidos (mg kg⁻¹).

	VL	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
Pb	19,6	<39,2	39,3-98,0	98,0-196	>196
Zn	28,6	<57,2	57,3-143	143,1-286	>286
Cu	8,7	<17,4	17,5-43,5	43,6-87	>87
Cd	0,2	<0,4	0,41-1,00	1,01-2,00	>2,01

Cuadro 13. Valores de Referencia para suelos agrícolas (mg kg⁻¹).

	Pb	Zn	Cu	Cd
Valor Referencia	88	109	34	0,84

Cuadro 14. Umbrales propuestos para el Cu. Los valores representan Concentraciones totales y están expresados en mg/kg.

Suelos agrícolas.		
	pH<7	pH>7
1. Nivel de referencia	<50	<100
2. Nivel de investigación recomendable	50 - 150	100 - 300
3. Nivel de investigación obligatoria	150 - 300	300 - 500
4. Nivel intervención	>300	>500
Nivel de intervención en suelos de parques naturales		>500
Nivel de intervención en suelos de áreas industriales		>1000

Fuente: *CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA. Enero 1999*

Cuadro 15. Umbrales propuestos para el Zn. Los valores representan Concentraciones totales y están expresados en mg/kg.

Suelos agrícolas.		
	pH<7	pH>7
1. Nivel de referencia	<200	<300
2. Nivel de investigación recomendable	200 - 300	300 - 500
3. Nivel de investigación obligatoria	300 - 600	500 - 1000
4. Nivel intervención	>600	>1000
Nivel de intervención en suelos de parques naturales		>1000
Nivel de intervención en suelos de áreas industriales		>3000

Fuente: *CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA. Enero 1999*

Cuadro 16. Rangos de concentración (ug/g p.s.) de Metales pesados en la Ciénaga de Mallorcaín y referentes de legislación suelos.

Metal/Fuente	Sierra (2003)	INVEMAR 2004	EPA	CANADA	HOLANDA
Cromo	-	3,01-4,41	2	26	100
Manganeso	-	32-139	-	460	-
Zinc	22,91-341,97	18,89-40,96	75	120	140
Cobre	1,34-23,25	2,0-10,25	50	36	16
Níquel	-	3,17-6,03	-	16	35
Cadmio	0,69-15,22	0,39-1,13	2	-	-
Plomo	-	297-5,68	50	31	85

Fuente: *Metales pesados en la Ciénaga de Mallorcaín y referentes de Legislación de suelos.*

Cuadro 17. Niveles de referencia para los nutrientes en el suelo

Nutriente	Nivel	Unidad	Esc.Agro.U. de Chile	INIA
Nitrógeno aprovechable	Bajo	ppm	0-25	<20
	Medio	ppm	25-50	20-40
	Alto	ppm	>50	> 40
Fósforo aprovechable	Bajo	ppm	0-7	0-3
	Medio	ppm	7-15	4-7
	Alto	ppm	> 15	7-15
Potasio aprovechable(c/acetato) de amonio	Bajo	ppm	<50	<75
	Normal	ppm	>50	>75
Nitrógeno total	Alto	%	0,20-0,35	
	Medio	%	0,05-0,20	
	Bajo	%	0,02-0,05	
	Turba	%	<0,02	
Calcio	Alto	meq/100 g	> 10	
	Medio		5-10	
	Bajo		2-5	
	Muy bajo		<2	
Manganeso	Alto	meq/100 g	>3	
	Medio		1,3-3,0	
	Bajo		0,5-1,3	
	Muy bajo		<0,5	
Magnesio	Alto	meq/100 g	>3	
	Medio		1,3-3,0	
	Bajo		0,5-1,3	
	Muy bajo		<0,5	
Potasio	Alto	meq/100g	0,6-1,3	
	Medio		0,3-0,6	
	Bajo		0,2-0,3	
	Muy bajo		<0,2	
Sodio	Alto	meq/100g	>0,6	
	Medio		0,3-0,6	
	Bajo		<0,3	

Fuente: CONAMA 1996 Metodologías para la Caracterización de la Calidad Ambiental

Cuadro 18. Elementos minerales (mg g^{-1}) en muestras de suelo colectadas en El Amarillo, en comparación de valores promedios para suelos Según Larcher (1995).

Elemento	El Amarillo	Promedios Según LARCHER
N	7.15 ± 0.10	2
P	0.47 ± 0.12	0.8
K	6.68 ± 0.50	14
Ca	0.67 ± 0.01	15
Mg	0.80 ± 0.01	5
Al	20 ± 0	70
Fe	10 ± 0	40
Mn	0.045 ± 0.004	1
Ni	0.040 ± 0	0.05
Cu	0.060 ± 0	0.03
Cr	0.014 ± 0.001	-
Pb	no detectable	0.03
Co	no detectable	0.008
Cd	no detectable	-

Fuente: OLIVARES. 2000

Cuadro 19. Elementos minerales: Niveles de contenidos del P (ppm) en suelos Según Contreras (2004), teniendo en cuenta la textura y contenido de carbonatos para los efectos ambientales

Nivel	Concentración
Muy bajo	0-12 ppm
Bajo	5-24 ppm
Normal	9-36 ppm
Alto	13-60 ppm
Muy alto	21-96 ppm

Fuente CONTRERAS. 2004

CUADROS USADOS PARA EL ANALISIS DE CONTAMINACION DE AGUAS
Leyes Normativas del Estado Peruano

Cuadro 20. Clasificación Uso de Cursos de Agua (*)

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

** Según Ley General de Aguas, D.L. 17752 Art. 81°.*

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

Elaboración: Ing. Marco Meza Alvarez / Lahmeyer Agua y Energía S.A. Mayo del 2005.

Cuadro 21. Estándares ó Límites Máximos Permisibles de la Calidad del Agua, Según la Ley General de Aguas del Perú.

Tipo de Análisis	Parámetros	Unidades	Clases de Agua					
			I	II	III	IV	V	VI
Límites Bacteriológicos (valor máximo de 80% de 5 o mas muestras mensuales)	coliformes totales	NMP/100 ml	8,8	20000	5000	5000	1000	20000
	coliformes fecales	NMP/100 ml	0	4000	1000	1000	200	4000
Límites de Demanda bioquímica de oxígeno(DBO en % días a 20 °C) y de oxígeno disuelto(OD)	DBO	mg/l como D.B.O.	5	5	15	10	10	10
	OD	mg/l como O.D.	3	3	3	3	5	4
Límites de los parámetros físicos y químicos que incluyen sustancias potencialmente peligrosas	Aluminio	mg/l como Al.				1	+1	
	Arsénico	mg/l como As	0,1	0,1	0,2	1	0,01	0,05
	Bario	mg/l como Ba	0,1	0,1		0,5	+0,5	
	Cadmio	mg/l como Cd	0,01	0,01	0,05		0,0002	0,004
	Cianuro Wad(CN)	mg/l como CN*	0,08	0,08	0,1		0,022	0,022
	Cianuro Libre(CN)	mg/l como CN*	0,08	0,08	0,1		0,022	0,022
	Cobalto	mg/l como Co				0,2	+0,2	
	Cobre	mg/l como Cu	1	1	0,5	3	+0,01	
	Color	Unidad de color	0	10	20	30	+30	
	Cromo hexavalente	mg/l como Cr	0,05	0,05	1	5	0,05	0,05
	Esteres estaiatos	mg/l	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
	Fenoles	mg/l como C ₆ H ₅ .OH	0,0005	0,001	+0,001		0,002	0,002
	Hierro	mg/l como Fe	0,3	0,3	1			
	Fluoruro	mg/l como F	1,5	1,5	2			
	Litio	mg/l como Li				5	+5	
	Magnesio	mg/l como Mg			150			
	Manganeso	mg/l como Mn	0,1	0,1	0,5			
	Mercurio	mg/l como Hg	0,002	0,002	0,01		0,0001	0,0002
	Nitratos	mg/l como N	0,01	0,01	0,1			
	Niquel	mg/l como Ni	0,002	0,002	0,002	0,5	0,002	
	pH		5-9	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9
	Plata	mg/l como Ag	0,05	0,05	0,05			
	Piomo	mg/l como Pb	0,05	0,05	0,1		0,01	0,03
	P.C.B.	mg/l como PCB	0,001	0,001	+0,001		0,002	0,002
	Selenio	mg/l como Se	0,01	0,01	0,05	0,05	0,005	0,01
	Sólidos flotantes	mg/l	0	0	0	P.C.	M.	
	Sulfatos	mg/l como SO ₄			400			
	Sulfuros	mg/l como SO ₂	0,001	0,002	+0,005		0,002	0,002
Zinc	mg/l como Zn.	5	5	25		0,02		
Límites de sustancias o parámetros potencialmente perjudiciales	M.E.H.	mg/l	1,5	1,5	0,5	0,2	N.P.	1,5
	S.A.A.M.	mg/l	0,5	0,5	1	0,5		
	E.C.C.A.A.	mg/l	1,5	1,5	5	5		
	E.C.C.A.C.	mg/l	0,3	0,3	1	1		

P.C.: Pequeña Cantidad M.: Moderada N.P.: No Percibido PCB: Policlorinados Bifen

M.E.H. : Material Extractable en Hexano S.A.A.M. : Sustancias activas de azul de metileno

E.C.C.A.A. : Extracción de columna de carbón activado por alcohol E.C.C.A.C. : Extracción de columna de carbón activado por clorofomo, * Pruebas de 96 horas multiplicadas por 0.02 + Valores a ser determinados. Fuente: Ley General de Aguas por D.L. N° 17752 y sus Modificaciones al Reglamento de los Títulos I, II y III según D.S. N° 007-83-SA y D.S. N° 003-2003-SA. Elaboración: Ing. Marco Meza Alvarez / Lahmeyer Agua y Energía S.A. Mayo del 2005.

Guías Internacionales para Calidad de Agua para Usos Diferentes

También comparamos datos de calidad de agua con las guías internacionales para consumo humano, consumo animal, e irrigación. Las guías internacionales que utilizamos fueron establecidos por: La Organización Mundial de la Salud (OMS); la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA); la División de Protección Ambiental del Estado de Nevada de los Estados Unidos, Medioambiente de Canadá y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO).

Guías para Bebida de Animales

Evaluamos datos en comparación con guías para ganado desarrollados por el Estado de Nevada y Medioambiente Canadá. Estas guías son resumidas en el siguiente cuadro:

Cuadro 22. Contenidos para Bebida de Animales

Parámetro	Unidades	Estado de nevada	Environment Canadá
Coniforme fecal	NMP/100ml	1000	na
Sólidos disueltos	mg/l	3000	3000
Nitratos	mg/l	na	100
Cianuro WAD	ug/l	na	na
Aluminio	ug/l	na	5000
Arsénico	ug/l	200	25
Cadmio	ug/l	50	80
Cobre	ug/l	500	500
Cromo	ug/l	1000	50
Manganeso	ug/l	na	na
Mercurio	ug/l	10	3
Plomo	ug/l	100	100
Selenio	ug/l	50	50

na: no aplicable

Guías para Consumo Humano

Evaluamos datos comparando las guías para agua potable desarrolladas por la Ley General de Aguas del Perú (Clase I para uso de agua doméstico con simple desinfección), la Organización Mundial de la Salud, el Estado de Nevada, y la USEPA. Estas guías están resumidas en el siguiente cuadro:

Cuadro 23. Guías para Consumo Humano.

Parámetro	Unidades	LGA clase I	OMS	Estado de Nevada	USEPA
Coniforme fecal	NMP/100ml	0	0	0	0
Sólidos disueltos	mg/l	na	na	na	na
Nitratos	mg/l	na	50	10	10
Cianuro WAD	ug/l	80(tot)	70	200 (libre)	200 (libre)
Aluminio	ug/l	na	na	na	na
Arsénico	ug/l	100	10	50	10
Cadmio	ug/l	10	3	5	5
Cobre	ug/l	1000	na	na	1300
Cromo	ug/l	50	na	100	100
Manganeso	ug/l	na	na	na	na
Mercurio	ug/l	2	1	2	2
Plomo	ug/l	50	10	na	15
Selenio	ug/l	10	10	50	50

Cuadro 24. Normas de calidad Banco mundial, MINEN, EIA Antamina.

Parámetro		Banco mundial	MINEN ¹	EIA antamina ²
Cobre total	mg/l	0.3	-	0.3*
Cobre disuelto	mg/l	-	1/0.3	-
Hierro total	mg/l	2	-	1
Hierro disuelto	mg/l	-	2/1	-
Zinc total	mg/l	1	-	0.5*
Zinc disuelto	mg/l	-	3/1	-
Aceites y grasas	mg/l	20	-	20
DBO	mg/l	50	6 - 9	6 - 9
pH	U.E.	6 - 9	50/25	25*
STS	mg/l	50		

¹ Las normas del MINEM sobre efluentes se expresan como valores mensuales/promedios anuales máximos

² * Promedio de medias mensuales

Cuadro 25. Especificaciones microbiológicas, químicas y organolépticas Agua.

Parámetros	LMP	Parámetros	LMP
Color	20 Unidades	Cromo Total	0.05 mg/l
Olor y sabor	Agradable	Cadmio	0.005 mg/l
Turbiedad	5 UNT	Sodio	200.00 mg/l
Fenoles	0.001 mg/l	Mercurio	0.001 mg/l
Hierro	0.30 mg/l	Zinc	5.00 mg/l
Fluoruros	1.50 mg/l	Cloro residual libre	0.2 - 1.50 mg/l
Nitritos	1.0 mg/l	Cloruros	250.00 mg/l
Nitratos	10 mg/l	Manganeso	0.15 mg/l
Nitrógeno amoniacal	0.50mg/l	Aldrin y Dieldrin	0.03 microgramos/l
Sólidos disueltos totales	1000.00 mg/l	DDT	1.00 microgramos/l
Sulfatos	400.00 mg/l	Benceno	10.00 microgramos/l
SAAM	0.5 mg/l	Hexaclorobenceno	1.00 microgramos/l
Plomo	0.01 mg/l	Clordano	0.2 microgramos/l
Aluminio	0.20 mg/l	Etilbenceno	300.00 microgramos/l
Arsénico	0.025 mg/l	Tolueno	700.00 microgramos/l
Bario	0.70 mg/l	Xileno	500.00 microgramos/l
Cianuros	0.07 mg/l	Trihalometanos	0.20 microgramos/l

Fuente: PROY-NOM-005-ECOL-2000 Norma Oficial Mexicana

Cuadro 26. Valores estándares para contenidos en agua Norma de medio Ambiente del Brasil.

Metal	LMP mg/L
Cobre	0,05
Hierro	0,3
Manganeso	0,1
Zinc	0,17

Fuente: Informe monitoreo del Rio Urubamba 2006

Cuadro 27. Características de un adecuado servicio de limpieza pública

Aspecto	Descripción
Técnico	Fácil implementación; operación y mantenimiento sencillo; uso de recursos humanos y materiales de la zona; comprende desde la producción hasta de disposición final de residuos sólidos. (profesionales y/o técnicos de la zona)
Social	Fomenta los hábitos positivos de la población y desalienta los negativos; es participativo y promueve la organización de la comunidad (Instituciones de Gobierno y Población).
Económico	Costo de implementación, operación, mantenimiento y administración al alcance de la población que debe sufragar el servicio (Gestiones Municipales y/o poblacional).
Organizativo	Administración y gestión del servicio simple y dinámica; es racional (conjuntamente Municipio y Población)
Salud	Se inscribe en un programa mayor de prevención de enfermedades infecciosas.
Ambiental	Evita impactos ambientales negativos en el suelo, agua y aire.

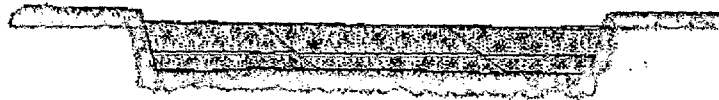
Fuente: "Guía para el Manejo de Residuos Sólidos en Ciudades Pequeñas y Zonas Rurales" ALEGRE, 2000

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL FUTURO RELLENO SANITARIO.

Tomando como referencia la Guía para el Manejo de Residuos Sólidos en Ciudades pequeñas y zonas rurales; ALEGRE, (2000); considerando realizar un relleno de zanja ó trinchera; debido a las características de áreas planas, con características de suelos impermeables que se encuentra por las afueras de la ciudad de Tingo Maria, y que este tipo de relleno se construye en zonas con estas características, este relleno sanitario va a consistir en el enterramiento ordenado y sistemático de los residuos sólidos compactados en el menor espacio posible a fin de minimizar los potenciales impactos negativos en la salud y ambiente.

Figura. Tipo de relleno sanitario de Trinchera.

RELLENO DE TRINCHERA



Calculo del área requerida:

- Para esto se proyecta la producción total en kilogramos por día de residuos sólidos para 10 de vida útil.
- Se convierte esta información a unidades de volumen utilizando un factor de conversión de 300 a 450 kilogramos por metro cúbico; este factor de conversión es la densidad de los residuos sólidos que se compactan en un Relleno Sanitario.

- Se estima el volumen total requerido considerando que 20% del volumen será ocupado por material de cobertura (tierra) y el restante 80% por los residuos sólidos enterrados.

Entonces:

Calculando el área de un Relleno Sanitario para la población de castillo grande, considerando que se utilizará una cantera ó altura de 3.0 m de profundidad promedio, con vida útil de 10 años.

Se sabe que la producción diaria de residuos sólidos es de 12,331.0 Kg

Entonces se tiene:

$$\text{Volumen diario: } 12,331.0 \text{ kg} / 350 \text{ kg/m}^3 = 35.23 \text{ m}^3$$

(se asume una densidad de 350 kg/m³)

$$\text{Volumen requerido en 10 años} = 35.23 \times 365 \text{ días} \times 10 \text{ años} = 128589.5 \text{ m}^3$$

Dado que 20% es material de cobertura, se necesitará un volumen total (x) de:

$$128589.5 \text{ m}^3 \text{ ----- } 80\% \text{ (residuo sólido)}$$

$$X \text{ m}^3 \text{ ----- } 100\% \text{ (volumen total residuo sólido + tierra de cobertura)}$$

$$\text{Volumen total requerido} = 160,736.9 \text{ m}^3$$

$$\text{Área total requerida} = 160736.9 \text{ m}^3 / 3.0 \text{ m de altura} = 53,578.9 \text{ m}^2 = 5.36 \text{ Ha.}$$

Para el caso de la ciudad de Tingo María con una producción diaria de 35,00 TM/día dato tomado del estudio realizado en el año 2005 por la Municipalidad Provincial de Leoncio Prado Tingo María y el CONAM para el PIGARS; se tendría un área a utilizar de 152,083.33m², con un volumen total de cobertura requerido de 456,250.00m³ para todo el periodo de vida útil de 10 años.

FOTOGRAFIAS ZONAS DE MUESTREOS

Muestreo de suelos Cod. (N)

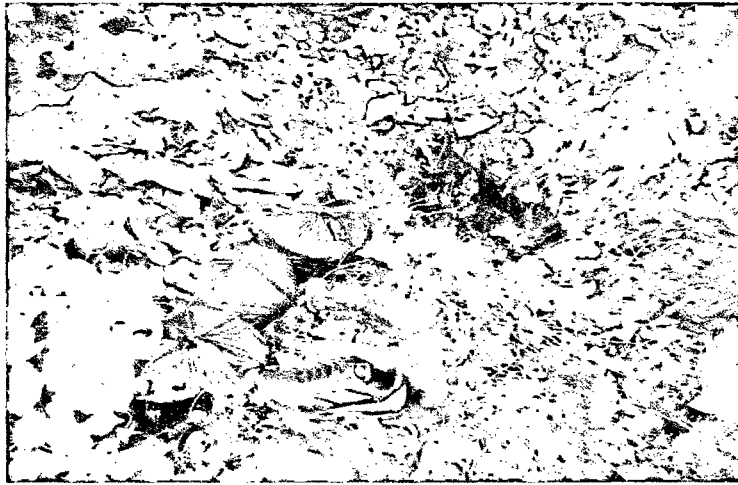


Muestreo de suelos. Cod. (VM)



Muestreo de suelos. (CM)





Acumulación de basura en suelos Cod. (VM)



Acumulación de basura en suelos Cod. (CM)



Población que se dedica a reciclar, se puede observar también que se esta quemando la basura.





Zona de muestreo de agua Cod. (M1)



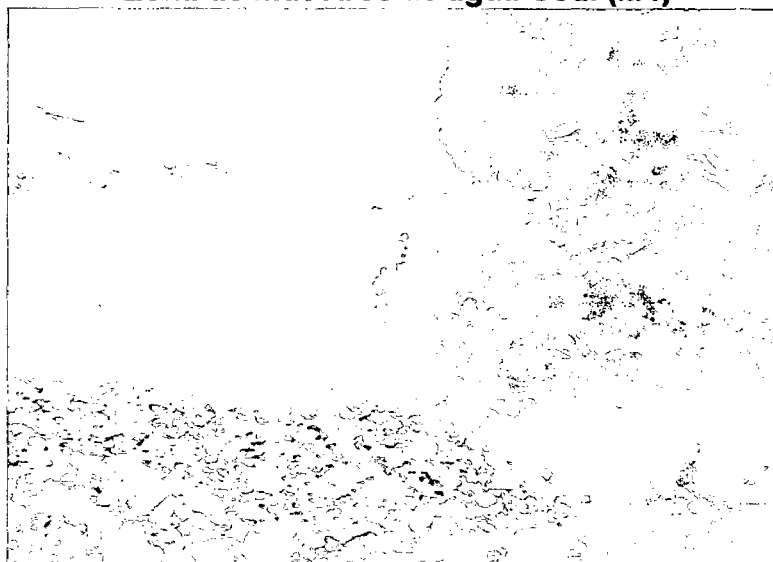
Zona de muestreo de agua Cod. (M2)



Zona de muestreo de agua Cod. (M3)

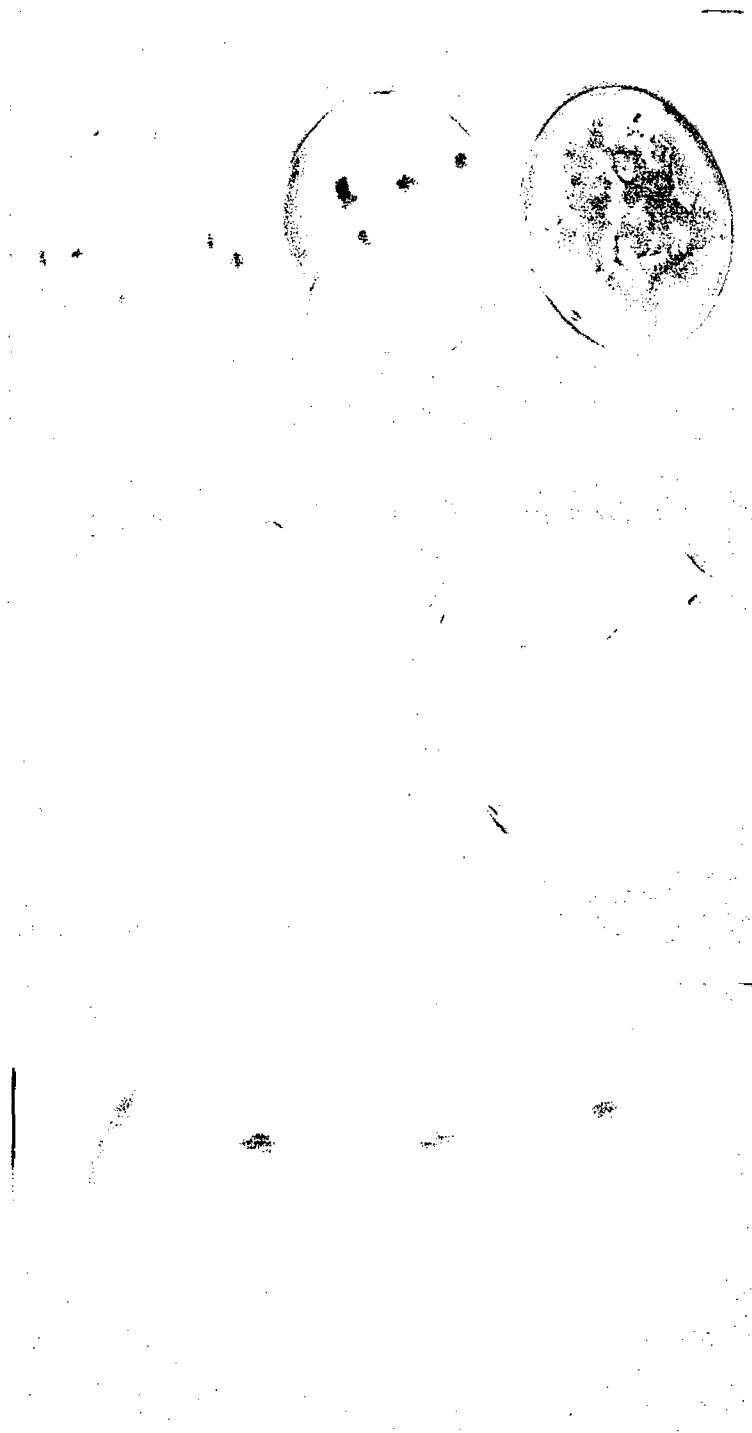


Zona de muestreo de agua Cod. (M4)



Resultados de análisis de agua.

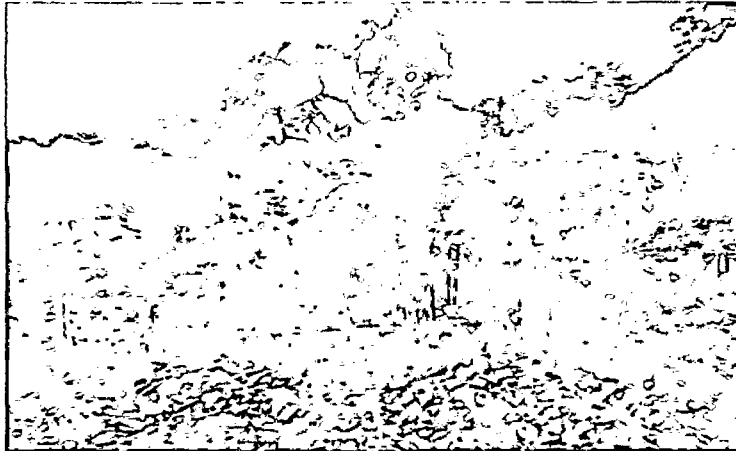
Presencia de colonias de coliformes totales y fecales (*Klebsella sp.*; *Enterobacter aglomera*; *Enterobacter aerógenes*; *Pseudomona sp.*; *Escherichia coli*)





Debido a la presencia de recicladores la zona de muestreo Cod. (CM) se ha recuperado con la presencia de especies vegetales.





Contaminación excesiva de suelos y aguas en el sector la "Muyuna".



