

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“GESTIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS  
SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA”**

**TRABAJO MONOGRÁFICO**

**PARTE COMPLEMENTARIA DE LA MODALIDAD “D” EXAMEN DE  
HABILITACIÓN PROFESIONAL MEDIANTE CURSOS DE  
ACTUALIZACIÓN**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRONOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**LEOMAR PAVEL ALABA HOYOS**

**ASESOR:**

**DR. EDÍN ALVA PLASENCIA**

**CAJAMARCA - PERÚ**

**2013**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo monográfico a mis queridos maestros que cuyas enseñanzas llevo en el corazón.

A mis compañeros estudiantes de mi querida facultad con los cuales viví años intensos de actividad académica y social.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por su ayuda y guía en mi camino.

A mi madre Isabel Hoyos por su amor incondicional al lado mío, a mi padre Marco Alaba por inculcarme los valores éticos, sensibilidad social y que gracias a su motivación es posible este trabajo.

A mi núcleo familiar, a mi amada esposa Carmen por ser la compañera ideal y cómplice de todos mis proyectos.

A mis amados hijos Marco, Leomar y Adriano por ser la razón y la alegría de mi vida.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	7
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. JUSTIFICACIÓN.....	9
III .OBJETIVOS.....	10
3.1. OBJETIVO GENERAL .....	10
3.2. OBJETIVO ESPECIFICO.....	10
IV. GENERALIDADES.....	11
4.1. CAPITULO I. ASPECTOS CONCEPTUALES SOBRE RESIDUOS SÓLIDOS.....	11
1.1. Definición.....	11
1.2. Donde se generan.....	11
1.2.1. Residuos sólidos provenientes del barrido de calles.....	11
1.2.2. Residuos sólidos institucionales.....	11
1.2.3. Residuos sólidos de mercados.....	11
1.2.4. Residuos sólidos comerciales orgánicos.....	12
1.2.5. Residuos sólidos domiciliarios.....	12
1.2.6. Residuos sólidos Industriales y médicos.....	12
1.3. Como se clasifican.....	12
1.3.1. Clasificación por estado.....	12
1.3.2. Clasificación por origen.....	12
1.3.2.1. Residuos sólidos urbanos.....	12
1.3.2.2. Residuos sólidos industriales.....	12
1.3.3. Clasificación por tipo de manejo.....	13
1.3.3.1. Residuos sólidos peligroso.....	13
1.3.3.2. Residuos sólidos inerte.....	13
1.4. Que hacer para controlar el exceso de Residuos sólidos.....	13
1.4.1. Beneficios de las 6 "R".....	14
1.5. Principales procesos en el reciclaje de Residuos sólidos.....	14
1.5.1. Reciclaje de papel y cartón.....	16
1.5.2. Reciclaje de plásticos.....	18
1.5.2.1. Tipos de plásticos reciclables.....	18
1.5.2.2. Factores que afectan el reciclado de plásticos.....	19
1.5.2.3. Materiales reciclables.....	19
1.5.2.4. Materiales no reciclables.....	19
1.5.2.5. Alternativas para el uso de plásticos reciclables.....	20
1.5.2.6. Beneficios del reciclaje de plásticos.....	20
1.5.2.7. Etapas del proceso básico de reciclaje.....	20
1.5.3. Reciclaje de vidrio.....	22
1.5.3.1. Otras aplicaciones del vidrio reciclado.....	24
1.5.3.2. Tipo de vidrio que podemos reciclar.....	24
1.5.3.3. Tipo de vidrio que no podemos reciclar.....	24
1.5.3.4. Cuidados en el reciclaje de vidrio.....	24
1.5.3.5. Alternativas de uso del vidrio reciclado.....	25

1.5.3.6. Beneficios de reciclar el vidrio.....	25
1.5.4. Reciclaje de otros residuos.....	25
1.5.4.1. Reciclaje de pilas y baterías.....	25
1.5.4.2. Cuadro de residuos re aprovechables y productos finales...	26
1.5.4.3. Ingresos estimados por la comercialización de residuos sólidos inorgánicos en la ciudad de Cajamarca.....	27
4.2. CAPITULO II. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	28
2.2. BASE LEGAL.....	28
2.3. Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos sólidos Cajamarca....	30
2.3.1. Definición del alcance del PIGARS.....	33
2.3.2. Definición de los objetivos y metas del PIGARS.....	33
2.3.2.1. Objetivos estratégicos del PIGARS.....	33
2.3.2.2. Metas estratégicas del PIGARS.....	33
2.3.3. Identificación y evaluación de alternativas.....	36
2.3.3.1. Consideraciones generales.....	36
2.3.3.2. Las alternativas de puesta en marcha y corto plazo.....	38
2.3.3.3. Las alternativa de mediano plazo (3-5 años).....	42
2.3.3.4. Las alternativa de largo plazo (5-10 años).....	43
2.3.4. Evaluación del PIGARS-Cajamarca.....	44
2.3.4.1. Conclusiones de la evaluación.....	44
2.3.4.2. Recomendaciones.....	45
2.4. Experiencias exitosas en Gestión de residuos sólidos.....	46
4.3. CAPITULO III. APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	48
3.1. Aprovechamiento de los residuos Sólidos Orgánicos.....	48
3.1.1. Alimentación animal.....	49
3.1.2. Compostaje.....	49
3.1.3. Lombricultura.....	56
3.1.4. Biocombustibles.....	57
3.1.4.1. Bioetanol o alcohol carburante.....	58
3.1.4.2. Metanización.....	58
3.1.4.3. Biodiesel.....	59
3.1.4.4. Beneficios ambientales de los biocarburantes.....	59
V. CONCLUSIONES.....	60
VI. RECOMENDACIONES.....	61
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	62
VIII. ANEXOS.....	63

## RESUMEN

La gestión y manejo de residuos sólidos se ha convertido en algo tan prioritario en nuestra sociedad, que es necesario que se ejecute tanto desde el hogar hasta las instituciones públicas y privadas, esto porque contribuye a la conservación efectiva del medio ambiente y adicionalmente genera oportunidades de ingresos económicos para un sector de la población que se encuentra marginada y no logra insertarse en la economía local.

Un buen ejemplo de este tipo de gestión es el Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos-PIGARS que viene siendo ejecutado por la Municipalidad Provincial de Cajamarca, y que está sirviendo de modelo para su futura implementación en todos los distritos y provincias de nuestra región, a si mismo es evidente que éste viene dando sus frutos; según la última evaluación hecha a dicho proyecto.

Este tipo gestión tiene como punto medular y de inicio a los gobiernos locales, los cuales a través del trabajo concertado con diversas entidades realizan esfuerzos por involucrar a la población en su conjunto para que de manera gradual esta; vaya tomando conciencia de lo importante que es manejar adecuadamente los residuos que generamos. Los cuales son una fuente importante de aprovechamiento de materia prima para diferentes ramas de la industria y las actividades agropecuarias.

## **ABSTRACT**

The management and solid waste management has become such a high priority in our society, it is necessary to run both from home to public and private institutions, that it contributes to the effective conservation of the environment and generates further opportunities income for a sector of the population that is marginalized and never merged into the local economy.

A good example of this type of management is the comprehensive Environmental Management Plan Solid Waste - PIGARS which is being implemented by the Provincial Municipality of Cajamarca, and is serving as a model for future implementation in all districts and provinces of our region, himself is evident that this is paying off, according to the latest assessment made to the project.

Such management has as a starting midfield and local governments, which through work with various organizations made concerted efforts to involve the population as a whole gradually to this, will become aware of how important it is properly manage the waste we generate. Which are an important source of raw material for utilization of different branches of industry and agricultural activities.

## I. INTRODUCCIÓN

El problema del manejo de la basura afecta a la mayoría de ciudades del país y dentro de este contexto, uno de los temas más preocupantes es la **disposición final y aprovechamiento de los residuos sólidos**. Se sabe que del 100% de la basura generada por los distintos municipios del país, el mayor porcentaje es depositado en **botaderos** a cielo abierto y sólo un pequeño porcentaje se orienta hacia los rellenos sanitarios. Los problemas de salud y contaminación derivados de esta problemática son claramente evidentes y constituyen la principal razón para desarrollar alternativas que mitiguen sus efectos, las cuales deben estar orientadas a mejorar aquellos aspectos que no han dado resultado o generar nuevas propuestas metodológicas de acción en cuanto al aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos (**CONAM 2006**).

Los residuos sólidos de ámbito municipal son responsabilidad del municipio desde el momento que el generador los entrega a la entidad responsable de la prestación del servicio de residuos sólidos. Al ser tan evidentes los daños que ocasiona la actual mala disposición de los residuos sólidos, sumada a la mala política de control sobre dichos residuos por parte de los entes gubernamentales especializados, la relevancia y responsabilidad que recae sobre cada uno de nosotros manifiesta una urgente atención a la importancia de la separación, selección y segregación de residuos para la reducción, reutilización y reciclaje de los mismos.

**Colomer (2010)** afirma que el reciclaje de materiales recuperables de los residuos sólidos es una alternativa de solución y reaprovechamiento, que cada vez tiene mayor aceptación en el mundo por sus ventajas económicas, sociales, ambientales y sanitarias sobre métodos convencionales más costosos, tales como la pirolisis, el relleno sanitario o la incineración.

En la ciudad de Cajamarca son eliminadas **113.5** toneladas de residuos sólidos cada día, de las cuáles **43.82** toneladas son residuos sólidos inorgánicos y **56.18** toneladas son residuos sólidos orgánicos. Parte de estos residuos no son **tratados y aprovechados (Ley 27314)**, causando la contaminación del suelo, agua, aire, proliferación de vectores transmisores de enfermedades, impacto negativo de la imagen de nuestra ciudad, etc. (**Municipalidad provincial de Cajamarca, Ciudad Saludable, ALAC - PIGARS 2007**)

## II. JUSTIFICACIÓN

Actualmente el manejo de residuos sólidos se ha convertido en algo prioritario e indispensable dentro de los planes para la conservación del medio ambiente ya que es el destino final de estos residuos los que se vuelven problemáticos, muchas veces por la falta de instalaciones apropiadas o por falta de recursos destinados a partidas que enfrenten estos problemas.

A si mismo las actuales experiencias del **Plan integral de gestión de Residuos sólidos** ejecutado por la municipalidad Provincial de Cajamarca han generado prometedoras expectativas económicas para quienes de una u otra manera, a pequeña o gran escala seleccionan, acopian y comercializan los residuos reciclables tales como vidrio, papel, plástico pet, metales, entre otros. Convirtiéndose de esta forma en una nueva actividad económica que permite a esta gente insertarse a la economía local con productos que antes carecían de importancia. Como ejemplo podríamos citar ala asociación de mujeres recicladoras promovidas por el PIGARS - MPC

Es por esto que **(Colomer 2010)** afirma que la conservación del medio ambiente esta ligado a la lucha contra la pobreza y el desempleo, principales causantes de la deforestación, del agotamiento de nuestros suelos y recursos naturales y de la contaminación ambiental en los países en desarrollo. Esto se constituye en un reto para todas las municipalidades que deben tener en cuenta este enfoque al incorporar la variable ambiental en sus planes, políticas y programas a si como en sus inversiones para lograr ambientes y ciudades saludables.

Actualmente no existe plan medioambiental que no aspire a convertirse en solución tangible; que no de un lugar preponderante a la gestión de residuos y al impacto que genera éste en el ambiente y en la calidad de vida de la población

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL:**

- Recopilar información sobre la gestión de los residuos sólidos en la ciudad de Cajamarca.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Conocer la importancia económica que representan los residuos sólidos de la ciudad de Cajamarca

## IV. GENERALIDADES

### 4.1. CAPITULO I

#### ASPECTOS CONCEPTUALES SOBRE RESIDUOS SÓLIDOS.

**1.1. DEFINICIÓN.** Son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud delo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causa a la salud y al ambiente, para ser manejados a través de un sistema que incluya, según corresponda, las siguientes operaciones y procesos:

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

Esta definición incluye a los residuos generados por eventos naturales. (Ley N° 27314 "Ley general de los residuos sólidos")

#### 1.2. DONDE SE GENERAN

Las fuentes más comunes donde se generan residuos sólidos son:

**1.2.1. Residuos sólidos provenientes del barrido de las calles:** consideramos dentro de esta fuente a los residuos almacenados también en las papeleras públicas; su contenido es muy variado, pueden encontrarse desde restos de frutas y comidas hasta papeles, plásticos y vidrio. En este caso es necesario mas trabajo llevar adelante el proceso de separación física.

**1.2.2. Residuos sólidos institucionales:** residuos provenientes de instituciones públicas y privadas. Se caracteriza mayormente por contener papeles, cartones y también residuos de alimentos provenientes de los kioscos, cafetines y en algunos casos de comedores institucionales.

**1.2.3. Residuos sólidos de mercados:** son aquellos residuos provenientes de mercados de abastos y otros centros de venta de productos alimenticios. Es una buena fuente para el aprovechamiento de los residuos orgánicos y su transformación en abonos orgánicos.

- 1.2.4. Residuos sólidos comerciales orgánicos:** son residuos provenientes de los establecimientos comerciales dedicados exclusivamente a la venta de comida preparada (restaurantes, comedores) y a la transformación de productos alimenticios, lácteos etc. Estos son la fuente con mayor generación de residuos orgánicos, con un trato especial por ser fuente aprovechable para la alimentación de ganado porcino.
- 1.2.5. Residuos sólidos domiciliarios:** son residuos provenientes de hogares, cuya característica puede ser variada, pero que mayormente contienen restos de verduras, frutas, residuos de alimentos preparados, podas de jardín y papeles.
- 1.2.6. Residuos sólidos industriales y médicos:** Son residuos provenientes de actividad industrial (aceites, trapos etc.) y de la actividad médica, sobre todo residuos hospitalarios.

### 1.3. CÓMO SE CLASIFICAN

Los residuos se pueden clasificar de varias formas, tanto por estado, origen o por el tipo de manejo que se les debe dar.

**1.3.1. Clasificación por estado:** Un residuo es definido por estado, según el estado físico en que se encuentre. Es importante anotar que el alcance real de esta clasificación puede fijarse en términos meramente descriptivos.

**1.3.2. Clasificación por origen**  
Los más importantes son:

**1.3.2.1 Residuos sólidos urbanos:** Los que componen la basura doméstica; la generación de residuos varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población.

Los sectores de más altos ingresos generan los mayores volúmenes per cápita de los residuos, y estos residuos tienen un mayor valor incorporado que los provenientes de sectores más pobres de la población.

**1.3.2.2 Residuos sólidos industriales:** La cantidad de residuos que genera una industria es función de la tecnología del proceso productivo, calidad de las materias primas o productos intermedios, propiedades físicas y químicas de las materias auxiliares empleadas, combustibles utilizados y los envases y embalajes del proceso. Dentro de los residuos que genera la industria es conveniente diferenciar entre:

- **Residuos Inertes:** son los escombros y materiales similares. Es un residuo estable en el tiempo, el cual no producirá efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente.
- **Residuos tóxicos y peligrosos:** son considerados en este grupo los que entran dentro de las características especificadas por las diferentes normas medioambientales. Este grupo de residuos exige, en función de sus características físicas o químicas, un proceso de tratamiento, recuperación o eliminación especial.
- **Residuos mineros:** los residuos mineros incluyen los materiales que son removidos para ganar acceso a los minerales y todos los residuos provenientes de los procesos mineros.
- **Residuos hospitalarios:** Restos del trabajo clínico o de investigación. la composición de los residuos hospitalarios varía desde el residuo tipo residencial y comercial, a residuos de tipo médico que contienen sustancias peligrosas.

### 1.3.3. Clasificación por tipo de manejo

**1.3.3.1 Residuo peligroso:** residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar muerte, enfermedad; o que son peligrosos para la salud o el medio ambiente cuando son manejados en forma inapropiada.

**1.3.3.2 Residuo inerte:** Residuo estable en el tiempo, el cual no producirá efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente.

## 1.4. QUÉ PODEMOS HACER PARA CONTROLAR EL EXCESO DE RESIDUOS SÓLIDOS.

Promover consumidores sociales y ambientalmente responsables que adquieran actitudes como muestra de compromiso y respeto por el ambiente y el espacio donde viven.

Una de ellas es la minimización de residuos que es básicamente la acción de reducir al mínimo posible el volumen y peligrosidad de los residuos sólidos, por medio de cualquier estrategia preventiva, procedimiento, método, o técnica utilizada en la actividad generadora, entre los que están incluidas las cada vez mas difundidas 6 "R".

**Tabla. 1. Tabla de las 6 "R"**

	<b>CONCEPTO</b>	<b>COMO LOGRARLO</b>
Reducir	Evitar todo aquello que genera un desperdicio innecesario	Hacer el mercado en bolsas de tela evitando utilizar las de plástico; consumir gaseosas en botella de vidrio.
Rechazar	No usar productos que contaminen	No consumir comida rápida en platos o vasos descartables ,no realizar actividades utilizando descartables
Reutilizar	Volver a usar un producto o material varias Veces	Usar los envases de plástico y vidrio para guardar otros productos; conservar las bolsas de plástico y volver a usarlas.
Reparar	Arreglar lo que aun pueda servir, alargando su vida útil	Arreglar los zapatos que aun puedan servir, reparar artefactos eléctricos.
Reciclar	Aprovechar los residuos para fabricar nuevos productos	Hacer compost, papel reciclado.
Responsabilidad	Cambio de hábitos en la comunidad	Tener acciones de compromiso con el ambiente la salud en cada momento de nuestra vida y desde cualquier función que desarrollemos

Fuente: Jaramillo, G; Zapata, LM. 2008. Aprovechamiento de los residuos Sólidos Orgánicos en Colombia.

#### **1.4.1. Beneficios de las 6 R**

- Menor cantidad de residuos acumulados y preservación de los recursos naturales.
- Menos focos infecciosos que atenten contra la salud pública.
- Mejora de la calidad de vida de la población en un ambiente saludable.
- Mayor eficiencia en el servicio de recolección y disposición final de los residuos.
- Oportunidad de ingresos económicos para los recicladores formales.

### **1.5. PRINCIPALES PROCESOS EN EL RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS**

El reciclaje de materiales recuperables de los residuos sólidos municipales es una alternativa de solución y reaprovechamiento, que cada vez tiene mayor aceptación en el mundo por sus ventajas económicas, sociales, ambientales y sanitarias sobre métodos convencionales más costosos, tales como la pirólisis, el relleno sanitario o la incineración.

Para poder lograr un buen aprovechamiento de los residuos sólidos inorgánicos, se tiene que conocer la composición de los residuos.

Usualmente los valores de composición de residuos sólidos municipales o domésticos se describen en términos de porcentaje en masa, también usualmente en base húmeda y contenidos 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.

La cantidad y calidad de los residuos sólidos puede variar en forma significativa a través del año, comúnmente en climas temperados, la cantidad media diaria, semanal y mensual de residuos esta sobre la media anual durante los meses de verano. Esto es atribuible en parte al aumento de la basura orgánica (por hábitos y disponibilidad para consumo), además de las probables actividades de mejoramiento urbano comúnmente realizadas en esta época.

En Cajamarca, estas variaciones se dan en fechas de festividades como carnavales, semana Santa, Corpus Cristi, Fiestas Patrias, Navidad, año nuevo y en fiestas patronales de los residentes en esta ciudad de las diferentes agrupaciones y/o colonias de pobladores de las diferentes provincias de la región. **(Municipalidad provincial de Cajamarca, Ciudad Saludable, ALAC - PIGARS 2007)**

El mundo entero moderno se enfrenta a un problema cada vez más importante y grave: como deshacerse del volumen creciente de los residuos que genera.

La mayoría de los residuos terminan convirtiéndose en basura, cuyo destino final es el botadero o los rellenos sanitarios. Los botaderos y rellenos sanitarios son cada vez más escasos y plantean una serie de desventajas y problemas. En ello el reciclaje se convierte en una buena alternativa, ya que reduce los residuos, ahorra energía y protege el ambiente.

Hay dos tipos de reciclado. El más deseado es el primario, o de **ciclo cerrado**, en el que un producto, se recicla para producir nuevos productos del mismo tipo.

El segundo tipo de reciclado se llama secundario, o de **ciclo abierto**, y se tiene cuando materiales de desecho se transforman en diversos productos para los que se deben encontrar usos.

La meta de cualquier proceso de reciclaje es el uso o reuso de materiales provenientes de residuos. La importancia en el proceso de reciclaje es que el procedimiento comienza con una separación. Desde un punto de vista de eficiencia del rendimiento de estos sistemas de separación, favorece que se haga una separación en el origen.

Sin embargo, por sí solo el reciclaje, como alternativa de manejo y transformación de residuos sólidos municipales, no es capaz de solucionar el problema en más de un 50%, motivo por el cual siempre serán necesarias alternativas como los incineradores o rellenos sanitarios, los cuales habrán de ser necesarios sobre todo en los países que no cuentan con recursos económicos suficientes como para acceder a otro tipo de tecnología.

En estudios recientes, se estima que en el Perú viven de la recuperación de residuos alrededor de 20,000 recuperadores informales o recicladores, así como 500 centros de intermediación o acopio temporal de los residuos (De La Torre 2011).

### 1.5.1. Reciclaje de papel y cartón :

El consumo de papel (núcleos administrativos, editoriales de prensa, revistas, libros, etc.) y de cartón (envases y embalajes de los productos manufacturados) ha crecido también exponencialmente por el incremento de la población y de la cultura en todo el mundo desarrollado.

El papel y cartón son una especie de filtro constituido por fibras vegetales entrecruzadas e imbricadas, a las cuales se agregan aglutinantes, cargas y otros aditivos en función del tipo de papel o cartón que se desee obtener. Todas estas materias se hallan, primeramente, en suspensión acuosa en la pasta de papel, pero al ser esparcida sobre una fina tela metálica, el agua se escurre a través de las mallas de la misma y queda una capa delgada de materias húmedas que, una vez separada de la tela y secada, constituye el papel o cartón.

El papel es una materia que está continuamente presente en nuestras vidas, de hecho su consumo suele ser referenciado como un indicador del nivel de vida de muchos países. Sin embargo, el desarrollo y prosperidad de un país también puede medirse en su capacidad para degradar el medio ambiente a través de los procesos de fabricación del papel y posterior vertidos de los productos químicos residuales.

La materia prima utilizada en la fabricación de la pasta de papel consiste principalmente en la madera, aunque también se puede utilizar algodón y paja de cereales. La utilización de maderas tiene como consecuencia la deforestación sufrida en muchos bosques primarios sin poder de sustitución. Anualmente desaparecen en el mundo millones de árboles adultos que son talados con destino a las industrias de la celulosa. La selva amazónica es por esta causa una de las más amenazadas del planeta así como su biodiversidad, pues la mayor variedad de especies de la Tierra habita en esa región. Estos hechos nos deben hacer reflexionar sobre la necesidad del reciclaje, y de desarrollo sostenible de los bosques como método para conseguir detener la deforestación (Colomer 2010)

El consumo de materias primas dependen de cada tipo de papel pero en promedio, para una tonelada de material terminado se necesitan 2 Tn. de madera, 40 000 litros de agua y aproximadamente 7600 Kw/h (Lucena 1998).

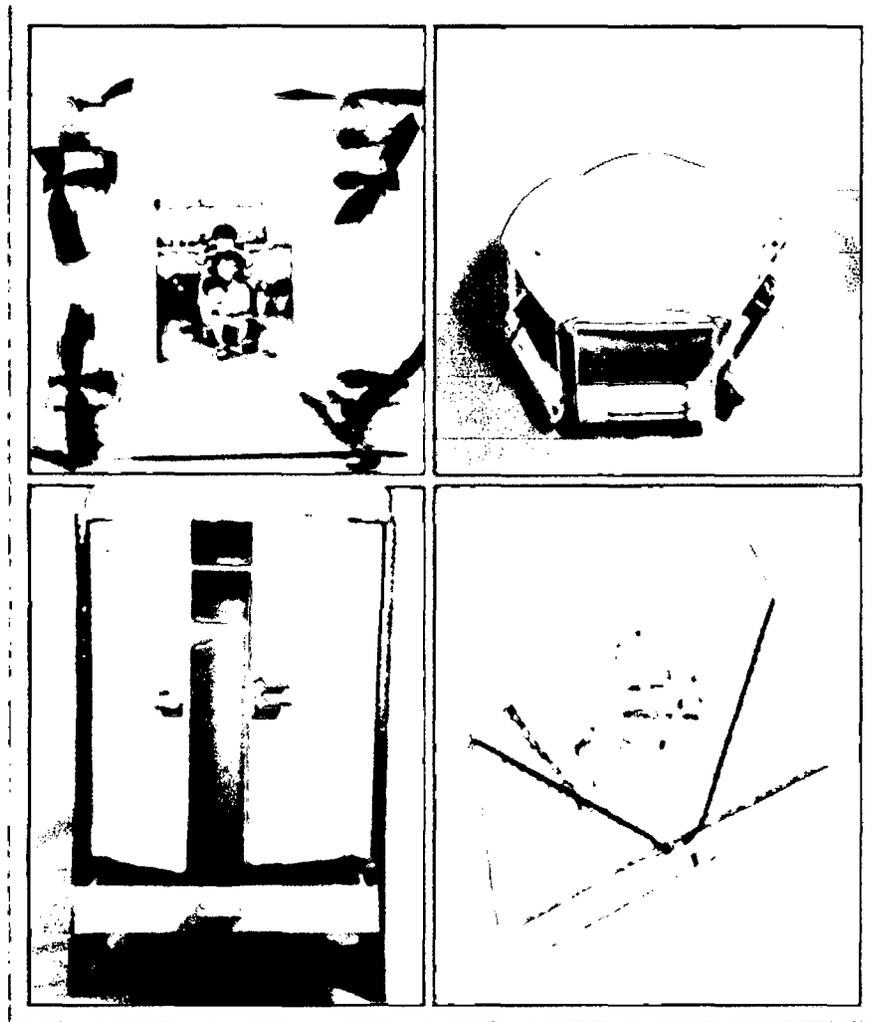
El proceso de la fabricación del papel no es inocuo para el medio ambiente, en él están presentes una serie de operaciones físicas y químicas que generan variados productos líquidos y gaseosos, que pueden tener graves consecuencias si son vertidos a los ríos o liberados a la atmósfera.

Para blanquear la pasta de papel se utiliza normalmente dióxido de cloro y lavandina, que en el proceso liberan compuestos órgano clorados muy dañinos para el ambiente.

En la ciudad de Cajamarca; cada uno de nosotros tira al año a aproximadamente 12.12 kg/año de papel (**Municipalidad provincial de Cajamarca, Ciudad Saludable, ALAC 2007**).

**Beneficios ambientales del reciclaje de papel:**

- Disminución de la necesidad de fibras vegetales y vírgenes (tala de árboles)
- Disminución del volumen de residuos municipales (el 6.3% de nuestros desperdicios esta compuesto de papel y cartón).
- Disminución de la contaminación atmosférica y de la contaminación del agua.
- Disminución de las exportaciones de madera y de la importación de papel, representadas en miles de toneladas al año.
- Ahorro de energía y agua.



**Figuras 1-. Objetos de cartón reciclado.**

## 1.5.2. Reciclaje de plásticos.

Es conocido por todos el avance que ha tenido el desarrollo del Plástico, los plásticos han abierto el camino para nuevas invenciones y vienen sustituyendo a otros materiales en productos ya existentes. Son ligeros, duraderos y versátiles, así como resistentes a la humedad, a los productos químicos y a la degradación. Sin embargo estas mismas propiedades también constituyen un desafío para los responsables de la gestión de los residuos sólidos.

La utilización de los plásticos reduce la masa de los materiales requeridos en muchas aplicaciones y sectores, pero cuanto más numerosos, especializados, tecnificados y diferenciados se hacen los materiales plásticos, tanto más difícil será su recuperación, en especial por medio del reciclaje de los materiales que debe ser la primera de las opciones después de la reducción y la reutilización.

Cada persona en Cajamarca produce 13 kg plástico /año (no bolsas).  
**(Municipalidad provincial de Cajamarca, Ciudad Saludable, ALAC 2007 - Pigars 2007).**

### 1.5.2.1. Tipos de plásticos reciclables.

Existen dos tipos de plásticos los termoplásticos y los termoestables.

Los *termoplásticos* se reblandecen al ser calentados y se endurecen al enfriarse. Más del 80% de los plásticos existentes en el mercado son termoplásticos, entre los cuales se incluyen los siguientes:

- **Poliétileno de alta Densidad (PEAD):** utilizado para botellas de detergentes, productos alimenticios, tubos y juguetes.
- **Poliétileno de baja densidad (PEBD):** para productos como lámina adhesiva, bolsas para basura y contenedores flexibles.
- **Tereftalato de Poliétileno (PET):** utilizado en botellas, alfombras y envases alimenticios.
- **Polipropileno (PP):** Utilizado en recipientes de yogurt y de margarina, piezas de automóviles, fibras, envase para leche.
- **Policloruro de Vinilo (PVC):** Se hace a partir de petróleo y sal y se utiliza para marcos de ventanas, recubrimientos de suelos, tubos, papeles de pared, botellas y productos médicos

Los *termoestables* se endurecen por medio de un proceso de fraguado y no se pueden volver a fundir ni a moldear: los ejemplos que constituyen este 20% de plásticos termoestables son:

- **Poliuretano (PU):** utilizado en revestimientos, acabados, colchones y asientos de vehículos.
- **Epoxy:** Adhesivos, embarcaciones, equipos deportivos, componentes eléctricos y de automoción.
- **Fenólicos:** utilizados en hornos, tostadores, piezas de automóvil y placas de circuitos.

### **1.5.2.2. Factores que afectan el reciclado de plásticos.**

Los obstáculos a los que se deben hacer frente en el reciclaje de los plásticos procedentes de los residuos existentes en el flujo de los residuos municipales son los siguientes:

- La elevada dispersión de los materiales: las botellas de plástico son los principales productos previstos para su reciclaje a partir del flujo de los residuos municipales, a pesar de la elevada dispersión del material, se han establecido sistemas de reciclaje satisfactorios, aun cuando el costo de la recolección selectiva de estos materiales es vista como un obstáculo.
- Los colores de los polímeros y los mercados finales: el color constituye también una dificultad para el reciclaje del PEAD que restringe salidas de mercado para el material, como lo es la contaminación por tapones y cierres de PP.

Hay también obstáculos adicionales relacionados con el color del PET; las tendencias de los consumidores y del mercado han incrementado la penetración del PET, y sin embargo, no hay mercado para botellas residuales de PET coloreado (con la excepción de las de color azul).

El tipo de tratamiento que se da a los residuos plásticos viene determinado por una serie de factores de muy distinta naturaleza, en pocos casos tecnológicos, y entre los que habría que destacar la disponibilidad de terreno aptos para su uso como rellenos sanitarios, legislación ambiental, apoyos y subvenciones de autoridades gubernamentales regionales y locales, etc. Así, mientras en América y Europa la mayor parte de los residuos municipales son enterrados, en Japón, donde cada metro cuadrado es oro puro, se favorece su incineración.

### **1.5.2.3. Materiales reciclables**

Bidones de agua purificada, botellas de limpiadores, envases de shampoo, enjuagues, envases de leche, botellas de refrescos (naranjadas, etc.), botellas de plástico de jugos, botellas de plástico de gaseosa, bolsas de detergentes, bolsas de plástico, manguera naranja y negra; juguetes, etc.

### **1.5.2.4. Materiales no reciclables:**

- Bolsitas de frituras, bolsitas de productos snack por ejemplo de papas fritas,
- Bolsitas de galletas, radiografías, platos y envases desechables, plumas, discos, etc.

### 1.5.2.5. Alternativas en el uso de los plásticos reciclables.

**PET:** envases de gaseosa, agua mineral, jugos, aceite comestible, = Filamento para alfombras, vestimenta.

**PEAD:** envases de leche, detergentes, champú, baldes, etc = Otros envases.

**PVC :** Tuberías de agua, desagües, mangueras, cables, etc = Suelas de zapatos, caños.

**PEBD:** bolsas para residuos, películas industriales = Film para agricultura.

**PP :** envases de alimentos, industria automotriz, etc = Tuberías, artículos para industria automotriz, etc

**PS:** envases de alimentos congelados, juguetes, etc = Macetas, etc.

### 1.5.2.6. Beneficios en el reciclaje de plásticos

- Con el reciclado de los plásticos estamos protegiendo de la contaminación a nuestro Ambiente.
- Genera ingresos económicos rentables.

### 1.5.2.7. Etapas del proceso básico de reciclaje.

- **Segregado.-** Actividad que se realiza en la fuente de generación, que consiste en la separación por tipo de residuo.
- **Recolección.-** Actividad que consiste en la carga, traslado y descarga de los plásticos desde la fuente de generación hasta la planta de reciclaje.

**Limpieza y acondicionamiento.-** En esta etapa se separan los plásticos por tipo (PET, PVC, etc ) en forma manual o mecanizada (fajas transportadoras) los cuales son limpiados (etiquetas, tapas, etc ) antes de ser procesados .

- **Molienda.-** El plástico acondicionado se introduce por la tobera de alimentación del molino; luego es molido por el corte de cuchillas. Cuando el diámetro de las partículas de plástico molidas es de un centímetro o menor, entonces caen por hacia el depósito de scrap ( plástico molido)
- **Lavado.-** En esta etapa se separan los elementos extraños del plástico molido (scrap) tales como residuos orgánicos, tierra, restos de etiquetas, etc. El scrap es lavado utilizando agua (fría o caliente), detergente industrial y soda cáustica. El agua y el detergente se usan para eliminar grasas y otros elementos físicos, y la soda cáustica se

usa para desinfectar, eliminando patógenos cuando sea necesario. Seguidamente es enjuagado con agua fría, el lavado puede ser manual o mecanizado.

- **Secado.-** Una vez lavado, el scrap es secado con el objeto de retirarle los restos de humedad. Se utiliza una secadora mecánica, que aplica aire caliente generado por los quemadores.
- **Peletizado.-** Proceso por el cual se obtienen los pellets en una máquina (peletizadora). En este proceso el scrap entra en una tobera que conduce a una cámara de caldeo. Un émbolo o tornillo sin fin empujan el plástico a través de la cámara de caldeo, y el scrap se ablanda fluidificándose y homogenizándose. La temperatura debe ser constante en cada tramo del extrusor, para lo cual se calienta el plástico con una resistencia eléctrica en forma de espiral y se mantiene la temperatura necesaria con un sistema de refrigeración.

El plástico homogenizado pasa por una malla para retener cualquier elemento extraño o impureza. Seguido, el plástico líquido pasa por una criba con agujeros que ocasionan la salida de "fideos" de plástico: este material se solidifica por la temperatura ambiente: para darle más dureza se lo pasa por una tina con agua y luego, mediante rodillos, estos "fideos" son transportados a una cortadora accionada por una biela, obteniéndose los pellets.

Luego estos pellets, son pesados, empacados y almacenados para su comercialización a fábricas de elaboración de productos plásticos.

Dentro de los residuos urbanos los plásticos representan aproximadamente el 10% en peso.



Figura 2: Plástico rígido reciclables

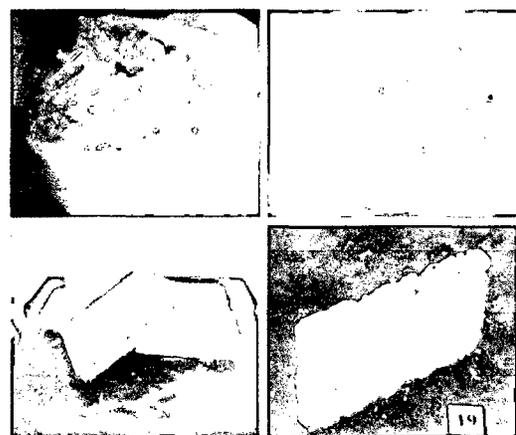


Figura 3: Proceso del plástico reciclado



**Figura 4: Envase de plástico reciclado**

### **1.5.3. Reciclaje de vidrio.**

En la ciudad de Cajamarca se produce aproximadamente 5.03 kg vidrio/año / persona. **(Municipalidad provincial de Cajamarca, Ciudad Saludable, ALAC 2007 - Pigars 2007).**

Los beneficios ambientales del reciclaje de vidrios se traducen en una disminución de los residuos municipales, disminución de la contaminación del medio ambiente, y un notable ahorro de los recursos naturales. Cada kg de vidrio recogido sustituye 1.2 kg de materia virgen.

El vidrio es una sustancia amorfa fabricada sobre todo a partir de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) fundida a altas temperaturas con boratos o fosfatos. También se encuentra en la naturaleza, por ejemplo en la obsidiana, un material volcánico, o en los enigmáticos objetos conocidos como tectitas.

El vidrio es un silicato que funde a 1.200 grados. Está constituido esencialmente por sílice (procedente principalmente del cuarzo), acompañado de caliza y otros materiales que le dan las diferentes coloraciones.

Desde el punto de vista de su aplicación, el vidrio se clasifica en industrial y doméstico.

Se entiende como vidrio industrial el vidrio que no es utilizado como envase para productos alimenticios (almacenamiento de productos químicos, biológicos, vidrio plano: ventanas, cristales blindados, fibra óptica, bombillas, etc).

Se entiende como vidrio doméstico el que se emplea para almacenar productos alimenticios (conservas, vinos, yogures, etc).

Desde el punto de vista del color los más empleados son:

- El verde (60%). Utilizado masivamente en botellas de vino, licores y cerveza, aunque en menor cantidad en este último.
- El blanco (25%). Usado en bebidas gaseosas, zumos y alimentación en general.
- El extraclaro (10%). Empleado esencialmente en aguas minerales, tarros y botellas de decoración.
- El opaco (5%). Aplicado en cervezas y algunas botellas de laboratorio.

El vidrio es un material que por sus características es fácilmente recuperable; especialmente el envase de vidrio ya que este es 100 % reciclable, es decir, que a partir de un envase utilizado, puede fabricarse uno nuevo que puede tener las mismas características del primero.

Muchas ciudades del mundo y en algunos lugares en el Perú, cuentan ya con contenedores de vidrio en los que puedes depositar botellas y todo tipo de envases de cristal que, al fundirlos, volverán a convertirse en vidrio.

Para que el material recuperado sea apropiado para la reutilización debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Que el material obtenido pueda ser utilizado de nuevo íntegramente.
- Que el nuevo material mantenga al 100% sus cualidades.
- Que el material resultante se utilice para fabricar el mismo producto del que proviene.

Los requisitos básicos para emplear envases de vidrio usados en la fabricación de envases de vidrio nuevos no han cambiado; el vidrio debe estar limpio, libre de tapas y anillos metálicos, y lo que es aún más importante, debe estar seleccionado por colores. Como consecuencia de estos criterios de fabricación, el procesamiento del vidrio ha evolucionado hasta incluir los pasos necesarios que garantizan una materia secundaria útil.

Los pasos básicos para el procesamiento del vidrio de envases son:

- Lavado inicial, separación de tapas.
- Separación por colores.
- Reducción del volumen mediante trituración o rotura
- Preparación para su transporte al mercado.
- Beneficio propio.

Estos pasos se realizan en diversas etapas después de la recuperación post consumidor y de la comercialización planificada del vidrio procesado.

### **1.5.3.1. Otras aplicaciones del vidrio reciclado**

Mediante continuas investigaciones que se han desarrollado en las industrias y universidades de diversas partes del mundo, se han identificado otros mercados para los vidrios rotos. El vidrio se utiliza, o puede ser utilizado, en la fabricación de:

Materiales de edificación y construcción, tales como ladrillos y tejas de arcilla, bloques, etc.; árido ligero para el hormigón y los plásticos; compuestos de polímeros de vidrio.

- Pintura reflectante para señales viales (elaborada con pequeñas esferas de vidrio).
- Aislamiento de lana de vidrio.
- Postes para cables telefónicos y para vallas (mezclando vidrios rotos con polímeros plásticos).
- Enmiendas de suelo para mejorar el drenaje y la distribución de la humedad.
- Arena artificial para la restauración de playas.
- Fibra de vidrio.
- Abrasivos.

Muchos otros materiales asociados con la industria de la construcción y la industria textil. La mayoría de estas aplicaciones ya han sido probadas.

- Reutilizar: Existen envases de vidrio retornable que, después de un proceso adecuado de lavado, pueden ser utilizados nuevamente con el mismo fin. Una botella de vidrio puede ser reutilizada entre 40 y 60 veces, con un gasto energético del 5% respecto al reciclaje. **Esta es la mejor opción.**

### **1.5.3.2. Tipo de vidrio que podemos reciclar:**

La mayor parte del vidrio es 100% reciclable, ya que éste no pierde sus propiedades en el proceso. Entre los que podemos reciclar están: Botellas de cerveza, gaseosa; Frascos y envases de vidrio; Frascos de medicina sin tapa; Potes de vidrio, etc.

### **1.5.3.3. Tipo de vidrio que no podemos reciclar:**

Lunas de ventana, cristales de automóviles, espejos, lentes, focos, cerámica y porcelana, cristal de plomo, pirex, faros de automóvil

### **1.5.3.4. Cuidados en el reciclaje de vidrio :**

Separar de acuerdo a su coloración: En cristalino, ámbar, azul o verde. Los envases deben estar limpios y sin tapas.

Se debe tener cuidado al manipular vidrio para evitar accidentes, debemos colocarlos en contenedores resistentes.

#### **1.5.3.5. Alternativas de uso del vidrio reciclado :**

La primera utilidad del vidrio reciclado es su envío a las fábricas para su reconversión en envases.

Cómo alternativas tenemos:

- La fabricación de vitrocerámicas.
- La mezcla de vidrio triturado con arcilla para la obtención de gres.
- Fabricación de piezas sinterizadas.
- Utilización en talleres ocupacionales.
- La formación de piezas moldeables.

#### **1.5.3.6. Beneficios de reciclar el vidrio :**

- El vidrio depositado para reciclaje vuelve en un 100% a ser reutilizado.
- Disminución de los residuos municipales.
- Disminución de la contaminación del medio ambiente.
- Ahorro de los recursos naturales. Cada kg de vidrio recogido sustituye 1.2kg de materia virgen.
- Ingresos económicos.

### **1.5.4. Reciclaje de otros residuos :**

Diariamente, utilizamos una cantidad considerable de envases de los llamados ligeros. Envases de plásticos (poliestireno blanco, de color, PET, PVC, otros) Latas de hierro, aluminio, tetra pack. Los tetra pack se pueden reciclar aprovechando conjuntamente sus componentes (fabricación de aglomerados), o bien con el aprovechamiento separado de cada material (papel y aluminio).

#### **1.5.4.1. Reciclaje de Pilas y baterías:**

Las pilas usadas no son un residuo cualquiera, son un residuo especial, tóxico y peligroso.

**Pilas Botón:** Se utilizan en relojes, calculadoras, controles remotos, etc. A pesar de su reducido tamaño son las más contaminantes.

**Pilas grandes:** Pilas cilíndricas o de pequeñas baterías, que contienen menos metales pesados, pero se producen muchas más.

Cuando, incorrectamente, se tiran las pilas con los restos de los desechos, estas pilas van a parar a algún botadero o al relleno sanitario. Entonces el mercurio y otros metales pesados tóxicos pueden llegar al medio y perjudicar a los seres vivos.

- Previo a la recolección o almacenamiento de pilas en cualquiera de sus variedades, se debe tener siempre presente, que existan plantas que traten este tipo de residuo, ya que al verse con una gran cantidad de pilas sin tener un destino, podemos provocar mucho mas daño al ecosistema al botarlas concentradamente.
- Con el reciclaje de las pilas, se recupera el mercurio (de elevado riesgo ambiental) y valorizamos el plástico, el vidrio y los otros metales pesados contenidos en las pilas.
- Las pilas botón pueden ser introducidas en un destilador sin necesidad de triturarlas previamente. La condensación posterior permite la obtención de un mercurio con un grado de pureza superior al 96% .
- Las pilas normales pueden ser almacenadas en previsión de poner en marcha de forma inmediata un sistema por el cual serán trituradas mecánicamente, y de la que se obtendría escoria férrica y no férrica, papel, plástico y polvo de pila.
- El polvo de pila sigue diferentes procesos para recuperar los metales que contiene.

#### 1.5.4.2. Residuos reaprovechables y productos finales

Tabla 2. Algunos tipos de residuos y su posible aprovechamiento

Residuos	Productos finales
Bagazo de caña de azúcar	Papel
Papel y cartón	Cartón
Polietileno de alta densidad	Tarimas de plástico
Hule de llanta	Loderas para camión
Hule, cuerda nylon, alambre de acero	Llantas
Polietileno. PVC	Poliducto para agua e instalaciones eléctricas
Madera de pino	Aglomerados
Retacería de vidrio	Toda clase de productos de vidrio
Fibra de vidrio de tercera	Fibra de vidrio para aislamientos termostáticos
Chatarra de acero	fabricación, maquinaria y estructuras.
Chatarra de aluminio, hierro y bronce	Piezas de maquinaria en general
Chatarra de cobre	Conectores eléctricos, tuercas y válvulas.
Chatarra de aluminio	Lingote de aluminio para la industria envasadora.
Desperdicios de zinc, aluminio y plomo	Oxido de cinc
Desperdicios de conductores eléctricos	Barras de cobre
Retacería de ladrillo refractario	Material refractario

Frutas, legumbres, pan y carne en descomposición	Alimento para animales(lombrices) mejoradores del suelo
Huesos y cartilagos	Alimentos, gelatinas, cosméticos, pegamentos, farmacéuticos, abonos y fertilizantes.
Llantas	Suelas para zapatos, juegos infantiles.
Plástico en película	Hidroxietil celulosa
Otros plásticos	Juguetes, suelas para zapatos, tenis, etc.
Colchones viejos	Colchones y bases para colchón
Envases de vidrio	Envases para mermeladas, café, etc.
Botellas	Se vuelven a utilizar
Trapo	Estopa

Fuente de cantidad de residuos: (Municipalidad provincial de Cajamarca, Ciudad Saludable, ALAC 2007 - PIGARS 2007)

### 1.5.4.3. Ingresos estimados por comercialización de residuos sólidos inorgánicos en la ciudad Cajamarca.

Tabla 3. Valorización y cantidad de residuos sólidos comerciados

Residuos orgánicos	kilos /día	costo/ kilo	Total /nuevos soles
cartón	2,928.30	0.20	585.66
Plástico rígido y pet	4,710.25	0.90	4,239.23
bolsas	5,640.95	1.00	5,640.95
vidrio	1,747.9	0.10	174.79
Telas y textiles	2,054.35	0.40	821.74
papel	4,210.85	0.10	421.09
Fierros y otros metales	2,008.95	0.30	602.69
			<b>12,486.15</b>

Fuente de cantidad de residuos: (Municipalidad provincial de Cajamarca, Ciudad Saludable, ALAC 2007 - PIGARS 2007)

<b>Ingreso mensual aprox por comercialización de residuos sólidos, en nuevos soles</b>	<b>Ingreso anual aprox por comercialización de residuos sólidos, en nuevos soles</b>
<b>S/. 374,584.50</b>	<b>S/. 4,495,014.00</b>

## 4.2. CAPITULO II

### GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

#### 2.2. BASE LEGAL.

- **Ley N° 28611, “Ley General del ambiente” (Titulo II, Capitulo III; Artículo 119°)**  
**Artículo 119°.-** Del manejo de los residuos sólidos

**119.1** La gestión de los residuos sólidos de origen domestico, comercial o que siendo De origen distinto presenten características similares a aquellos, son de responsabilidad de los gobiernos locales. Por ley se establece el régimen de gestión y manejo de los residuos Sólidos municipales:

- **Ley N° 27314 “Ley General de los residuos Sólidos” Modificado por DL. N° 1065 (titulo II, capitulo II, Artículos 4° y 10° )**

En el año 2000 fue publicada la Ley 27314, Ley general de residuos sólidos, en el 2004 el reglamento de la Ley antes mencionada y en el año 2008 el Decreto legislativo N° 1065 que modifica algunos artículos de la Ley general, éstos instrumentos legales han permitido difundir las competencias y responsabilidades de los gobiernos provinciales, distritales y de los sectores competentes para el manejo de los residuos sólidos en nuestro País, de acuerdo a los resultados de las encuestas sobre la contaminación ambiental por residuos sólidos en nuestra ciudad, para el 29.71% es la contaminación de los ríos, el 31.16 % menciona la contaminación de las calles, el 23.19% dice que los botaderos, el 10.87% menciona la quema de la basura y el 5.07% no sabe. (De La torre 2011)

Si revisamos la Ley 27314 podemos decir que la Municipalidad de Cajamarca tiene competencia sólo en el manejo de residuos domiciliarios, comerciales y similares a éstos (residuos municipales); más no con los residuos de origen hospitalario, industrial y de construcción (residuos no municipales).

- Asimismo, según la **ordenanza 014-2009 CMPC**, existen sanciones para las personas que arrojen residuos a la vía pública. Esto surge como un a manera de presionar a los vecinos para que respeten la adecuada eliminación y recolección de los residuos.
- **Ley N° 27972, “ Ley orgánica de municipalidades” ( Titulo V , capitulo II )**

**Artículo 80°.-** Saneamiento, Salubridad y Salud.

Las municipalidades, en materia de saneamiento, salubridad y salud ejercen las siguientes funciones:

(...)

Funciones específicas exclusivas de la las municipalidades:

Proveer del servicio de limpieza pública determinando las áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y el aprovechamiento industrial de desperdicios.

- **Ley N° 29419 que regula La actividad de Los recicladores**

Artículo 1.- objeto de la Ley

El objeto de la presente Ley es establecer el marco normativo para la regulación de las actividades de los trabajadores del reciclaje, orientada a la protección, capacitación y promoción del desarrollo social y laboral, promoviendo su formalización, asociación y contribuyendo a la mejora en el manejo ecológicamente eficiente de los residuos sólidos en el país, en el marco de los objetivos y principios de la Ley núm. 27314, Ley General de Residuos Sólidos, y la Ley núm. 28611, Ley General del Ambiente.

### **3.2. Plan Integral de Gestión Ambiental de residuos sólidos de la Municipalidad Provincial de Cajamarca PIGARS.**

El PIGARS de la provincia de Cajamarca es un instrumento que surge de la coordinación y concertación entre todas las municipalidades e involucra a los sectores salud y educación y a instituciones locales que trabajan por la recuperación ambiental de nuestras ciudades, en el marco del Plan de desarrollo concertado de la provincia, el Plan de desarrollo regional y los objetivos nacionales.

El PIGARS tiene por objetivo establecer de manera consensuada las condiciones para una adecuada gestión y manejo de los residuos sólidos, asegurando eficacia, eficiencia y sostenibilidad, desde su generación hasta su disposición final, incluyendo procesos de minimización: reducción, reutilización y reciclaje de residuos sólidos. Cabe señalar que este documento incluye los aportes recogidos en:

- Visitas de campo realizadas durante el mes de Junio del 2004 para evaluar los servicios de limpieza pública y en las entrevistas a funcionarios de limpieza pública de los distritos de la provincia así como a representantes de instituciones públicas y privadas locales.
- Levantamiento, revisión y sistematización de la información proporcionada por los funcionarios directamente vinculados a la gestión y manejo de los residuos sólidos.
- Además, toma en cuenta los resultados del estudio de caracterización de los residuos sólidos de la ciudad de Cajamarca realizado el año 2004 y, complementariamente, toma la información proporcionada por los Censos Nacionales de Población y Vivienda, realizados por el INEI, especialmente, en los años 1993 y 2005. Además, toma en cuenta los estudios y la información socio-económica proporcionada por la Asociación Los Andes de Cajamarca.

- Revisión de la información proporcionada por la Dirección Regional de Salud de Cajamarca sobre la evaluación del riesgo sanitario por efectos del manejo de los residuos sólidos. Esta información se levanto durante todo el año 2006 e incluso se dispone de la evaluación de los meses de enero a abril, del presente año.
- Taller de trabajo para la actualización del PIGARS, realizado el día 02 de julio en el Auditorio de la Municipalidad Provincial de Cajamarca con la participación activa de las municipalidades distritales y de entidades locales vinculadas a la gestión de los residuos sólidos (**Municipalidad provincial de Cajamarca, Ciudad Saludable, ALAC 2007 - PIGARS 2007**)

### **2.3.1. Definición del Alcance del PIGARS**

#### **Identificación del Área Geográfica y Periodo de Planeamiento**

El área geográfica comprendida por el PIGARS-Cajamarca incluye a la ciudad capital y a los once distritos que conforman la provincia. Al respecto, el territorio que ocupa la provincia es 2.979.28km<sup>2</sup> y, se estima que al año 2007, alberga una población urbana de 147.137 habitantes (**Municipalidad provincial de Cajamarca, Ciudad Saludable, ALAC 2007 - PIGARS 2007**)

El periodo de planeamiento del PIGARS es de 10 años como mínimo, por esto, se estima que la población urbana demandante de los servicios de limpieza pública al año 2017 serán 194.09 habitantes.

Este horizonte constituye un referente además, para evaluar las inversiones en infraestructura básica como por ejemplo, rellenos sanitarios y plantas de tratamiento y, también, para evaluar la inversión en equipamiento de recolección y tratamiento de residuos sólidos.

Las acciones que se proponen en el PIGARS tienen un horizonte de planeación de corto plazo (1 a 2 años), mediano (3 a 5 años) y largo plazo (mas de 5 años). Son directrices cuyas estrategias y planes de operativización se irán ajustando conforme se alcancen los resultados previstos y el escenario local, regional y nacional vaya cambiando (**Municipalidad provincial de Cajamarca, Ciudad Saludable, ALAC 2007 - PIGARS 2007**)

#### **Selección de los Tipos de Residuos que se Considerarán en el PIGARS**

Los residuos sólidos que se atenderán principalmente en el PIGARS son del tipo municipal, es decir, de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a estos, en todo el ámbito de su jurisdicción.

- Residuos sólidos de origen domiciliario.
- Residuos sólidos de origen en mercados, ferias o paraditas.

- Residuos sólidos de origen en establecimientos comerciales (oficinas, restaurantes, hoteles y similares)
- Residuos sólidos de instituciones educativas.
- Maleza.
- Residuos recolectados en el barrido de calles.

Debe tenerse presente que el Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos establece en su artículo 22, que “Los residuos sólidos de ámbito municipal son de responsabilidad del municipio desde el momento en que el generador los entrega a los operarios de la entidad responsable de la prestación del servicio de residuos sólidos, o cuando los dispone en el lugar establecido por dicha entidad para su recolección; debiendo en ambos casos, cumplirse estrictamente las normas municipales que regulen dicho recojo ...”. Además señala que “Las municipalidades provinciales regularán aspectos relativos al manejo de los residuos sólidos peligrosos de origen doméstico y comercial; incluyendo la obligación de los generadores de segregar adecuadamente los mismos, de conformidad con lo que establece el reglamento. Así mismo implementarán campañas de recojo de estos residuos de manera sanitaria y ambientalmente segura”.

Sin embargo, también incluirá el manejo de los residuos de los establecimientos de salud, de los residuos de construcción (desmote) y los residuos generados por la pequeña industria, en tanto, constituyen riesgo sanitario alto y no existen ofertas privadas o públicas para el tratamiento y la disposición final de estos residuos en la provincia de Cajamarca. Por esto, se recomienda que en el diseño de los rellenos sanitarios, se contemple la construcción de celdas de seguridad para la disposición de estos residuos. Además, se fomente la inversión pública y/o privada para dar solución al manejo, tratamiento y disposición de los residuos peligrosos y especiales, generados en los establecimientos del sector salud (**Municipalidad provincial de Cajamarca, Ciudad Saludable, ALAC 2007 - PIGARS 2004**)

#### **Establecimiento del Nivel del Servicio que se desea alcanzar**

El nivel de servicio que se deberá alcanzar se define en los siguientes puntos:

- Promover estrategias de minimización o reaprovechamiento de los residuos sólidos en cada uno de los distritos de la provincia de Cajamarca y, además, programas de segregación en la fuente (separación sanitaria y segura de sus componentes) y de recolección selectiva de residuos sólidos para facilitar el reaprovechamiento, tratamiento y posterior comercialización.
- Cobertura del 100% de recolección; recuperación y aprovechamiento de los residuos reciclables; y, disposición final adecuada de residuos sólidos no reciclables, de responsabilidad municipal.

Fortalecimiento institucional de la Municipalidad Provincial de Cajamarca y de las once Municipalidades distritales para mejorar la gestión y el manejo de los residuos sólidos, en forma eficiente, eficaz y sostenible.

Fomento de la inversión privada en el marco y el espíritu de la Ley General de Residuos Sólidos que en su artículo 26 señala que "El Estado prioriza la prestación privada de los servicios de residuos sólidos, del ámbito de la gestión municipal y no municipal, bajo criterios empresariales y de sostenibilidad de la prestación, eficiencia, calidad, continuidad y la mayor cobertura de los servicios, así como de prevención de impactos sanitarios y ambientalmente negativos...".

Participación activa y comprometida de la sociedad civil, de sus instituciones públicas y privadas, de los gremios empresariales y de las organizaciones sociales de base y de la población en general en la gestión y manejo de los residuos sólidos.

## **2.3.2. Definición de los Objetivos y Metas del PIGARS**

### **2.3.2.1. Objetivos Estratégicos del PIGARS**

Los objetivos estratégicos del PIGARS que fueron planteados de manera colectiva por funcionarios de las municipalidades involucradas y representantes de instituciones y organizaciones sociales locales, que facilitaran el proceso de mejora continua del sistema de gestión y manejo de los residuos sólidos en la provincia de Cajamarca, son los siguientes:

1. Incrementar los niveles de educación, capacitación y sensibilización ambiental en la población y los diferentes grupos de interés organizados de la provincia de Cajamarca, incluyendo tomadores de decisión.
2. Fortalecimiento e implementación de las municipalidades para asegurar la adecuada prestación del servicio de limpieza pública.
3. Consolidar la participación inter-institucional y la convergencia de esfuerzos en la gestión de los residuos sólidos (**Municipalidad provincial de Cajamarca, Ciudad Saludable, ALAC 2007 - PIGARS 2007**)

### **2.3.2.2. Metas Estratégicas del PIGARS**

Las metas estratégicas del PIGARS, por cada objetivo estratégico son:  
Metas en relación al objetivo 1: ***"Incrementar los niveles de educación, capacitación y sensibilización ambiental en la población y los diferentes grupos de interés organizados de la provincia de Cajamarca, incluyendo tomadores de decisión"***.

1. Desarrollar un programa de educación ambiental formal y no formal que desarrolle conciencia ambiental en los ciudadanos para cambios de actitud en la gestión y manejo de los residuos sólidos.
2. Promover la minimización así como el reuso de los residuos sólidos en la provincia.
3. Generar una corriente de opinión entre los pobladores de Cajamarca favorable a la reducción, reuso y reciclaje de los residuos sólidos, vale decir, "consumidores responsables".
4. Generar una cultura de pago del servicio de residuos sólidos.

**Metas en relación al objetivo 2: "Fortalecimiento e implementación de las municipalidades para asegurar la adecuada prestación del servicio de limpieza pública".**

1. Lograr una cobertura del 100% de recolección de residuos sólidos en todas las zonas incluidas en el PIGARS.
2. Disponer 100% de los residuos sólidos recolectados (no reaprovechables) en el relleno sanitario y hacer la remediación de las áreas degradadas por la disposición inadecuada de los residuos sólidos (riberas de los ríos, quebradas y otras).
3. Desarrollar estrategias para el reaprovechamiento y/o minimización de los residuos sólidos y masificar su práctica en condiciones de formalidad (fomentar la constitución de microempresas).
4. Lograr la sostenibilidad técnica y financiera del servicio de limpieza pública, con amplia participación del sector privado y generando una cultura de pago de la población.

**Metas en relación al objetivo 3: "Consolidar la participación inter-institucional y la convergencia de esfuerzos en la gestión de los residuos sólidos".**

1. Conformar los miembros del Comité Técnico organizativo de gestión de los residuos sólidos.
2. 40% de las instituciones involucradas activamente en la gestión de los residuos sólidos.
3. Implementar el PIGARS.
4. Instalación e implementación de 10 Comisiones Ambientales Municipales.

**Tabla 4: Objetivos y metas estratégicas del PIGARS en Cajamarca son**

Objetivo	Meta
<p>1. Incrementar los niveles de educación, capacitación y sensibilización ambiental en la población y los diferentes grupos de interés organizados de la provincia de Cajamarca, incluyendo a los tomadores De decisión</p>	1.1 Desarrollar un programa de educación ambiental formal y no formal que desarrolle conciencia ambiental en los ciudadanos para cambios de actitud en la gestión y manejo de los residuos sólidos
	1.2 Promover la minimización así como el reuso de los residuos sólidos en la provincia
	1.3 Generar una corriente de opinión entre los pobladores de Cajamarca favorable a la reducción, reuso y reciclaje de los residuos sólidos, vale decir, "consumidores responsables"
	1.4 Generar una cultura de pago del servicio de residuos sólidos.
<p>2. Fortalecimiento e implementación de las municipalidades para asegurar la adecuada prestación del servicio de limpieza pública.</p>	2.1 Lograr una cobertura del 100% de recolección de residuos sólidos en todas las zonas incluidas en el PIGARS
	2.2 Disponer 100% de los residuos sólidos recolectados (no reaprovechables) en el relleno sanitario y hacer la remediación de las áreas degradadas por la disposición inadecuada de los residuos sólidos (riberas de los ríos, quebradas y otras).
	2.3 Desarrollar estrategias para el reaprovechamiento y/o minimización de los residuos sólidos y masificar su práctica en condiciones de formalidad (fomentar la constitución de microempresas).
	2.4 Lograr la sostenibilidad técnica y financiera del servicio de limpieza pública, con amplia participación del sector privado y generando una cultura de pago de la población.
<p>3. Consolidar la participación inter-institucional y la convergencia de esfuerzos en la gestión de los residuos sólidos</p>	3.1 Conformar los miembros del Comité Técnico organizativo de gestión de los residuos
	3.2 40% de las instituciones involucradas activamente en la gestión de los residuos sólidos.
	3.3 Implementar el PIGARS
	3.4 Instalación e implementación de 10 Comisiones ambientales municipales

### 2.3.3. Identificación y Evaluación de Alternativas

#### 2.3.3.1. Consideraciones Generales

- a. **Niveles de intervención.** Por el desarrollo urbano de las ciudades de la provincia de Cajamarca y la evolución de la demanda de los servicios ambientales en cada una de ellas, es recomendable establecer tres niveles de intervención claramente diferenciados:

Niveles de intervención	Ciudades
I nivel	La ciudad de Cajamarca que tiene una generación mayor de 100 toneladas diarias de residuos sólidos
II nivel	La Ciudad Los Baños del Inca que tiene una generación mayor a las 10 toneladas de residuos sólidos
III nivel	10 Ciudades pequeñas con una generación menor a 1.5 toneladas de residuos sólidos como es el caso de Asunción, Chetilla, Cospán, Encañada, Jesús, Llacanora, Magdalena, Namora, Matara y San Juan.

- b. **Gestión participativa de los servicios de limpieza pública.** Coherentes con la visión y el enfoque de gestión de las Municipalidades involucradas, se promoverá la participación ciudadana para involucrarlas en la planificación, implementación y especialmente, el control social de los servicios. En esa orientación se fortalecerá la participación de las redes vecinales, redes escolares, etc.
- c. **Promover la participación de los agentes generadores de residuos sólidos.** Consientes que "Ciudades limpias no son las mas se limpian sino las que menos se ensucian", se promoverá que los generadores de residuos sólidos: pobladores (incluyendo a turistas) y funcionarios, trabajadores y usuarios de los servicios de instituciones educativas, establecimientos de salud y de establecimientos comerciales participen activamente en el cuidado de sus ciudades, estimulando actitudes y conductas amigables con el medioambiente.
- d. **Sobre el uso de tecnologías de manejo de residuos sólidos.** Existen experiencias de sistemas de limpieza pública que responden

con eficacia, eficiencia y sostenibilidad la creciente demanda de servicios ambientales en las ciudades identificadas en el tercer nivel. Además, permiten ampliar el servicio a zonas residenciales que se encuentran ubicadas en lugares de difícil acceso y/o la población es pequeña (menos de 10 mil habitantes). Se trata además de valorar y desarrollar el conocimiento y las tecnologías locales. En el caso de las tecnologías de recolección se observó en los distritos el uso de tractores que halan un carromato, así también, el uso de carretilla cuándo la cantidad de residuos es pequeña. También pueden utilizarse vehículos como triciclos de carga para el servicio de recolección. Sobre las plantas de tratamiento, existen experiencias locales como San Juan, Llacanora, Jesús y otras que pueden y deben ser fortalecidas. En el caso de los rellenos sanitarios, la ley exige que ciudades con una generación mayor a las 50 toneladas por día, como es el caso de Cajamarca, cuenten con un relleno sanitario mecanizado. Si la generación es menor a 20 toneladas, la Ley permite el funcionamiento de los rellenos sanitarios manuales, tal es el caso de Los Baños del Inca, Llacanora, entre otros.

- e. **Coordinación inter e intra institucional para una intervención integral y sostenida.** Es conveniente que la Municipalidad provincial y las municipalidades distritales articulen esfuerzos con el Gobierno regional y las instituciones de los sectores salud, educación, producción, turismo, vivienda y construcción y, minería, con la finalidad de contar con una intervención integral, sostenida y optimizar el uso de los recursos locales.
- f. **Mejorar las capacidades de Gerencia de las Municipalidades.** Las nuevas gestiones municipales cuentan con la decisión política de recuperar sus ciudades y mejorar la gestión y manejo de los residuos sólidos, sin embargo, requieren desarrollar en el corto plazo, capacidades de gerencia. Esto exige capacitar a funcionarios directamente involucrados en la gestión de los servicios, al personal operativo, a autoridades municipales y también a líderes y líderes de la sociedad civil.
- g. **Fomentar la inversión privada.** Las Municipalidades promueven el desarrollo económico local y alientan el crecimiento de la inversión privada, en el marco de lo dispuesto por la Ley General de residuos sólidos, especialmente, de la inversión privada local. En ese sentido, deberá evaluarse en cada distrito, las opciones de alianzas para generar empresas mixtas y/o la descentralización y privatización de algunas o de todas las etapas del servicio de manejo de residuos sólidos, p.ej.: recolección selectiva con inserción económica de los segregadores informales; plantas de tratamiento y rellenos sanitarios construidas con inversión privada y bajo administración privada.

**h. El uso de los medios de comunicación.** Los medios de comunicación social, televisión, radio y periódicos constituyen instrumentos eficaces para desarrollar educación y sensibilización ambiental en la población.

### **2.3.3.2. Las Alternativas de puesta en marcha y de corto plazo**

#### **A. Alternativas de Educación y Sensibilización**

- 1. Realizar un programa de sensibilización y educación a la población para el cambio de actitudes.** Este programa tendrá tres componentes: (1) sensibilización a través de medios de comunicación masiva -estimulando prácticas adecuadas de manejo de residuos sólidos y promoviendo una cultura de pago de arbitrios; (2) sensibilización ambiental en instituciones educativas que comprenda la capacitación de docentes, trabajadores y estudiantes. Esta actividad deberá involucrar al Gobierno Regional, la Dirección Regional de Educación de Cajamarca, la Municipalidad Provincial y las Municipalidades distritales; y, (3) campañas de sensibilización "Cajamarca, Ciudad Saludable" que comprenderá la organización y realización de pasacalles festivos, realización de obras teatrales, elaboración de murales y la distribución de materiales educativos. El contenido educativo priorizará principios de Minimización, enseñando prácticas para Reducir, Reusar y Reciclar los residuos sólidos.
  
- 2. Elaboración e Implementación de un Plan de Minimización de Residuos** para cada uno de los distritos de la provincia, acorde a la Guía de Elaboración de Planes de Minimización que el CONAM ha elaborado. Este plan comprenderá: (1) **campañas de recolección de residuos sólidos** en la ciudad capital y en todos los distritos; y, (2) **campañas para la utilización de bolsa de tela "bolsa sana"** para la compra de pan, incorporando a las panaderías en esta campaña. Así también, se promoverá el uso de canastas o bolsas de yute u otro material biodegradable para la compra en los mercados. Complementariamente, se realizará un estudio de valoración del gasto que realizan las panaderías en adquirir bolsas plásticas versus la confección de bolsas de tela o papel, diseñando un slogan motivador para la bolsa. Además se buscará alianzas con los sectores empresariales.
  
- 3. Desarrollar programas de segregación en la fuente de residuos reaprovechables en la ciudad capital y en todos los distritos,** involucrando a las viviendas, instituciones educativas, mercados y establecimientos comerciales. Complementariamente, el programa estimulará en los establecimientos de salud la separación de residuos comunes de los biocontaminados, con la finalidad de disminuir el volumen de residuos biocontaminados que deberán ser dispuestos en las celdas de seguridad de los

rellenos sanitarios. Complementariamente, deberán evaluarse y aprobarse incentivos ambientales que beneficien a la población y premien actitudes amigables con el ambiente y realizarse un estudio para aprovechar residuos orgánicos y utilizarlos para la alimentación de animales.

4. **Desarrollar campañas de sensibilización tributaria** en la provincia promoviendo en la población de la ciudad capital y de los distritos, una cultura de pago por los servicios ambientales recibidos. Estas campañas se realizarán a través de los medios de comunicación masiva.
5. **Descentralizar la fiscalización del servicio nombrando supervisores ambientales ciudadanos** que participen activamente en el control y evaluación de los servicios municipales. Esto comprende, por un lado, la capacitación de los supervisores y, por otro, brindarles acompañamiento en sus labores, así como realizar talleres de evaluación.

## **B. Alternativas de Fortalecimiento de las Municipalidades**

1. **Elaboración, aprobación y difusión de una Ordenanza marco para el manejo de los residuos sólidos en la provincia**, acorde a la Ley N° 27314 Ley General de Residuos Sólidos y su respectivo reglamento. Esta ordenanza, además, contendrá un Programa de incentivos y sanciones para lograr un adecuado manejo de los residuos sólidos, priorizando el incentivo en la implementación de planes de minimización.
2. **Explicitar y difundir las asignaciones de roles y funciones dentro de las estructuras orgánicas de las municipalidades**. Para ello, se elaborará y difundirá un Manual de Organización y funciones de los trabajadores asignados a la gestión y manejo de residuos sólidos.
3. **Optimizar y ampliar el servicio de recolección de residuos sólidos en la Ciudad capital y en todos los distritos de la provincia de Cajamarca**. Comprende las siguientes acciones: (1) la revisión de los Programas de Operación y la Optimización de Rutas de Recolección incorporando programas de recolección selectiva de residuos sólidos; (2) la evaluación mecánica de los vehículos recolectores para tomar las decisiones de reemplazo o repotenciación de los mismos; y, complementariamente, (3) deberá ejecutarse un Programa para la mejora de las condiciones de trabajo de todo el personal operativo de limpieza pública que incluya la dotación de uniformes, implementos de bio-seguridad, adquisición de herramientas básicas y la implementación de servicios básicos.

En el caso de Cajamarca existe la necesidad de evaluar 05 vehículos compactadores y un camión baranda, sin embargo, se recomienda el retiro del servicio de vehículos que tienen mas de 19 años de servicio. En los Baños del

Inca deberá repotenciarse un volquete. En el tercer nivel, en las ciudades con una generación menor a 1.5 toneladas por día, también debe realizarse la evaluación del equipamiento, que se encuentra en mal estado. En estas municipalidades se promoverán la implementación de sistemas intensivos en mano de obra y tecnologías sencillas, no contaminantes y, de bajo costo de inversión y operación.

- 4. Implementar sistemas de disposición final de residuos sólidos en la provincia.** Comprende: (1) la elaboración de proyectos de inversión pública; (2) la elaboración de expedientes técnicos; (3) la promoción de la participación de la inversión privada, es el caso de Cajamarca; (4) la construcción y operación de los rellenos sanitarios; y, complementariamente, (5) la clausura y recuperación ambiental de botaderos en toda la provincia, sin excepción.

Cajamarca requiere la construcción de un nuevo relleno sanitario debiendo elaborarse un perfil e incluso, prever estudios de Prefactibilidad y de Factibilidad previos a la formulación del expediente técnico y además prever la adquisición de un terreno adecuado con una vida útil estimada no menor a los 10 años; en Los Baños del Inca, deberá fortalecerse el sistema de disposición final; y en las otras ciudades, deberá preverse inversiones para la construcción de rellenos sanitarios manuales.

- 5. Elaborar e implementar planes de reaprovechamiento de residuos sólidos.** Comprende las siguientes acciones: (1) la formulación de perfiles de proyectos de inversión pública; (2) la formulación de expedientes técnicos; (3) promoción de la participación de la inversión privada; (4) la construcción y manejo de plantas de tratamiento para la producción de compost, lombricultura y para la recuperación, almacenamiento y comercialización de residuos como papel, cartón, plásticos, metales y vidrios.

Cajamarca deberá adquirir un terreno y evaluar la participación de los segregadores informales; en el caso de Los Baños del Inca se deberá prever inversiones para fortalecer la experiencia; y en el resto de ciudades, se deberá prever un fondo para apoyar las iniciativas de producción de compost y un almacén para productos recuperados.

- 6. Implementar un Programa de sostenibilidad económica de los servicios de limpieza pública** aplicando los criterios de las resoluciones emitidas por el Tribunal Constitucional y los criterios promovidos por el Sistema Integrado de Administración Financiera del Ministerio de Economía y Finanzas. Comprende:

- Cálculo de costos de los servicios de limpieza pública;
- Determinación de los arbitrios de limpieza pública que complementariamente contemple
- Incentivos a los buenos contribuyentes;

- Revisión y organización de un sistema de cobranza de arbitrios, evaluando las posibilidades de su descentralización a través de empresas de cobranzas; y
  - La elaboración, aprobación y difusión de las ordenanzas de arbitrios.
7. **Evaluar las posibilidades de participación de la inversión privada en la gestión del servicio de limpieza pública o de algunas de sus etapas:** privatización ó alianzas para constituir empresas mixtas.
  8. **Desarrollar un programa modular y sostenido de capacitación teórico-práctica, dirigido a las autoridades, funcionarios y trabajadores del área de limpieza pública de las municipalidades.** Los temas prioritarios son:
    - a. Tratamiento y disposición final de residuos sólidos;
    - b. Educación ambiental;
    - c. Manejo integral de residuos sólidos;
    - d. Recolección y transporte de residuos sólidos;
    - e. Reciclaje y comercialización;
    - f. Participación ciudadana en la gestión ambiental de los residuos;
    - g. Normatividad municipal.
- C. Consolidar la participación inter-institucional y la convergencia de esfuerzos en la gestión de los residuos sólidos**
1. **Fortalecimiento del Comité PIGARS en las Municipalidades.** Comprende:
    - a. Reconocimiento formal;
    - b. La elaboración participativa del Plan de Trabajo del Comité;
    - c. Fortalecimiento de sus integrantes a través de un Programa de Capacitación; y, complementariamente, acompañamiento y seguimiento al Comité.
  2. **Facilitar la participación ciudadana en la gestión de los residuos sólidos.** Para ello, se elaborará un inventario de las organizaciones locales y, además se buscará que asuman un compromiso activo a través de la realización de talleres, asambleas y actividades.
  3. **Socializar el PIGARS a nivel provincial** y realizar intercambio de experiencias distritales mediante pasantías y reuniones de trabajo.
  4. **Organizar y fortalecer las Comisiones Ambientales Municipales** promoviendo la certificación ambiental de las Municipalidades, definiendo la política ambiental y elaborando la agenda ambiental.

### **2.3.3.3. Las alternativas de mediano plazo (3 a 5 años)**

A continuación se desarrollan las alternativas para el mediano plazo por cada sub-programa, que se implementarán en base a **2 ejes estratégicos**:

- Institucionalización y consolidación de los proyectos implementados en el corto plazo.
- Consolidación de la sustentabilidad técnica y económica del sistema de gestión de residuos sólidos.

#### **❖ Sub-programa de Educación y Sensibilización**

- a) Institucionalización del Programa de educación en el sector educación y ampliar al sector salud. Institucionalizar el programa mediante la firma de un convenio con los sectores educación y salud para fortalecer la sensibilización en el sector educación y ampliar la sensibilización ambiental a los trabajadores y usuarios de los servicios de salud.
- b) Planes de Minimización de residuos sólidos.
  - Llegar al 100% de la población con el programa de segregación en la fuente a nivel domiciliario.
  - Consolidar el programa de segregación en la fuente de residuos bio-contaminados en los establecimientos de salud.
  - Institucionalizar acciones de segregación en la fuente en grandes generadores de residuos sólidos y consolidar la segregación en la fuente en instituciones públicas y privadas.
- c) Institucionalizar y fortalecer el sistema de fiscalización vecinal dotando a las redes vecinales de instrumentos de seguimiento y evaluación y, premiando a los mejores.

#### **❖ Sub-programa de fortalecimiento de las municipalidades**

- a) Mejora continua del servicio de recolección. Establecer ajustes y mejoras en la organización y operación del sistema de recolección y transporte de residuos.
- b) Disposición final adecuada de residuos sólidos municipales,
- c) Optimizar el uso del relleno sanitario, mejorando las operaciones, uso de áreas, etc.,
- d) Recuperar áreas usadas como botaderos para la implementación de áreas de recreación para los ciudadanos.

- e) Construcción de un relleno de seguridad para residuos sólidos no municipales en la provincia.
- f) Generación de ingresos, producto de la comercialización de residuos sólidos.
- g) Consolidar la operación técnica y financiera del servicio de limpieza pública, con recaudación obtenida y recursos humanos calificados.

❖ **Sub-programa de consolidación de la participación inter-institucional**

- a) **Consolidar el trabajo del Comité PIGARS,**
  - Monitorear el cumplimiento del Plan de trabajo
  - Involucrar a nuevos actores en el Comité
  - Difundir los resultados del trabajo desarrollado por el Comité
  - Establecer mecanismos de renovación y participación de las organizaciones e instituciones en el Comité.
- b) **Las organizaciones promueven acciones para mejorar el manejo de los residuos sólidos.** Evaluar de forma participativa los alcances logrados en la aplicación del PIGARS y establecer los ajustes correspondientes para continuar con su implementación.
- c) **Consolidar la participación ciudadana en la gestión de los residuos sólidos, con la plena participación de las organizaciones locales.**
- d) **Monitoreo y evaluación del PIGARS.** El Comité cuenta con sistemas de evaluación y monitoreo del PIGARS provincial.
- e) **Plena implementación de la Agenda Ambiental con el liderazgo de las Comisiones Ambientales Municipales.**

**2.3.3.4. Las alternativas de largo plazo (5 a 10 años)**

- ❖ **Sub-programa de Educación y Sensibilización.**
  - Promover acciones para la mejora continua del programa institucional de educación, capacitación y sensibilización.
  - Compartir la experiencia municipal en segregación y reciclaje con otras provincias de Cajamarca.
  - Intercambiar experiencias vecinales de segregación en la fuente con municipalidades de la región y el país.
  - Mejora continua del sistema de fiscalización vecinal.

- ❖ **Sub-programa de fortalecimiento de las Municipalidades**
  - Realizar mejoras tecnológicas para optimizar el sistema de recolección y transporte de residuos sólidos como parte de un sistema de mejora continua.
  - Programa de generación de ingresos por la prestación de servicios de tratamiento y disposición final de residuos sólidos no municipales.
  - Monitorear áreas recuperadas y evaluar e implementar, si fuera el caso, áreas de recreación para la población.
  - Compartir experiencias en gestión técnica y financiera para el manejo de los residuos, con municipalidades de la región y otros lugares del país.
- ❖ **Sub-programa de consolidación de la participación inter-institucional**
  - Realizar el efecto multiplicador de la experiencia obtenida hacia otros ámbitos.
  - Incidencia política para la gestión sostenible de los residuos sólidos.
  - Sistematización de la experiencia
  - Monitoreo y evaluación permanente.

#### **2.3.4. Evaluación del Plan Integral de Gestión Ambiental de residuos sólidos de la ciudad de Cajamarca.**

**De La Torre (2011)** en su trabajo de tesis sobre la evaluación del PIGARS llega a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

##### **2.3.4.1. Conclusiones.**

- Como conclusión principal podemos mencionar que la Implementación del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de Cajamarca, ha contribuido a mejorar la gestión y el manejo de los residuos sólidos en nuestra ciudad.
- La población encuestada tiene mayor información sobre el manejo de residuos sólidos.
- Los ingresos económicos de 27 recicladores formalizados se han incrementado de 8 soles al inicio del proyecto a 22 soles luego de 2 años de ejecución, teniendo un incremento de 275%, mejorando su calidad de vida ya que trabajaban en condiciones deplorables (botaderos y calles).

- Incremento de ventas de las Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos, esto ha significado la comercialización de 776.6 toneladas adicionales de residuos sólidos.
- Ahorro en la mano de obra de los operarios del camión compactador, porque las 776.6 toneladas fueron recuperadas por los recicladores formalizados.
- Ahorro de mano de obra y horas máquina en el relleno sanitario porque 776.6 toneladas no fueron a ésta infraestructura, para ser enterradas.
- La población se ha involucrado en el proyecto y felicitan por los avances alcanzados durante su ejecución. A la fecha se tiene 10,500 familias que realizan la separación de sus residuos en la fuente, cuya recolección selectiva está a cargo de la asociación de recicladores, asimismo, 50 centros educativos y 24 empresas cuentan con programas de segregación en la fuente.
- Disposición final adecuada de 93,600 toneladas de residuos sólidos comerciales y domiciliarios en un relleno sanitario (Julio 2009 – Setiembre 2011).
- Disposición final adecuada de 47,500 kilogramos de residuos sólidos hospitalarios en una celda de seguridad (2010 – 2011).
- Tratamiento de 120 toneladas de residuos orgánicos (año 2010) para obtener compost, disminuyendo la generación de lixiviados y gases de efecto invernadero, como el gas metano.

#### **2.3.4.2. Recomendaciones.**

- Adquirir un vehículo (camión) para realizar la recolección selectiva de residuos sólidos en toda la zona urbana de Cajamarca.
- Consolidar los 14 sectores donde se viene realizando la recolección selectiva e incluir a los 9 sectores que todavía no participan del programa.
- Buscar mecanismos para la difusión de spots y actividades del proyecto.

- Mejorar el incentivo para los contribuyentes que reciclan en sus viviendas.
- Incluir la oficina del PIGARS en la subgerencia de limpieza pública.
- Gestionar presupuesto para dar sostenibilidad a las actividades ejecutadas hasta el momento.

#### **2.4. Experiencias exitosas en Gestión de Residuos Sólidos.**

**Villa El Salvador.**- Inició un proceso de segregación y recolección para un área de su distrito en el año 2004 e inclusive creó el "Bono Verde", que consistía en reducir el arbitrio de limpieza en un 20% para todos aquellos contribuyentes que participasen en el plan. Todavía no se llega a cubrir el distrito integralmente, y los montos recuperados por la venta de los residuos segregados no cubren los gastos realizados. El Programa "Bono Verde" integra a ex recolectores y segregadores informales de residuos sólidos y comités ambientales. A través de este programa se ha logrado sensibilizar a la población para la segregación (clasificación) de residuos en sus domicilios y reclutar a los recolectores informales (tricicleros) de residuos sólidos, capacitándolos y equipándolos. En la actualidad, la municipalidad ha concluido la construcción de una planta de tratamiento. Lima-Cercado. Efectuó un Plan-Piloto para 2,000 familias, a través de la empresa privada y el incentivo de la reducción del arbitrio de limpieza. Inicialmente participó el 80 % de los contribuyentes. Se recolectó, clasificó y comercializó de acuerdo a lo establecido, pero no se logró la recuperación de la inversión. El costo de la implementación fue superior a los S/. 100,000.00 y la comercialización de los productos segregados no superó los S/. 30,000.00.

**Santiago de Surco.**- El programa se inició hace cinco años con un promedio de 1,000 familias. A la fecha están incorporadas unas 4,000 familias. También se ha creado el "Bono Naranja" el cual consiste en reducir el costo del arbitrio en función de la liquidación al final de cada mes para distribuirlo equitativamente entre todos los contribuyentes participantes. Por otro lado, se espera la aprobación para la instalación de una planta de tratamiento para efectuar el proceso de selección y tratamiento de los residuos segregados, cuyo costo de implementación será aproximadamente US\$ 2'000,000.00.

**Huaraz.**- No es ajena a esta problemática, tal como se refleja en el "Diagnóstico de la Gestión y Manejo de Residuos Sólidos en la Provincia de Huaraz" realizado en el proceso de formulación del Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos- PIGARS, por el Gobierno provincial de Huaraz, CONAM y Ciudad Saludable, como principal antecedente de la participación e involucramiento de la población de Huaraz en la Gestión integral de Residuos sólidos.

La población del distrito de Independencia se veía afectada por la contaminación de residuos sólidos (basura) que perjudicaban la salud pública y el medio ambiente. En particular, la mayor parte de los residuos sólidos eran desechados en los ríos que cruzan la ciudad o en botaderos a cielo abierto. Ante esta situación, el Municipio implementó el Proyecto Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de Independencia (PIGARS) que incluye: (i) programa de sensibilización a las juntas

vecinales; (ii) modernización del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos; y (iii) implementación de planta de tratamiento de residuos sólidos.

Entre los principales resultados destacan la mejora de la limpieza y el medio ambiente de la zona; la producción y comercialización de 6.6 toneladas por día de compost (abono orgánico) y 3.6 toneladas por día de humus (abono orgánico) orientados a la cadena productiva de la avena, espinacas, alcachofas y bioremediación de pasivos ambientales de la actividad minera; segregación y comercialización de 1.5 toneladas por día de residuos inorgánicos reciclables (plásticos, vidrios, latas etc.) a un precio de S/. 500 por tonelada; e ingresos por más de 790 miles de soles anuales por venta de compost, humus y residuos inorgánicos reciclables.

La Municipalidad Distrital de Independencia diseñó e implementó el Proyecto Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de Independencia (PIGARS) con los siguientes componentes: (i) Implementación de una Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos para reducir la contaminación del medio ambiente, mejorar las condiciones de salud pública y, sobre todo, hacer de la basura una fuente de ingresos económicos para la municipalidad. La Planta cuenta con una Plataforma y Rampa de Descarga de residuos sólidos; infraestructura de segregación de residuos sólidos; prensa hidráulica para la compactación de residuos inorgánicos reciclables; molino de residuos orgánicos; área de producción de compost y humus; y un vivero e invernadero municipal. (ii) Eventos de capacitación dirigidos a las juntas vecinales para la segregación de la basura en las viviendas. (iii) Servicio de Recolección y Transporte de Residuos Sólidos **(De La torre 2011)**.

### 4.3. CAPITULO III

## APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

### 3.1. Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.

Para el aprovechamiento o reciclaje de los residuos sólidos orgánicos, existen varios métodos como el compostaje, lombricultura o vermicompostaje y los biodigestores, etc, cada uno con su propio proceso.

La materia orgánica se obtiene de los seres vivos ya sea animal o vegetal y se descomponen rápidamente con la ayuda de hongos y bacterias, por lo que reciben el nombre de biodegradables. Forman entre el 40 y 45% de los residuos que generamos diariamente, en forma de cáscaras de frutas, vegetales, cereales y restos de alimentos.

- a. **Materiales orgánicos que se pueden reciclar.** Restos de frutas y verduras; Restos de café; Cenizas Restos de jardinería (Restos de pasto y hojas); Cáscaras de huevo, etc.
- b. **Materiales orgánicos que no podemos reciclar.** No es recomendable añadir en el reciclaje de estos materiales, residuos de origen animal (carne, grasa, huesos), sin embargo los del pescado pueden ser aprovechados en las plantas productoras de harina de pescado.

Si embargo, existen experiencias en el sector privado, donde se han logrado utilizar para la elaboración de compost restos de los comedores (alimentos cocidos) con buenos resultados. Esta experiencia la ha desarrollado la empresa COGA (Compañía Operadora de Gas del Amazonas) en Pisco, Ayacucho y Cuzco.

- c. **Cuidados en el reciclaje de la materia orgánica.** Al preparar nuestros alimentos podemos separar los restos de frutas y verduras, restos de comida, sin mezclarla con los demás residuos.

Si se desea elaborar compost no se recomienda utilizar restos ni excrementos de animales, semillas grandes enteras (aguacate, mamey, coco, etc.) telas, plantas venenosas y plantas que contengan ácidos tóxicos para otras plantas (como el eucalipto, nogal, ciprés, etc.).

- d. **Alternativas de uso del reciclaje de los residuos sólidos orgánicos.** La recuperación, reutilización y/o transformación de los residuos en insumos útiles a los sectores productivos es una opción con posibilidades, en la medida que las

alternativas surjan como consecuencia de un diagnóstico objetivo de la problemática ambiental de cada sector. Las alternativas seleccionadas, deben ser adecuadas técnicamente a las características locales, viables económicamente y sustentables ecológicamente. Sobre estas bases es posible validar, adecuar y promover tecnologías de alternativa que representen una solución efectiva y ajustada a cada realidad.

Las alternativas que se han manejado con mayor o menor resultado para la reutilización y/o reconversión han sido:

- Los residuos como fuente de alimento animal
- Los residuos como fuente energética
- Los residuos orgánicos como fuente de abonos

### 3.1.1. Alimentación animal.

La utilización de los residuos orgánicos de la actividad agropecuaria como fuente de alimento animal, así como la aplicación directa en el suelo de los mismos como abonos, son quizás las alternativas de reutilización de mayor data histórica. La actividad agroindustrial genera una gran cantidad y diversidad de residuos susceptibles de ser transformados en forrajes y alimento para animales.

Algunos residuos de la industria de frutas y legumbres, cereales, láctea y azucarera pueden ser utilizados en forma directa como alimento animal. Otros, como es el caso de la *melaza* se emplea para la preparación de ensilados. Muchos desechos de la industria frigorífica e industria del pescado, son la materia prima para la producción de componentes de raciones por citar algunos ejemplos: harinas de sangre, hígado, hueso pescado, S.V.C. (silo de vísceras, sangre y contenido ruminal), ensilado de pescado, etc.

### 3.1.2. Compostaje.

El composteo es un proceso biológico mediante el cual es posible convertir residuos orgánicos en materia orgánica estable (composta), gracias a la acción de diversos microorganismos. Las aplicaciones más comunes del composteo incluyen el tratamiento de residuos agropecuarios, desechos de jardinería y cocina, residuos sólidos municipales y de lodos (Semple, *et. al*, 2001).

Lo importante no es biodegradar, sino poder conducir esta biodegradación por rutas metabólicas, que nos permitan la obtención de un producto final lo más apropiado posible, en el menor tiempo posible. El éxito de un proceso de compostaje, dependerá entonces de aplicar los conocimientos de la microbiología, manejando la pila de compost como un medio de cultivo.

El Composteo se lleva a cabo mezclando la materia orgánica con el suelo o tierra, dejando que los microorganismos la desintegren recuperándose la fracción orgánica, para devolverle posteriormente a la naturaleza las sustancias de ella extraídas. El resultado del proceso (composta) no es enteramente un abono, aunque contiene nutrientes y oligoelementos, sino más bien es un regenerador orgánico del terreno, el cual debe ser mezclado con la tierra para su uso adecuado (Ramdane y Mohan, 2004).

- **Etapas del compostaje:**

- a) **Etapa de latencia:** es la etapa inicial, considerada desde la conformación de la pila hasta que se constatan incrementos de temperatura, con respecto a la temperatura del material inicial. Esta etapa, es notoria cuando el material ingresa fresco al compostaje. Si el material tiene ya un tiempo de acopio puede pasar inadvertida. La duración de esta etapa es muy variable, dependiendo de numerosos factores.

Si son correctos: el balance C/N, el pH y la concentración parcial de Oxígeno, entonces la temperatura ambiente y fundamentalmente la carga de biomasa microbiana que contiene el material, son los dos factores que definen la duración de esta etapa. Con temperatura ambiente entre los 10 y 12 °C, en pilas adecuadamente conformadas, esta etapa puede durar de 24 a 72 hs.

- b) **Etapa mesotérmica 1 (10-40°C):** en esta etapa, se destacan las fermentaciones facultativas de la microflora mesófila, en concomitancia con oxidaciones aeróbicas (respiración aeróbica). Mientras se mantienen las condiciones de aerobiosis actúan Euactinomicetos (aerobios estrictos), de importancia por su capacidad de producir antibióticos. Se dan también procesos de nitrificación y oxidación de compuestos reducidos de Azufre, Fósforo, etc. La participación de hongos se da al inicio de esta etapa y al final del proceso, en áreas muy específicas de los camellones de compostaje. La etapa mesotérmica es particularmente sensible al binomio óptimo humedad-aireación. La actividad metabólica incrementa paulatinamente la temperatura. La falta de disipación del calor produce un incremento aún mayor y favorece el desarrollo de la microflora termófila que se encuentra en estado latente en los residuos. La duración de esta etapa es variable, depende también de numerosos factores.
- c) **Etapa termogénica (40-75°C):** la microflora mesófila es sustituida por la termófila debido a la acción de Bacilos y Actinomicetos termófilos, entre

los que también se establecen relaciones del tipo sintróficas. *Normalmente en esta etapa, se eliminan todos los mesófilos patógenos, hongos, esporas, semillas y elementos biológicos indeseables.* Si la compactación y ventilación son adecuadas, se producen visibles emanaciones de vapor de agua. El CO<sub>2</sub> se produce en volúmenes importantes que difunden desde el núcleo a la corteza. Este gas, juega un papel fundamental en el control de larvas de insectos. La corteza y más en aquellos materiales ricos en proteínas, es una zona donde se produce la puesta de insectos. La concentración de CO<sub>2</sub> alcanzada resulta letal para las larvas.

Conforme el ambiente se hace totalmente anaerobio, los grupos termófilos intervinientes, entran en fase de muerte. Como esta etapa es de gran interés para la higienización del material, es conveniente su prolongación hasta el agotamiento de nutrientes:

- d) **Etapa mesotérmica 2:** con el agotamiento de los nutrientes, y la desaparición de los termófilos, comienza el descenso de la temperatura. Cuando la misma se sitúa aproximadamente a temperaturas iguales o inferiores a los 40°C se desarrollan nuevamente los microorganismos mesófilos que utilizarán como nutrientes los materiales más resistentes a la biodegradación, tales como la celulosa y lignina restante en las parvas. Esta etapa se la conoce generalmente como etapa de maduración. Su duración depende de numerosos factores. La temperatura descenderá paulatinamente hasta presentarse en valores muy cercanos a la temperatura ambiente. En estos momentos se dice que el material se presenta estable biológicamente y se da por culminado el proceso.

Las etapas mencionadas, no se cumplen en la totalidad de la masa en compostaje, es necesario, remover las pilas de material en proceso, de forma tal que el material que se presenta en la corteza, pase a formar parte del núcleo. Estas remociones y reconfiguraciones de las pilas se realizan en momentos puntuales del proceso, y permiten además airear el material, lo que provoca que la secuencia de etapas descripta se presenta por lo general más de una vez.

Desde el punto de vista microbiológico la finalización del proceso de compostaje se tipifica por la ausencia de actividad metabólica. Las poblaciones microbianas se presentan en fase de muerte por agotamiento de nutrientes. Con frecuencia la muerte celular no va acompañada de lisis. La biomasa puede permanecer constante por un cierto período aún cuando la gran mayoría de la población se haya hecho no viable.

Las características descritas, corresponden a un compost en condición de estabilidad. Esta condición se diagnostica a través de diversos parámetros. Algunos de ellos, se pueden determinar en campo (temperatura, color, olor), otras determinaciones se deben realizar en laboratorio.

- **Relación Carbono-Nitrógeno (C/N)**

La relación C/N, expresa las unidades de Carbono por unidades de Nitrógeno que contiene un material. El Carbono es una fuente de energía para los microorganismos y el Nitrógeno es un elemento necesario para la síntesis proteica. Una relación adecuada entre estos dos nutrientes, favorecerá un buen crecimiento y reproducción.

Una relación C/N óptima de entrada, es decir de material "crudo o fresco" a compostar es de 25 unidades de Carbono por una unidad de Nitrógeno, es decir  $C(25)/N(1) = 25$ .

En términos generales, una relación C/N inicial de 20 a 30 se considera como adecuada un proceso de compostaje. Si la relación C/N está en el orden de 10 nos indica que el material tiene relativamente más Nitrógeno. Si la relación es de por ejemplo 40, manifiesta que el material tiene relativamente más Carbono.

- **Estructura y Tamaño de lo Residuos**

Numerosos materiales pierden rápidamente su estructura física cuando ingresan al proceso de compostaje (por ej.: excretas), otros no obstante son muy resistentes a los cambios, tal es el caso de materiales leñosos y fibras vegetales en general. En este caso la superficie de contacto entre el microorganismo y los desechos es pobre, no olvide el carácter osmótrofo de la gran mayoría de las bacterias.

Las alternativas para este tipo de materiales leñosos y de gran tamaño es la utilización de trituradoras. Para un diámetro medio máximo de partículas de 20 mm resulta un incremento significativo de la biodisponibilidad y del tiempo de compostaje cuando se compara con partículas mayores a 80 mm, por lo que el tamaño indicado de 20 mm a 10 mm es aconsejable para este tipo de materiales.

Trituraciones y posteriores moliendas donde se obtengan diámetros inferiores a aproximadamente 3 mm, no son aconsejables, ya que la acumulación de materiales con estos diámetros tienden a compactarse en los asentamientos de las parvas, con lo que disminuye en forma importante la capacidad de intercambio gaseoso.

- **Humedad**

Si la humedad inicial de los residuos crudos es superior a un 50 %, necesariamente debemos buscar la forma de que el material pierda humedad, antes de conformar las pilas o camellones.

Este procedimiento, podemos realizarlo extendiendo el material en capas delgadas para que pierda humedad por evaporación natural, o bien mezclándolo con materiales secos, procurando mantener siempre una adecuada relación C/N.

La humedad idónea para una biodegradación con franco predominio de la respiración aeróbica, se sitúa en el orden del 15 al 35 % (del 40 al 60 %, si se puede mantener una buena aireación). Humedades superiores a los valores indicados producirían un desplazamiento del aire entre las partículas de la materia orgánica, con lo que el medio se volvería anaerobio, favoreciendo los metabolismos fermentativos y las respiraciones anaeróbicas. La humedad adecuada para cada etapa, depende de la naturaleza, compactación y textura de los materiales de la pila. Los materiales fibrosos y finos retienen mayor humedad y aumentan la superficie específica de contacto.

- **El pH**

El rango de pH tolerado por las bacterias en general es relativamente amplio, existen grupos fisiológicos adaptados a valores extremos. No obstante pH cercano al neutro (pH 6,5-7,5, ligeramente ácido o ligeramente alcalino nos asegura el desarrollo favorable de la gran mayoría de los grupos fisiológicos. Valores de pH inferiores a 5,5 (ácidos) inhiben el crecimiento de la gran mayoría de los grupos fisiológicos. Valores superiores a 8 (alcalinos) también son agentes inhibidores del crecimiento, haciendo precipitar nutrientes esenciales del medio, de forma que no son asequibles para los microorganismos. Durante el proceso de compostaje se produce una secesión natural del pH, que es necesaria para el proceso y que es acompañada por una sucesión de grupos fisiológicos.

No es habitual que nos enfrentemos a desechos orgánicos agrícolas que presenten un pH muy desplazado del neutro (pH= 7). Puede ser el caso de algunos residuos provenientes de actividades agroindustriales. Este tipo de residuos, se caracteriza por su estabilidad (resistencia a la biodegradación), y en general se trata de desechos con pH marcadamente ácido. De presentarse una situación de este tipo, debemos proceder a determinar el valor del pH y posteriormente realizar una neutralización mediante la adición de Piedra Caliza, Calcáreo o Carbonato de Calcio de uso agronómico.

#### **Técnicas de compostaje**

Actualmente, los métodos más utilizados son agitado y estático. En el método agitado, el material que se va a fermentar se mueve periódicamente, esto con el fin de permitir la entrada de oxígeno, controlar la temperatura y mezclar el material para que el producto sea homogéneo; mientras que el método estático, el material que se va a fermentar permanece quieto y a través del él, se inyecta aire.

- **Compostaje en hilera:**

Antes de formar las hileras se pre trata el material orgánico mediante trituración y cribación hasta obtener un tamaño de partícula aproximadamente de 2,5 a 7,5 cm y un contenido de humedad entre 50 a 60%, y se dispone en hileras. El ancho y alto de las hileras depende del tipo de equipamiento que se va a utilizar para voltear los residuos fermentados. Un sistema rápido de compostaje en hileras emplea normalmente de 2 a 2,30 m de altura y 4.5 a 5 m de ancho por cada hilera; el material se voltea hasta dos veces por semana mientras la temperatura se mantiene aproximadamente a 55 grados centígrados; la fermentación completa puede obtenerse en tres o cuatro semanas, después del periodo de volteo, se deja el compost para curarse durante tres o cuatro semanas más sin volteo.

En un sistema de mínimo rendimiento se utiliza una pala para voltear la hilera una vez al año, esto podría funcionar pero tardaría de 3 a 5 años en descompletarse la descomposición y emitiría olores desagradables, ya que algunas partes de la hilera serían anaerobias.

- **Pila estática aireada:**

Este sistema fue, originalmente desarrollado para el compostaje aerobio de fangos de aguas residuales, pero se puede utilizar para fermentar una amplia variedad de residuos orgánicos, incluyendo residuos de jardín o aquellos sólidos urbanos previamente separados. La pila estática aireada consiste en una red de tuberías previamente perforadas para que entre el aire, sobre ellas se coloca la fracción orgánica procesada de los residuos, formando pilas de aproximadamente 2 a 2,5 m de altura.

Para controlar los olores, se puede poner una capa de compost cribado encima de la pila recién formada. El aire necesario tanto para la conversión biológica como para controlar la temperatura, se introduce a la pila mediante un inyector de aire. Después que el material ha sido fermentado durante un periodo de tres o cuatro semanas, se realiza el proceso de curado durante cuatro semanas más. Para mejorar la calidad del producto final, se realiza una trituración o cribación del compost curado.

- **Sistemas de compostaje en reactor**

Para éste sistema se ha utilizado como reactor todo tipo de recipientes, incluyendo torres verticales, depósitos horizontales, rectangulares y circulares. Estos se pueden dividir en dos categorías importantes de reactores: flujo pistón y dinámico (lecho agitado). El tiempo de retención para los 39 sistemas en reactor varía de 1 a 2 semanas, y emplean un periodo de curado de 4 a 12 semanas después del periodo de fermentación activa.

Durante los últimos años se ha incrementado la popularidad de los sistemas de compostaje en reactor, debido a que se diseñan muy buenos sistemas mecanizados con control del flujo de aire, de temperatura y concentración de oxígeno para minimizar olores, espacio, costos de mano de obra, tiempo de elaboración y para aumentar el rendimiento del proceso.

Para favorecer una buena oxigenación se debe manejar un volteo frecuente, tamaño de partícula adecuada, mezclar en la receta materiales que permitan una buena oxigenación, y manejo adecuado del agua. La frecuencia de volteo debe estar determinada por la presencia de oxígeno. Para esto se han diseñado equipos que miden la presencia de oxígeno directamente al interior de la pila de compost, o en su defecto la presencia de CO<sub>2</sub>. Se recomienda voltear cuando la concentración de CO<sub>2</sub> esté por encima del 8%. Si no se cuenta con el equipo adecuado, la frecuencia de volteo puede estar determinada por temperatura, que es un indicador indirecto de la actividad microbiana.

Existen sistemas pasivos de compost, a través de aireación por tubería o a través de ventiladores colocados en la parte inferior de las camas de compost como se mencionó anteriormente en las técnicas para realizar compost. Estos sistemas funcionan efectivamente, pero son más costosos y el proceso es un poco más lento. Es claro que aunque el compostaje es un proceso predominantemente aeróbico, en todo compost, se darán puntos de anaerobiosis.

Los organismos anaeróbicos son menos eficientes en su metabolismo, por lo que el compostaje anaeróbico es más lento que el proceso aeróbico. Una gran desventaja que presenta el proceso anaeróbico es la presencia de malos olores, ya que los olores son generados en su gran parte por condiciones de reducción.

### **Utilización del compost**

El compost según su composición y sus características, puede tener diferentes usos. Cuando el compost muestra contenidos relativamente altos de metales pesados, puede utilizarse en parques y jardines urbanos, pero si se presenta cierto exceso de sales se puede utilizar con las debidas precauciones en la recuperación de suelos degradados.

Aunque, es variable el grado de salinidad que puede presentar un compost, siempre está dentro de unos niveles que no reviste riesgo aparente de salinización para el suelo; no obstante, el nivel en sodio no deberá sobrepasar el límite del 0,5 % sobre su contenido total de materia seca. Si el compost contiene buenos nutrientes y materia orgánica, y no presenta las contra indicaciones anteriores, se puede utilizar como abono en los cultivos para la alimentación humana o animal. Y se tiene unas propiedades físicas adecuadas, puede utilizarse como sustituto parcial de las turbas

y como abono en el cultivo de plantas ornamentales, aún cuando muestre un contenido de metales pesados relativamente elevado.

### Condiciones del compostaje

Dado que el compostaje es un proceso de descomposición predominante mente aeróbico, las prácticas de manejo deben crear condiciones óptimas para el establecimiento y desarrollo de los organismos. Las condiciones que favorecen el crecimiento de los microorganismos aeróbicos son: presencia de oxígeno, temperatura, humedad y una nutrición balanceada.

Como se enunció anteriormente hay otros factores que pueden afectar el desarrollo tales como: pH, fuentes energéticas de fácil solubilización como azúcares simples, y superficie de contacto o tamaño de partícula.

**Tabla 5 . Condiciones ideales para el compostaje.**

CONDICIÓN	RANGO ACEPTABLE	CONDICIÓN ÓPTIMA
Relación	C:N 20:1 – 40:1	25:1 – 30:1
Humedad %	40 % – 65 %	50% - 60%
Oxígeno	+5%	Aproximadamente 8%
pH	5.5 – 9.0	6.5 – 8.0
Temperatura °C	55 °C - 75°C	65 °C - 70°C
Tamaño de partícula	0,5 – 1,0	Variable

FUENTE: RYNK, R. On - Farm composting handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering service. Cooperative extension. New York, USA, 1992; p.186.

### 3.1.3. Lombricultura.

Es una biotecnología que utiliza a una especie domesticada de lombriz, como una herramienta de trabajo que recicla todo tipo de materia orgánica obteniendo como fruto de este trabajo humus, carne y harina de lombriz. Se trata de una interesante actividad zootécnica que permite perfeccionar todos los sistemas de producción agrícola. La lombricultura es un negocio de expansión y en un futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de suelos en las zonas rurales.

La lombricultura es la técnica de criar lombrices en cautiverio, logrando obtener una rápida y masiva producción y crecimiento en espacios reducidos, utilizando para su alimentación materiales biodegradables de origen agrícola, pecuario, industrial y casero, produciendo como resultado la transformación de los desechos en biomasa y humus (abono orgánico) de alta calidad.

La lombricultura no sólo produce el lombricompost; también se tiene una producción importante de lombrices con el 60% de proteínas en peso seco aproximadamente. Esto también plantea un recurso valioso para la economía, la cual tiene que sustituir progresivamente la compra de concentrados para nutrición animal en razón de sus costos. Las heces de la lombriz (humus) son ricas en nutrientes, ya que contienen cinco veces más nitratos que el suelo, 11 veces más potasio y, lo que es más importante, 7 veces más fósforo intercambiable y 3 veces más magnesio intercambiable, lo que favorece notablemente la asimilación de los nutrientes por las plantas.

Las lombrices requieren condiciones ambientales óptimas para su buen desarrollo, uno de estos factores es la humedad, dado que la lombriz requiere de un buen nivel para la alimentación y la respiración, las humedades superiores al 80% les generaría la muerte. En la misma medida se encuentra la temperatura, la cuál presenta un rango muy limitado entre 20 y 33 grados centígrados.

**Tabla 6. Condiciones para el establecimiento de la lombriz**

PARAMETRO	RANGO	OPTIMO
Temperatura °C	20 - 23	25 - 28
pH	5.5 - 9.0	6.8 - 7.2
Humedad %	65 - 80	70 - 75

Fuente: SOTO, Gabriela, El proyecto NOS de CATIE/GTZ, el centro de investigaciones agronómicas de la Unidad de Costa Rica de insumos agropecuarios no sintéticos. En: Taller de abonos orgánicos. Costa Rica, 3 y 4 de marzo de 2003, p.21.

#### 3.1.4. Biocombustibles.

Biocombustible es cualquier tipo de combustible líquido, sólido o gaseoso, proveniente de la biomasa (materia orgánica de origen animal o vegetal). Este término incluye entre otros:

- Bioetanol (o alcohol carburante)
- Metanol
- Biodiesel
- Combustibles gaseosos, como metano o hidrógeno.

#### **3.1.4.1. Bioetanol, o alcohol carburante**

Se define como compuesto orgánico líquido, de naturaleza diferente a los hidrocarburos derivados de petróleo, gas natural o carbón, que tiene en su molécula un grupo hidroxilo (OH) enlazado a un átomo de carbono. La obtención de alcohol carburante (bioetanol) resulta de tres procesos diferentes:

- Fermentación de los compuestos orgánicos, acompañada de un proceso de destilación y secado. Este proceso es el que se utiliza con materias primas como la caña de azúcar o remolacha azucarera.
- Segregación molecular, proceso en el que se fragmenta la biomasa separando las proteínas del almidón, la fibra etc. El almidón, convertido en azúcar fermentable puede producir alcohol. Mediante este proceso se obtiene bioetanol a partir de distintas materias primas, como yuca, maíz, papa.
- Hidrólisis de la celulosa, este proceso permitiría utilizar cualquier materia que contenga celulosa, por ejemplo desechos o residuos agrícolas. El proceso está en investigación en muchas partes del mundo y se calcula que será económicamente viable muy pronto.

#### **3.1.4.2. Metanización**

En los rellenos sanitarios, al existir materia orgánica, se produce gas en el proceso de fermentación anaeróbica, debido a la descomposición de la materia orgánica, actividad que tiene lugar durante toda la vida del relleno y una vez tapadas las capas que diariamente se extienden para su compactación y almacenamiento. Este gas, fundamentalmente metano (50% al 60%) y CO<sub>2</sub> (35% al 45%), debe ser extraído para su eliminación, quemado en antorcha o utilizado como combustible en motores de combustión interna.

### 3.1.4.3. Biodiesel

Es un combustible para motores diesel, que puede ser producido partiendo de materias primas agrícolas (aceites vegetales y/o grasas animales), aceites o grasa de fritura usados y metanol o etanol, que también pueden obtenerse a partir de productos agrícolas. La producción de aceites vegetales puede realizarse a partir de más de 300 especies diferentes, sin embargo las condiciones edafoclimáticas, rendimiento, contenido en aceite y la necesidad de mecanizar la producción, limitan actualmente el potencial de obtención de aceites vegetales a unas pocas especies, dentro de las cuales la palma, el girasol y la soya son las más utilizadas. De acuerdo con las estimaciones mundiales, la palma es el cultivo con mejor posibilidad de convertir su aceite en biodiesel.

El proceso de producción se basa en la **transesterificación**, en la cual al agregar al aceite un alcohol (metanol o etanol) y un catalizador (por ejemplo hidróxido de potasio KOH), se obtiene biodiesel y como productos adicionales glicerina, agua y residuo que puede utilizarse como fertilizante. Aunque el proceso químico es relativamente sencillo, para producir un biodiesel de calidad deben optimizarse las variables del proceso, tales como el exceso y catálisis de metanol, la desactivación del catalizador, la agitación, la temperatura y, en general, todas las condiciones del proceso.

### 3.1.4.4. Beneficios Ambientales de los biocombustibles

Los biocombustibles son biodegradables, el 85% se degrada en aproximadamente 28 días.

El etanol es un componente libre de compuestos aromáticos, de benceno y azufre, por lo tanto la mezcla produce menos humo (partículas) y genera menores emisiones. Al utilizar una mezcla del 10% de etanol se produce una reducción de emisiones de CO entre 22 y 50% en vehículos de carburador, así como una disminución de hidrocarburos totales entre 20 y 24%.

El biodiesel es biodegradable; no tóxico y libre de azufre y compuestos aromáticos, sin importar el origen de aceite utilizado en su producción reduce la emisión del hollín en 40-60% y de monóxido de carbono entre 10 y 50%.

## V. CONCLUSIONES

1. Cada vez que reducimos, rehusamos y reciclamos se disminuye la cantidad de residuos que se disponen en los rellenos sanitarios, lo cual permite proteger el suelo, el aire y el agua.
2. Con un programa de segregación de residuos sólidos en la fuente e incorporando al sector de segregadores como parte del sistema integral de manejo de residuos en la etapa de recolección selectiva, se disminuyen los volúmenes de residuos sólidos recolectados, transportados y dispuestos en el relleno sanitario por la municipalidad y por ende disminuye el gasto municipal.
3. La actividad de segregación, selección, y comercialización de residuos sólidos representa una oportunidad de generar recursos económicos y de crear empresa con buen nivel de proyección a la sostenibilidad y crecimiento.
4. El estado promueve (a través de la ley 27314) la creación de empresas dedicadas al manejo y comercialización de residuos sólidos y a brindar diversos servicios ambientales.
5. Al minimizar la cantidad de residuos sólidos, se limita el consumo de materias primas e incrementan la tasa de recuperación y reutilización de materiales residuales.
6. El reciclaje ayuda a reducir la demanda de recursos y la cantidad de residuos que requieran la evacuación mediante la disposición final.
7. Las municipalidades distritales y provinciales, son las responsables de la gestión y manejo de los residuos sólidos de ámbito municipal.
8. El aprovechamiento de los residuos orgánicos para la producción de cómpost y humus de lombriz, reducirá los gastos municipales, así como favorecerá el uso de abonos orgánicos mejorando el ambiente al reducir el uso de agroquímicos.

## VI.- RECOMENDACIONES:

1. Fomentar la difusión masiva, a través de los diferentes medios de comunicación, sobre los beneficios económicos, ambientales y sociales del aprovechamiento de los RSU, información sobre la Bolsa de Residuos, en el ámbito distrital, provincial, departamental y nacional, para que los generadores, comercializadores y recicladores de residuos tengan una información adecuada para ofertar y demandar residuos y servicios ambientales.
3. Continuar con la ejecución del PIGARS formulado para la provincia de Cajamarca de tal manera que podamos evitar que el trabajo realizado, los recursos invertidos y los resultados positivos alcanzados se pierdan por la incapacidad técnica de los gobiernos locales de turno.
4. Mantener los programas de recuperación de residuos (plásticos, vidrios, etc.) desde la fuente de segregación con niveles altos de recuperación de los costos por venta de residuos acopiados.
5. Las instituciones públicas y privadas deben difundir y promover las ventajas del uso de productos reciclados; así como desarrollar tecnologías que sean más conservadoras de los recursos naturales y que sean viables económicamente.
6. Concientizar a la población sobre la modificación de los hábitos de consumo, para reducir el peso ambiental y económico que soporta la sociedad en la evacuación de los residuos sólidos; minimizando el uso de elementos contaminantes uso de empaques naturales y/o biodegradables e informándonos sobre las maneras correctas acerca de su disposición final.
7. Buscar mecanismos (incentivos) que permitan la mayor participación de la ciudadanía como un elemento importante en la puesta en marcha de las políticas ambientales (educación con conciencia ambiental).
8. La municipalidad mediante alianzas estratégicas con instituciones públicas y sector privado, debe promover la construcción de una planta de reciclaje que permita la obtención de productos para el mercado local, tanto de productos de origen orgánico como inorgánico.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- AMPE (Asociación de municipalidades del Perú); CIED (Centro de Investigación Educación y Desarrollo), PE. 1998. Agenda Local 21 América Latina: Compromiso y avance en su ejecución. Lima, PE. 235p.
- Colomer, FJ. 2010. Tratamiento y Gestión de Residuos Sólidos. Culiacan, MEX, Editora Limusa. 328 p.
- CONAM(Consejo Nacional del Ambiente. PE). 2006. Guía técnica para la formulación e implementación de planes de minimización y reaprovechamiento de residuos sólidos a nivel municipal. Lima, PE. 100 p.
- De La Torre, ER. 2011. Evaluación del Plan Integral de Residuos Sólidos de la Ciudad de Cajamarca años 2008-2010. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, PE, UNC. 85p
- Jaramillo, G; Zapata, LM. 2008. Aprovechamiento de los residuos Sólidos Orgánicos en Colombia. Monografía Esp. Amb. Antioquia, COL, UA. 115p.
- Lucena, A. 1998. Los residuos sólidos. Madrid, ESP, Acento ediciones. 96 p.
- Ley N° 27314 “ Ley General de los residuos Solidos”
- MPC (Municipalidad Provincial de Cajamarca); Ciudad Saludable, PE. 2004. Plan integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos PIGARS. Cajamarca, PE. 81 p.
- MPC (Municipalidad Provincial de Cajamarca); Ciudad Saludable; ALAC (Asociación los andes de Cajamarca), PE. 2007. Plan integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos PIGARS. Cajamarca, PE. 121 p.
- Concejo Municipal Provincial de Cajamarca-Ordenanza 014-2009
- RYNK, R. On - Farm composting handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering service. Cooperative extension. New York, USA, 1992; p.186.
- Tchobanoglous, G; Theisen, H; Vigil, SA.1998. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Madrid, ESP, McGraw-Hill. 2 V.
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. 2000. Código del Medio Ambiente y Los Recursos Naturales. 2 ed. Lima, PE. 207p.
- SOTO, G. El proyecto NOS de CATIE/GTZ, el centro de investigaciones agronómicas de la Unidad de Costa Rica de insumos agropecuarios no sintéticos. En: Taller de abonos orgánicos. Costa Rica, 3 y 4 de marzo de 2003, p.9.

## VIII. ANEXOS

### PROCESO DE ELABORACIÓN DE COMPOST



**Figura 1: Mantenimiento de la humedad.**



**.Figura 2: Obrero realizando el volteo.**



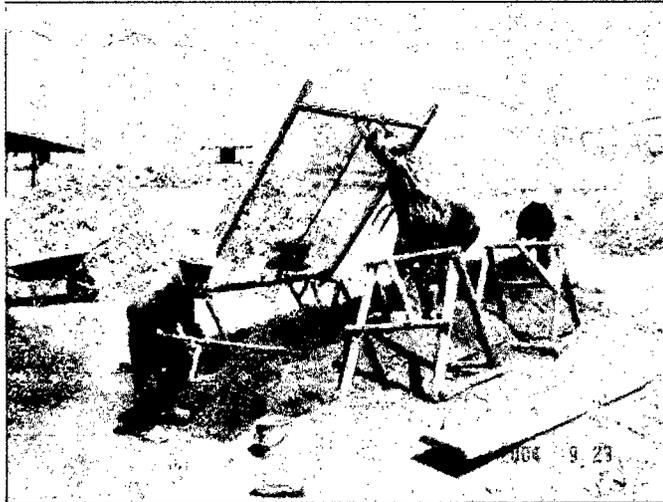
**Figura3: Obrero añadiendo cal apagada para corregir el pH de las rumas de residuos para compost.**



**Figura 4. Formación de las Rumas**



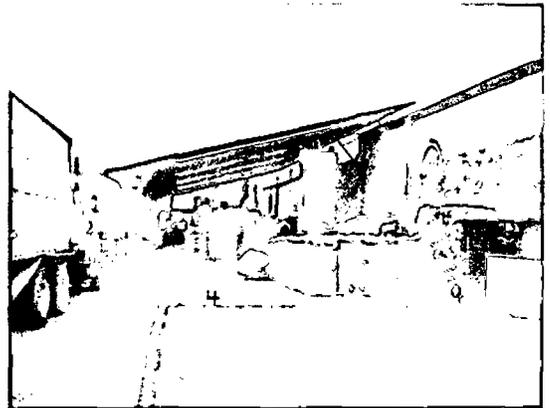
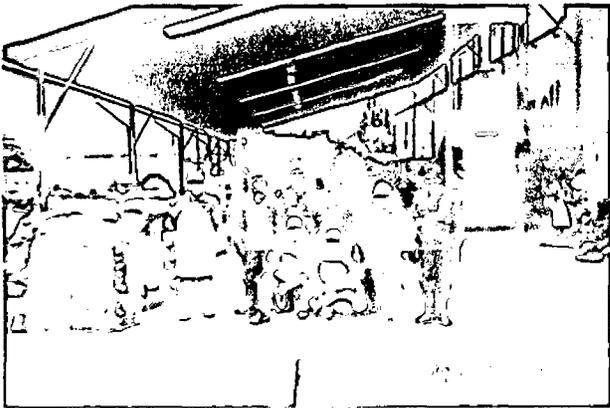
**Figura 5. Volteo de las Rumas.**



**Figura 6. Tamizado de las Rumas.**



Planta de Manejo de Residuos Sólidos Región Ancash



## DESA multa con 50 UIT a MPC por incumplir recomendaciones en relleno sanitario

Miércoles, 3 Julio, 2013 - 17:12

*Nuevo incumplimiento de observaciones podrían devenir en el cierre definitivo de este botadero*

Por incumplir con las observaciones realizadas en dos visitas previas a la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos por la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA), la Municipalidad Provincial de Cajamarca tendrá que pagar una multa de 185 mil soles (50 UIT).

Sin perjuicio de sancionar civil y penalmente a los responsables, el órgano adscrito a la Dirección Regional de Salud de Cajamarca (DIRESA) emitió la Resolución Regional Sectorial 731 en donde se explican los motivos de esta decisión.

En el documento se indica que el incumplimiento de la Ley 27314 que regula el tratamiento de los residuos sólidos. Entre las observaciones figuran la filtración de lixiviados, presencia de fuertes olores y proliferación de moscas, presencia de canes, ausencia de personal responsable, etc.

En un oficio dirigido al alcalde provincial Ramiro Bardales Vigo se le informa de esta sanción administrativa y se le recomienda "la subsanación urgente de las observaciones las cuales de no levantarse tendrán como consecuencia el colapso del relleno sanitario".

Asimismo se agrega que esto implicaría "la comisión de una infracción de naturaleza muy grave la cual tendrá como sanción el cierre definitivo del mismo a efecto de cautelar la salud de la población de Cajamarca".

Cabe mencionar que la Ley 27314 indica que "el manejo de residuos sólidos –en este caso, por parte de la MPC– deberá ser sanitaria y ambientalmente adecuado con sujeción a los principios de prevención de impactos negativos y protección de la salud".

De igual manera, según el Decreto Supremo 057-2004, la institución que regula a nivel regional la gestión de residuos es la DIRESA a través de la DESA por lo que esta medida se ajusta a la normativa vigente.



**Recorte periodístico. DESA multa a Municipalidad Provincial de Cajamarca**