

*Diseño e implementación de un sistema de manejo de residuos para la comunidad “La Victoria de Nabuzo – Pusuca” del cantón Penipe.*

**PREPARADO PARA: FUNDACIÓN ESQUEL**

**ELABORADO POR:**

Ing. Santiago Sandoval

Ing. Fernando Ricaurte

07 de Junio del 2010

## Índice.

<b>1. Ficha técnica</b>	<b>3</b>
<b>2. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>3. Antecedentes</b>	<b>4</b>
<b>4. Objetivo</b>	<b>4</b>
<b>5. Objetivo Específico</b>	<b>4</b>
<b>6. Caracterización ambiental del área de influencia</b>	<b>5</b>
<b>6.1 Componentes Físicos</b>	<b>5</b>
<b>6.2 Componente Bióticos</b>	<b>5</b>
<b>6.3 Componentes Arqueológicos</b>	<b>6</b>
<b>6.4 Servicios Básicos</b>	<b>6</b>
<b>6.5 Actividades Socio Económicas</b>	<b>6</b>
<b>7. Informe y Análisis del Desarrollo del Proyecto</b>	<b>7</b>
<b>7.1 Introducción</b>	<b>8</b>
<b>7.2 Definiciones</b>	<b>9</b>
<b>7.3 Ubicación</b>	<b>10</b>
<b>7.4 Generación de Residuos</b>	<b>11</b>
<b>7.4.1 Metodología</b>	<b>12</b>
<b>7.5 Concepción General del Proyecto</b>	<b>13</b>
<b>7.5.1 Elaboración Compost</b>	<b>15</b>
<b>7.5.1.1 Principios Básicos para preparar compost</b>	<b>18</b>
<b>7.5.2 Infraestructura al sistema de clasificación y reciclaje</b>	<b>19</b>
<b>8. Evaluación Ambiental</b>	<b>21</b>
<b>9. Capacitación Ambiental</b>	<b>22</b>
<b>10. Conclusiones</b>	<b>23</b>
<b>11. Recomendaciones</b>	<b>24</b>
<b>Bibliografía</b>	
<b>Anexos</b>	

## 1. Ficha Técnica

- **Nombre del proyecto:** Diseño e implementación de un sistema de manejo de residuos para la comunidad “La Victoria de Nabuzo – Pusuca” del cantón Penipe.
- **Proponente:** Fundación Esquel.
- **Nombre del consultor:** Ing. Santiago Sandoval
- **Dirección:** Fray Agustín León 51-94 y Antonio Román
- **Teléfono:** 02-2466-652
- **Correo electrónico:** [odessandoval@gmail.com](mailto:odessandoval@gmail.com)
- **Composición del equipo técnico:**
  - Ing. Andrea Chávez
  - Ing. Fernando Ricaurte
  - Ing. Santiago Sandoval

## 2. Introducción

Los residuos sólidos urbanos son producidos en cualquier sociedad, comunidad y son generados de conformidad a las actividades que se realizan en los hogares, sitios de recreación, centros de educación y sector laboral. Como resultado de estas actividades los residuos urbanos generados son acumulados en sitios de disposición temporal o final y a menos que se realice un manejo adecuado de los residuos urbanos se tiene el riesgo de producir problemas ambientales, con diferentes grados de afectación, que involucren el bienestar de la comunidad así como también a los recursos naturales aire, agua y suelo.

El asentamiento de comunidades, la reubicación de poblaciones y el crecimiento acelerado urbano han traído problemas a nivel nacional debido a la escasez de controles ambientales en las actividades realizadas así como también inadecuadas e insuficientes instalaciones de tratamiento y manejo de residuos sólidos.

La organización y planeación de los servicios públicos de recolección de basura en la comunidad La Victoria de Nabuzo - Pusuca es rudimentaria, reflejándose en el desconocimiento de las cantidades y tipo de residuos que son recolectados, la cantidad reciclada y recuperada, la inadecuada selección de sitios de disposición temporal y final así como también a la falta de programas de reutilización y reciclaje.

Es por esto que se realizó un diagnóstico inicial que permita determinar la generación

real de residuos urbanos producidos en la Comunidad La Victoria de Nabuzo y procurar transformar lo que la comunidad comúnmente denomina "basura" en un posible recurso muy valioso de acuerdo a la realidad presente y futura de la comunidad obteniendo beneficios ambientales, económicos y sociales.

El presente diagnóstico será una herramienta para adoptar futuros programas de reciclaje y reutilización con fundamentos técnico-prácticos que eviten desincentivos ambientales en la comunidad, pérdidas económicas por la realización de campañas o simplemente que los programas de implementación y concientización ambiental no funcionen.

### **3. Antecedentes**

Con el objeto de contribuir al desarrollo socio – económico sustentable de la comunidad La Victoria de Nabuzo, localizada en el cantón Penipe de la provincia de Chimborazo, la Fundación Esquel contrató los servicios de consultoría para el diseño e implementación del sistema de manejo de residuos para la comunidad.

Es necesario mencionar que el sistema de manejo de residuos está siendo enfocado en el aprovechamiento de los residuos / desechos orgánicos en actividades agrícolas y domésticas, de acuerdo a los requerimientos de la Fundación Esquel; adicionalmente, los trabajos han sido ejecutados ajustándose al entorno socio-económico

### **4. Objetivo**

El objetivo general del presente trabajo es diseñar un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para la comunidad La Victoria de Nabuzo-Pusuca del cantón Penipe, que sea sustentable desde el punto de vista técnico, ambiental y económico.

### **5. Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico de las características y cantidades de desechos generados en la actualidad.
- Diseñar un programa para la clasificación de residuos.
- Identificar posibles áreas de almacenamiento temporal de residuos.
- Capacitar a los habitantes de la comunidad en temas enfocados en la adopción de buenas prácticas ambientales.

## 6. Caracterización ambiental del área de influencia

### 6.1 Componentes Físicos

#### Suelo

El uso actual del suelo de la comunidad se define en función de los siguientes paisajes agrarios: páramos, cultivos estacionales de altura, cultivos estrato leñosos poco compactados y suelos de coloración negra (cultivables).

#### Hidrología.

El territorio de la comunidad es irrigado por los ríos Blanco y Chambo situados entre los 2600 y 5500 msnm.

#### Temperatura

La temperatura promedio oscila entre los 13-15 °C<sup>1</sup>.

### 6.2 Componentes Bióticos

#### Flora

Según *La Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador, 2007*, la zona pertenece a la formación vegetal **Matorral Seco Montano**, que corresponde a los valles interandinos secos donde la vegetación es más densa a lo largo de los ríos que los atraviesan y en sus alrededores la tierra es apta para la agricultura, fuera de la zona de influencia de los ríos, la vegetación es verde solamente en las épocas de lluvia, misma que puede ser espinosa pero no dominan las plantas armadas.

#### Fauna

En base a la información levantada en campo y al estudio realizado por Albuja *et al.*, 1993, esta zona pertenece al piso zoogeográfico **Templado**; actualmente el área se muestra significativamente intervenida por la acción antrópica en los ecosistemas y por ende en la presencia de las especies originales de fauna, sin embargo se registran pocas especies de aves que son tolerables a las actividades del hombre y sus obras de desarrollo, como por ejemplo: el mirlo, *Turdus fuscater*; y la tórtola, *Zenaida auriculata*, entre las más comunes.

---

<sup>1</sup> AME; [www.ame.gov.ec](http://www.ame.gov.ec); Municipio de Penipe; Agosto, 2009.

### **6.3 Componente Arqueológico**

De acuerdo a afirmaciones de los habitantes, en determinados sitios alrededor del área de influencia de la comunidad se han encontrado restos de cerámica aborigen (vasijas de barro), hachas de piedra y restos de vestigios humanos y animales.

### **6.4 Servicios Básicos**

#### **Agua Potable**

La comunidad cuenta con agua potable proveniente de las fuentes de agua del volcán El Altar, llega a la comunidad por medio de una red de tubería. El agua es clorada en un tanque ubicado en una loma cercana a la comunidad, en el sector de Nabuzo viejo. En la actualidad la comunidad no cuenta con agua de riego, sin embargo se están haciendo los trámites legales y administrativos respectivos para conseguir este recurso.

#### **Energía eléctrica**

Todas las viviendas cuentan con servicio de energía eléctrica.

#### **Recolección de Basura**

Se realiza la recolección de basura de al menos el 90% de las casas que conforman la comunidad y la frecuencia de esta recolección es de una vez a la semana.

### **6.5 Actividades Socioeconómicas**

Los habitantes de la comunidad básicamente se dedica a la agricultura 70% destacando la siembra de tomate de riñón, tomate de árbol, maíz, fréjol, habas, chocho y alfalfa. La crianza de animales en un 15%, destacando la cría de cerdos, cuyes, gallinas, conejos. Un 5% realiza actividades de ganadería fuera de la comunidad trasladándose a la parroquia de Puela. El 10% restante realiza labores de mano de obra fuera de la comunidad ya sean estas como obreros, albañiles, carpinteros o agricultores.

#### **Vivienda**

Las casas de la comunidad son construidas en hormigón armado, con techo de cemento alivianado, asentadas sobre plataformas y columnas de hormigón armado y divididas entre cinco espacios principales: una sala de estar, dos dormitorios, un baño y una cocina.

## **Salud**

La comunidad tiene acceso al hospital CEVICAN, mismo que ha sido asignado para el cantón Penipe; así como un centro de salud del Ministerio de Salud, y un asilo para gente de la tercera edad.

## **Educación**

La mayoría de los niños de la comunidad acuden a la escuela de Nabuzo viejo, otros se trasladan a escuelas de Penipe, Palictahua e incluso Puela. Los adultos reciben ocasionalmente capacitaciones en agricultura por parte del Consejo Provincial y la Curia de Riobamba.

## **Medios de comunicación**

Los miembros de la comunidad tienen acceso a limitado a la señal de radio y televisión debido a su ubicación. Adicionalmente la señal de telefonía celular es deficiente.

## **Mercados**

El intercambio comercial de productos se realiza en la ciudad de Riobamba; sin embargo la gente perteneciente a la comunidad de La Victoria de Nabuzo tiene acceso a una tienda, misma que es atendida por uno de sus habitantes.

## **Transporte**

El ingreso y salida de los habitantes hacia y desde la comunidad puede realizarse a través de buses provenientes de Bayushig (6:50 am, 7:00 am y 8:00 am) con el costo de USD 0,25. Además se puede utilizar el servicio pagado de camiones, camionetas y taxis.

## **7. Informe y Análisis del Desarrollo del Proyecto**

### **7.1 Introducción:**

Importancia del correcto manejo de los residuos sólidos.

"Los desechos sólidos son aquellos materiales, sin incluir líquidos o gases, que, a juicio de las personas que los generan, no representan ningún tipo de valor y deben desecharse. Dichos residuos se generan casi en cualquier actividad y su cantidad varía según el tipo de fuente, estación climatológica, zona geográfica y tiempo de duración de la actividad" (Corbitt, 2003).

El correcto manejo de los residuos sólidos afecta significativamente al bienestar y la salud de la población. Los riesgos de contraer enfermedades o de producir impactos

ambientales adversos varían considerablemente en cada una de las etapas por las que atraviesan los residuos sólidos. La generación y almacenamiento de residuos sólidos en el hogar puede acarrear la proliferación de vectores y microorganismos patógenos, así como olores desagradables (Alonso *et al*, 2003).

El almacenamiento o disposición inadecuada de residuos sólidos en la vía pública o espacios públicos perjudica el ornato del barrio y propicia la reproducción de moscas, cucarachas y otros vectores que transmiten enfermedades infecciosas o causan molestias, como alergias o incremento de diarreas por la contaminación del agua de bebida y alimentos. El transporte inadecuado de los residuos sólidos se puede convertir en un medio de dispersión de los desechos por el pueblo y eventualmente podría causar accidentes ocupacionales. La disposición no controlada de residuos sólidos contamina el suelo, agua superficial y subterránea, la atmósfera, y compromete directamente la salud de los manipuladores de residuos sólidos y de la población en general cuando se alimentan animales de consumo humano sin precauciones sanitarias (Aubert, 1998).

DENOMINACIÓN	INSTALACIONES O ACTIVIDADES DONDE SE GENERAN	TIPO DE RESIDUO
Limpieza viaria	Limpieza de calles, playas, zonas verdes y áreas recreativas	Polvo, colillas, papel, cartón, plásticos, madera, vidrio, metales férricos y no férricos, muebles, medicamentos caducados, aceites, pilas, residuos peligrosos, etc.
Vía pública	Vehículos abandonados	Neumáticos, aceites, gasolinas, baterías, líquidos de frenos, anticongelantes, piezas de distintos materiales del vehículo, etc.
Sanitarios	Hospitales, ambulatorios, clínicas, consultorios médicos, laboratorios de análisis clínicos y de investigaciones biológicas, etc.	Residuos asimilables a domésticos (papel, cartón, vidrio, restos de comida, etc.), ropas de cama desechables, fundas de colchón, vendajes, algodón usado, compresas,, materiales de curas, apósitos, yesos, sondas, catéteres, equipos de diálisis, agujas, jeringuillas, bisturís, restos de tejidos humanos, órganos, sangre, etc.
Construcción y demolición	Reparación de calles, derribo de edificios, construcción de	Escombros, madera, hierros, piedras, grava, hormigón, ladrillos, escayola, madera, hierros,

	nuevos edificios, obras menores de reparación de viviendas, etc.	plásticos, piezas de fontanería y electricidad.
Industriales	Artes gráficas, talleres mecánicos, textiles, curtidos, calzados, carpinterías, ebanistería, industrias metálicas, etc.	Papel y cartón, plásticos, textiles, cuero, madera, aserrín, vidrio, latas, pintura, lacas, barnices, grasas, hierros, metales, residuos peligrosos, etc.

Tabla 6.1.a. Origen de los residuos sólidos domésticos. Alonso *et al.* 2003

## 7.2 Definiciones

**Lata:** todo envase metálico, resultado de envases líquidos y/o productos en conserva. Los materiales de fabricación más habituales son la hojalata y el aluminio.

**PET:** es un tipo de plástico muy usado en envases de bebidas y textiles. Las propiedades físicas del PET y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas han sido las razones por las que el material haya alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles y en la producción de una gran diversidad de envases, especialmente en la producción de botellas, bandejas, flejes y láminas.

**Orgánicos:** Los residuos orgánicos son los restos biodegradables de plantas y animales. Incluyen restos de frutas y verduras y procedentes de la poda de plantas.

**Plásticos:** Derivados del petróleo, con alto grado de flexibilidad usados en envases de bebidas.

**Vidrio:** Es un material inorgánico duro, frágil, transparente y amorfo que se usa para hacer ventanas, lentes, botellas y una gran variedad de productos.

**Papel/Cartón:** material elaborado con pasta de fibras vegetales que son molidas, blanqueadas, desleídas en agua, secadas a base de la pulpa de celulosa.

**Desechos Peligrosos:** Todo tipo de material con el potencial de dañar la salud de los habitantes o el ambiente.

**Basura Común:** Todos los residuos que no han podido ser recuperados para el reciclaje.

### **7.3 Ubicación**

El proyecto se llevó a cabo en la comunidad “La Victoria de Nabuzo – Pusuca” del cantón Penipe, ubicado a 25 Km de la ciudad de Riobamba (ubicación exacta: 078° 31.966 W 01° 35.974 S). La comunidad está constituida por 26 casas las cuales están habitadas por personas provenientes de la parroquia de Puela, quienes han sido considerado refugiados una vez iniciado el proceso eruptivo del volcán Tungurahua.

### **7.4 Generación de Residuos**

#### **7.4.1 Metodología**

Para la elaboración del presente documento se precisó de tres principales etapas de trabajo:

- Recopilación de información a través de observación directa y entrevistas.
- Generación de información, principalmente la determinación del porcentaje en peso de los desechos, a través del pesaje de cada una de sus categorías una vez segregadas.
- Análisis de la información y formulación del Plan de Manejo de Residuos Sólidos.

Durante el estudio y evaluación de generación de residuos realizado en la comunidad La Victoria de Nabuzo se pudo apreciar que las condiciones físicas, económicas y sociales han contribuido a que esta sociedad se desenvuelva en un contexto diferente a comunidades similares; lo cual determina una percepción y un comportamiento ambiental particular establecido de acuerdo a la composición de los residuos urbanos de la comunidad.

En las siguientes tablas se muestran las cantidades y tipos de todos los residuos generados por la comunidad:

Tiempo de acumulación	Tipo de Residuos	Peso (Kg)	Peso (%)	Cantidad Diaria Generada (Kg)
6 días	Baño	13,00	46,59	2,17
	Latas	0,30	1,08	0,05
	Madera	0,50	1,79	0,08
	Vidrio	0,50	1,79	0,08
	RTP	0,20	0,72	0,03
	Papel y Cartón	0,70	2,51	0,12
	PET's	0,40	1,43	0,07
	Plástico	2,30	8,24	0,38
	Orgánico	10,00	35,84	1,67
	<b>TOTAL</b>		27,90	100

**Tabla 6.4.1.a.** Composición en peso de los desechos generados por la comunidad en un período de tiempo igual a seis días. Para la recolección de esta información se solicitó a la comunidad disponer temporalmente los residuos sólidos domésticos en fundas y a su vez dentro de los contenedores más próximos a sus casas durante el período comprendido entre el día miércoles 14 de abril hasta el día lunes 19 de abril de 2010. Una vez obtenida esta muestra se procedió a clasificar manualmente entre las categorías mostradas en la tabla y posteriormente a pesar cada tipo de desecho. Sandoval, 2010.

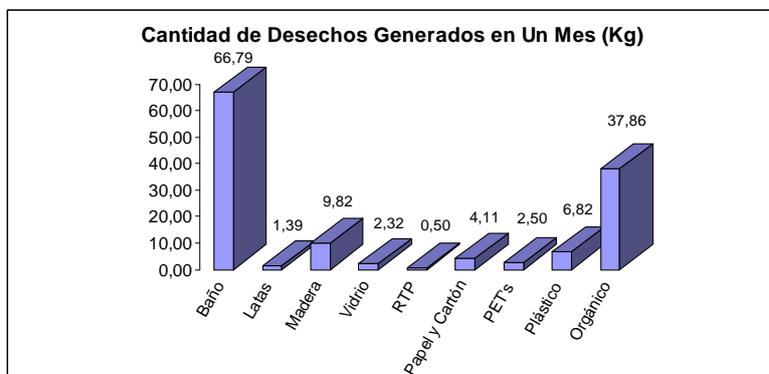
Tiempo de acumulación	Tipo de Residuos	Peso (Kg)	Peso (%)	Cantidad Diaria Generada (Kg)
7 días	Baño	16,00	54,98	2,29
	Latas	0,30	1,03	0,04
	Madera	4,00	13,75	0,57
	Vidrio	0,50	1,72	0,07
	RTP	0,00	0,00	0,00
	Papel y Cartón	1,10	3,78	0,16
	PET's	0,70	2,41	0,10
	Plástico	0,50	1,72	0,07
	Orgánico	6,00	20,62	0,86
	<b>TOTAL</b>		29,10	100,00

**Tabla 6.4.1.b.** Composición en peso de los desechos generados por la comunidad en un período de tiempo igual a siete días. Para la recolección de esta información se siguió la metodología explicada en el pie de la *tabla 6.4.1.a*, pero se varió el tiempo de acumulación de los desechos, es decir, se pidió a la comunidad disponer temporalmente los desechos generados en un período de siete días (entre el miércoles 28 de abril hasta el día martes 04 de mayo de 2010). Sandoval, 2010.

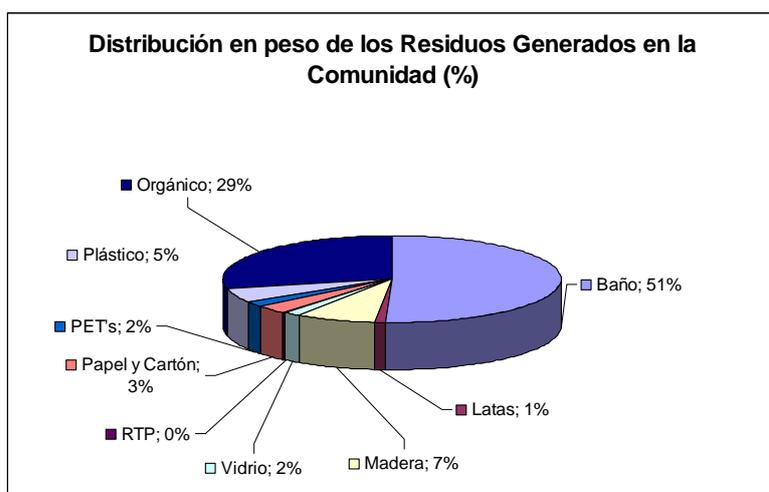
Tiempo de acumulación	Tipo de Residuos	Peso (Kg)	Peso (%)	Cantidad Diaria Generada (Kg)
30 días	Baño	66,79	51%	2,23
	Latas	1,39	1%	0,05
	Madera	9,82	7%	0,33
	Vidrio	2,32	2%	0,08
	RTP	0,50	0%	0,02
	Papel y Cartón	4,11	3%	0,14
	PET's	2,50	2%	0,08
	Plástico	6,82	5%	0,23
	Orgánico	37,86	29%	1,26
	<b>TOTAL</b>		132,11	100%

**Tabla 6.4.1.c.** Estimación de la producción mensual de cada tipo de desechos en la comunidad de La

Victoria de Nabuzo de acuerdo a los datos obtenidos en la *tabla 6.4.1.a* y *tabla 6.4.1.b*. Utilizando la información de las tablas mencionadas se proyectó la producción de cada tipo de desechos para el período de un mes. Sandoval, 2010.



**Gráfico 6.4.1.a.** Muestra en un diagrama de barras las cantidades de cada tipo de desechos generados en la comunidad durante el período de un mes (30 días) de acuerdo a la proyección detallada al pie de la *tabla 6.4.1.c*. Es notable la alta producción de desechos provenientes de servicios higiénicos y residuos orgánicos, con respecto a las demás categorías. Sandoval, 2010.



**Gráfico 6.4.1.b.** Muestra los porcentajes en peso de los desechos generados en un período de 30 días por los habitantes de la comunidad de La Victoria de Nabuzo. Sandoval, 2010.

De acuerdo a las encuestas y observaciones realizadas en todas las casas de la comunidad, de los desechos arriba mencionados, solamente la fracción orgánica es utilizada para la alimentación de animales domésticos y para la elaboración de compost (abono orgánico) para el mejoramiento de los cultivos.

Aquellos desechos diferentes a los orgánicos, es decir, el 71% en peso de los desechos producidos por la comunidad son enviados a través de un vehículo recolector del cantón Penipe semanalmente.

## 7.5 Concepción general del proyecto

Los principios ambientales utilizados en esta consultoría han sido enfocados en la concientización del correcto manejo de los residuos sólidos la importancia de mantener limpias las áreas urbanas y la necesidad de introducirse en lo que se denomina la *Cultura de las R*, es decir: reducir, reciclar y reutilizar; promoviendo una mayor participación ciudadana en tareas de manejo de residuos.

Con base en los volúmenes de residuos calculados con anterioridad, se procedió a caracterizar los residuos de acuerdo a su óptima disposición final o tratamiento. En la siguiente tabla se clasifican los residuos que son generados en la comunidad de acuerdo a su disposición final o tratamiento sugerido

Compostaje	Relleno Sanitario	Reciclaje (Gestor Artesanal)	Gestor Tecnificado
Orgánico / Madera	Baño	Plástico	Frascos de medicina
	Textiles	Pet's (Botellas plásticas)	Medicamentos caducados
	Espanjas	Papel / Cartón	Objetos Cortopunzantes
		Vidrio	Aceites/Grasas
		Latas	

**Tabla 6.5.a.** Tipos de residuos / desechos presentes en la comunidad de La Victoria de Nabuzo clasificados en función del tratamiento o disposición temporal óptimos. Sandoval, 2010. Sandoval, 2010

Dentro de un plan de manejo de residuos, es primordial la determinación de áreas en las cuales se clasifiquen y dispongan temporalmente los residuos en el área de influencia, previamente a su envío hacia el relleno sanitario (a través de un vehículo apropiado) o, dependiendo de su naturaleza, Hacia un sitio de tratamiento o reciclaje a través de un gestor artesanal o tecnificado.

A la firma del contrato entre la Fundación Esquel y el consultor, se creyó oportuno y viable la creación de un “Gestor Artesanal” para la recolección y transporte de los desechos reciclables (plásticos, papel, cartón, PET's, vidrio y latas) hacia Gestores Tecnificados, con el objeto de crear una fuente de ingresos para la comunidad. A continuación se explica la razón por la cual se ha descartado esta idea:

Durante un estudio realizado en la ciudad de Quito, se estableció la siguiente tabla:

GESTOR	CÓDIGO	TELÉFONO	CARTÓN / PAPEL (USD / kg)	PLÁSTICO (BOTELLAS) (USD / kg)	PLÁSTICO (FUNDAS) (USD / kg)	VIDRIO (USD / kg)	LATAS (USD / kg)
A Y B RECICLAJES	004 - GTR	2478 262	0,07 - 0,18	0,15	0,13		
RECIPLAST	005 - GTR	2481 292	0,03 - 0,08	0,05	0,08 - 0,12		
PLÁSTICOS GUIDO RAMOS	008 - GTR	2409 313 /2409 239		0,15	0,12		
MAPRINA (Sr. Alejandro Mailla)	004 - GAR	2472 166	0,08 - 0,22	0,10	0,20		De cerveza (1,05)
RECIPOLO	008 - GAR	2495 022			0,10 - 0,20		
RH RECICLAR	012 - GAR	2158 253	0,04 - 0,08	0,04	0,04		
Sr. Andrés Samueza	013 - GAR	2821 748			0,12		
Sr. Antonio de Jesús Sandoval	022 - GAR	2687 527			0,25		
Sr Luis Quezada	028 - GAR	2615 259		0,06	0,12		
Sr. Marco León	047 - GAR	2466 103		0,15 - 0,20	0,15 - 0,20		
FUNDACIÓN SEMBRAR ESPERANZA	0-60-GA	2353 631	0	0	0	0	0
PLÁSTICOS GRIJALVA	0-69-GAR	2823 617		0,15	0,45 - 0,50 (solo polietileno)		

**Tabla 6.5.b.** Precios unitarios (USD/ Kg) ofrecidos por diferentes gestores ambientales por concepto de recepción de desechos sólidos domésticos reciclables en Quito, Ecuador. Sandoval, 2010.

Una vez analizada la información de pesos generados mensualmente en la comunidad y al contraponerla con los mejores ofertantes de la *tabla 6.5.b.* podemos concluir en la siguiente tabla:

Tiempo de Acumulación	Tipo de Residuos	Peso (Kg)	Precio Unitario (USD / Kg)	Eventuales Ingresos (USD)
30 días	Carón y Papel	4,11	0,22	0,90
	PET's	2,50	0,15	0,38
	Plásticos	6,82	0,20	1,36
	Vidrio	2,32	0,00	0,00
	Latas	1,39	1,05	1,46
TOTAL INGRESOS MENSUALES				4,10

**Tabla 6.5.c.** Determinación de los eventuales ingresos para la comunidad La Victoria de Nabuzo por concepto de entrega de desechos sólidos reciclables a gestores ambientales, utilizándose la *tabla 6.4.1.c* y la *tabla 6.5.b.* Sandoval, 2010.

La conclusión final es que la comunidad recibiría aproximadamente USD 4,10 al clasificar y entregar los desechos a un gestor ambiental certificado, a lo cual se debe acotar lo siguiente:

- Debido a que no existen gestores ambientales en el cantón o en la ciudad más próxima, la comunidad tendría que incurrir en gastos de transporte de los

desechos hacia la ciudad de Quito; actividad que demanda de un gasto superior a los beneficios económicos eventualmente recibidos.

- En el supuesto caso que se encuentren gestores ambientales adecuados para el reciclaje de los desechos generados por la comunidad, cada familia recibiría aproximadamente USD 0,10 mensualmente, cantidad no significativa, tomando en cuenta la inversión de capital humano y tiempo en el eventual proyecto.

Por consiguiente se consideró que el proyecto de consultoría debió estar direccionado en la gestión de desechos sólidos domésticos orgánicos y clasificación en la fuente de los demás desechos; siendo los puntos más importantes la determinación de los criterios para la elaboración de compost y la capacitación a los moradores de la comunidad.

Para la gestión de los demás desechos, en el punto 6.5.2 se sugiere la creación de un sitio de acopio temporal y la adquisición de contenedores.

### **7.5.1 Elaboración de Compost**

Técnicamente, el compostaje es un proceso de descomposición biológica de la materia orgánica por vía aerobia y bajo condiciones controladas. Las bacterias que actúan en este proceso son propias del material a compostarse y son termófilas debido a que resisten temperaturas superiores a 50 y 70 °C; estas temperaturas son inevitables y necesarias para la eliminación de microorganismos patógenos y garantizan la inocuidad del compost producido (Corbitt, 2003).

La sustancia obtenida (compost) es similar al humus con sus características de estabilidad, homogeneidad, sanitariamente neutro y con un buen valor agronómico. Tiene una granulometría inferior a los 15 mm con bajo contenido de inertes (Alonso *et al*, 2003).

El siguiente cuadro muestra el valor fertilizante que tiene el compost comparándolo con otras sustancias:

FERTILIZANTE	Humedad %	Macronutrientes en forma asimilable por las plantas		
		N <sub>2</sub> %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %
Compost	30	0,4 - 3,5	0,3 - 3,5	0,5 - 1,8
Estiércol bovino	80	0,33	0,22	0,11
Estiércol caballar	75	0,5	0,28	0,31
Estiércol porcino	82	0,67	0,56	0,45

**Tabla 6.5.1.a.** "Contenido en macronutrientes de los principales fertilizantes naturales".

Alonso *et al*, 2003.

Entre los beneficios principales del uso del compost se pueden mencionar (Chalita, 2005):

- Aumento de la capacidad del suelo para retener agua
- Hace porosos los suelos difíciles
- Mejora su ventilación y calentamiento
- Crea una estructura similar al suelo negro
- Contiene gran reserva de nutrientes que entrega a las plantas
- Evita la erosión y desertificación del suelo
- Proporciona a la salud humana sustancias activas como hormonas vegetales
- Aporta microorganismos al suelo, frena la proliferación de microorganismos dañinos
- Forma de reciclaje de nutrientes de los residuos sólidos orgánicos
- Menor cantidad de residuos son destinados a vertederos
- Se obtiene un producto de calidad, barato, fácil de obtener y en abundancia

El siguiente cuadro muestra la calidad promedio del compost obtenido de residuos sólidos orgánicos.

Parámetro	Valor
Nitrógeno	0.6-1.7%
Fósforo	0.2-1.5%
potasio	0.4-1.3%
Manganeso	430-600 ppm
Materia Orgánica	20-40%

**Tabla 6.5.1.b.** Determinación de la cantidad de nutrientes presentes en el compost a partir de desechos sólidos orgánicos. Almirante y Montel, 1998.

El compost se puede realizar manualmente mediante el volteo constante de la materia prima. Para preparar el composta se necesita de residuos sólidos orgánicos provenientes de las actividades de cocina del hogar. Mientras más variada sea la materia orgánica, mejor será la descomposición y calidad del compost. Es importante conocer que la relación carbono/nitrógeno es el parámetro fundamental para que determina un compost de alta calidad siendo así la relación carbono-nitrogeno de 30 a 40 la más adecuada.

A continuación se detalla el tipo de relación carbono / nitrógeno de algunos compuestos orgánicos que se encuentran en los residuos sólidos domésticos.

<b>Relación carbono/nitrógeno</b>	
<b>Alta</b>	<b>Baja</b>
· Cáscara de papa	· Plantas frescas
· Cáscara de plátano	· Vísceras de pescado
· Hojas secas de árboles	· Sangre deshidratada
· Restos de caña de azúcar	· Vísceras de pollo
· Papel	· Residuos de leche o productos lácteos
· Paja	· Residuos de cerveza
· Ramitas	· Vísceras de res
· Residuos de algodón	· Alga marina
· Fibras de coco	
· Cáscara de maní	

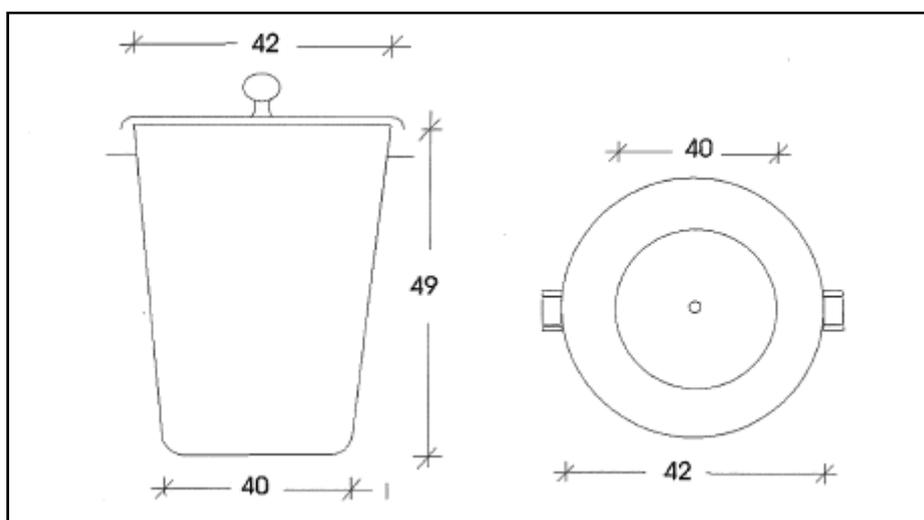
**Tabla 6.5.1.c.** Mención de algunos productos orgánicos cuyos desechos / residuos proveen de una alta y baja relación de carbono / nitrógeno al compost. Almirante y Montel, 1998.

La tabla puede ser usada como guía para preparar la materia prima del compost. Es necesario disponer de una mezcla de compuestos de alta y baja relación carbono/nitrógeno debido a que los residuos sólidos que tienen una baja relación carbono/nitrógeno se descomponen con mayor rapidez que los que tienen una alta relación. Por este motivo, es mejor mezclar residuos con baja relación carbono/nitrógeno como vísceras de pescado y plantas frescas con residuos de alta relación como restos de caña de azúcar, paja, hojas secas de árboles. Se debe evitar el compostaje utilizando los elementos indicados únicamente en una de las columnas

de la *tabla 6.5.1.c.*, por ejemplo, no es posible obtener un buen compost sólo con residuos de caña de azúcar o solamente con vísceras de pescado; lo mejor es mezclarlos para lograr una descomposición óptima y una relación C/N adecuada.

De acuerdo a las características culturales y sociales de los habitantes de la comunidad, el proceso de compostaje podría ser realizado en bio-huertos comunales, o individualmente (por cada casa) en viveros y/o dentro de los terrenos asignados a las diferentes familias. El compost provee nutrientes esenciales a las plantas para su crecimiento, desarrollo y producción, entre ellos, el nitrógeno, fósforo y potasio; adicionalmente mejorando la estructura física y química del suelo al incrementar su capacidad para retener agua y contribuyendo al desarrollo de una importante estructura microbiológica que mejora su calidad orgánica (Almirante y Montel, 1998).

COLLAZOS y DUQUE, exponen en su obra un modelo de recipiente tipo, útil para satisfacer necesidades de una familia típica, el cual tiene un volumen de 65 litros, con una sección transversal variable, lo cual permite su fácil vaciado de residuos. Un recipiente de esta naturaleza puede contener un máximo de 25 kilogramos de residuos sólidos urbanos. Este es el contenedor que se recomienda mantener en cada una de las casas para la recolección de los desechos orgánicos.



**Gráfico 6.5.1.a.** Recipiente tipo para residuos sólidos domésticos. COLLAZOS y DUQUE. 1998.

### 7.5.1.1 Principios básicos para la preparación del compost

La preparación del compost se puede realizar mediante la descomposición de la materia orgánica en condiciones aerobias o anaerobias (con oxígeno o en ausencia del mismo. La descomposición aerobia, es decir, en un medio con presencia de oxígeno, es más común y preferida que la descomposición anaerobia, debido a que

esta última genera olores desagradables y su temperatura no llega a eliminar los microbios patógenos. Por el contrario, el compostaje en un substrato aerobio experimenta un incremento espontáneo de temperatura, favorece la descomposición de la materia orgánica, elimina microbios patógenos y no libera malos olores.

La generación de compost a partir de residuos sólidos domésticos depende de la acción de los microbios que se encargan de descomponer la materia orgánica. Para ello es necesario controlar tres parámetros adicionales: la aireación, la humedad y el pH.

La materia en descomposición debe tener un porcentaje óptimo de humedad entre el 50% y 60%(Aubert, 1998). Para obtener este nivel de humedad se agrega agua a la materia orgánica hasta que no libere líquidos en la parte inferior de la pila, o tenga una apariencia de tierra húmeda de páramo. La aireación se puede lograr volteando la materia diariamente de forma manual (utilizando una pala o rastrillo) o colocando pequeñas chimeneas (puede utilizarse tubos de PVC o plástico) sobre el material que se composta. El pH se controla agregando un poco de cal o ceniza durante el acondicionamiento inicial de la materia orgánica que se convertirá en compost.

Los pasos principales a seguirse para el proceso de preparación de compost se pueden resumir en los siguientes:

1. Separación y selección de la materia orgánica
2. Trituración y homogeneización
3. Disposición de la materia orgánica en una compostera
4. Aireación periódica
5. Obtención del compost
6. Almacenamiento
7. Aplicación del compost en los cultivos

### **7.5.2. Infraestructura del sistema de clasificación y reciclaje**

Con el fin de gestionar adecuadamente los residuos generados por la comunidad se ha determinado una zona de clasificación y almacenamiento temporal tentativa para la colocación de contenedores de almacenamiento de residuos (tanques de 55 galones limpios), identificados con nombres y colores de acuerdo al tipo de residuo al que corresponda. Acorde al volumen de residuos generados calculados, el área debería tener al menos una superficie equivalente a 20 metros cuadrados. Tanto los contenedores como el área de almacenamiento deben adecuarse de tal forma que

cumpla con los requisitos mencionados a continuación (Collazos y Duque, 1998):

Contenedores:

- No permitir el acceso directo de animales a su contenido
- No permitir la difusión de olores
- Presentar un aspecto estético agradable
- No requerir demasiado mantenimiento
- Ser durable
- Ser resistente a la manipulación
- No exceder un peso determinado, con el fin de facilitar su manejo por el personal de recolección
- Permitir su fácil manejo, especialmente las operaciones de levante, transporte manual y vaciado
- Facilitar el rendimiento del personal de recolección
- Permitir el fácil acceso para el personal.
- Utilizar tapas para los contenedores, evitando el ingreso de humedad principalmente

Área de almacenamiento:

- Estar ubicada estratégicamente, de tal forma que sea posible ingreso del vehículo recolector hasta este punto, no esté cerca de canales o cuerpos de agua, no esté cerca de las viviendas para evitar eventuales malos olores y vectores.
- Contar con una superficie impermeabilizada (se puede utilizar plástico, geomembrana o cemento).
- En lo posible evitar que estén expuestos los contenedores a la intemperie, es decir a las condiciones climáticas extremas, especialmente a las lluvias.
- Estar adecuadamente señalizado.
- Permitir el fácil ingreso del personal para la manipulación de los contenedores.

Adicionalmente, dentro de la zona de clasificación y reciclaje se ubicará el contenedor de residuos peligrosos.

A continuación se muestra la diferenciación de desechos que genera la comunidad. Se

ha asignado un color a los contenedores de cada tipo de desecho para su correcta identificación:

Color	Residuos	Destino
Verde	Orgánicos	Compostaje
Amarillo	Vidrio	Reciclaje
Blanco	Papel/Cartón	
Azul	Plásticos / Pet` s	
Gris	Latas (aluminio)	Relleno Sanitario
Rojo	Contaminantes / Peligrosos	
Naranja	Basura Común	

**Tabla 6.5.2.a.** Tipos de residuos generados en la comunidad. Colores asignados al contenedor de cada tipo de residuo y tipo de tratamiento o disposición final. A diferencia de la *tabla 6.5.a*, en este cuadro se muestra el tratamiento / disposición final reales en función de las capacidades económicas y logísticas actuales de la comunidad. Sandoval, 2010.

## 8. Evaluación Ambiental

Aún cuando se instale los métodos para clasificar, recolectar y gestionar los residuos sólidos a nivel de la comunidad, estos no servirán de mucho si el individuo no contribuye con prácticas positivas, las cuales las denominamos "ambientalmente sustentables".

El ciclo de los residuos sólidos, no se inicia sólo con la producción de los desechos ni termina en el relleno municipal. A veces los hábitos de consumo contribuyen a empeorar el problema de los residuos sólidos.

Los impactos negativos potenciales del mal manejo de los residuos en el medio ambiente son evidentes y bien conocidos. A continuación se listan los principales (Emery, *et al.*, 2003):

(i) *Atmosféricos*: Calidad del aire por emisiones de metano y dióxido de carbono, y el impacto de éstos como gases invernadero; emisión de dioxinas y furanos producto de la quema no controlada en basurales (principal fuente de emisiones de estos compuestos orgánicos persistentes o COP) en América Latina, así como de sulfuro de hidrógeno y otros.

(ii) *Suelos y geomorfología*: Alteración de las propiedades físicas, químicas y de

fertilidad; contaminación por presencia de aceites, grasas, metales pesados y ácidos, entre otros residuos; activación del proceso erosivo y cambio de topografía, entre otros.

(iii) *Aguas superficiales y subterráneas*: Afectación de la calidad del agua y alteración de las características hidráulicas.

(iv) *Bióticos*: Alteración de la cantidad de biomasa, del tipo de vegetación y fauna

## 9. Capacitación Ambiental

La adopción de capacitación y concienciación ambiental en el manejo de residuos sólidos constituye una medida indispensable para el éxito de todo proyecto de residuos sólidos tanto en comunidades como empresas. La gestión de residuos puede fallar si los habitantes de la comunidad inician incorrectamente el ciclo de su manejo. Es por esto que la promoción, capacitación y educación ambiental debe ser una actividad continua a fin de mantener los logros proyectados por Fundación Esquel. En esencia, se trata de cambiar hábitos y costumbres negativas y también de desarrollar la capacidad local para establecer una organización comunal para la gestión de residuos sólidos. Para cambiar efectivamente el comportamiento de la comunidad, se debe comprender cabalmente las prácticas y percepción que tiene la comunidad sobre el manejo de los residuos sólidos. La comunidad de La Victoria de Nabuzo, de alguna manera, dispone sus residuos sólidos y posee una visión particular sobre esta actividad. Por este motivo, el cambio de comportamiento puede tomar un tiempo considerable. La población infantil es una audiencia objetivo prioritaria en los programas de educación ambiental ya que en muchos casos, este segmento de la población participa directamente en la limpieza del hogar y de la comunidad y puede influir en el comportamiento de los mayores.

Las mujeres y grupos femeninos organizados constituyen otro grupo importante en los programas de educación ambiental, pues ellas desempeñan las actividades caseras, se preocupan por la salud de la familia y son la principal fuente de información sobre temas de salud e higiene.

Durante el tiempo de consultoría se realizaron las siguientes capacitaciones / charlas:

- a) Información a los miembros de la comunidad sobre el tipo de desechos encontrados durante el levantamiento de información.
- b) Buenas prácticas ambientales durante el manejo de desechos en la comunidad.

- c) Qué son los residuos, explicación breve.
- d) Clasificación de los residuos, por tipos (o naturaleza)
- e) Separación de los desechos sólidos domésticos en la fuente
- f) Las 3 R's: Reducir, Reutilizar, Reciclar
- g) Efectos a la salud por el mal manejo de residuos tóxicos peligrosos
- h) Datos estadísticos de uso y desecho de residuos tóxicos peligrosos (conciencia ambiental).
- i) Charla sobre la planificación en marcha para la construcción de un relleno sanitario tecnificado para el cantón, a cargo del Lic. Diego Uquillas, encargado del Departamento para la Gestión del Desarrollo del Municipio de Penipe.
- j) Taller práctico para los niños de la comunidad: Diferenciación entre desechos / residuos orgánicos e inorgánicos, Breve explicación del proceso de compostaje y sus ventajas, cuidado de la naturaleza, Segregación de los residuos sólidos domésticos en la fuente.

## 10. Conclusiones

- El Diseño del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos en la comunidad es de gran importancia como base fundamental para la formulación de programas ambientales a nivel organizacional comunitario. Además consiste en una guía para la creación de indicadores ambientales que generen controles de desarrollo y crecimiento sustentable comunitario.
- La categoría que representa la mayor fracción en peso (51%) de desechos sólidos generados por la comunidad de La Victoria de Nabuzo es la basura común proveniente de baños, la misma que se seguirá destinando al relleno sanitario.
- La materia orgánica sólida generada en los hogares, producto de las actividades de alimentación, representa el 29% del peso del total de desechos generados por la comunidad, y es la fracción que será directamente aprovechada por los habitantes para la elaboración de compost con el objeto de mejorar la contextura y características de los suelos de cultivo tanto comunitarios como familiares.
- Para poner en funcionamiento el plan de clasificación de desechos es necesaria la adquisición o adecuación de al menos siete contenedores dentro de un área adecuada, como se menciona en el *punto 6.5.2*. De acuerdo a proformas

obtenidas se estima un valor aproximado de USD. 35,00 por contenedor; y, dependiendo del tipo de materiales y disponibilidad de mano de obra, el área de almacenamiento temporal puede ser construida con un costo mínimo aproximado de USD. 800,00, utilizándose paredes de bloque, una mínima capa de hormigón en la base (plataforma) y una cubierta de planchas de fibrocemento.

- No es posible obtener ganancias a partir de la recolección y transporte de los desechos sólidos reciclables debido a la mínima remuneración que recibiría la comunidad mensualmente en contraste con el alto costo de transporte y tiempo necesarios.

## **11. Recomendaciones**

- Expandir en todas las operaciones posibles las prácticas de minimización y reciclado en una transición hacia el concepto de 3R.
- Sensibilizar a la población sobre el impacto ambiental que es causado por la quema a cielo abierto y entierro de los desechos; así como por los vertederos no controlados.
- Evaluar periódicamente la posibilidad de acreditar a la comunidad como gestor artesanal de desechos reciclables, de acuerdo a un análisis económico en base a la venta de estos subproductos.
- Determinar la factibilidad de utilizar los desechos generados en zonas aledañas, tales como escuelas o comunidades para ser incorporados a los procesos de clasificación, almacenamiento y venta.

## Bibliografía:

- Aguirre, C. 1993. Diagnóstico de la Investigación Forestal en el Ecuador. Proyecto PD 138/91 REV.2. Ecuador.
- Albuja, L., Almendáriz, A., Barriga, R. y P. Mena. 2003. Inventarios de los vertebrados del Ecuador. En la Investigación para la Conservación de la Diversidad Biológica en el Ecuador.
- Almirante, R. y G. Montel. 1998. Tecnología e implantación para el compostaje. Ponencia del estudio El compostaje en el ámbito agrícola, promoción del compost en agricultura biológica. Instituto Agronómico Mediterraneo Bari. Italia.
- Alonso, C., Martínez, H. & J. de la Morena. 2003. *Manual para la Gestión de los Residuos Urbanos*. Editorial Ley Actualidad. Madrid.
- Ariño & Asociados Abogados. 2004. *Guías de buenas prácticas ambientales*. Editorial ECOIURIS. Madrid.
- Aubert, C. 1998. El huerto biológico. Saneamiento Ecológico. Ed. Integral Barcelona.
- Bautista, C. & L. Mecati. 2000. *Guía Práctica de la Gestión Ambiental*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.
- Chalita, R. 2005. *Reciclaje de Plásticos*. Corporación Educativa Mayor del Desarrollo Simón Bolívar. Barranquilla.
- Collazos, H. & M. Duque. 1998. *Residuos Sólidos*. Tercera Edición. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Corbitt, R. 2003. *Manual de Referencia de la Ingeniería Medioambiental*. Mc Graw Hill. Madrid.
- ECOLAP y MAE, 2007. Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador: ECOFUND, FAN, IGM. Quito, Ecuador.
- Emery, A., Griffiths, A., y J. Williams. 2003. An in depth study of the effects of socio-economic conditions on household waste recycling practices.

## ANEXO FOTOGRÁFICO:

**Fot 1. Pesaje**



**Foto2. Clasificación de Residuos**



**Foto3. Elaboración Compost**



**Foto 4. Capacitación habitantes adultos**



**Foto 5. Capacitación habitantes niños**

