



**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
INGENIERÍA CIVIL**



TEMA

**“PROPUESTA DE UN PLAN PILOTO PARA EL MANEJO INTEGRAL DE
LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS PARA LA COMUNIDAD DE
SANTA CRUZ PORRILLO, MUNICIPIO TECOLUCA, DEPARTAMENTO DE
SAN VICENTE”**

Trabajo de Graduación presentado por :

**MARIO ANTONIO RAMÍREZ PAZ
DENIS PAÚL ANZORA MACHADO
MELVIN ALEXANDER CALLEJAS AGUIRRE**

Para optar al grado de :

INGENIERO CIVIL

NOVIEMBRE, 2002

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA



PAGINA DE AUTORIDADES

LIC. JOSÉ MAURICIO LOUCEL
RECTOR

ING. NELSON ZÁRATE SANCHEZ
VICERRECTOR ACADEMICO

LIC. LUIS RICARDO NAVARRETE
DECANO

JURADO EXAMINADOR

ING. BENIGNO ANDRÉS MERCADO LANDAVERDE
PRESIDENTE

ARQ. EDUARDO ANTONIO DURÁN RODRÍGUEZ
PRIMER VOCAL

ING. NELSON PASTOR HÉRCULES
SEGUNDO VOCAL

NOVIEMBRE, 2002

San Salvador, El Salvador, Centroamérica.



MIS AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODOPODEROSO.

**Por haberme permitido lograr este éxito el cual ahora le ofrezco con
humildad.**

A MI MADRE.

**Por haberme inculcado siempre el espíritu de estudio y superación, por
sus oraciones y sabios consejos en el momento justo, y por sobre
todo, su apoyo incondicional sin el cual no hubiese sido posible lograr
este éxito.**

A MI PADRE (Q.D.D.G).

**Aunque ya no esta con nosotros siempre me guió por el buen camino y
me brindo su apoyo incondicional, moral y confianza para llegar a mi
meta.**

A MI HIJA NATHALIE IRENE.

**Quien a pesar de su corta edad se dio cuenta de todo mis ausencias
para poder dedicarle tiempo a este triunfo.**

A MI ESPOSA XENIA MARCELA.

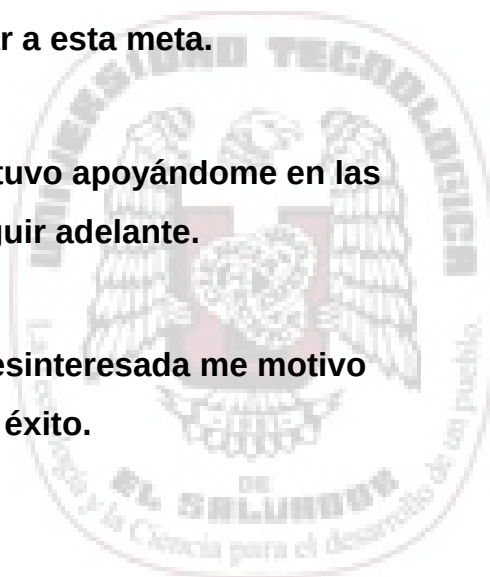
**Con su cariño, comprensión y apoyo moral, siempre estuvo a mi lado
alentándome a seguir para llegar a esta meta.**

A MI HERMANO.

**De manera muy especial, pues siempre estuvo apoyándome en las
buenas y en las malas para seguir adelante.**

A CARLOS ARMANDO IRAETA.

**Con todo respeto, ya que en una forma desinteresada me motivo
siempre al logro de este éxito.**



DE MANERA MUY ESPECIAL

**A mi tío Mauricio Ernesto Chávez (Q.D.D.G.), Quien siempre confió en
mi y al cual ahora me alegro no haber defraudado.**

MARIO ANTONIO RAMÍREZ PAZ.



AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODOPODEROSO

Por darme la fuerza, Salud y Sabiduría para alcanzar una de mis metas más importantes de mi vida.

A MI MAMA (Q.D.D.G.)

A quien llevo por siempre en mi corazón, aunque no se encuentre a mi lado en este momento de mi vida.

A MI PAPA

A quien dedico totalmente este triunfo, por haber tenido la seguridad y confianza en mi, ya que ha sido un apoyo constante en la carrera y en mi vida; y que aun cuento con él.

A MI ESPOSA CAROLINA

Por creer en mi y comprender todo el tiempo que estuve ausente de mi hogar.

A MI HIJO DENNIS PAUL

Mi principal inspiración, a quien dedico con mucho amor este triunfo y comprender los momentos que no podía estar con él.

A MI HERMAMA DENNIA

Por apoyarme siempre y motivarme en todo momento para finalizar mi carrera.

A MIS HERMANITAS BIBI Y ANDREA

Para motivarlas a que sigan estudiando hasta alcanzar sus propias metas en la vida.

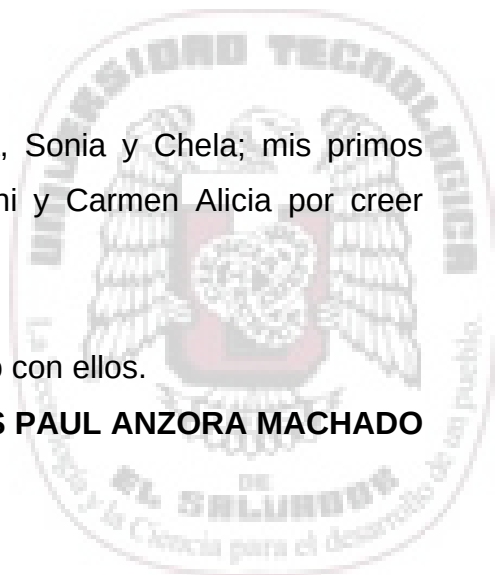
A MI FAMILIA

Mi abuela Mamatita (G.D.D.G.), mis tías Blanca, Sonia y Chela; mis primos Julio, Giovanni, Willy, Marlon; mis primas Benoni y Carmen Alicia por creer siempre en mi.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS

Melvin y Mario que fue un gusto el haber trabajado con ellos.

DENIS PAUL ANZORA MACHADO



MIS AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODOPODEROSO.

Por su infinito amor hacia nosotros, y por permitirme alcanzar este éxito a quien agradezco con todo mi corazón, hoy se lo ofrezco con toda humildad.

A MIS PADRES: JOSE CALLEJAS Y ROSA AGUIRRE.

Por que sin ustedes, en ningún momento de mi vida pudiera dar un paso firme,
Muchas Gracias.

A MIS HERMANOS.

Con todo cariño a Gracia Areli y Erick Enrique.

A MIS ABUELAS:

A mi abuela Graciela Aguirre, que ha sido un pilar muy importante en este camino, siempre estaré agradecido. Y a mi abuela Herminia Pérez (Q.D.D.G), aunque ya no este con nosotros siempre la llevo en mi corazón.

A MIS SOBRINAS LAS GEMELITAS: PAOLA G. Y FERNANDA. V.

Aunque en este momento aun son muy pequeñas, con sus gracias me han hecho olvidar todos los momentos malos del día.

A MIS TIOS:

A mis tíos Luis Aguirre, Gilberto Aguirre (Q.D.D.G), Carlos Callejas, José D. Callejas, les agradezco por haber confiado en mi en todo momento.

A LA FAMILIA CASTILLO SOLÓRZANO.

A cada uno de ellos de manera muy especial, gracias por apoyarme de manera sincera y desinteresada para seguir adelante.

A LA ING. MARTHA AUXILIADORA CASTILLO SOLÓRZANO.



Te agradezco de la forma mas especial, todos aquellos momentos que compartimos en la “U” , sin ti lo demás nunca fue igual.

MELVIN ALEXANDER CALLEJAS AGUIRRE.



INDICE

INTRODUCCIÓN	i
--------------	---

CAPITULO I

Planteamiento del Problema	1
----------------------------	---

1.1	Antecedentes
1	

1.2 Objetivos de la investigación	9
-----------------------------------	---

1.2.1Objetivo General	9
-----------------------	---

1.2.2 Objetivos Específicos	9
-----------------------------	---

1.3 Generalidades y situación actual de la Comunidad de	
Santa Cruz Porrillo	10

1.3.1 Generalidades del municipio	10
-----------------------------------	----

1.3.1.1 Ubicación geográfica	10
------------------------------	----

1.3.1.2 Extensión territorial	10
-------------------------------	----

1.3.1.3 Gobierno local	12
------------------------	----

1.3.1.4 Aspectos Físicos	12
--------------------------	----

1.3.1.5 Vías de acceso	13
------------------------	----

1.3.1.6	Población
16	

1.3.1.7 Saneamiento ambiental del municipio	17
---	----

1.4. Justificación del problema	21
---------------------------------	----

CAPITULO II



Resultado de la Investigación	23
2.1 Metodología de Trabajo	23
2.1.1 Aspectos Metodológicos	23
2.1.1.1 Tipo de Estudio	23
2.1.1.2 Método de Investigación	24
2.2 Población y Muestreo	24
2.2.1 Definición de los Sujetos de Medición	24
2.2.2 Delimitación de la Población	25
2.2.3 Tipo de Muestra	27
2.2.4 Determinación de la Muestra	27
2.2.5 Selección de la Muestra	29
2.3 Instrumento y Técnica para la Recolección de Datos	31
2.4 Fuentes y Técnicas para la Recolección de la Información	32
2.4.1 Procedimiento	33
2.5 Análisis e Interpretación de los datos (o información)	34
2.5.1 Resultados del Muestreo	34
2.6 Preguntas, Objetivos, Resultados y Análisis del Cuestionario	36
2.7 Conclusiones de la Investigación	56

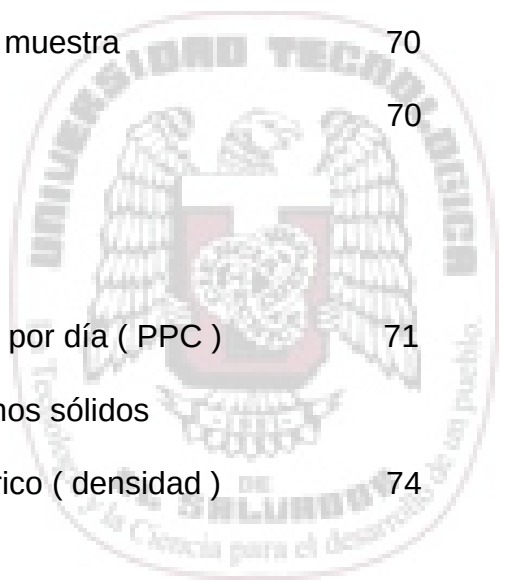
CAPITULO III

Diagnostico y propuesta de un plan piloto para los
desechos sólidos generados en la Comunidad de
Santa Cruz

Porrillo



3.1 Desechos sólidos	58
3.1.1 Orígenes y tipos de desechos sólidos	60
3.1.2 Composición de los desechos sólidos	62
3.1.2.1 Factores que afectan la composición de los desechos sólidos	63
3.1.2.2 Variaciones futuras en la composición de los desechos sólidos	64
3.1.3 Propiedades de los desechos sólidos	64
3.1.4 Tasa de generación de los desechos sólidos	65
3.2 Estudio de caracterización de los desechos sólidos	65
3.2.1 Recolección de la información existente	65
3.2.2 Identificación de las fuentes generadoras de desechos sólidos	66
3.2.3 Metodología de muestreo	67
3.2.3.1 Tamaño de la muestra	68
3.2.3.2 Selección de las viviendas de la muestra	70
3.2.3.3 Recolección de la muestra	70
3.2.4 Análisis realizados	71
3.2.4.1 Producción per-capita domestica por día (PPC)	71
3.2.4.2 Composición física de los desechos sólidos (base húmeda) y peso volumétrico (densidad)	74



3.2.4.3 Ensayo de humedad	77
3.2.4.4 Poder calorífico de los desechos sólidos	79
3.2.5 Producción diaria de desechos por otras fuentes generadoras	81
3.3 Propuesta de un plan piloto para los desechos sólidos	
de la Comunidad de Santa Cruz Porrillo	83
3.3.1 Gestión de los desechos sólidos	83
3.3.1.1 Control de la generación	84
3.3.1.2 Almacenamiento	87
3.3.1.3 Recolección y Transporte	89
3.3.1.4 Evaluación de alternativas para el tratamiento	
de los desechos sólidos	98
3.3.1.5 Disposición final	101
CONCLUSIONES	
	136
RECOMENDACIONES	
	137
GLOSARIO	
	139
BIBLIOGRAFÍA	157
ANEXOS	160

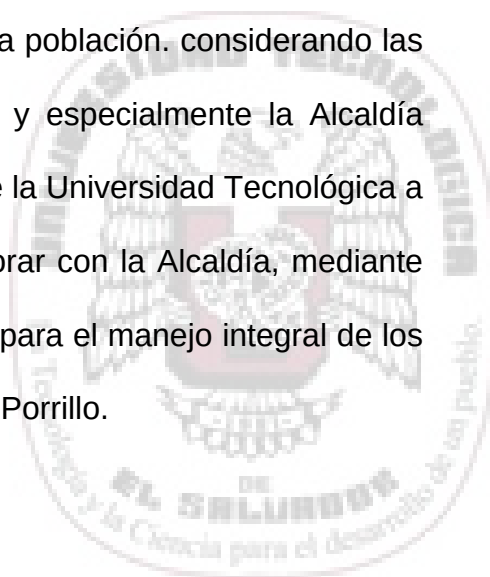


INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población, así como el desarrollo industrial, la urbanización y otros procesos, vienen produciendo un incremento considerable en la cantidad y variedad de los desechos sólidos generados por las actividades desarrolladas por la población de nuestra región.

Los problemas ocasionados por un inadecuado manejo de los desechos están afectando tanto, a las grandes ciudades, zonas marginales, así como en las pequeñas poblaciones rurales. En muchos municipios el manejo empírico del servicio urbano, con una evidente falta de criterio técnico, económico y social, ha ocasionado que este servicio carezca de una adecuada planificación y organización.

En la actualidad se cuenta con proyectos de manejo integral de los desechos sólidos, como es el caso del Municipio de Suchitoto que tiene un sistema de tratamiento de los desechos sólidos a través del método del compostaje, del cual se obtiene resultados satisfactorios para dicha población. considerando las necesidades que atraviesan las municipalidades y especialmente la Alcaldía Municipal de Tecoluca; la facultad de ingeniería de la Universidad Tecnológica a través del grupo de investigación pretende colaborar con la Alcaldía, mediante la elaboración de una propuesta de un plan piloto para el manejo integral de los desechos sólidos en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo.



El presente documento contiene en forma detallada los diferentes capítulos que integran la estructuración para el desarrollo de la propuesta.

CAPITULO I, Se presenta el marco teórico conceptual sobre los desechos y generalidades del municipio con el fin de informar al lector acerca de la problemática que generan los desechos sólidos en general y la comunidad en estudio.

CAPITULO II, Detalla la investigación de campo, las técnicas e instrumentos utilizados para realizar la presente propuesta. Conocer y analizar de manera integral la problemática de la comunidad.

CAPITULO III, Contiene básicamente la propuesta de un plan piloto para el manejo integral de los desechos sólidos en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, tomando como base los resultados obtenidos, las necesidades y características propias de la comunidad.





CAPITULO I

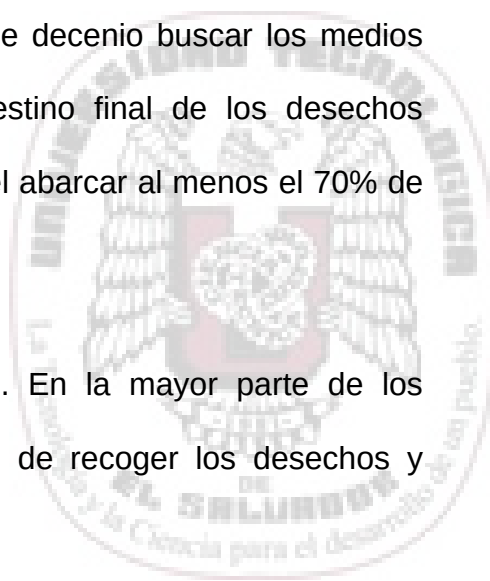
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

En la América Latina el problema de la basura se va incrementando con el paso del tiempo, ya que a medida que la población ha ido creciendo también lo ha hecho la cantidad de desechos que se produce. En el año de 1960 la Organización Panamericana de la Salud (OPS), adopta la primera resolución sobre desechos sólidos e invita a los Ministerios de Salud de América para que adopten tendientes a formar y fortalecer una adecuada disposición final de los desechos sólidos.

Posteriormente en el año de 1972, los Ministerios de Salud en su tercera Reunión Especial en Santiago de Chile, en el Plan Decenal de Salud para las Américas, se fijan como meta para el final de ese decenio buscar los medios adecuados para la recolección, transporte y destino final de los desechos sólidos en lugares adecuados, siendo esta meta el abarcar al menos el 70% de las ciudades de 20,000 habitantes o más.

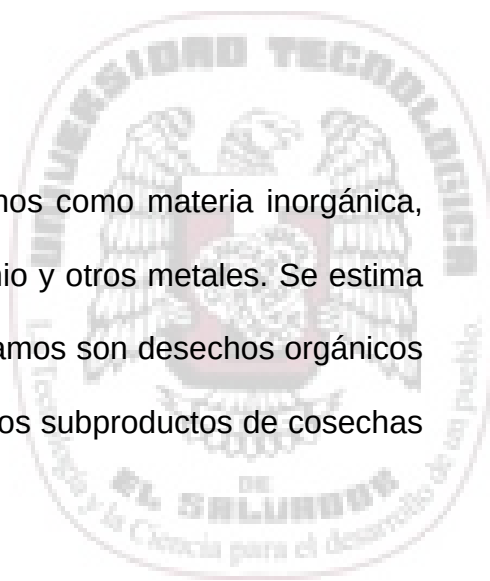
En El Salvador se da una "alarma de basura". En la mayor parte de los municipios, las autoridades locales se encargan de recoger los desechos y



transportarlos a los vertederos, donde no se realiza ningún tipo de tratamiento. De esta manera, la basura se convierte en una fuente de expansión de enfermedades y de contaminación del agua; además, durante la estación seca, a menudo entra en combustión espontánea, contaminando el aire y causando serios problemas a la población que vive en las cercanías. No hay ciudad o pueblo en que la recogida de desechos llegue a todos los rincones y, en algunos casos, ni siquiera a la mayoría de las viviendas. Como resultado, la basura se vierte en plena calle, en los ríos, etc. El problema afecta a toda la nación y está empeorando rápidamente, debido a la alta presión demográfica y a la falta de aplicación de medidas efectivas por parte del gobierno.

Desde 1987, el Centro Salvadoreño de Tecnología Apropiaada (CESTA) trabaja para encontrar alternativas ecológicas a la gestión inadecuada de los desechos que, tradicionalmente, se ha venido llevando a cabo en el país, cada tipo de desechos presentan la posibilidad de impactar al medio ambiente o a la salud humana, por lo cual se necesita un sistema de separación y manejo adecuado en cada caso.

La categoría de desechos sólidos son los desechos como materia inorgánica, papel, cartón, vidrio, plástico, tela, latas de aluminio y otros metales. Se estima que entre 50% y 60% de los desechos que generamos son desechos orgánicos jardín, de la cocina, de restaurantes mercados, y los subproductos de cosechas



y viveros. Aunque no sean “desechos peligrosos”, los orgánicos pueden ser perjudiciales para la salud. Según un autor:

La basura (orgánica) se considera un problema grave de contaminación porque en ella se desarrollan y reproducen infinidad de organismos difusores de múltiples enfermedades, algunos de los cuales son:

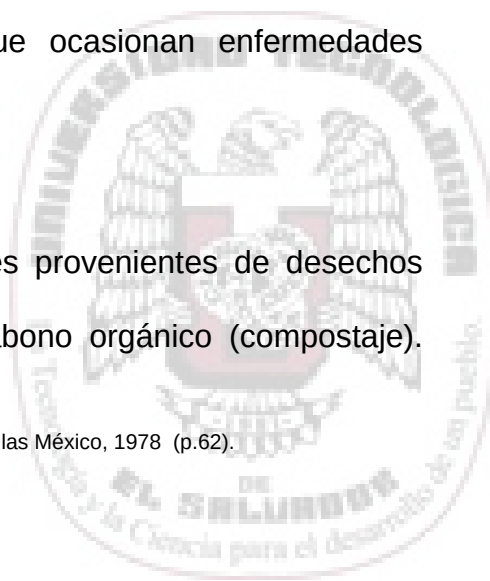
Moscas... que se alimentan de materia orgánica en descomposición y transportan microorganismos que producen enfermedades de la piel, así como en las vías respiratorias y digestivas.

Hongos... que ocasionan problemas respiratorios... alergias..., e infecciones en la piel...

Roedores. Animales altamente perjudiciales que consumen, destruyen y echan a perder los alimentos del campo, de los almacenes y hogares al contaminarlos con orina, excrementos y microorganismos que ocasionan enfermedades infecciosas gastrointestinales." ¹

Se puede disminuir los riesgos de enfermedades provenientes de desechos orgánicos por enterrarlos o por convertirlos a abono orgánico (compostaje).

¹ Mendoza, Juan Solá. Introducción a las Ciencias de la Salud. Editorial Trillas México, 1978 (p.62).



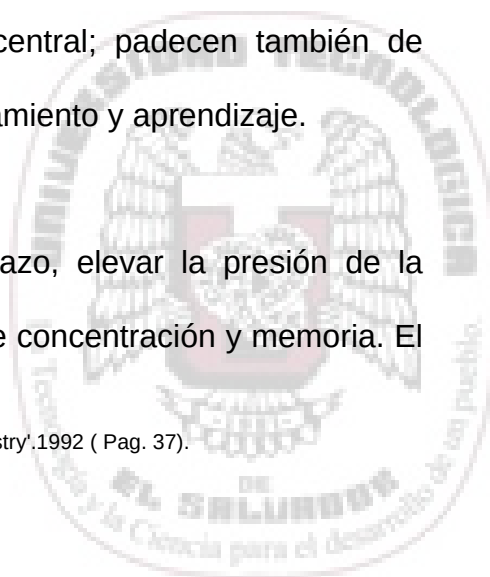
Pero los otros desechos sólidos son en gran parte productos sintéticos no-biodegradables, los cuales representan riesgo para la salud a corto o largo plazo, dependiendo de la sustancia y las condiciones de exposición (dosis y duración).

Los Sintéticos. Muchos productos comerciales contienen metales pesados como parte de la composición química del producto (tinta, pintura, baterías, y lámparas, entre otros). Los metales pesados son elementos químicos naturales, pero el proceso industrial ha estado extrayendo y concentrando éstos al punto que para metales como: plomo, cadmio, zinc, arsénico, mercurio, níquel, y vanadio, el flujo industrial es dos veces el flujo natural y en el caso de plomo, 18 veces más."²

En otras palabras, a través de nuestra manipulación exagerada y no controlada del sistema natural hemos concentrado y tirado a nuestro suelo, aire y agua cantidades de sustancias altamente tóxicas. Niños expuestos a plomo sufren daño en el cerebro y en el sistema nervioso central; padecen también de crecimiento retrasado y problemas en su comportamiento y aprendizaje.

En adultos el plomo puede complicar el embarazo, elevar la presión de la sangre, y causar trastornos nerviosos y pérdida de concentración y memoria. El

² Tibbs, Hardin B.C. 'Industrial Ecology: An Environmental Agenda for Industry'.1992 (Pag. 37).



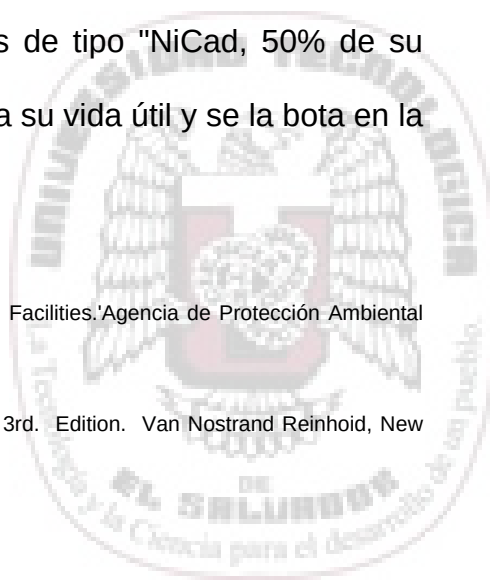
mercurio puede causar problemas nerviosos similares a los relacionados con plomo, además de hacer daño a los riñones, el cerebro, y el desarrollo del feto. Cadmio es cancerígeno, además de ser dañino para los pulmones, los riñones, y el hígado.³ El níquel es venenoso y cancerígeno para el ser humano, además de ser un probable teratógeno (produce mutaciones en el útero)⁴

Es bien fácil encontrar estas sustancias en la vida cotidiana, y por consiguiente en nuestra basura. El plomo, en combinación con ácido sulfúrico, es parte integral de cada batería de un automotor y también está presente en tinta y pintura vieja, pintura de tráfico, cerámico barnizado, soldadura en cañería, y otros productos comerciales.

Existe mercurio en algunos tipos de batería pequeña como del reloj o del audífono, en termómetros, rellenos dentales, interruptores de algunos aparatos electrodomésticos, aun en los zapatos deportivos iluminantes que llevan tantos niños hoy en día. Hay entre 35 y 75 miligramos de vapor de mercurio en cada lámpara fluorescente. Y de las pilas recargables de tipo "NiCad, 50% de su peso es cadmio, un problema enorme cuando pasa su vida útil y se la bota en la basura.

³ 'Proposed Revised Technical Standards for Hazardous Waste Combustion Facilities.' Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA), marzo de 1996 (Pag. 137).

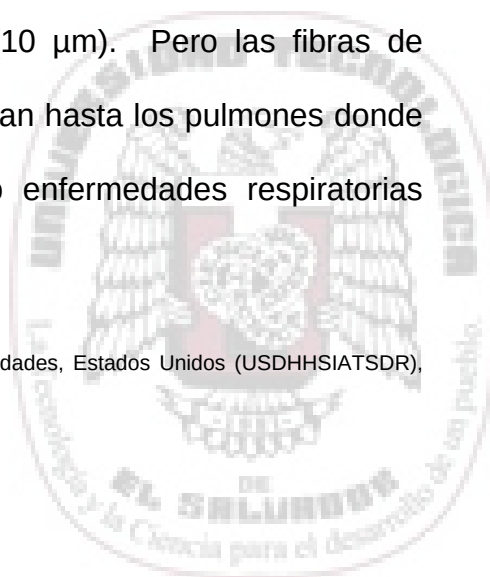
⁴ Lewis, Richard J. Rapid Guide to Hazardous Chemicals in the Work Place, 3rd. Edition. Van Nostrand Reinhold, New York, 1994 (Pág. 156).



Los solventes (compuestos orgánicos volátiles) y el plástico no son elementos naturales como los metales, sino compuestos de base de petróleo hechos en el laboratorio y son ellos los que más dificultan la tarea de los toxicólogos, porque para entender el comportamiento ambiental y fisiológico de estos compuestos, es necesario estudiar no solamente el comportamiento de la molécula de interés, pero también cada producto y subproducto formado en su descomposición y su interrelación con otras moléculas. Ya sabemos que algunas clases de solventes son cancerígenas (como PCE, TCE, CCl_4 , MEK, y benceno), mientras otras actúan más como venenos en el cuerpo humano o en el medio ambiente (DDT, hidrocarburos, PAH).⁵ Se encuentra PCE o CCl_4 en cualquier tintorería, TCE en talleres de maquinaria y de imprenta, y se respira benceno durante cada visita a la gasolinera.

Otros desechos riesgosos incluyen asbesto, PCB, y los hospitalarios. Asbesto es una sustancia natural extraída de la tierra. Se lo ocupa bastante en frenos de automotores y lámina del techo. Nuestro sistema respiratorio filtra partículas de tamaño más grande que diez micrómetros ($10\ \mu\text{m}$). Pero las fibras de asbesto son tan finas (menor de $10\ \mu\text{m}$) que entran hasta los pulmones donde se implantan en los tejidos internos, causando enfermedades respiratorias

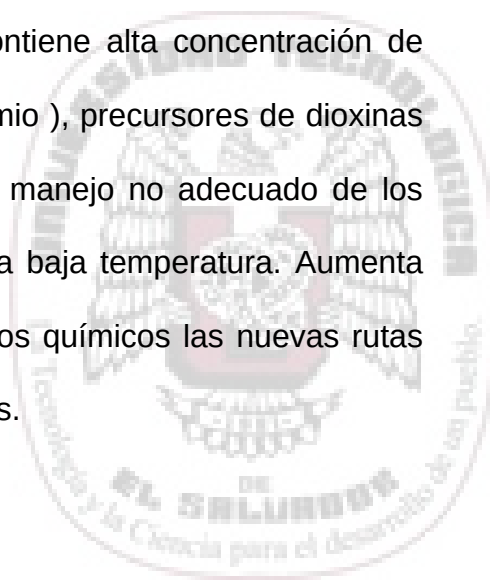
⁵ 'ToxFAQs.' Agencia para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades, Estados Unidos (USDHHS/ATSDR), 1993



como asbestosis y mesotelioma, disminuyendo la capacidad de los pulmones y terminando a veces en cáncer pulmonar.

Un compuesto sintético utilizado en los balastros de lámparas fluorescentes (especialmente aquellos hechos antes de 1979) es el policlorobifelino, o "PCB". Químicamente esta molécula es perfecta para los aparatos eléctricos, porque es no flamable y no conductiva. Lastimosamente, por su alto contenido de cloro, es bastante tóxico también. Cuando se quema a baja temperatura como un incendio, un vertedero abierto al cielo, o la mayoría de incineradores municipales u hospitalarios, se emite productos no completamente destruidos (conocido como "PICs" según sus siglas en inglés), incluyendo dioxinas y furanos que son aún más peligrosos que los PCBS.

Mezclado en los desechos hospitalarios están: Agujas, vendas sucias, tejidos y líquidos humanos que pueden llevar varias enfermedades infecciosas, más notables entre ellas son hepatitis, tétano y SIDA. También este tipo de desecho, en comparación con los desechos del hogar, contiene alta concentración de metales pesados (especialmente mercurio y cadmio), precursores de dioxinas (principalmente PVC), e isótopos radiactivos. Un manejo no adecuado de los desechos hospitalarios, como es la incineración a baja temperatura. Aumenta drásticamente su toxicidad a través de los cambios químicos las nuevas rutas de exposición creadas por las chimeneas y cenizas.



Los Vectores. El ecosistema de la Comunidad de Santa Cruz Porrillo es alterado abruptamente desde el inicio de sus asentamientos, lo que provocó perturbación en la diversidad de flora y fauna presente en todos sus alrededores. Actualmente se visualizan organismos que indican mala calidad ambiental: moscas, zancudos, ratas, ratones, cucarachas y zopilotes. La gente de la fabrica Petacones reporta que los mismos se introducen a las casas. Todos los vectores antes mencionados representan un peligro de dispersión de agentes etiológicos tales como Salmonera, Tifus, Shigella, V. chloreae, Leptospiro, Rota virus, Hepatitis A, Enterovirus, Dengue, Ántrax Aspergillus, Tétanos, y Rabia, entre otras. Otra amenaza la constituyen los mismos animales domésticos de la gente pobladora, ya que éstos al andar libres pueden introducir también estos agentes a las casas. Es común ver vacas pastando dentro de los botaderos a cielo abierto, La exposición a los lixiviados y otros contaminantes hace muy probablemente que estos animales tienen carne y leche contaminada, siendo no apta para consumo humano. Para tal conclusión requeriría análisis fuera de lo contemplado en esta propuesta.



1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Objetivo General

Proponer un plan piloto para el manejo integral de desechos sólidos domésticos para la comunidad de Santa Cruz Porrillo, municipio de Tecoluca, departamento de San Vicente.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analizar la problemática que generan los desechos sólidos domésticos, en la comunidad de Santa Cruz Porrillo.
- Ubicar un lugar para implementar el sistema de tratamiento y disposición final de los desechos sólidos generados por los habitantes de la comunidad de Santa Cruz Porrillo.
- Diseñar un sistema de tratamiento de desechos sólidos domésticos que se adapte a las características propias del lugar.



1.3 GENERALIDADES Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO

1.3.1 Generalidades del Municipio

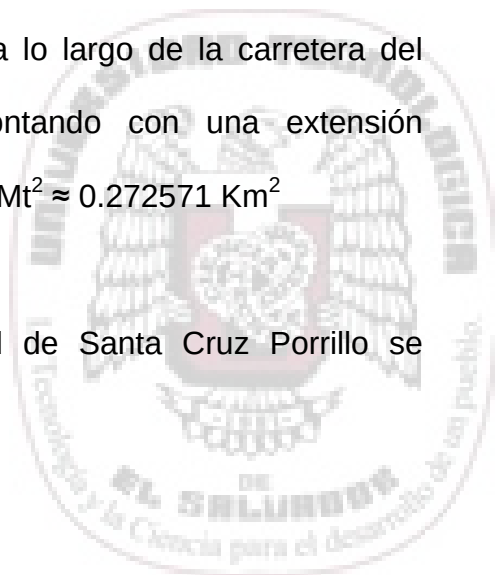
1.3.1.1 Ubicación Geográfica

La Comunidad de Santa Cruz Porrillo se encuentra localizada en la zona paracentral del país, a 72 Kilómetros de San Salvador, y es uno de los siete sectores que conforman el Municipio de Tecoluca, iniciando desde la colonia La Ilusión en el Km 72 hasta la colonia El Playón en el Km 80. Esta linda al Norte con el municipio de Tecoluca, al Este con San Nicolás Lempa, al Oeste con la ciudad de Zacatecoluca y al Sur con comunidades como: Agua Zarca, Barrio San Pedro, Palo Galán, El Ámate, San José entre otros.

1.3.1.2 Extensión Territorial

La Comunidad de Santa Cruz Porrillo, ubicada a lo largo de la carretera del Litoral esta conformada por 24 sectores, contando con una extensión aproximada de 39 Mz. Equivalentes a $272,571.00 \text{ Mt}^2 \approx 0.272571 \text{ Km}^2$

Los 24 sectores que conforman la Comunidad de Santa Cruz Porrillo se desglosan a continuación:



- San Pedro
- San Luis los Altos #2
- San Luis las Posadas
- Línea Férrea Santa Cruz Porrillo
- Quinta Aguilar de Vaquerano
- Santa Cruz Porrillo
- San Luis los Altos
- El Salto
- Línea Férrea Vaquerano
- La Florida
- Santa Cruz #2
- Barrio Nuevo
- San Cristóbal (La Ilusión)
- Santa Cruz Paraíso
- Betania # 1
- El Porrillito
- El Delirio
- El Ojushte
- La Laguna
- San José Porrillo
- Nuevo Amanecer
- El Playón



- Santa Fe
- Betania # 2

1.3.1.3 Gobierno Local

La comunidad de Santa Cruz Porrillo, forma parte del Municipio de Tecoluca; conformada esta por un gobierno local ejercido por un alcalde, un sindico y un numero de regidores que se establecen en función de la población.

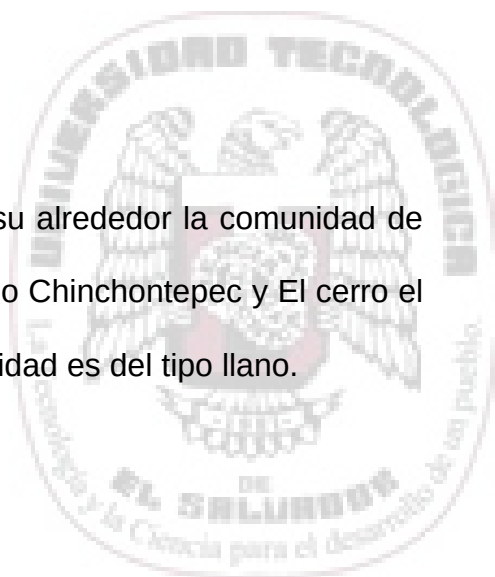
1.3.1.4 Aspectos Físicos

1.3.1.4.1 Hidrografía

La comunidad de Santa Cruz porrillo es atravesada por los ríos: San Antonio, San Pedro, El Gavilán, San Jerónimo, El Carrizo y El Playón. Además cuenta con un numero considerable de quebradas de invierno, y que al llegar la época del invierno estas se convierten en peligrosos canales de agua lluvias.

1.3.1.4.2 Orografía

Los elementos orográficos con los que cuenta a su alrededor la comunidad de Santa Cruz Porrillo son: El volcán de San Vicente o Chinchontepec y El cerro el Cerrón. Además la topografía promedio de la localidad es del tipo llano.



1.3.1.4.3 Clima

La comunidad de Santa Cruz Porrillo cuenta con un clima cálido y pertenece a un territorio de tipo caliente. Hasta el año de 2001 el monto pluvial oscilaba en 1600 y 2200 mm.

1.3.1.4.4 Vegetación

Las especies arbóreas mas notables son: madre cacao, roble, ojushte, papaturro, palo blanco, conacaste, morro, mango, y almendros.

1.3.1.4.5 Rocas

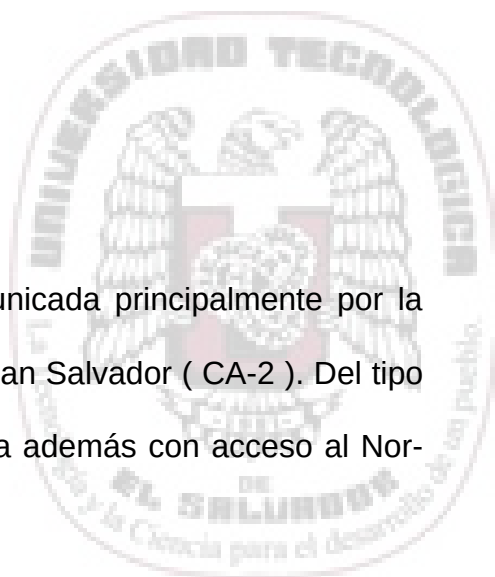
Predominan los tipos de lavas andesíticas y basálticas, materiales piro clásticos y aluviones con intercalaciones de materiales piro clásticos.

1.3.1.4.6 Suelos

Los suelos predominante en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, son los del tipo arcilloso de media a alta plasticidad.

1.3.1.5 Vías de Acceso

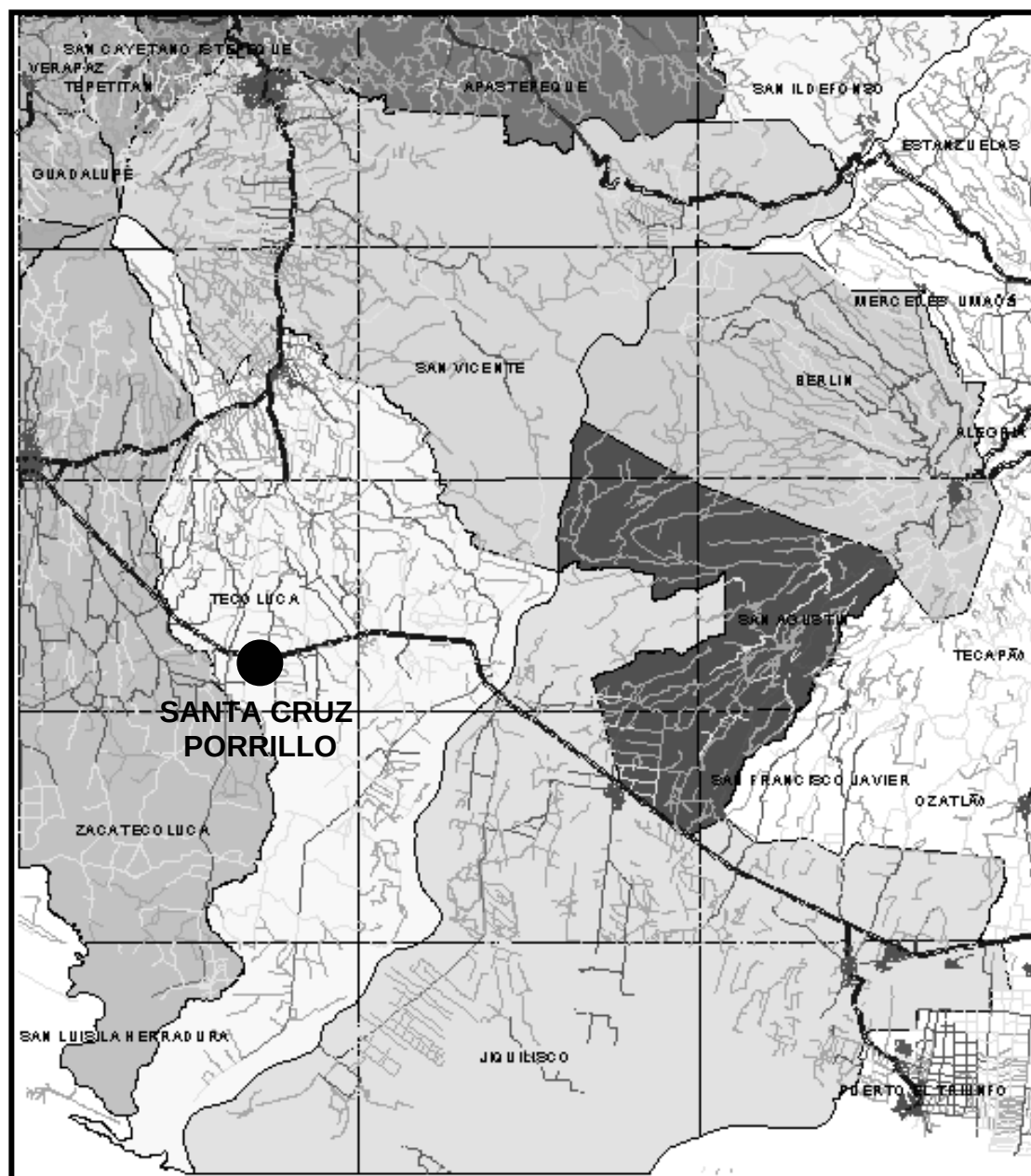
La Comunidad de Santa Cruz Porrillo esta comunicada principalmente por la carretera del Litoral ubicada en el Km. 72 desde San Salvador (CA-2). Del tipo primaria de dos carriles con acotamientos, cuenta además con acceso al Nor-



poniente por la carretera que de san Vicente conduce hacia Zacatecoluca (tipo Secundaria de dos carriles sin acotamiento). Y del lado Nor-orienté por la calle que de Tecoluca conduce hacia el Playón (tipo terciaria balastrada y en condiciones aceptables para el tránsito vehicular). Además del acceso principal, cada sector de cuenta con una red vial considerada aceptable. (Ver Figura 1.1).



FIGURA 1.1

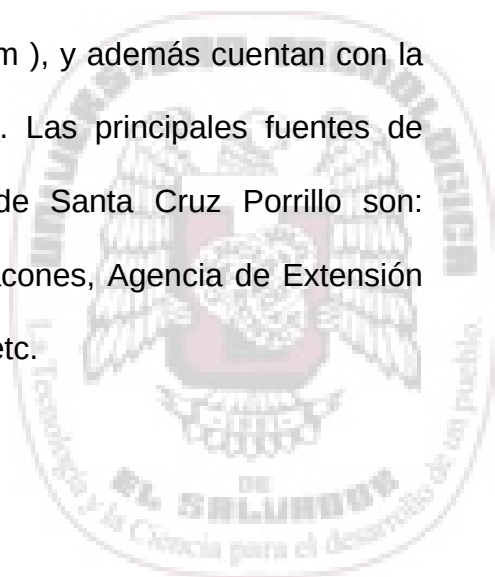


Fuente: Centro Nacional de Registros. San Vicente, Monografía del Departamento y sus Municipios.



1.3.1.6 Población

De acuerdo al censo poblacional que se levantó posterior a los terremotos del 2001, La Comunidad de Santa Cruz Porrillo cuenta con una población de 6,009 habitantes y 1,563 viviendas que en su mayoría son construidas con materiales mixtos. Algunos de los servicios con los que actualmente se beneficia la comunidad son: energía eléctrica suministrada por la compañía de Energía Eléctrica de Oriente (E.E.O), los servicios de Salud Pública, Escuelas a nivel básico como: (Centro Escolar Romilia Blanco Viuda de Briozo, Centro Escolar El Delirio, Centro Escolar Caserío San Cristóbal, Centro Escolar San Ramón Grifal, Centro Escolar Cruzadilla Vaquerano, Centro Escolar Hacienda Barrio Nuevo y en la comunidad San Luis los Altos que actualmente esta en construcción), Centros de Bienestar Infantil y dispensarios, Agua Potable, ciertos sectores son beneficiados con una red de distribución que ya sea instalada por ANDA o por ellos mismos (con ayuda a través de ONG's) poseen este servicio, pero también es de mencionar, que otros de estos sectores no poseen este servicio o se suplen de pozos artesanales sin ninguna medida de salubridad, Telefonía Privada (Telecom), y además cuentan con la protección de la Policía Nacional Civil (PNC). Las principales fuentes de Trabajo de los pobladores de la Comunidad de Santa Cruz Porrillo son: Jornaleros, empleados de fabrica de queso Petacones, Agencia de Extensión Agropecuaria (ISTA), albañilería, corta de caña, etc.



1.3.1.7 Saneamiento Ambiental del Municipio

Los principales problemas de saneamiento que afronta el municipio, son causados, entre otros, por falta de un sistema de aguas servidas, malos hábitos de higiene; por falta de agua potable en aquellos sectores que son menos beneficiados, disposición inadecuadas de las excretas y de desechos sólidos.

1.3.1.7.1 Aguas Servidas

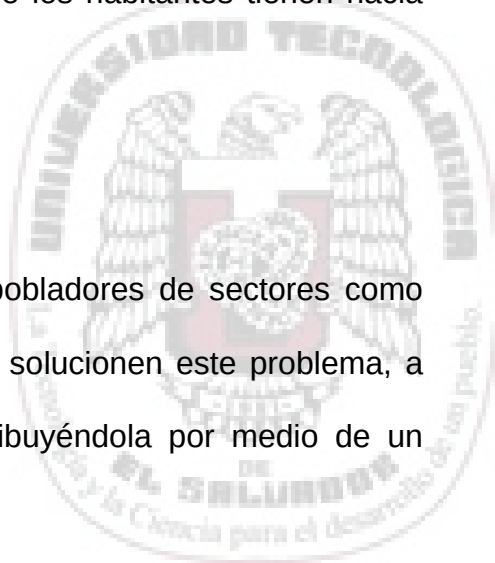
El no contar con una red de alcantarillado, obliga a la población a expulsarlas al frente de sus viviendas; ocasionando estas focos de contaminación ambiental. Por sugerencia de la unidad de salud, se ha indicado a los pobladores abrir huecos en el patio de sus lotes, con el objeto de posteriormente ser utilizado para riego.

1.3.1.7.2 Hábitos de Higiene

La higiene de la población influye grandemente en la propagación de enfermedades, debido a la falta de educación que los habitantes tienen hacia dichos hábitos personales.

1.3.1.7.3 Agua

La falta de agua potable ha generado que los pobladores de sectores como Santa Cruz Porrillo, El Delirio Y Santa Cruz #2, solucionen este problema, a través de dos pozos artesanales privados, distribuyéndola por medio de un



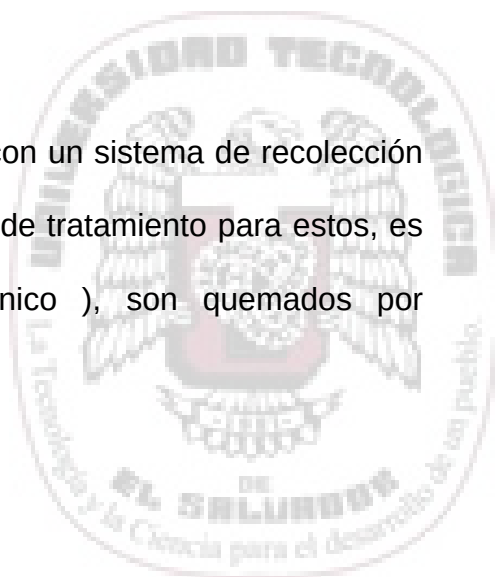
sistema de bombeo en horarios alternos de dos horas por cada sector, el tratamiento de desinfección utilizado por los pobladores consiste, en la cloración constante de los pozos, pero sin contar con una supervisión adecuada de un experto. y por este servicio, cada familia debe de pagar una cuota mensual de treinta colones. Además existen otros sectores como Santa Fe, Barrio Nuevo, Nuevo Amanecer entre otros, que cuentan con un sistema de agua potable ya que han sido beneficiados por ayudas internacionales , las demás se dota del vital liquido a través de los ríos aledaños o pozos artesanales sin ninguna medida de salubridad, generándose así la proliferación de enfermedades como las del tipo gastrointestinales.

1.3.1.7.4 Disposición de Excretas

El sistema utilizado para la disposición de la excretas son las letrinas, de los cuales podemos clasificarlas en: Letrinas aboneras, las mas utilizada por los pobladores, Letrinas de foso seco, y letrinas de lavar en menor caso.

1.3.1.7.5 Desechos Sólidos

La comunidad de Santa Cruz Porrillo, no cuenta con un sistema de recolección de desechos sólidos y mucho menos con un tipo de tratamiento para estos, es por ello que tales desechos (Material orgánico), son quemados por recomendación de la unidad de Salud Publica.



El restante es depositado en zonas a cielo abierto, zanjas o barrancas y que en épocas de invierno son arrastradas hacia los ríos, generando así la contaminación del medio ambiente.

Todo esto es producto de factores importantes como la falta de programas de concientización hacia los desechos sólidos, apoyo a las comunidades, y sobre todo a consecuencia de que la alcaldía municipal de Tecoluca, no cuentan con los recursos técnicos y económicos para desarrollar proyectos de esta naturaleza y por tanto hay que buscar mecanismos viables para este tipo de problemas.

1.3.1.7.6 Enfermedades

Las enfermedades predominantes en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, de acuerdo a los registros de las Unidades de Salud son: Infecciones respiratorias agudas (IRA)., Parasitismo intestinal, Enfermedades diarreicas, (Ver gráficos 1.1, 1.2, 1.3). Las siguientes graficas reflejan que el problema de los desechos sólidos es generador de este tipo de enfermedades, y que afectan a toda la población de la Comunidad de Santa Cruz Porrillo en general.

El ministerio de Salud Publica y Asistencia Social deberá fortalecer los sectores afines y organizaciones comunitarias en la capacitación técnica sistematizada sobre programación local para resolver la problemática existente.

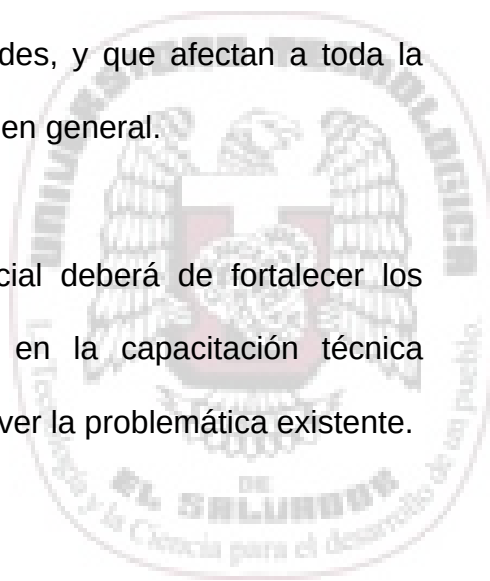
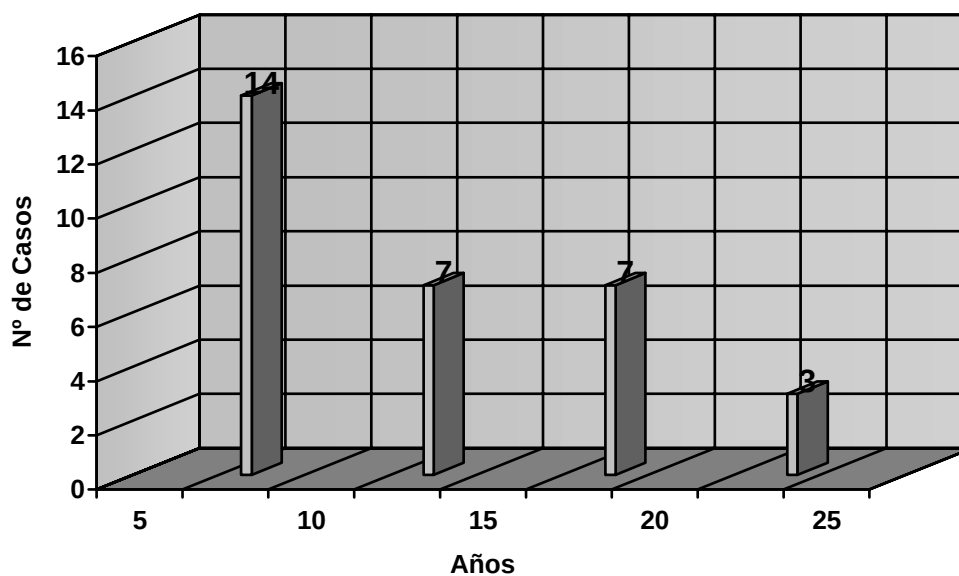


GRAFICO No 1.1

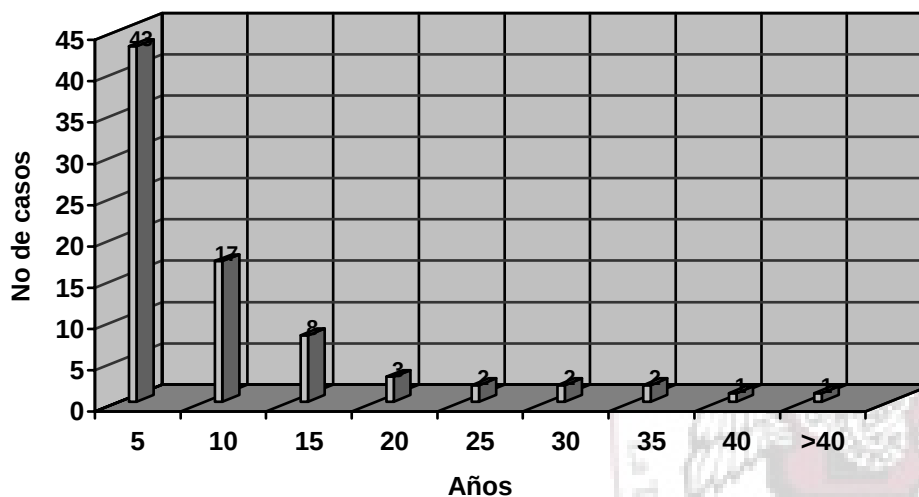
CASOS DE INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS (PERIODO JULIO-DICIEMBRE 2001)



FUENTE: Unidad de Salud de Santa Cruz Porriño.

GRAFICO No 1.2

CASOS DE PARASITISMO INTESTINAL (PERIODO JULIO-DICIEMBRE 2001)



FUENTE: Unidad de Salud de Santa Cruz Porriño.

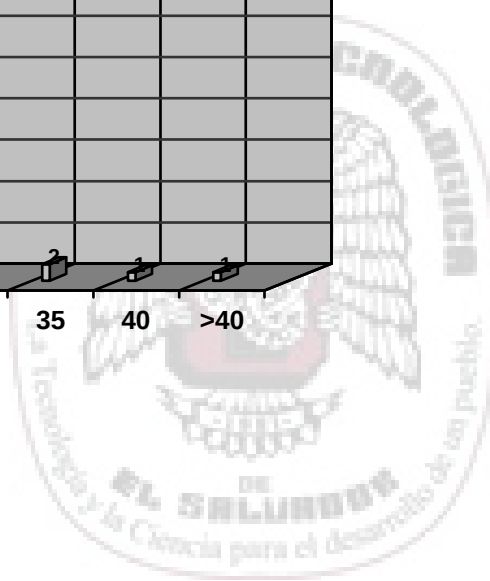
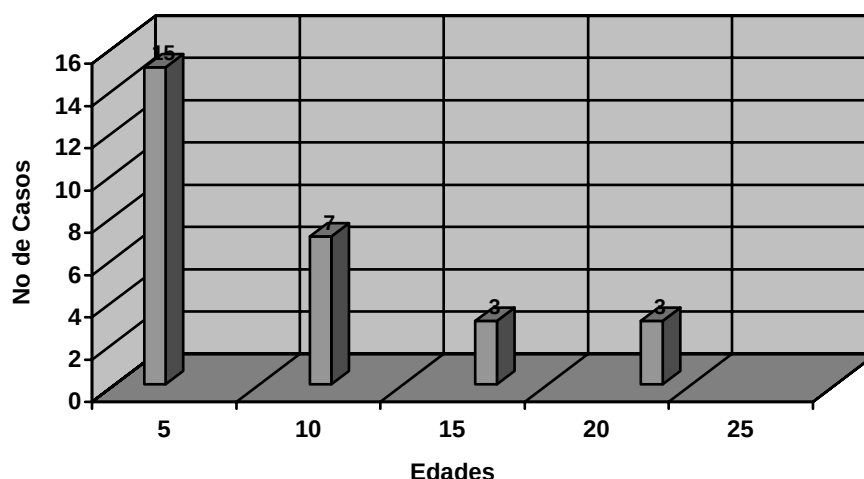


GRAFICO No 1.3 CASOS DE DIARREAS (PERIODO JULIO-DICIEMBRE 2001)



FUENTE: Unidad de Salud de Santa Cruz Porrillo.

1.4 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

La propuesta de un plan piloto para el manejo integral de los desechos sólidos domésticos surge como una necesidad de la Alcaldía Municipal de Tecoluca, departamento de San Vicente, quien a través de la Universidad Tecnológica de El Salvador solicita que se desarrolle dicho trabajo de investigación con el objeto de implementar un sistema de tratamiento para los desechos sólidos de la comunidad de Santa Cruz Porrillo, tal investigación tendrá como objetivo principal disminuir las enfermedades y focos de contaminación producidos por la abundante cantidad de desechos sólidos que la misma población genera, ya que al no contar con un sistema de recolección y tratamiento adecuado para los mismos da paso a los botaderos a cielo abierto generando así una cadena de

problemas de mayor envergadura y difíciles de solucionar, por lo que es necesario desarrollar propuestas que sean técnica y económicamente viables favoreciendo así a los habitantes de la comunidad y a su vez al medio ambiente, el cual es uno de los más afectados por la contaminación.

Debemos tomar en cuenta que los métodos a utilizar, dependerá de las características propias del lugar en que se implemente, buscando en todo momento mejorar las condiciones de vida de los habitantes de dicha comunidad.

Podemos mencionar la importancia de la presente investigación dado que este tipo de propuestas puede ser ejecutado por profesionales, Ong's e instituciones particulares, interesados en la materia para tomarla de base y desarrollarlo en diferentes comunidades a escala nacional, tomando en cuenta que en las zonas rurales los desechos sólidos presentan las mismas características.



CAPITULO II

RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 METODOLOGIA DE TRABAJO

2.1.1 Aspectos Metodológicos

La metodología utilizada se determinó considerando las características propias del estudio con el fin de utilizar adecuadamente los recursos y por lo tanto obtener resultados satisfactorios; los aspectos metodológicos son:

2.1.1.1 Tipo de Estudio

El tipo de estudio es el grado de profundidad de la investigación que se llevará a cabo para alcanzar los objetivos propuestos.

El estudio que se realizará es de tipo **Descriptivo**, por ir de lo teórico a lo práctico y se considera una base y punto de inicio para la **Propuesta de un Plan Piloto para el manejo Integral de los Desechos Sólidos Domésticos para la Comunidad de Santa Cruz Porrillo**.



2.1.1.2 Método de Investigación

Para el desarrollo del estudio de campo, se utilizará el **Método Inductivo**, por considerar dicha investigación que parte de lo específico a lo general; es decir, que el estudio parte de los 24 sectores específicos (Ver Pág. 10,11, Cáp. 1).

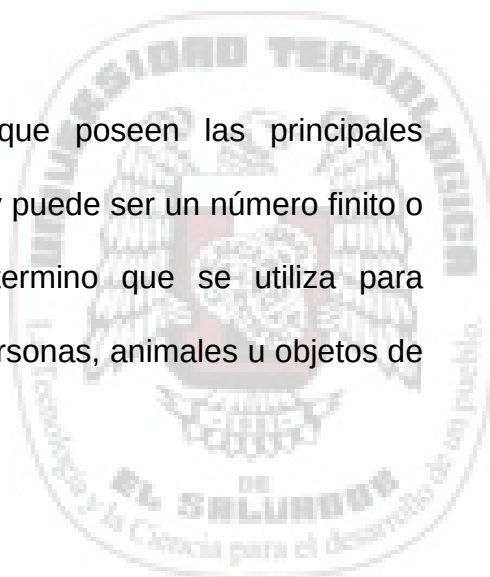
Además, se utiliza técnicas e instrumentos que permitan recolectar información válida y confiable que servirá para generalizar la información, y así proponer un plan piloto para el manejo integral de los desechos sólidos domésticos, el cual pueda ejecutarse por profesionales y desarrollarse en cualquier sector a nivel nacional.

2.2 POBLACION Y MUESTREO

2.2.1 Definición de los Sujetos de Medición

- **Población**

Se refiere a la totalidad de los elementos que poseen las principales características objetos de análisis que interesan, y puede ser un número finito o infinito. En otras palabras, población es un termino que se utiliza para considerar observaciones acerca de grupos de personas, animales u objetos de interés.



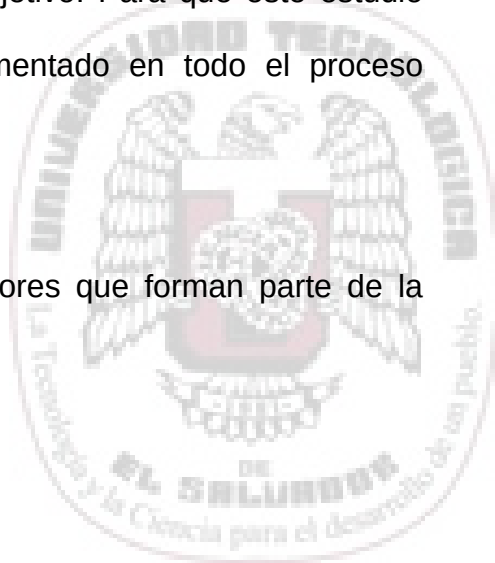
Se tomó como población de estudio a los 24 sectores que forman parte de Santa Cruz Porrillo y que tienen las siguientes características similares: cada comunidad tiene su propia directiva; la mayoría de sus viviendas está construidas con materiales mixtos, el resto es de tipo rústico (Adobe y bahareque); en el interior de las sectores sus accesos son de tierra balastreada; su población estudiantil está limitada al nivel básico y la mayoría de los habitantes de los sectores asisten a las unidades de salud mas cercana.

2.2.2 Delimitación de la Población

- **Muestra**

Se llama muestra a la parte de la población sobre la que se va a recolectar la información; la muestra debe ser representativa seleccionando las características principales de la población en estudio. Cuando se obtienen los resultados se generalizan hacia la población, ya que se incluyen los miembros de los sub grupos de estudio de la población objetivo. Para que éste estudio sea válido, tiene que estar asegurado y argumentado en todo el proceso investigativo.

La población objeto de estudio, son los 24 sectores que forman parte de la Comunidad de Santa Cruz Porrillo.



La presente investigación se desarrolla en los siguientes Sectores:

- San Pedro
- San Luis los Altos #2
- San Luis las Posadas
- Línea Férrea Santa Cruz Porrillo
- Quinta Aguilar de Vaquerano
- Santa Cruz Porrillo
- San Luis los Altos
- El Salto
- Línea Férrea Vaquerano
- La Florida
- Santa Cruz #2
- Barrio Nuevo
- San Cristóbal
- Santa Cruz Paraíso
- Betania # 1
- El Porrillito
- El Delirio
- El Ojushte
- La Laguna
- San José Porrillo
- Nuevo Amanecer



- El Playón
- Santa Fe
- Betania # 2

2.2.3 Tipo de Muestra

Por lo general en este tipo de estudio la muestra es probabilística, con la presente investigación lo que se hace es una encuesta que se aplica al 11.26 % de la población total, para este caso la cantidad a analizar es de 176 encuestas, que se les pasó a los 24 sectores en estudio.

2.2.4 Determinación de la Muestra

Para conocer el tamaño de la muestra se basó en Procedimientos para Estudios Complejos, por tener las siguientes características: presenta una población pequeña (menor a 10 mil elementos); y sectores entre los que se fijará la muestra.

El Estudio Complejo consta de la siguiente fórmula estadística:

$$P = \mu_p \pm Z_C \sigma_p$$

En donde:

P = Es la población total

μ = Es la media de la distribución muestral de las proporciones



σ_p = Es la desviación estándar de la distribución muestra de las proporciones

$$Z_c \sigma_p = E = | Z_c | \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

Aplicando un factor de corrección $\sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$ por ser una población finita con

$N < 20n$

$$E = Z_c \sqrt{\frac{pq}{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$$

Despejando n tenemos:

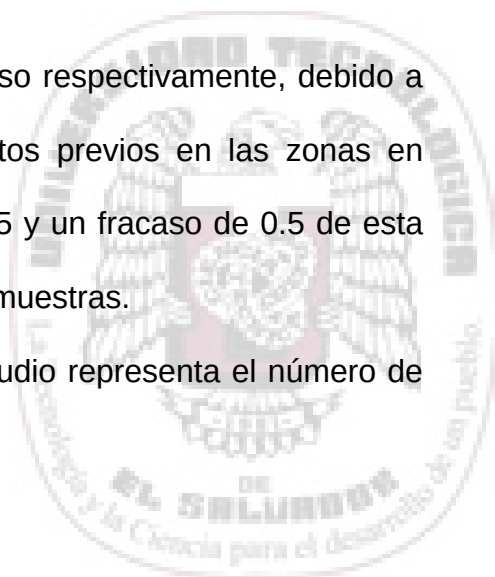
$$n = \frac{Z_c^2 pq N}{E^2 (N-1) + Z_c^2 pq}$$

En donde :

Z_c : es una puntuación estándar, partiendo de que tenemos un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 95\%$), consecuentemente el área bajo la curva normal es 0.975 y de tablas obtenemos el valor de $Z_c = 1.96$

p, q : es la proporción de certeza y fracaso respectivamente, debido a la inexistencia de encuestas y datos previos en las zonas en estudio, se toma una certeza de 0.5 y un fracaso de 0.5 de esta manera se maximiza el número de muestras.

N : población total, para el caso en estudio representa el número de viviendas.



E : error muestral, cuyos valores convencionalmente varían entre

$0.0\% < E \leq 10\%$. para nuestros fines se toma un valor de 7%.

n : magnitud o tamaño de la muestra.

2.2.5 Selección de la Muestra

Cuando interesa tener una muestra representativa de una población dentro de la cual se puede definir diferentes grupos y se desea establecer diferencias significativas entre ellos, se debe proceder a calcular un tamaño de muestra para el total y distribuirlo proporcionalmente en cada uno de los grupos.

$$n = \frac{Z_c^2 pqN}{E^2(N-1) + Z_c^2 pq}$$

Datos:

$$Z_c = 1.96 \quad q = 0.5$$

$$p = 0.5 \quad E = 0.07$$

Sustituyendo valores:

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.50 \times 0.50 \times 1563}{0.07^2(1563-1) + 1.96^2 \times 0.50 \times 0.50}$$

$$n = 175.44$$

$$n = 175.00 \text{ viviendas}$$

A continuación se visualiza en la Tabla 2.1 la muestra representativa de los sectores que conforman la Comunidad de Santa Cruz Porrillo:



TABLA 2.1
Tamaño de la Muestra por Sector

SECTOR	Nº de viviendas por sector	% del total	Muestra sin aproximar	Muestra
SAN PEDRO	95	6.08	10.64	11
SAN LUIS LOS ALTOS No 2	27	1.73	3.02	3
SAN LUIS LAS POSADAS	35	2.24	3.92	4
LINEA FERREA SANTA CRUZ PORRILLO	16	1.02	1.79	2
QUINTA AGUILAR DE VAQUERANO	24	1.54	2.69	3
SANTA CRUZ PORRILLO	79	5.05	8.85	9
SAN LUIS LOS ALTOS	27	1.73	3.02	3
EL SALTO	95	6.08	10.64	11
LINEA FERREA VAQUERANO	46	2.94	5.15	5
LA FLORIDA	63	4.03	7.05	7
SANTA CRUZ No 2	21	1.34	2.35	2
BARRIO NUEVO	61	3.90	6.83	7
SAN CRISTÓBAL	260	16.63	29.11	29
SANTA CRUZ PARAÍSO	43	2.75	4.81	5
BETANIA No 1	26	1.66	2.91	3
EL PORRILLITO	34	2.18	3.81	4
EL DELIRIO	95	6.08	10.64	11
EL OJUSHTE	11	0.70	1.23	1
LA LAGUNA	7	0.45	0.78	1
SAN JOSE PORRILLO	96	6.14	10.75	11
NUEVO AMANECER	110	7.04	12.32	12
EL PLAYON	117	7.49	13.10	13
SANTA FE	147	9.40	16.46	16
BETANIA No 2	28	1.79	3.13	3
TOTAL	1563	100	175	176

Fuente: Elaboración propia

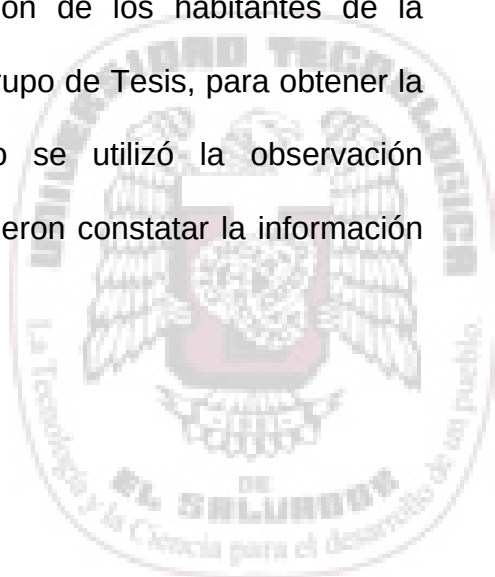
2.3 INSTRUMENTO Y TECNICAS PARA LA RECOLECCION DE DATOS

Como parte de la investigación de campo es necesario determinar y plantear las técnicas de recolección de datos, así como el instrumento que se utilizará, para lo que se deberá tomar en cuenta las variables, la población y el tipo de muestreo.

- **Técnicas**

Se entiende que la técnica es el conjunto de reglas y procedimiento que le permiten al investigador establecer la relación con el objeto o sujeto de la investigación .

Para la recolección de datos se utilizó la técnica de la investigación estructurada, la que permitió la interacción de los habitantes de la Comunidad de Santa Cruz Porrillo con el grupo de Tesis, para obtener la información requerida. Al mismo tiempo se utilizó la observación sistemática, ya que ambas técnicas permitieron constatar la información obtenida.



- **Instrumento**

El instrumento es considerado un mecanismo que utiliza el investigador para recolectar y registrar la información, para el estudio en particular se ha seleccionado la **Encuesta**.

La **Encuesta** es un instrumento que consta de preguntas ordenadas sistemáticamente, destinado a obtener respuestas sobre el problema en estudio y que el investigado o consultado puede llenar por si mismo ó simplemente contestar; además puede aplicarse a grupos o individuos estando presente el investigador o el responsable de recolectar la información, o puede enviársele a los destinatarios seleccionados.

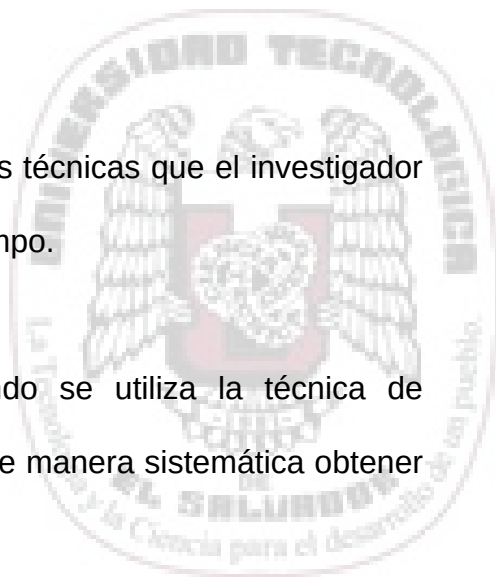
2.4 FUENTES Y TECNICAS PARA LA RECOLECCION DE LA INFORMACIÓN

Las fuentes a utilizar para la selección y justificación del instrumento son:

- **Fuentes Primarias**

La fuente primaria está comprendida por las técnicas que el investigador emplea para realizar la investigación de campo.

Para el trabajo que se está desarrollando se utiliza la técnica de investigación estructurada la cual permite de manera sistemática obtener



datos sobre determinado tema a través del contacto directo o indirecto con los individuos o grupos que integran la población estudiada.

- **Fuentes Secundarias**

Son aquellas fuentes de las cuales se obtiene el marco de referencia para la investigación de campo, proporcionando información fundamental para el investigador.

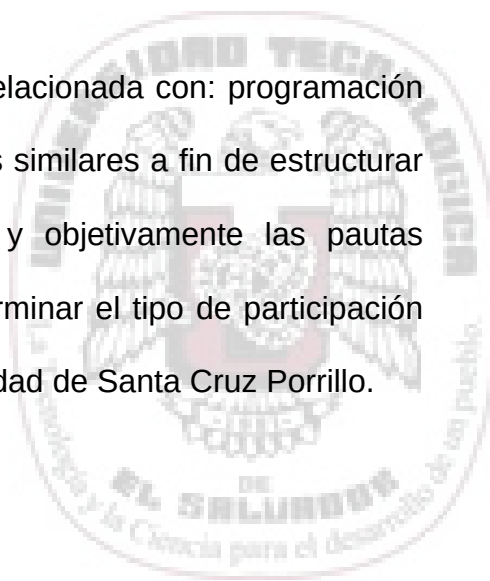
Las fuentes secundarias que se están utilizando para el desarrollo del trabajo son: Trabajos de Grado de saneamiento anteriores, Revistas especializadas y Folletos proporcionados por el CESTA e información extraída de Internet.

2.4.1 Procedimientos

Para el desarrollo del estudio se determinaron varias fases que fueron las siguientes:

- **Fuentes**

Recopilación de información bibliográfica relacionada con: programación local, participación comunitaria, y proyectos similares a fin de estructurar un marco teórico que indicará técnicas y objetivamente las pautas existentes y aceptadas en función de determinar el tipo de participación comunitaria de los habitantes de la Comunidad de Santa Cruz Porrillo.



➤ **Validación del Instrumento**

Para validar los instrumentos que se utilizaron en la recolección de datos, se realizó una prueba piloto en la comunidad de El Playón, la que también posee características similares igual que las restantes y para ello se tomó una muestra del 10% correspondiente a 11 familias arrojando datos similares que cuando se realizó la encuesta a todas las comunidades en estudio.

➤ **Recolección de los Datos de Campo**

En esta fase se desarrollaron reuniones con la directiva y habitantes de los 24 sectores para exponerles los aspectos principales del estudio, luego se solicitó el apoyo obteniéndose una respuesta favorable. Posteriormente se realizaron las entrevistas y observaciones simultáneamente en los sectores visitados durante un periodo de 30 días, laborando únicamente los domingos. Cada integrante del grupo le correspondió 59 encuestas.

2.5 ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS DATOS

(O INFORMACION)

2.5.1 Resultado del Muestreo

Las partes en detalle del Formato de la encuesta puede verse en el anexo I.



Además, de la Tabla 2.2 se expone el cuadro con el numero de habitantes por vivienda encuestados, y el porcentaje cubierto de la población, obtenidos de la encuesta anteriormente mencionada.

TABLA 2.2
Habitantes Encuestados por Sector

SECTOR	Nº de viviendas encuestadas	Nº de habitantes
SAN PEDRO	11	43
SAN LUIS LOS ALTOS No 2	3	11
SAN LUIS LAS POSADAS	4	16
LINEA FERREA SANTA CRUZ PORRILLO	2	5
QUINTA AGUILAR DE VAQUERANO	3	9
SANTA CRUZ PORRILLO	9	47
SAN LUIS LOS ALTOS	3	12
EL SALTO	11	46
LINEA FERREA VAQUERANO	5	22
LA FLORIDA	7	33
SANTA CRUZ No 2	2	11
BARRIO NUEVO	7	31
SAN CRISTÓBAL	29	90
SANTA CRUZ PARAÍSO	5	18
BETANIA No 1	3	15
EL PORRILLITO	4	16
EL DELIRIO	11	41
EL OJUSHTÉ	1	6
LA LAGUNA	1	4
SAN JOSE PORRILLO	11	36
NUEVO AMANECER	12	50
EL PLAYON	13	39
SANTA FE	16	67
BETANIA No 2	3	6
TOTAL	176	674

Fuente: Elaboración propia

Promedio de Habitantes Por Vivienda = $674/176 = 3.82 = 4.0$

Tamaño de la Muestra : 176 Viviendas

No de Personas Encuestadas: 674

No de Viviendas:1563

Porcentaje Cubierto: 11.26 %

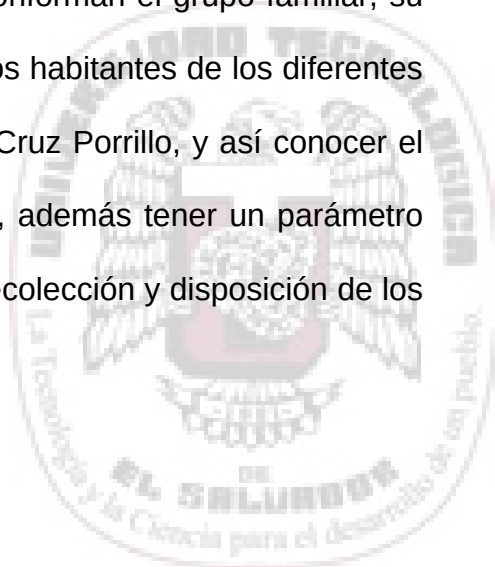
2.6 PREGUNTAS, OBJETIVOS, RESULTADOS Y ANALISIS DEL CUESTIONARIO

➤ DIRECCION ACTUAL

Objetivo: Tener un registro de los sectores encuestados. Para conocer parámetros que puedan influir en el tipo de desechos sólidos que generan en los sectores que conforman la Comunidad de Santa Cruz Porrillo.

➤ ESTRUCTURA FAMILIAR Y ECONOMICA

Objetivo: Conocer el numero de personas que conforman el grupo familiar, su ocupación, ingreso y nivel de estudio que tienen los habitantes de los diferentes sectores que conforman la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, y así conocer el volumen de desechos sólidos que estos generan, además tener un parámetro de evaluación para proponer un impuesto por la recolección y disposición de los desechos sólidos.

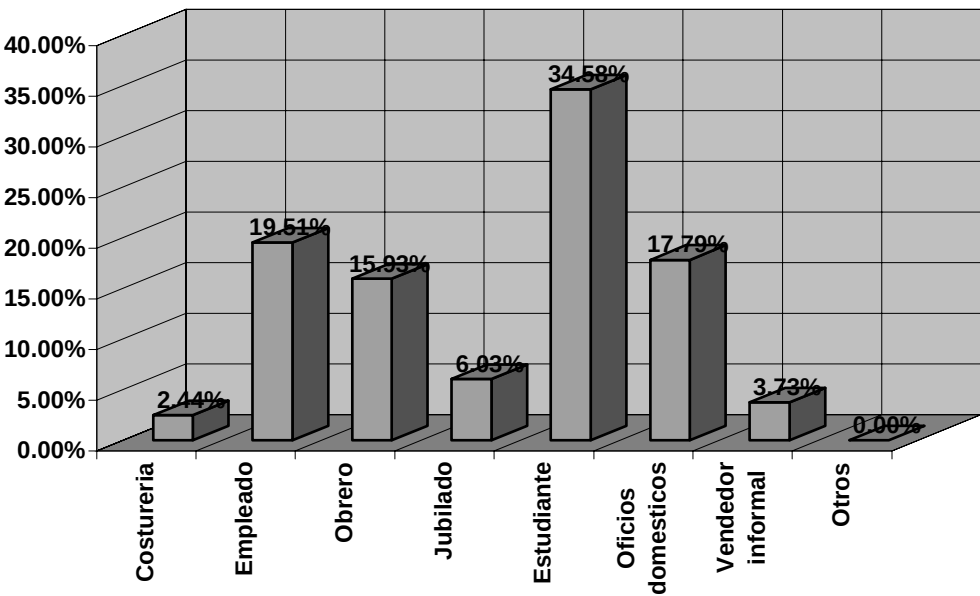


¿Tipo de ocupación que tienen los miembros de su familia ?

TIPO DE OCUPACIÓN LABORAL

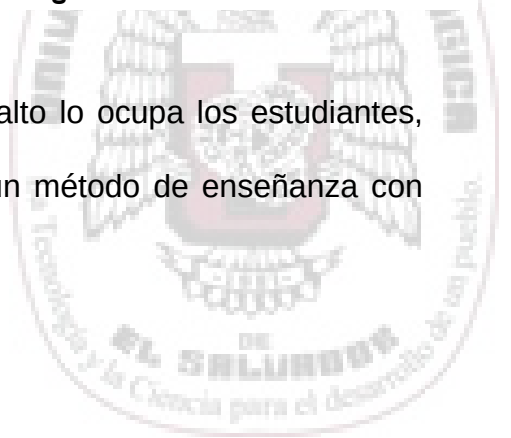
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Costureria	17.00	2.44 %
Empleado	136.00	19.51 %
Obrero	111.00	15.93 %
Jubilado	42.00	6.03 %
Estudiante	241.00	34.58 %
Oficios domésticos	124.00	17.79 %
Vendedor informal	26.00	3.73 %
Otros	0.00	0.00 %
Total	697.00	100.00 %

TIPO DE OCUPACION LABORAL



Análisis:

De la grafica se observa que el porcentaje mas alto lo ocupa los estudiantes, Esto nos beneficiaría a la hora de implementar un método de enseñanza con respecto al manejo de los desechos sólidos.

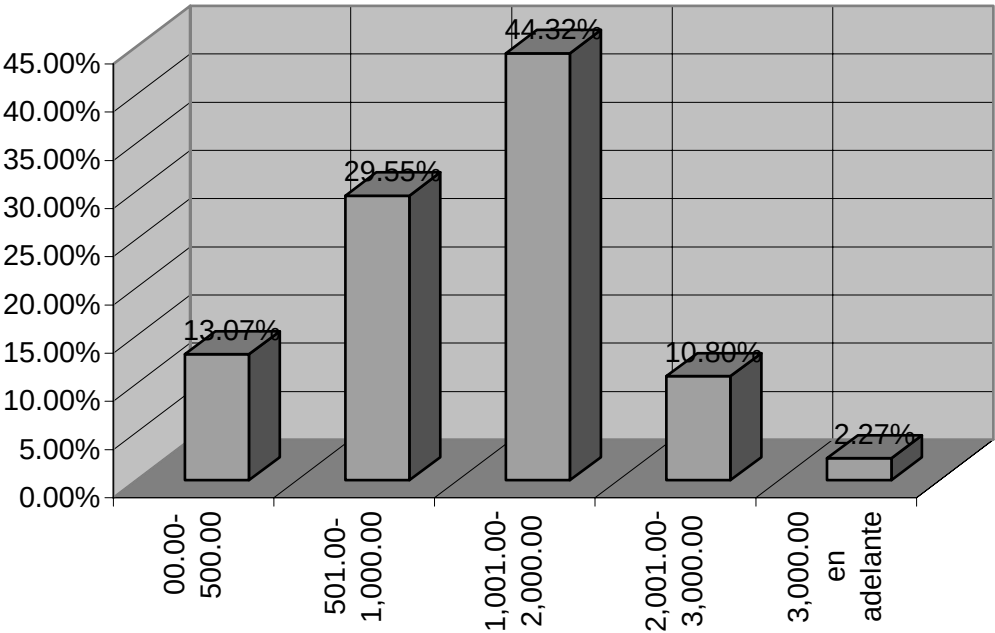


¿Cual es el ingreso promedio mensual de su familia ?

INGRESO FAMILIAR

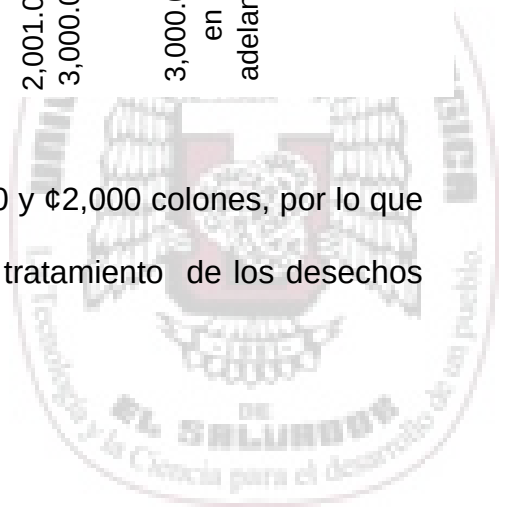
Rango (¢)	Frecuencia	Porcentaje
00.00-500.00	23.00	13.07 %
501.00-1,000.00	52.00	29.55 %
1,001.00-2,000.00	78.00	44.32 %
2,001.00-3,000.00	19.00	10.80 %
3,000.00 en adelante	4.00	2.27 %
Total	176.00	100.00 %

INGRESO FAMILIAR



Análisis:

El 44.32% posee ingresos mensuales entre ¢1,000 y ¢2,000 colones, por lo que facilita el proponer un impuesto para el manejo y tratamiento de los desechos sólidos en la comunidad.

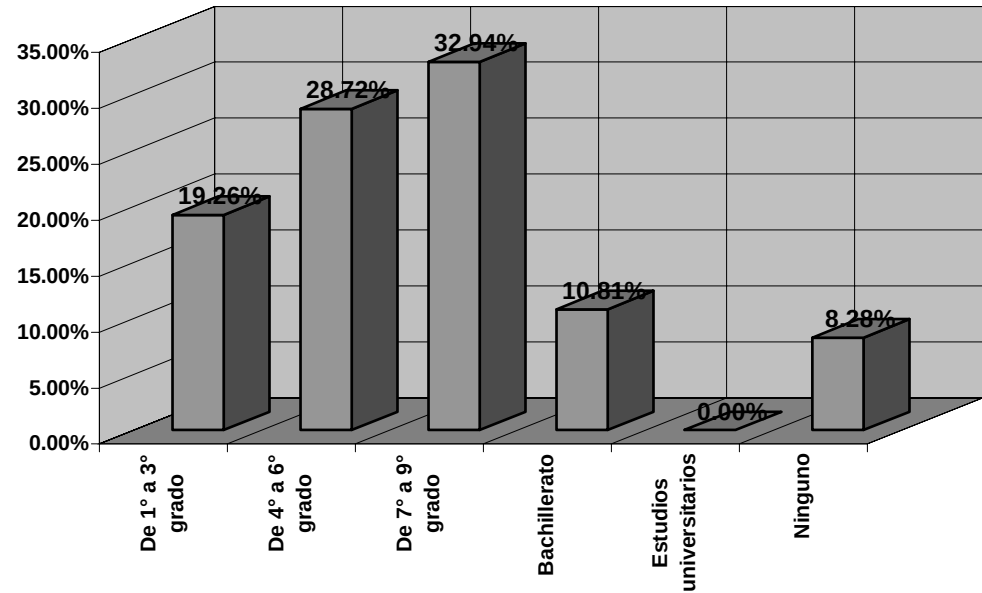


¿Cuántos de los miembros de su familia han realizado los siguientes niveles de estudio ?

NIVELDE ESTUDIO

Rango	Frecuencia	Porcentaje
De 1° a 3° grado	114.00	19.26 %
De 4° a 6° grado	170.00	28.72 %
De 7° a 9° grado	195.00	32.94 %
Bachillerato	64.00	10.81 %
Estudios universitarios	0.00	0.00 %
Ninguno	49.00	8.28 %
Total	592.00	100.00 %

NIVEL DE ESTUDIO



Análisis:

El 32.94% de la población posee un nivel de estudios de tercer ciclo lo que indica que el nivel académico se puede adecuar para una aprendizaje de los tipos de manejo de los desechos sólidos.



➤ **VIVIENDA**

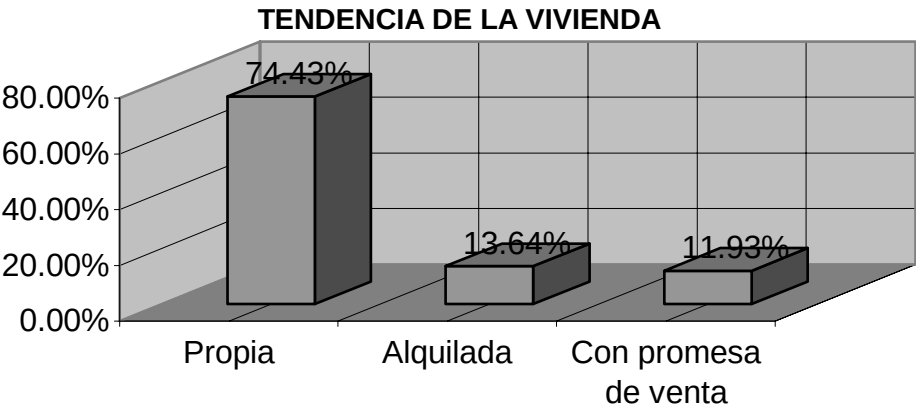
Objetivo: Conocer si los habitantes de la comunidad de Santa Cruz Porrillo tienen vivienda propia, alquilada o con promesa de venta, tipo de materiales que la componen, ya que con estos datos conoceremos si los sectores son asentamientos permanentes.

Tenencia de la vivienda

¿Su vivienda es ?

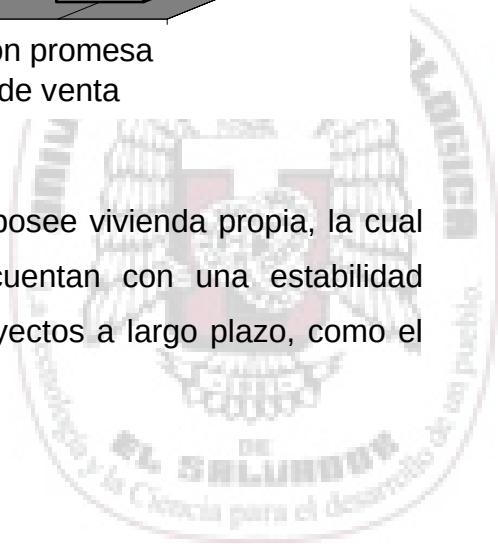
TENDENCIA DE LA VIVIENDA

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Propia	131.00	74.43 %
Alquilada	24.00	13.64 %
Con promesa de venta	21.00	11.93 %
Total	176.00	100.00 %



Análisis:

El 74% de la Comunidad de Santa Cruz Porrillo posee vivienda propia, la cual refleja que los habitantes de la comunidad, cuentan con una estabilidad territorial, y por tanto es posible implementar proyectos a largo plazo, como el manejo de los desechos sólidos.



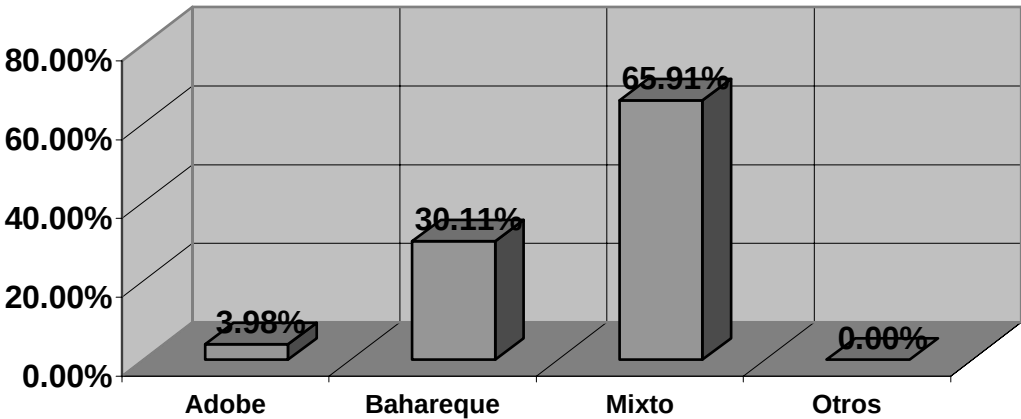
Materiales de construcción

¿Materiales que componen su vivienda ?

TIPO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

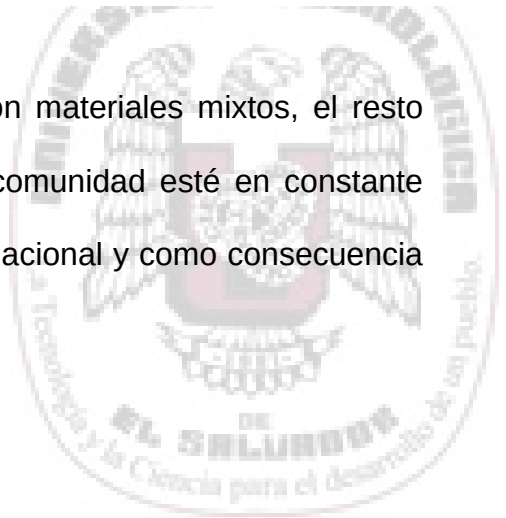
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Adobe	7.00	3.98 %
Bahareque	53.00	30.11 %
Mixto	116.00	65.91 %
Otros	0.00	0.00 %
Total	176.00	100.00 %

TIPO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION



Análisis:

El 65.91% de las viviendas están construidas con materiales mixtos, el resto son de adobe y bahareque, esto refleja que la comunidad esté en constante desarrollo, lo que se traduce en mayor índice poblacional y como consecuencia mayor generación de desechos sólidos.



➤ **SERVICIOS BASICOS**

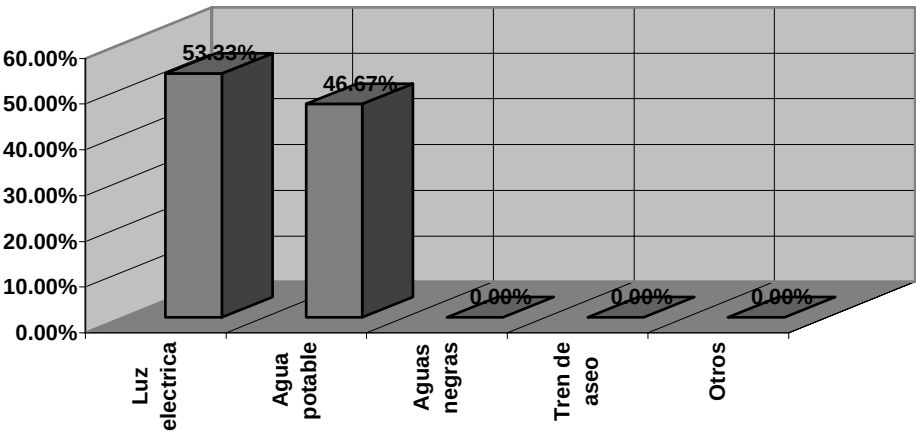
Objetivo: El grado de desarrollo que tiene la comunidad en estudio.

¿Servicios básicos que tiene en su vivienda?

SERVICIOS BÁSICOS

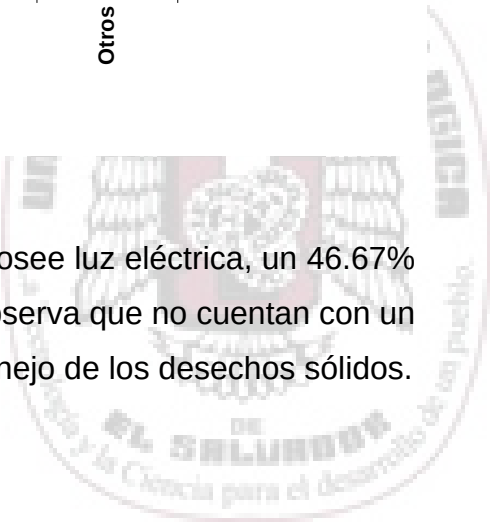
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Luz eléctrica	176.00	53.33 %
Agua potable	154.00	46.67 %
Aguas negras	0.00	0.00 %
Tren de aseo	0.00	0.00 %
Otros	0.00	0.00 %
Total	330.00	100.00 %

SERVICIOS BASICOS



Análisis:

El 53.33% de la población de Santa Cruz Porrillo posee luz eléctrica, un 46.67% cuenta con un sistema de agua potable, pero se observa que no cuentan con un sistema de aguas negras, y tratamiento para el manejo de los desechos sólidos.



➤ **SALUD**

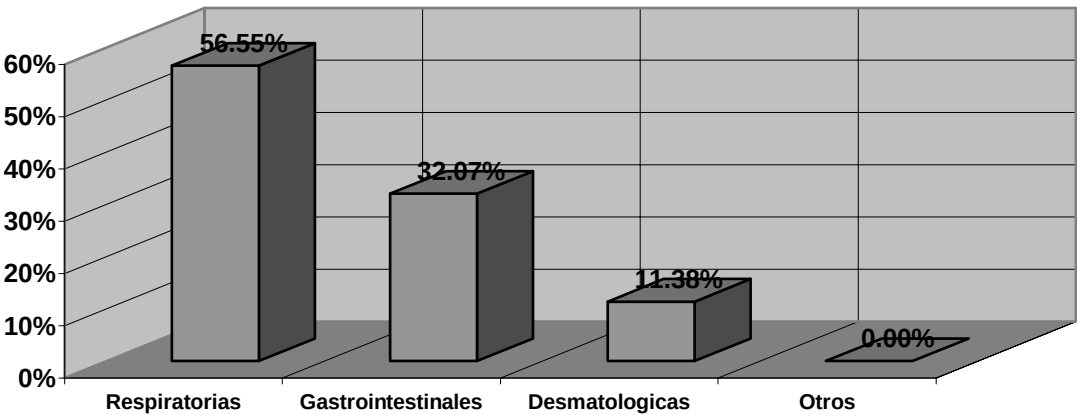
Objetivo: Conocer qué tipo de enfermedades mas comunes son las que padecen los habitantes de la Comunidad de Santa Cruz Porrillo.

¿De que se enferman los adultos en su casa con mayor frecuencia ?

ENFERMEDADES COMUNES EN LOS ADULTOS

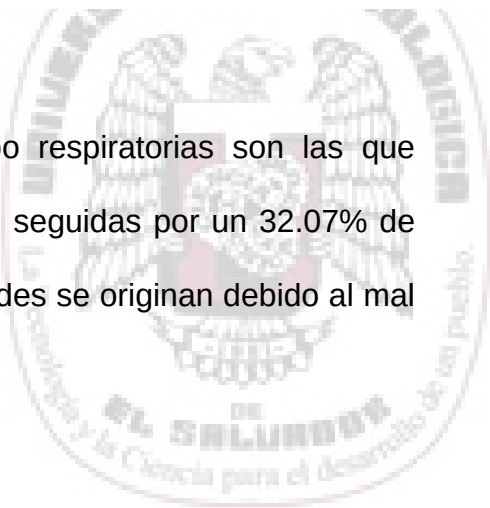
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Respiratorias	164.00	56.55 %
Gastrointestinales	93.00	32.07 %
Dermatológicas	33.00	11.38 %
Otros	0.00	0.00 %
Total	290.00	100.00 %

ENFERMEDADES COMUNES EN LOS ADULTOS



Análisis:

El 56.55% refleja que las enfermedades del tipo respiratorias son las que predominan entre los habitantes de la comunidad, seguidas por un 32.07% de enfermedades gastrointestinales, estas enfermedades se originan debido al mal manejo y quema de los desechos sólidos.

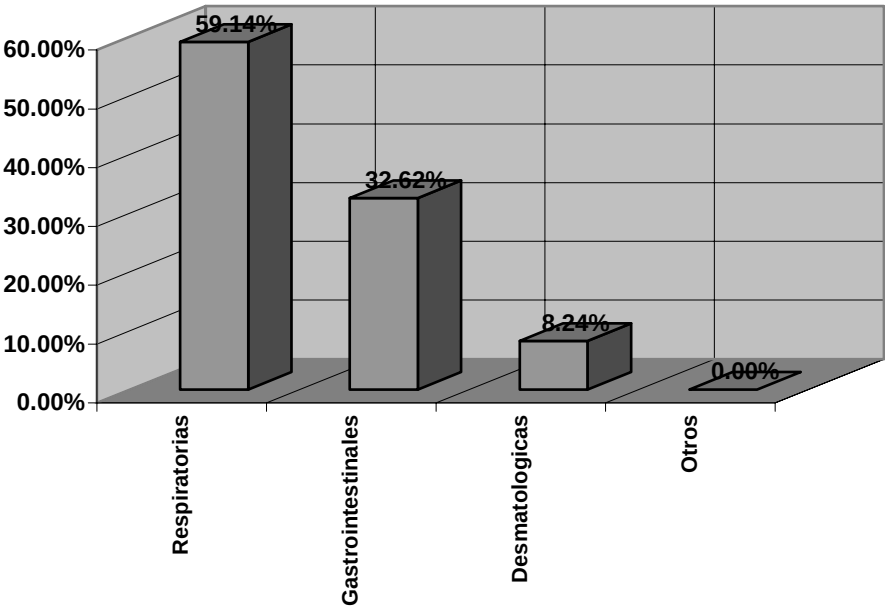


¿De que se enferman los niños en su casa con mas frecuencia ?

ENFERMEDADES COMUNES EN LOS NIÑOS

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Respiratorias	165.00	59.14 %
Gastrointestinales	91.00	32.62 %
Dermatológicas	23.00	8.24 %
Otros	0.00	0.00 %
Total	279.00	100.00 %

ENFERMEDADES COMUNES EN LOS NIÑOS



Análisis:

Entre los infantes predominan las enfermedades respiratorias en un 59.14% seguido por las gastrointestinales en un 32.62%, y las dermatológicas en menor porcentaje.

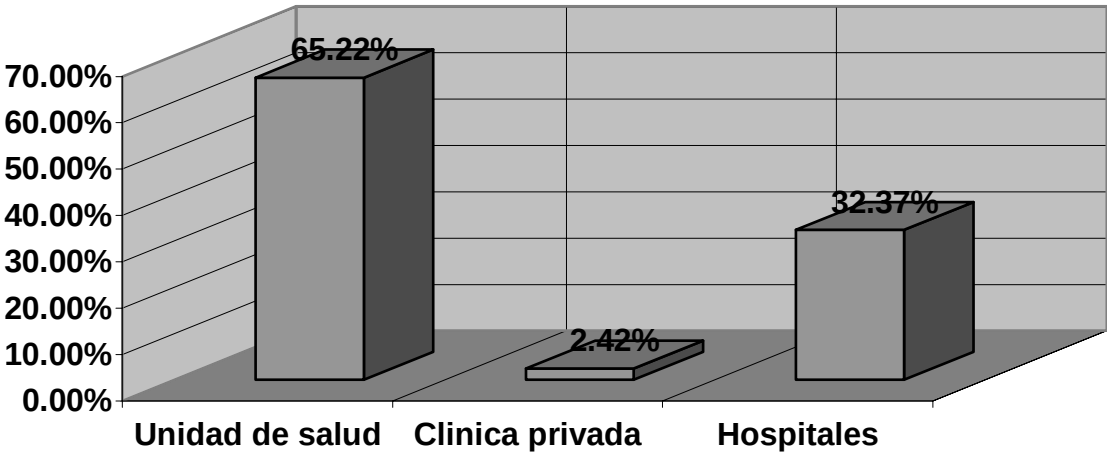


¿Adonde acuden cuando enferman ?

SITIOS DE CENTROS DE SALUD

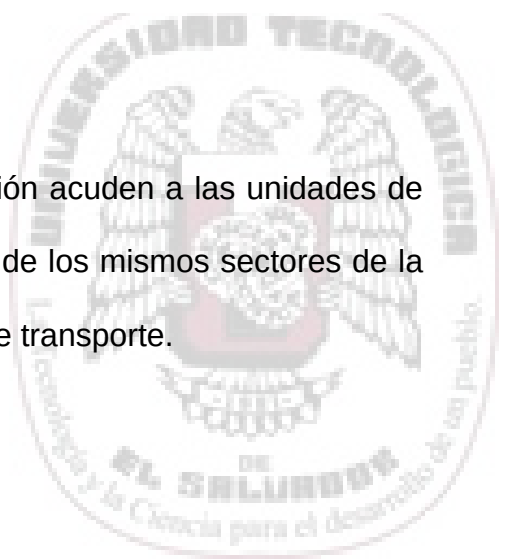
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Unidad de salud	135.00	65.22 %
Clínica privada	5.00	2.42 %
Hospitales	67.00	32.37 %
Total	207.00	100.00 %

SITIOS DE CENTROS DE SALUD



Análisis:

Se observa que el mayor porcentaje de la población acuden a las unidades de salud (65.22%), dado que están ubicadas, dentro de los mismos sectores de la comunidad lo que no les genera un gasto mayor de transporte.

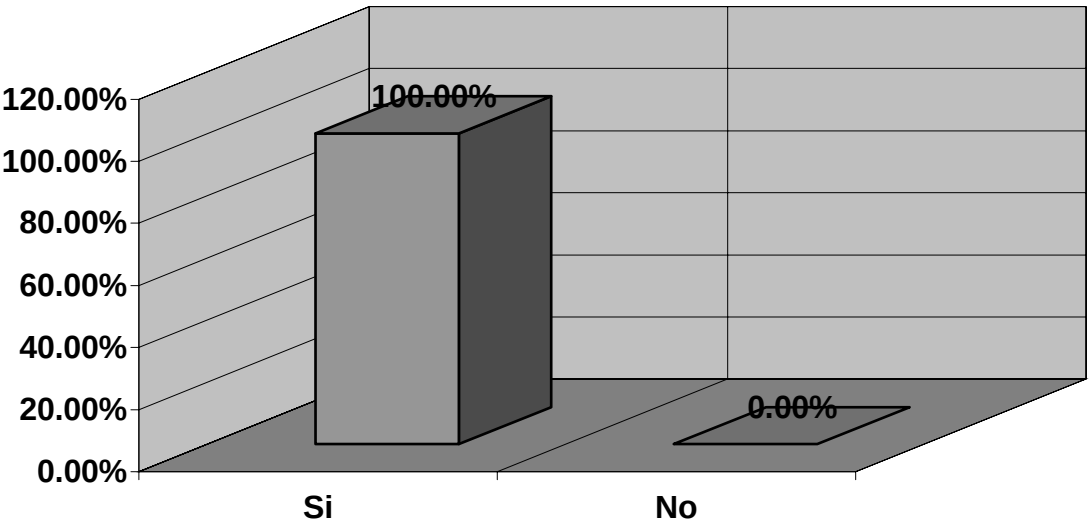


¿Poseen letrina en su vivienda ?

POBLACIÓN QUE POSEE LETRINA EN SU VIVIENDA

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	176.00	100.00 %
No	0.00	0.00 %
Total	176.00	100.00 %

POBLACION QUE POSEE LETRINA EN SU VIVIENDA



Análisis:

El 100% de la comunidad posee letrina en su vivienda.

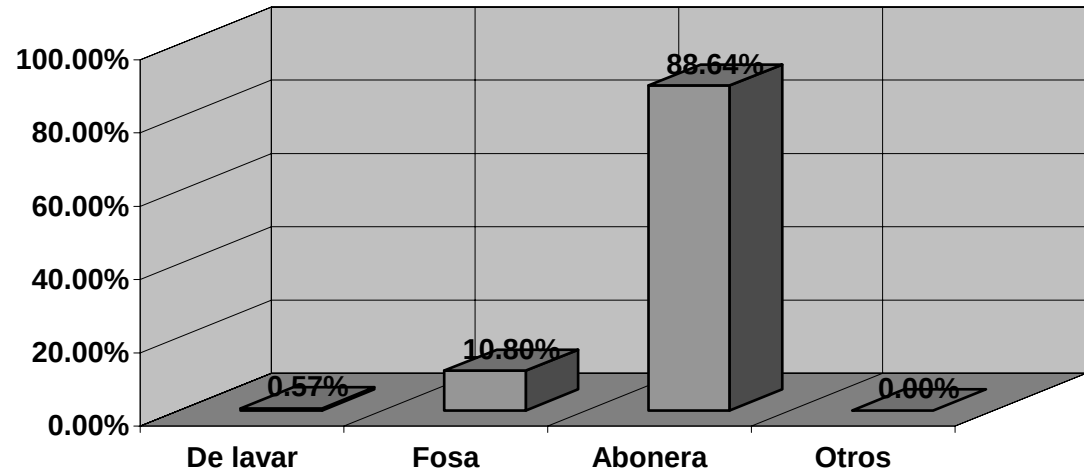


¿Que tipo de letrina tienen ?

TIPOS DE LETRINA

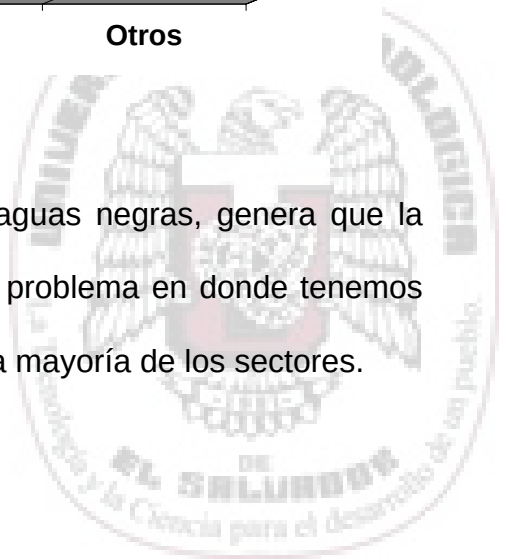
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
De lavar	1.00	0.57 %
Fosa	19.00	10.80 %
Abonera	156.00	88.64 %
Otros	0.00	0.00 %
Total	176.00	100.00 %

TIPOS DE LETRINA



Análisis:

El no contar con un sistema de recolección de aguas negras, genera que la población busque otros medios de subsidiar este problema en donde tenemos el caso que predominan las letrinas aboneras en la mayoría de los sectores.



➤ **MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS**

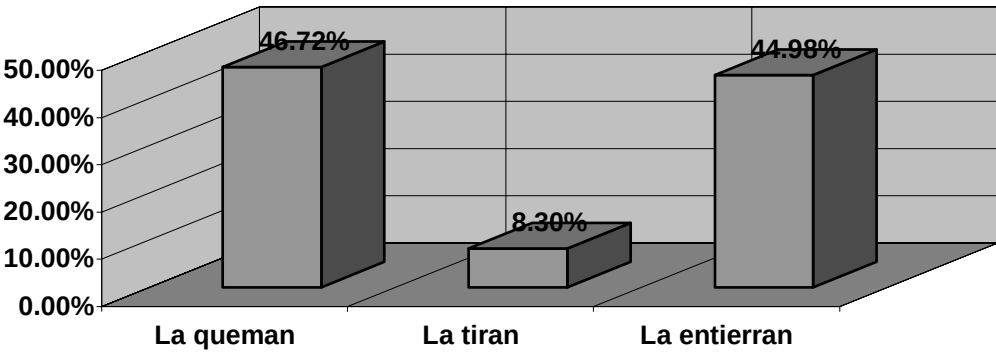
Objetivo: Conocer el tipo y destino que le dan a los desechos sólidos los habitantes de la Comunidad de Santa Cruz Porrillo; además, obtener un parámetro de medición el cual permita conocer y cooperar en proyectos para la recolección, separación y disposición de los desechos sólidos; así mismo, saber el impuesto a cancelar por la recolección de los desechos.

¿Que hace Uds. Con la basura que se produce en su vivienda ?

DESTINO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

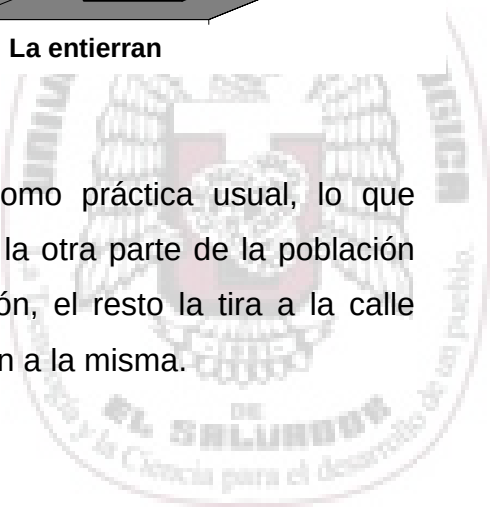
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
La queman	107.00	46.72 %
La tiran	19.00	8.30 %
La entierran	103.00	44.98 %
Total	229.00	100.00 %

DESTINO DE LOS DESECHOS SOLIDOS



Análisis:

El 46.72% de la población quema la basura como práctica usual, lo que ocasiona una contaminación del medio ambiente, la otra parte de la población un 44.98% la entierra como medida de prevención, el resto la tira a la calle ensuciando la comunidad y dando una mala imagen a la misma.

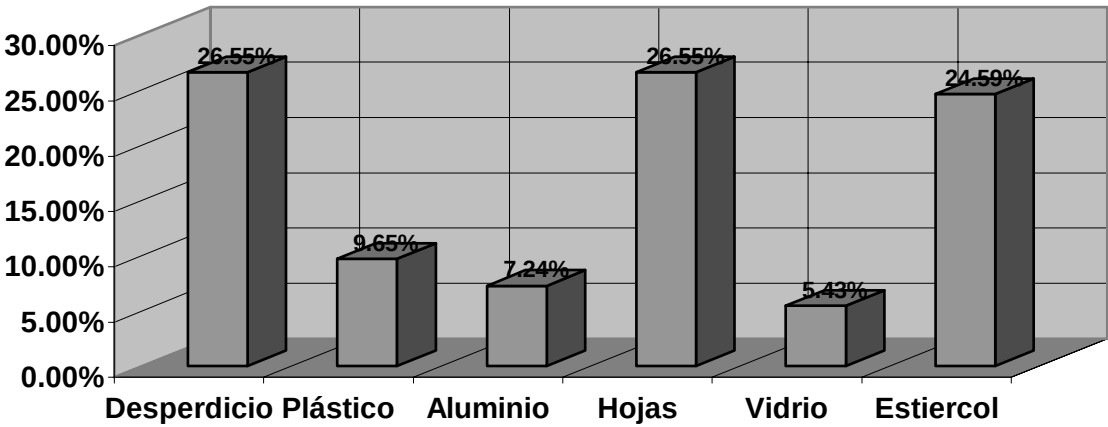


¿Que clase de basura produce en su vivienda ?

TIPOS DE DESECHOS SÓLIDOS

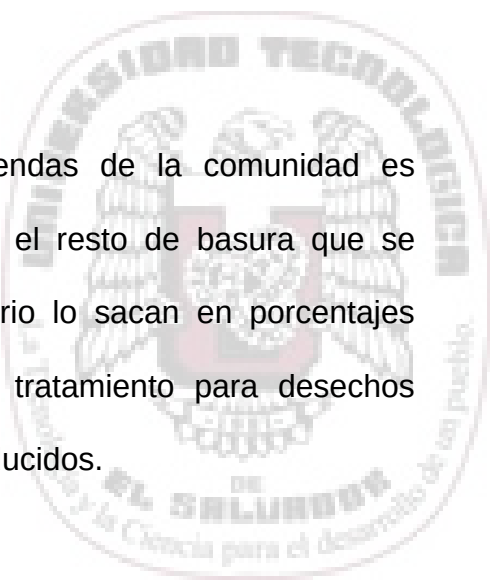
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Desperdicios	176.00	26.55 %
Plástico	64.00	9.65 %
Aluminio	48.00	7.24 %
Hojas	176.00	26.55 %
Vidrio	36.00	5.43 %
Estiércol	163.00	24.58 %
Total	663.00	100.00 %

TIPOS DE DESECHOS SOLIDOS



Análisis:

La mayoría de basura que sacan en las viviendas de la comunidad es desperdicio y estiércol, desechos no reciclables, el resto de basura que se puede reutilizar como el plástico, aluminio y vidrio lo sacan en porcentajes mínimos, por lo que se puede recomendar un tratamiento para desechos sólidos orgánicos ya que son los que más son producidos.

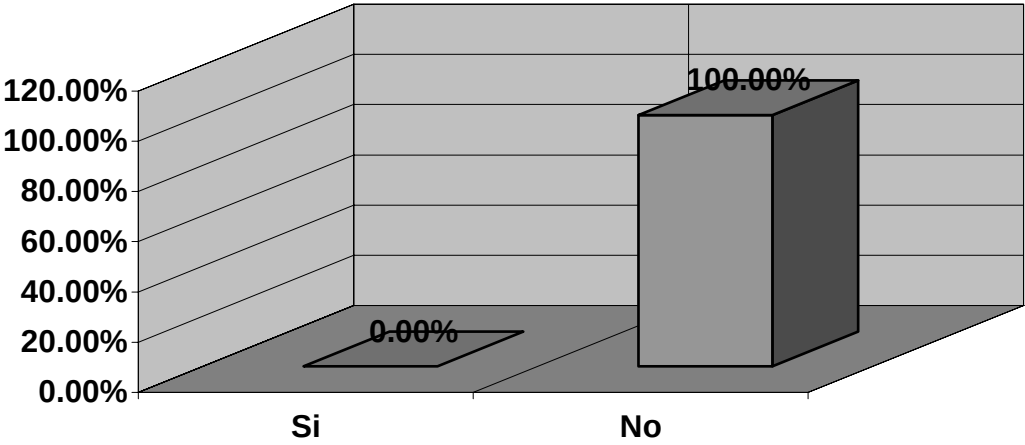


¿Conoce Uds. Alguna forma para volver a reutilizar la basura que botamos?

CONOCIMIENTO PARA REUTILIZAR LA BASURA

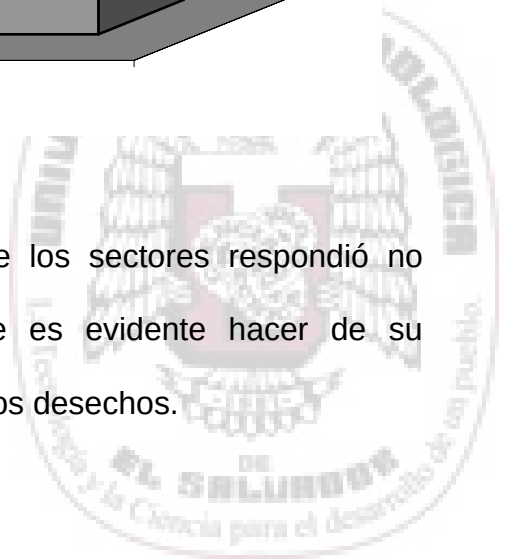
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	0.00	0.00 %
No	176.00	100.00 %
Total	176.00	100.00 %

CONOCIMIENTO PARA REUTILIZAR LA BASURA



Análisis:

El 100% de la población encuestada dentro de los sectores respondió no conocer alguna forma de reciclaje por lo que es evidente hacer de su conocimiento la clasificación y separación de ciertos desechos.

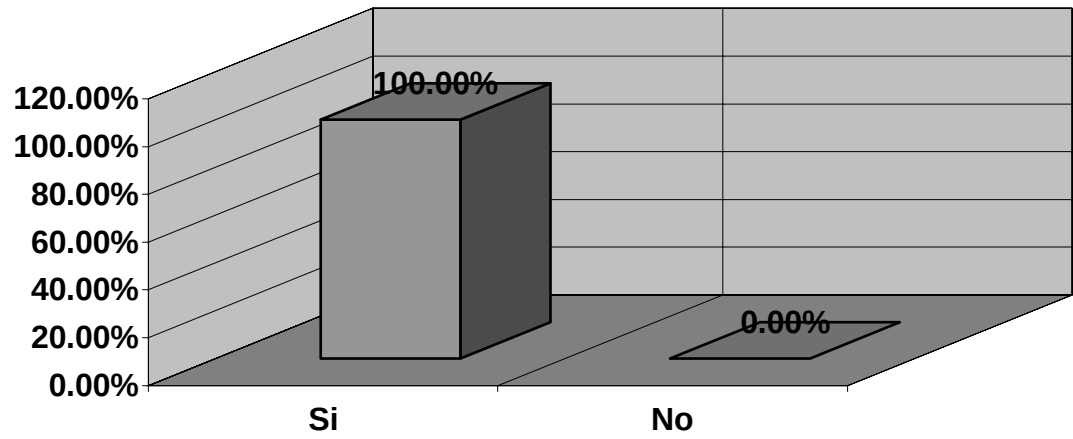


¿Estaría interesado (a) en conocer mas sobre la utilización de la basura ?

INTERES DE LA POBLACIÓN ACERCA DE LA UTILIZACIÓN DE LA BASURA

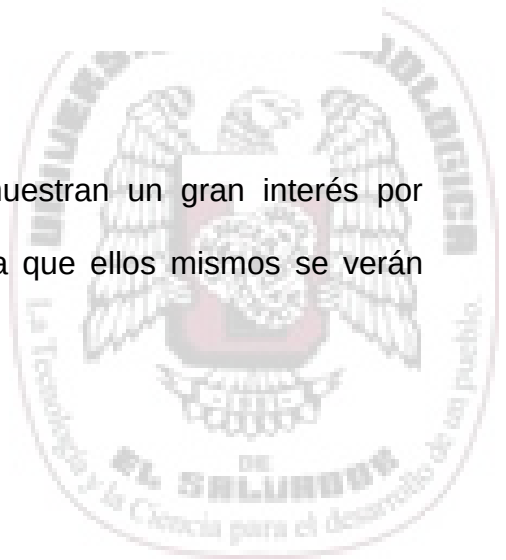
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	176.00	100.00 %
No	0.00	0.00 %
Total	176.00	100.00 %

INTERES DE LA POBLACION ACERCA DE LA UTILIZACION DE LA BASURA



Análisis:

El 100% de los habitantes de la comunidad muestran un gran interés por conocer mas sobre la utilización de la basura ya que ellos mismos se verán beneficiados.

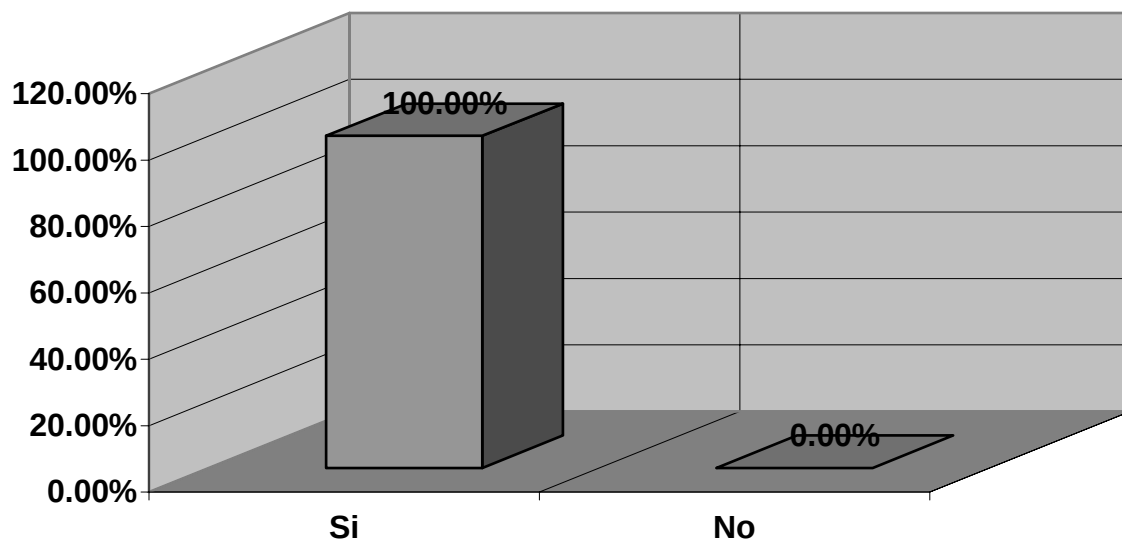


¿Estaría dispuesto (a) a participar en un proyecto de recolección y separación de basura ?

PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

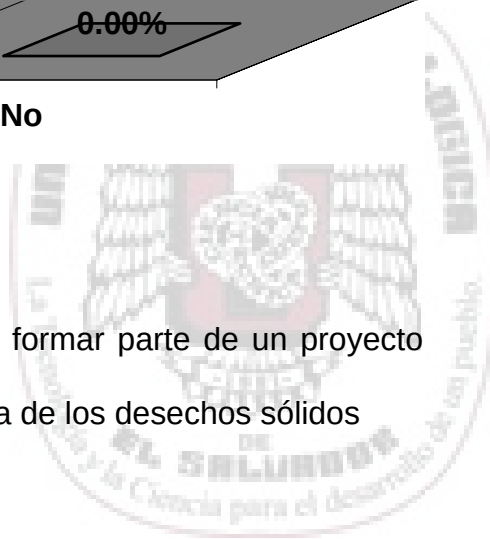
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	176.00	100.00 %
No	0.00	0.00 %
Total	176.00	100.00 %

PARTICIPACION COMUNITARIA



Análisis:

El 100% de los habitantes expresan el deseo de formar parte de un proyecto que permita la recolección y clasificación adecuada de los desechos sólidos

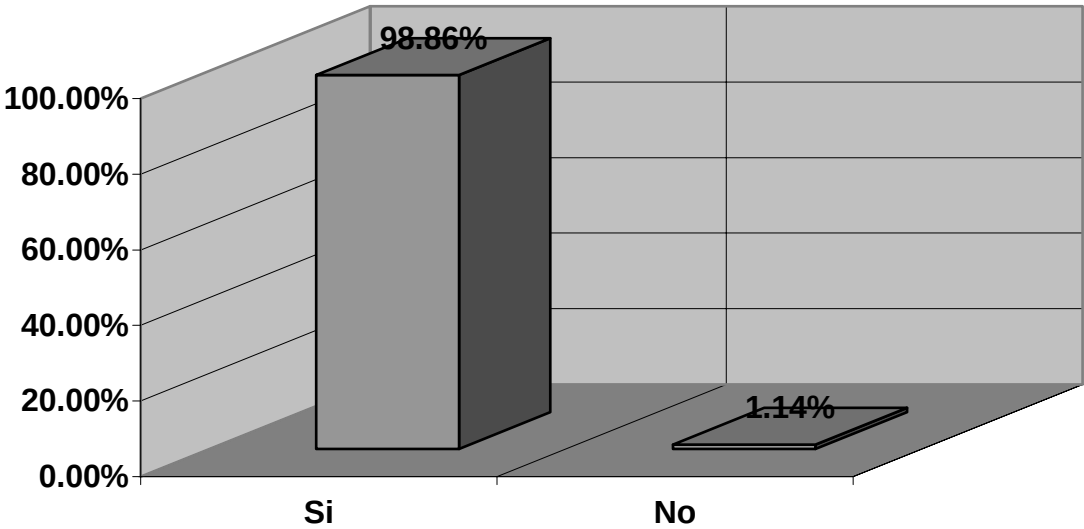


¿Estaría dispuesto (a) a llevar su basura a un lugar de recolección ?

DISPOSICIÓN EN LA MOVILIZACION DE LA BASURA

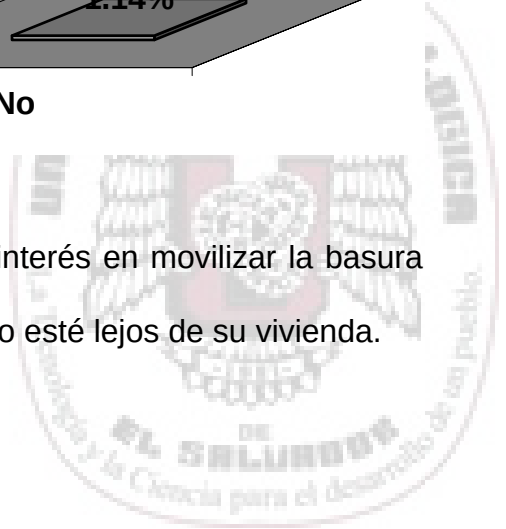
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	174.00	98.86 %
No	2.00	1.14 %
Total	176.00	100.00 %

DISPOSICION EN LA MOVILIZACION DE LA BASURA



Análisis:

La mayoría de la población encuestada muestra interés en movilizar la basura hasta un punto de recolección siempre y cuando no esté lejos de su vivienda.

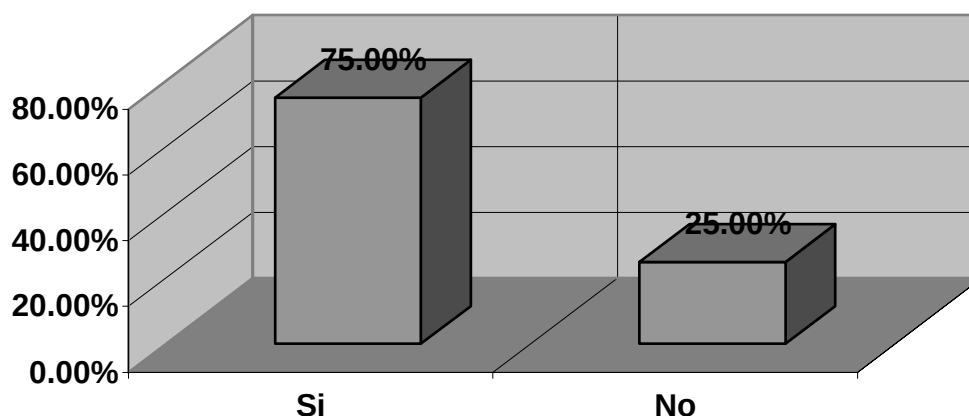


¿Estaría dispuesto (a) a pagar un arancel por la recolección de su basura ?

DISPOSICIÓN DE PAGO POR ARANCEL EN LA RECOLECCION DE LA BASURA

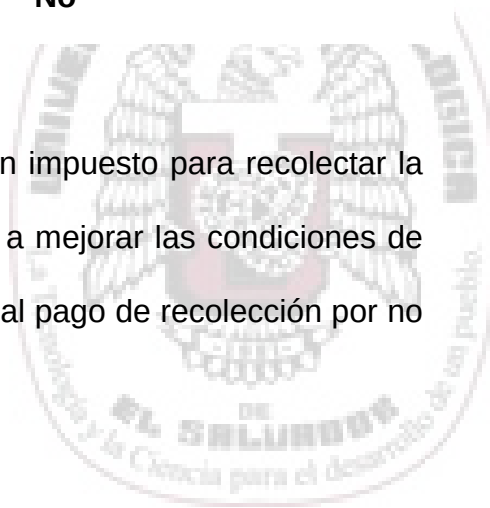
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	132.00	75.00 %
No	44.00	25.00 %
Total	176.00	100.00 %

DISPOSICION DE PAGO POR ARANCEL EN LA RECOLECCION DE LA BASURA



Análisis:

El 75% de los habitantes está a favor de pagar un impuesto para recolectar la basura en sus hogares, ya que con esto ayudará a mejorar las condiciones de vida mientras que un 25% muestran una negativa al pago de recolección por no tener un ingreso constante en la familia.

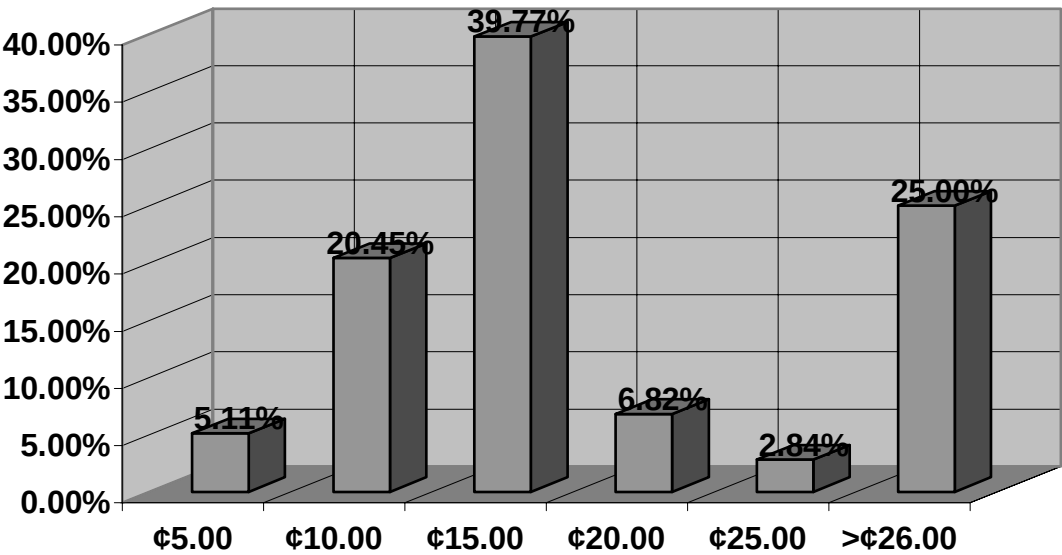


¿Cuanto estaría dispuesto a pagar por este impuesto ?

DISPOSICIÓN ECONOMICA POR IMPUESTO

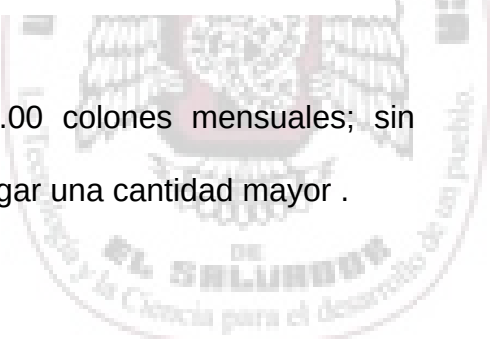
Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
¢ 5.00	9.00	5.11 %
¢ 10.00	36.00	20.45 %
¢ 15.00	70.00	39.77 %
¢ 20.00	12.00	6.82 5
¢ 25.00	5.00	2.84 %
¢ 26.00 >	44.00	25.00 %
Total	176.00	100.00 %

DISPOSICION ECONOMICA POR ARANCEL



Análisis:

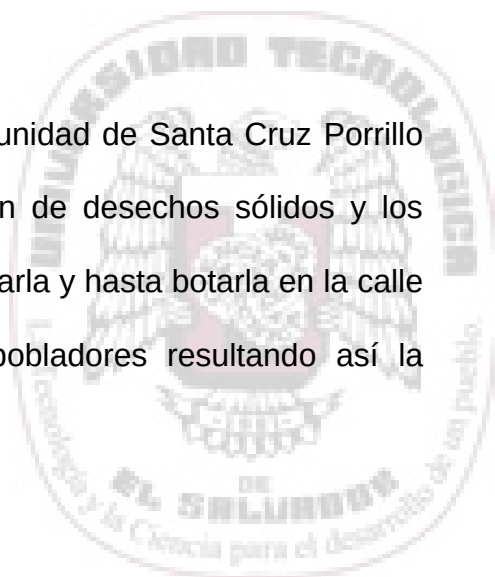
El impuesto más aceptado a pagar es de ¢15.00 colones mensuales; sin embargo hay pobladores que están dispuesto a pagar una cantidad mayor .



2.7 CONCLUSION DE LA INVESTIGACIÓN

Después de analizar e interpretar los datos en la investigación de campo en los diferentes sectores que conforman la comunidad de Santa Cruz Porrillo se describe las siguientes conclusiones:

- A fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad y considerando que la generación de los desechos sólidos es un problema que deben ser tratados de una manera urgente y con responsabilidad social es importante hacer que la comunidad tenga una orientación adecuada y constante en la recolección, clasificación y separación de los diferentes tipos de desechos que ellos mismos generan.
- El nivel educativo y ocupacional de los habitantes, el alto porcentaje con referente al ingreso familiar, que la mayoría tiene vivienda propia y que es una comunidad estable, favorece a desarrollar una propuesta para el tratamiento adecuado de los desechos sólidos.
- Todos los sectores que componen la Comunidad de Santa Cruz Porrillo no cuentan con un sistema de recolección de desechos sólidos y los habitantes se ven en la necesidad de quemarla y hasta botarla en la calle siendo esta una practica usual en los pobladores resultando así la



contaminación del medio ambiente y generación de vectores que provocan epidemias y múltiples de enfermedades.

- La mayoría de desechos sólidos que se generan en la comunidad son de tipo orgánicos y partiendo de este punto es viable implementar un tratamiento para los desechos, agregando la voluntad de participación de la comunidad, incluso pagar impuesto municipal para el funcionamiento del método a implementar.



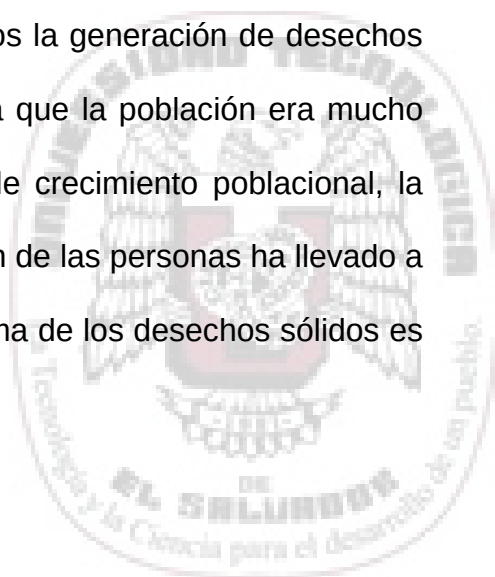
CAPÍTULO 3

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE UN PLAN PILOTO PARA LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO

3.1 DESECHOS SÓLIDOS

Son todos aquellos materiales sólidos o semisólidos descartados por la actividad del hombre y la naturaleza, y que no teniendo una utilidad mediata se transforman en indeseables.

Los desechos sólidos son una consecuencia de las actividades del hombre y de los animales al aprovecharse de los recursos que la tierra les ofrece. La disposición de los desechos constituye un gran problema para toda sociedad ya que estos no se pueden hacer desaparecer, sin embargo pueden almacenarse o utilizarse en otros procesos. En tiempos antiguos la generación de desechos sólidos no constituía un problema grave debido a que la población era mucho menor que la actual. Sin embargo la alta tasa de crecimiento poblacional, la industrialización, la falta de conciencia y educación de las personas ha llevado a la sociedad a una situación crítica en la cual el tema de los desechos sólidos es algo prioritario.

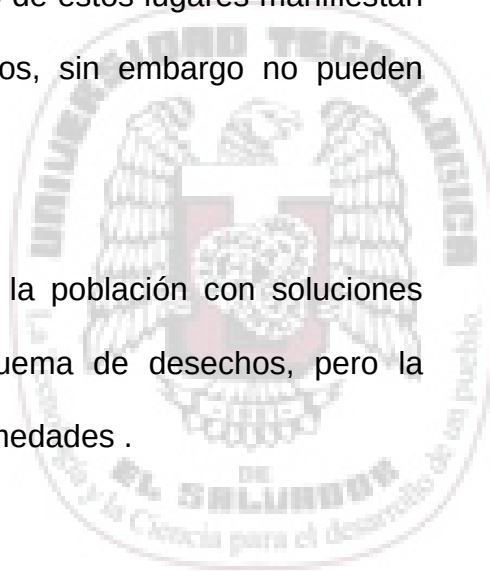


La salud pública depende del almacenamiento, recogida y evacuación apropiada de los desechos sólidos. Así por ejemplo un vertedero no controlado será un reproductor de agentes transmisores de enfermedades, tales como las ratas y las moscas. También será capaz de contaminar el aire (malos olores producto de la putrefacción de la materia orgánica) y el agua, cuando los líquidos del vertedero (lixiviados) penetran en el suelo y contaminan aguas superficiales y subterráneas.

En la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, la población no tienen un lugar adecuado para la disposición de sus desechos sólidos, ya que las personas acostumbran quemarla, lanzar la basura en zanjas que finalizan en las quebradas, o botarla en las calles, lo que ha convertido en promontorios no controlados, y de esta forma la comunidad desarrolle este tipo de actividades.

Los inconvenientes causados por este tipo de prácticas son principalmente malos olores, especialmente cuando entre la basura se lanza algún animal muerto. Los habitantes más cercanos a cada uno de estos lugares manifiestan su inconformidad con la existencia de vertederos, sin embargo no pueden evitarlos.

Las unidades de salud tratan de concientizar a la población con soluciones pocas recomendables, como por ejemplo la quema de desechos, pero la medida solo genera mayor contaminación y enfermedades .



3.1.1 Orígenes y Tipos de Desechos Sólidos

Para diseñar aquellos elementos que formen parte de una adecuada gestión de los desechos sólidos es necesario conocer los orígenes, tipos, composición y tasa de generación. El origen de los desechos sólidos está en función del uso del suelo y su localización, la clasificación que se les da es generalmente la siguiente: doméstico, comercial, institucional, construcción y demolición, servicios municipales, zonas de plantas de tratamiento, industrial y agrícola.

En la tabla 3.1 puede observarse las distintas fuentes de desechos sólidos, los lugares en donde son generados y el tipo de desechos que se genera en cada uno.

Es importante mencionar que la clasificación establecida en la siguiente tabla puede variar de acuerdo a la forma en que se interpreten los datos y al mismo sentido común.



TABLA 3.1
Fuentes de Desechos Sólidos en la Comunidad

Fuentes	Instalaciones, actividades o localizaciones donde se generan	Tipos de desechos sólidos
Doméstica	Viviendas aisladas y bloques de baja, mediana y elevada altura, etc. Unifamiliares y multifamiliares.	Desechos de comida, papel, cartón plástico, textiles, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales, cenizas, hojas en la calle, desechos especiales, (artículos voluminosos, electrodomésticos, bienes de línea blanca, residuos de jardín recogidos separadamente, baterías, pilas, aceite, neumáticos), desechos domésticos peligrosos
Comercial	Tiendas, restaurantes, mercados edificios de oficina, hoteles , moteles, imprentas, gasolineras, talleres mecánicos, etc.	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrios, metales, desechos especiales (ver párrafo superior), desechos peligrosos, etc.
Institucional	Escuelas, hospitales, cárceles, centros gubernamentales.	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrios, metales, desechos especiales (ver párrafo superior), desechos peligrosos, etc
Construcción y demolición	Lugares nuevos de construcción, lugares de reparación, renovación de carreteras, derribos de edificios, pavimentos.	Madera, acero, hormigón, suciedad, etc.
Servicios municipales (excluyendo plantas de tratamiento).	Limpieza de las calles, paisajismo, limpieza de las cuencas, parques y playas, otras zonas de recreo.	Desechos especiales, basura, barradura de la calle, recortes de árboles y plantas, residuos de cuencas, desechos generales, de parques, playas y zonas de recreo.

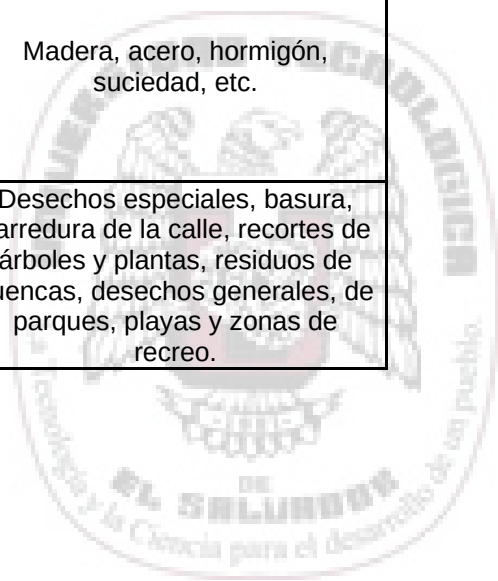


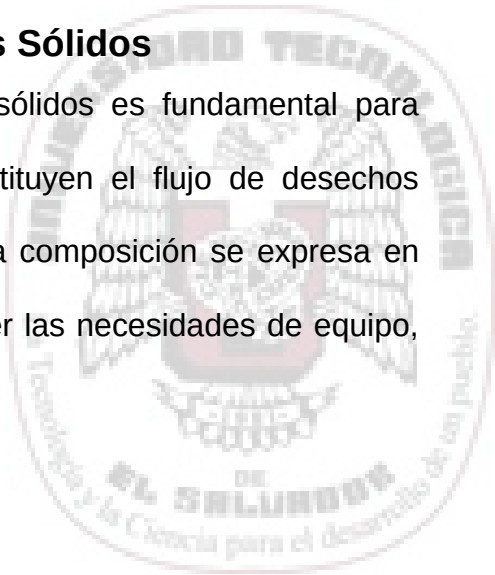
TABLA 3.1
Fuentes de Desechos Sólidos en la Comunidad (Continuación)

Fuentes	Instalaciones, actividades o localizaciones donde se generan	Tipos de desechos sólidos
Planta de tratamiento; incineradoras municipales	Agua, aguas residuales y proceso de tratamiento industrial, etc.	Desechos de plantas de tratamiento, compuestos principalmente de fangos.
Desechos sólidos urbanos	Todos los citados	Todos los citados
Industrial	Construcción, fabricación ligera y pesada, refinerías, plantas químicas, centrales térmicas, demolición etc.	Desechos de procesos industriales, materiales de chatarra, etc. Desechos no industriales, incluyendo residuos de comida, basura, cenizas, Desechos de demolición y construcción, desechos especiales, desechos peligrosos.
Agrícolas	Cosechas de campo, árboles frutales, viñedos, ganadería intensiva, granjas, etc.	Desechos de comida, desechos agrícolas, basura, desechos peligrosos.

Fuente: Gestión Integral de Residuos Sólidos. Tchobanoglous, George (Pag. 22).

3.1.2. Composición de los Desechos Sólidos

El determinar la composición de los desechos sólidos es fundamental para conocer los componentes individuales que constituyen el flujo de desechos sólidos y su distribución relativa. Generalmente la composición se expresa en porcentajes por peso y es de utilidad para conocer las necesidades de equipo, los sistemas, programas y planes de gestión.

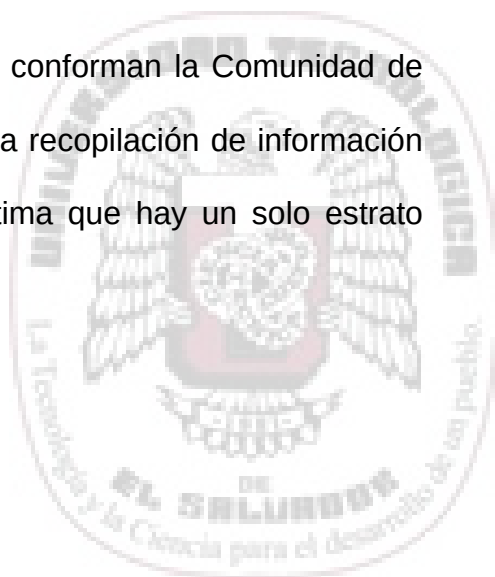


El determinar la composición de los desechos sólidos en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, permitirá conocer los componentes individuales de los desechos y sobre esta base establecer si los desechos son propios del lugar o son traídos de otros lugares, así como también poder establecer un plan de gestión para su tratamiento.

3.1.2.1 Factores que Afectan la Composición de los Desechos Sólidos

La composición de los desechos sólidos no es constante y depende de varios factores, entre los cuales se pueden mencionar las condiciones económicas; la estación del año, puede influir en el contenido de materia orgánica al incluirse frutas u hojas de temporada, igualmente puede verse afectado grandemente el contenido de humedad; y la localización, ya que cada zona producirá un tipo de basura que vaya de acuerdo a sus costumbres y el acceso que tengan a ciertos tipos de productos.

Las condiciones económicas de los sectores que conforman la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, son uniformes de acuerdo a la recopilación de información que produjeron las encuestas, por lo que se estima que hay un solo estrato económico.



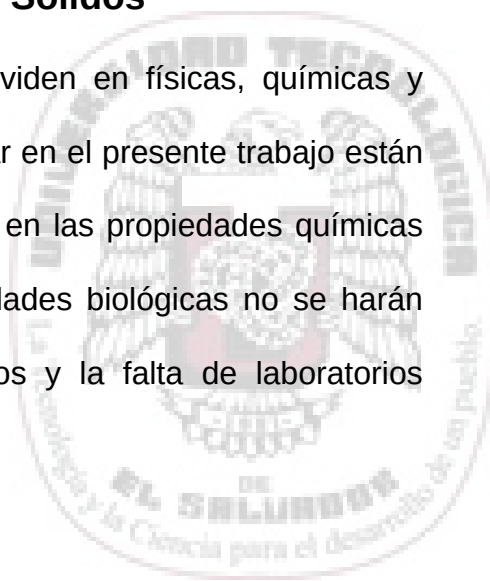
3.1.2.2 Variaciones Futuras en la Composición de los Desechos Sólidos

Debe tomarse en cuenta que la composición de los desechos sólidos que se obtenga de un muestreo, no será permanente; y que además podrá experimentar cambios significativos a través del tiempo los cuales pueden ser consecuencia del desarrollo que pueda experimentar la zona.

En los datos sobre la proyección de población (Capítulo 3, Pág. 85) se han establecido variables que influyen en el crecimiento de la población y que afectan en consecuencia el desarrollo de la comunidad, las pocas oportunidades que tiene la población de mejorar sus condiciones de vida y la inexistente o mínima posibilidad de inversión en la zona permiten establecer que, en varios años, no se darán variaciones significativas, o que pudieran afectar la composición de desechos sólidos que en este momento se obtenga.

3.1.3 Propiedades de los Desechos Sólidos

Las propiedades de los desechos sólidos se dividen en físicas, químicas y biológicas. Entre las propiedades físicas a evaluar en el presente trabajo están el peso específico y el contenido de humedad; y en las propiedades químicas se analizará el poder calorífico; y de las propiedades biológicas no se harán ensayos debido a la complejidad de los mismos y la falta de laboratorios especializados en nuestro país para realizarlos.



3.1.4. Tasa de Generación de Desechos Sólidos

El conocer la tasa de generación permite determinar las cantidades de desechos que se generan por persona por día (de esta manera se han calculado), esto se hace a partir de un muestreo. Con la tasa de generación puede establecerse las cantidades que se producirán en una determinada zona en una semana, un mes, un año u otra unidad de tiempo.

En la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, se busca determinar la producción per cápita por día para una muestra determinada, esto se hará a través de un muestreo en el origen, es decir, en las fuentes de generación.

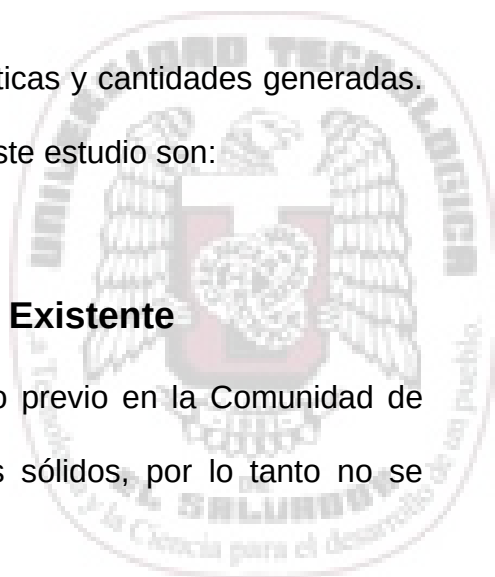
El fin que se persigue con el análisis de la composición, orígenes, tipos, características y cantidades generadas de desechos sólidos, es poder efectuar una gestión adecuada de ellos.

3.2 ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

Este consiste en identificar las fuentes, características y cantidades generadas. Los pasos típicos a seguir para la realización de este estudio son:

3.2.1 Recolección de la Información Existente

Hasta el momento no se ha realizado un estudio previo en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, sobre el tema de desechos sólidos, por lo tanto no se

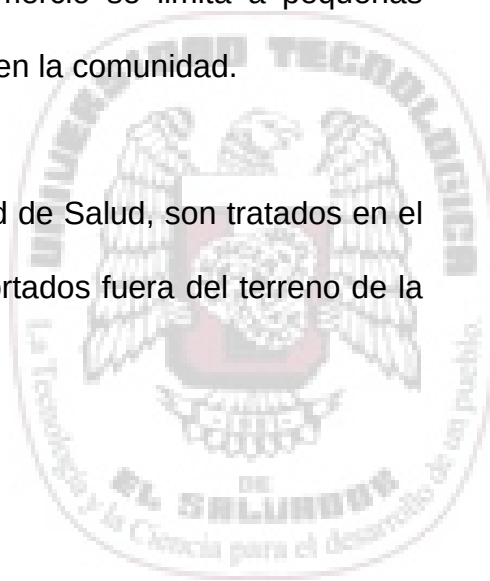


dispone de información previa. Con respecto a los estudios realizados en comunidades similares, si bien es cierto que existen algunos (y otros aún en proceso de publicación), estos carecen de información concreta de procesos o métodos empleados para llevar a cabo un estudio de este tipo, limitándose a publicar resultados, es por ello que, según nuestra apreciación no representan una buena base en la cual apoyarse.

3.2.2 Identificación de las Fuentes de Generación de Desechos Sólidos

La principal fuente generadora de desechos en la comunidad es la doméstica, las fuentes agrícolas se ubican en los alrededores de los sectores (zona no comprendida dentro del diagnóstico de desechos sólidos), y de los otros tipos de fuentes mencionados en la tabla 3.1 únicamente se ha considerado la institucional (escuelas rurales). Es preciso mencionar que en la comunidad no existe mercado de compra y venta de mercadería y que actualmente es poca o nada que se da algún tipo de industria; el comercio se limita a pequeñas tiendas distribuidas en los sectores que comprenden la comunidad.

En cuanto a los desechos generados en la Unidad de Salud, son tratados en el interior de la misma, es decir, que no son transportados fuera del terreno de la mencionada unidad.



3.2.3 Metodología de Muestreo

Para el desarrollo del presente estudio de caracterización se ha tomado como base el documento: "Método Sencillo del Análisis de Desechos Sólidos", elaborado por el Dr. Kunitoshi Sakurai, asesor regional de desechos sólidos de CEPIS/OPS.

Este documento propone que los análisis básicos que se le deben realizar a los desechos sólidos son las pruebas de densidad, de composición física base húmeda y de humedad, se debe estimar el poder calorífico y calcular la producción per-cápita por día.

El material y equipo utilizado para el muestreo y los análisis fue el siguiente:

- 2 básculas: la primera con capacidad para 40 lbs. y una precisión de décimas de libra; y otra con capacidad de 250 lbs. Con una precisión de 1 lbs.
- 3 Pares de guantes (hule y cuero)
- 3 Palas cuadradas
- Mascarillas
- Escobas
- Bolsas plásticas para basura

Recipiente plástico con una capacidad de 5 galones y un volumen de 0.02323 m³

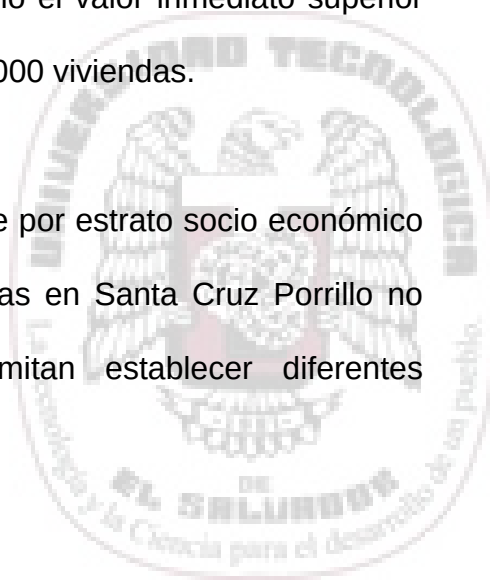


- Tirro
- Marcador
- Pintura en spray
- Vehículo tipo pick up
- 9 piezas de lámina galvanizada lisa con dimensiones de 1.0 x 0.8 mts.
- Cinta métrica

3.2.3.1 Tamaño de la Muestra

El tamaño de la muestra se determinó tomando como base la tabla 3.2 .Para el uso de esta tabla se han efectuado las siguientes consideraciones:

- Debido a que no existen estudios anteriores de caracterización de desechos sólidos en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, que nos indiquen un valor de desviación estándar de las muestras, se consideró una desviación de 150 gr/hab/día. (Ver tabla 3.2)
- Tomando en cuenta que el número de viviendas en el de la comunidad de Santa Cruz Porrillo, es de 1,563 se tomó el valor inmediato superior que aparece en la tabla 3.2 el cual es de 5,000 viviendas.
- A pesar de que el muestreo debe realizarse por estrato socio económico de la población, las condiciones observadas en Santa Cruz Porrillo no reflejan marcadas diferencias que permitan establecer diferentes



estratos; en consecuencia, se hizo un muestreo generalizado considerando un mismo estrato socio-económico para toda la población.

TABLA 3.2

Numero de Muestras para la Determinación de PPC de cada Estrato Socio Económico (No. De viviendas a probar)

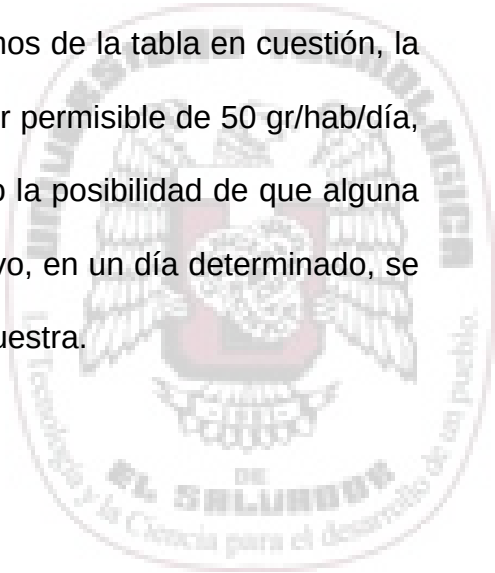
Confiabilidad = 95 %, Error permisible = 50 gr / hab / día

		Desviación estándar ^α de las muestras del estrado en cuestión (gr / hab / día)				
		50	100	150	200	250
No. Total de viviendas del estrato en cuestión	500	3.8	14.9	32.3	54.7	80.6
	1,000	3.8	15.1	33.4	57.9	87.6
	5,000	3.8	15.3	34.3	60.7	94.2
	10,000	3.8	15.3	34.5	61.1	95.1
	Más de 50,000	3.8	15.4	34.6	61.4	95.9

Fuente: Kunitoshi Sakurai. Método sencillo del análisis de residuos sólidos (Pag. 86).

A partir de las consideraciones anteriores obtenemos de la tabla en cuestión, la cual establece una contabilidad del 95 % y un error permisible de 50 gr/hab/día, una muestra de 34.3 viviendas; pero considerando la posibilidad de que alguna de las viviendas no colaborará, por cualquier motivo, en un día determinado, se optó por tomar 35 viviendas como tamaño de la muestra.

^α * Desviación estándar de variables Xi (Xi = PPC de la vivienda i)



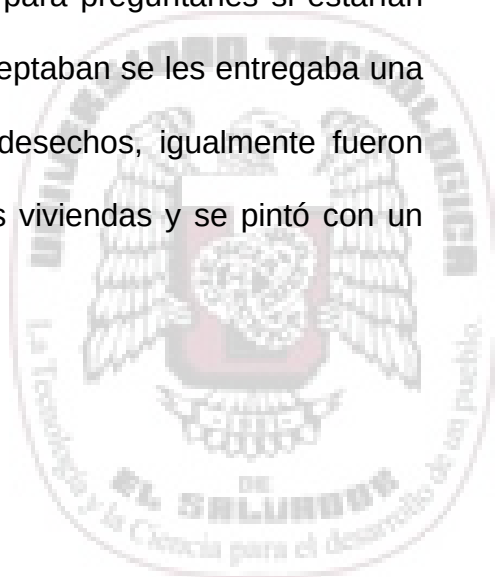
3.2.3.2 Selección de las Viviendas de la Muestra

La selección de las viviendas en comunidad fue en forma aleatoria, tomando entre 1 y 2 viviendas por calle y pasajes, con el propósito de cubrir la mayor parte del área en los sectores, con el tamaño de muestra establecido. Debe considerarse, también, que muchas de las viviendas registradas dentro de las 1,563 que posee el área en la comunidad, se encuentran deshabitadas, por lo que no fue raro encontrar una cuadra en la que no se encontrara una vivienda habitada o sus propietarios no quisieran participar en el muestreo.

3.2.3.3 Recolección de Muestras

El proceso seguido para la recolección de muestras fue el siguiente:

- 1er día: se buscó un lugar que reuniera las condiciones necesarias para pesar las muestras y realizar las pruebas antes mencionadas en la metodología del muestreo. Posterior a esto se conversó con los habitantes de las viviendas seleccionadas para preguntarles si estarían dispuestos a participar en el estudio. Si aceptaban se les entregaba una bolsa plástica para que depositaran sus desechos, igualmente fueron tomados todos los datos necesarios de las viviendas y se pintó con un spray el número asignado a la vivienda.

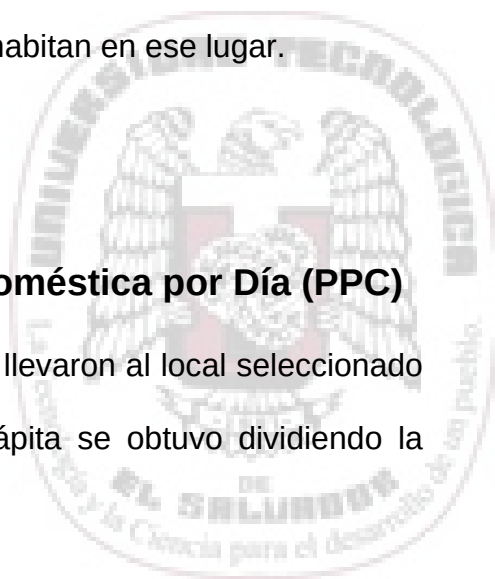


- 2do día: Se realizó la recolección de las muestras y se proporcionó una nueva bolsa plástica. Estas muestras fueron descartadas debido a la posibilidad de que pudieran contener basura acumulada de varios días.
- 3er día: Este representa el inicio de las pruebas, y en lo sucesivo se considerará como el día uno en los resultados que se obtengan, a partir de este día y durante seis más se recolectaron las muestras entregando a cambio una nueva bolsa plástica, se llevaron hasta el local seleccionado y se determinó la producción per-cápita, la prueba de densidad y la composición. Con respecto a la prueba de humedad, esta se realizó únicamente para tres días iniciando el día uno antes mencionado y terminando el día tres, dicha prueba tiene una duración de tres a cuatro días, con esto se garantizó el tiempo adecuado; es decir, del tercero al séptimo día, el cual fue el último de recolección de muestras. En cada muestra recolectada se colocó el número asignado a la vivienda y de esta manera saber en el momento de pesarlas a que vivienda correspondía y cuántas personas habitan en ese lugar.

3.2.4 Análisis Realizados

3.2.4.1 Producción Per-Cápita Doméstica por Día (PPC)

Después de la recolección, todas las muestras se llevaron al local seleccionado y se procedió a pesarlas. La producción per- cápita se obtuvo dividiendo la



suma del peso de las muestras entre el número total de personas (datos previamente registrados). Como la prueba se realizó durante siete días se obtuvieron siete valores de producción per- cápita, por lo cual se sacó un promedio de ellos.

Los pesos obtenidos fueron expresados en kilogramos, estos se muestran en la Tabla 3.3 , en la cual también se ha efectuado el cálculo de la producción per- cápita, por día y promedio.

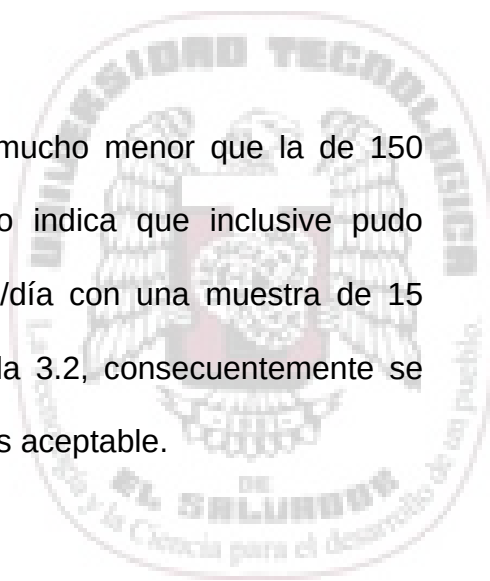
TABLA 3.3

GENERACION PER-CAPITA DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO PESOS EN KILOGRAMOS									
COMUNIDADES	No. de Casa	No. de personas por casa	27/04/02	28/04/02	29/04/02	30/04/02	01/05/02	02/05/02	03/05/02
			Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso
San Pedro	1	3	1.5	3.35	2.64	0.90	0.66	0.75	1.95
San Luis los Altos #2	1	3	1.9	2.32	2.35	0.80	0.34	1.68	2.36
San Luis las Posadas	1	7	2.36	1.47	2.18	0.73	1.41	1.02	2.13
Línea Férrea Santa Cruz	1	7	0.34	7.67	3.58	4.76	7.98	5.62	3.47
Quinta Aguilar de	1	4	1.91	7.71	5.08	2.61	9.48	6.28	7.37
Santa Cruz Porrillo	1	3	6.76	1.70	4.51	1.27	0.91	2.93	1.88
San Luis los Altos	1	9	1.18	6.80	4.31	1.45	2.72	3.97	5.35
El Salto	1	6	2.15	3.97	3.31	4.08	5.49	4.97	4.63
	1	7	12.02	12.47	11.34	8.62	6.62	6.26	7.03
Línea Férrea Vaquerano	1	2	2.02	0.32	1.70	1.70	1.91	2.43	1.93
	1	4	4.42	4.58	3.70	0.41	0.57	0.95	0.68
La Florida	1	7	0.41	0.77	1.04	4.63	0.57	0.77	0.95
Santa Cruz #2	1	5	0.79	1.32	1.00	2.04	3.81	3.02	3.27
Barrio Nuevo	1	5	0.14	0.95	0.66	1.54	0.77	2.13	1.13
	1	10	0.41	3.40	2.31	1.02	0.91	1.54	1.29

GENERACION PER-CAPITA DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO PESOS EN KILOGRAMOS									
San Cristóbal	1	8	0.57	5.67	3.15	0.57	1.72	3.67	2.02
	1	5	0.54	1.04	1.18	1.27	1.41	1.09	1.32
Santa Cruz Paraíso	1	5	1.04	1.59	1.13	0.95	0.45	0.70	1.34
	1	4	2.04	1.36	1.79	1.22	1.04	1.63	1.95
Betania # 1	1	3	2.11	1.45	0.97	1.23	0.97	1.35	1.65
El Porrillito	1	4	4.08	1.73	2.43	1.17	1.25	1.44	1.80
	1	4	0.66	0.68	0.61	2.15	7.94	1.70	2.40
El Delirio	1	2	1.72	3.74	2.61	3.90	1.25	2.18	2.31
	1	7	2.27	2.54	2.63	15.42	14.51	10.64	9.16
El Ojushte	1	6	1.77	1.32	1.68	0.54	0.77	0.86	0.91
La Laguna	1	4	2.15	2.15	2.27	2.81	2.95	2.59	2.36
	1	2	0.41	0.27	0.32	0.82	0.45	0.34	1.63
San José Porrillo	1	2	2.49	2.27	2.15	1.36	0.82	1.25	1.07
	1	6	13.61	8.16	10.21	3.18	1.41	5.87	3.54
Nuevo Amanecer	1	4	2.63	0.36	2.11	0.27	0.14	1.47	1.88
	1	5	4.54	0.18	1.95	2.11	5.56	5.42	3.83
El Playón	1	5	1.45	1.13	1.00	1.86	0.79	0.88	1.70
	1	3	0.95	1.54	1.41	2.40	2.00	2.61	2.68
Santa Fe	1	4	2.22	2.31	2.65	2.86	1.09	2.06	3.06
Betania # 2	1	7	6.94	4.31	5.76	8.21	3.72	5.60	4.74
Total	35	172	90.40	102.63	97.73	90.88	94.37	97.68	96.77
PPC en kg/hab/día			0.53	0.60	0.57	0.53	0.55	0.57	0.56
PPC promedio = 0.56 en kg/hab/día									
Desviación estándar = 0.025 kg/hab/día = 24.92 gr/hab/día									

Fuente: Elaboración propia

La desviación estándar de 24.92 gr/hab/día es mucho menor que la de 150 gr/hab/día que se asumió en un principio, esto indica que inclusive pudo tomarse una desviación estándar de 100 gr/hab/día con una muestra de 15 viviendas de acuerdo a lo establecido en la tabla 3.2, consecuentemente se puede decir que la desviación estándar asumida es aceptable.



3.2.4.2 Composición Física de los Desechos Sólidos

(base húmeda) y peso volumétrico (densidad)

Habiendo finalizado la determinación de la PPC se vació el contenido de todas las bolsas en un espacio enladrillado de aproximadamente 4.0 x 6.0 mts; luego se comprobó que se tenía un poco más de un metro cúbico de desechos al llevar estos a formar una figura conocida, para este caso una base rectangular con una altura más o menos regular; posteriormente se fragmentaron bolsas, ramas, cartones y cualquier otro objeto voluminoso hasta obtener una longitud (lado más largo) no superior a los 15 cm, con lo cual aseguramos el no descartar algún elemento por su volumen o longitud; enseguida se procedió a la homogeneización de los desechos revolviéndolos con palas. Realizados los procedimientos anteriores se llevó a cabo el cuarteo, el cual consistió en separar el montón en cuatro partes más o menos iguales de las cuales son separadas dos partes colocadas en forma opuesta o en diagonal; con las dos partes restantes se formó otro montón del cual se consideró que su peso era aproximadamente 50 kgs. porque se conocía el peso total de las muestras y se sabía que el primer cuarteo daría un peso cercano al mencionado anteriormente. La muestra así obtenida fue pesada y medido su volumen para ello se utilizó un deposito de 0.023 m³. Con los volúmenes y los pesos obtenidos se determinó la densidad o peso volumétrico de toda la muestra. Los datos obtenidos se muestran en la tabla 3.4.

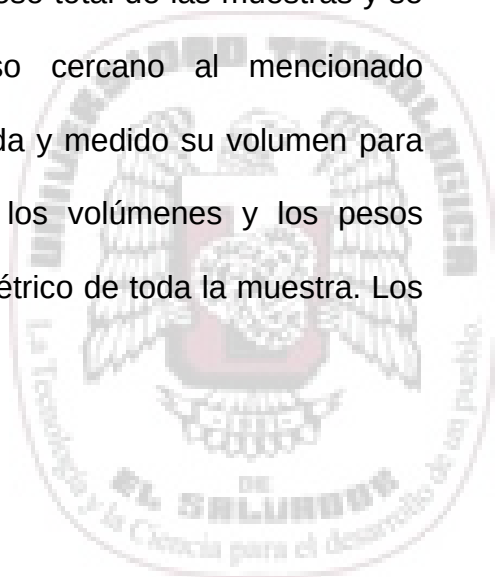
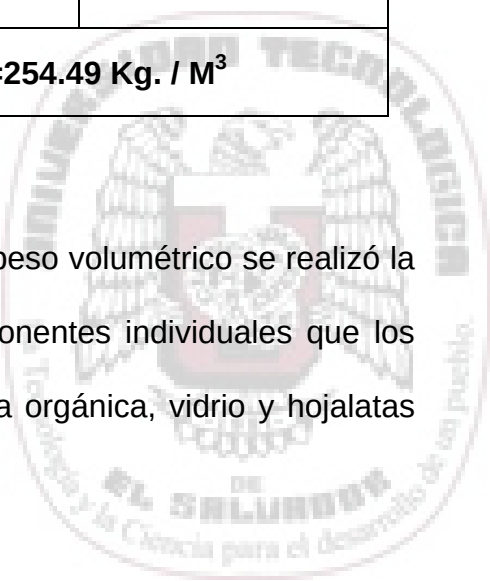


TABLA 3.4

PESO VOLUMÉTRICO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO (NO COMPACTADOS)						
DIA		PESO BRUTO Kgs.	PESODE TARA Kgs.	PESO NETO Kgs.	VOLUMEN NETO M ³	PESO VOLUMETRICO Kg / M ³
1	Sábado	54.27	7.26	47.01	0.19	247.42
2	Domingo	52.21	7.26	44.95	0.18	249.73
3	Lunes	56.00	7.26	48.74	0.19	256.52
4	Martes	57.15	7.26	49.89	0.19	262.58
5	Miércoles	59.74	7.26	52.48	0.21	249.91
6	Jueves	62.28	7.26	55.02	0.21	262.00
7	Viernes	57.90	7.26	50.64	0.20	253.22
PESO VOLUMÉTRICO PROMEDIO =254.49 Kg. / M³						

Fuente: Elaboración propia

Después de conocer los datos para determinar el peso volumétrico se realizó la separación de los desechos sólidos en los componentes individuales que los forman, entre ellos tenemos papel, cartón, materia orgánica, vidrio y hojalatas entre otros.



Estos elementos fueron agrupados y pesados individualmente para conocer el porcentaje de cada uno de ellos en nuestra muestra.

La variación obtenida entre los pesos de la muestra y la suma de los pesos de los componentes individuales es atribuible a los finos que pudieron perderse durante el proceso, así como a la precisión de las básculas utilizadas. El proceso antes descrito fue realizado en cada uno de los días de recolección, es decir, durante siete días continuos, para calcular al final un promedio de cada una de las clasificaciones efectuadas. Los resultados obtenidos, por día, de la composición se presentan en la tabla 3.5

TABLA 3.5

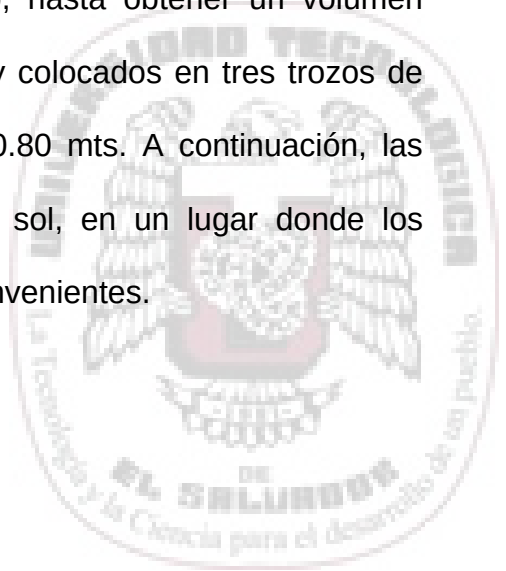
VALOR PROMEDIO DE LA COMPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO PESOS EN KILOGRAMOS									
TIPO DE RESIDUO	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	PESO PROMEDIO	PORCENTAJE
	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso		
Residuos de jardín	12.30	12.50	21.50	17.40	20.40	19.35	13.60	16.72	15.20%
Suelos	46.10	37.90	42.80	37.90	39.75	35.10	34.55	39.16	35.70%
Plástico y Caucho	5.10	8.80	9.10	7.60	10.20	10.10	3.20	7.73	7.00%
Rocas y residuos de construcción	2.10	3.20	3.10	4.50	2.25	5.55	1.55	3.18	2.90%

VALOR PROMEDIO DE LA COMPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN LA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO PESOS EN KILOGRAMOS									
Papel y cartón	2.75	5.50	5.90	1.85	6.40	6.30	18.30	6.71	6.10%
Vidrio	1.00	1.80	2.30	0.00	2.85	3.00	5.30	2.32	2.10%
Latón	0.80	0.50	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00	0.39	0.40%
Materia orgánica	31.65	23.70	16.95	35.55	31.50	34.90	30.70	29.28	26.70%
Residuos de tela o trapos	1.10	2.80	3.10	1.65	2.35	2.75	3.25	2.43	2.20%
Pilas	0.75	1.10	0.30	0.00	0.00	1.30	1.20	0.66	0.60%
Hierro o acero	0.00	1.30	2.40	3.65	0.00	1.55	0.00	1.26	1.10%
TOTAL	103.65	99.10	107.45	110.00	115.70	121.30	111.65	109.84	100.00%

Fuente: Elaboración propia

3.2.4.3 Ensayo de humedad

Con los desechos descartados del primer cuarteo se formó otro montón que es sometido nuevamente a un proceso de cuarteo, hasta obtener un volumen cercano a los 50 lts. los cuales fueron pesados y colocados en tres trozos de lámina galvanizada de aproximadamente 1.0 x 0.80 mts. A continuación, las muestras fueron expuestas a la luz directa del sol, en un lugar donde los animales domésticos y el viento no causaran inconvenientes.



Debido a que el ensayo tiene como objetivo medir la cantidad de humedad que contiene la muestra, algunos elementos de esta, como los mangos, fueron rajados para facilitar la pérdida de humedad. Las muestras fueron expuestas al sol durante todo el día, colocándolas temprano en la mañana y almacenándolas por la tarde, para evitar que ganasen humedad por la noche.

Este ensayo se realizó el 1ro, 2do y 3er día, lográndose para la muestra del primer día una exposición al sol de 6 días, y de 5 y 4 días para las muestras del 2do y 3er día, respectivamente.

El séptimo día de recolección, las muestras fueron recogidas y pesadas nuevamente. Para el cálculo del % de humedad se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \left[\frac{\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Húmedo}} \right] \times 100^5$$

Los resultados obtenidos son:

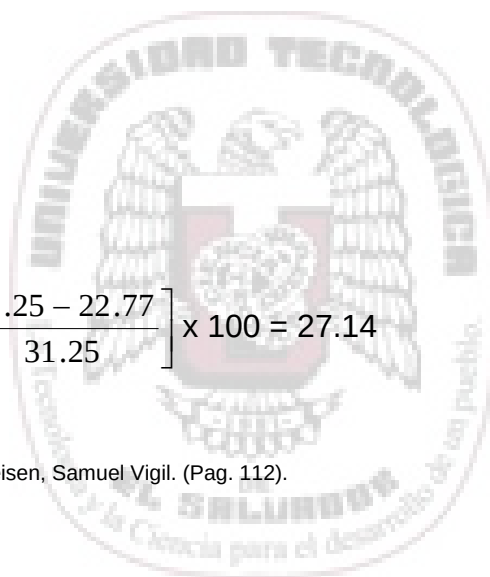
Día 1

Peso húmedo (W1) : 31.25 lbs.

Peso seco (W2) : 22.77 lbs.

$$\% \text{ humedad de los R. S} = \left[\frac{W1 - W2}{W1} \right] \times 100 = \left[\frac{31.25 - 22.77}{31.25} \right] \times 100 = 27.14$$

⁵ Gestión Integral de Residuos Sólidos. George Tchobanoglous, Hillary Theisen, Samuel Vigil. (Pag. 112).



Día 2

Peso húmedo (W1) : 29.50 lbs.

Peso seco (W2) : 22.65 lbs.

$$\% \text{ humedad de los R. S} = \left[\frac{W1 - W2}{W1} \right] \times 100 = \left[\frac{29.50 - 22.65}{29.50} \right] \times 100 = 23.22$$

Día 3

Peso húmedo (W1) : 33.70 lbs.

Peso seco (W2) : 27.15 lbs.

$$\% \text{ humedad de los R. S} = \left[\frac{W1 - W2}{W1} \right] \times 100 = \left[\frac{33.70 - 27.15}{33.70} \right] \times 100 = 19.44$$

$$\% \text{ de humedad promedio} = (27.14 + 23.22 + 19.44) / 3 = 23.27 \%$$

3.2.4.4 Poder Calorífico de los Desechos Sólidos

Para calcular el poder calorífico de los desechos sólidos se adoptan los siguientes valores como el poder calorífico de cada componente seco:

- a) Papel y cartón
- b) Trapos
- c) Madera y follaje
- d) Restos de alimentos
- e) Plástico, caucho y cuero
- f) Metales

4,000 kcal

4,000 kcal

4,000 kcal

4,000 kcal

9,000 kcal

0,000 kcal



g) Vidrio	0,000 kcal
h) Suelo y otros	0,000 kcal

Fuente: Control de operaciones de un relleno sanitario para pequeñas comunidades. Alcaldía de Suchitoto.

Además se supone que toda la humedad de los desechos sólidos se encuentra en los componentes a), b), c) y d)

De la tabla 3.5 obtenemos los porcentajes para cada uno de los componentes de los literales anteriores:

- a) 6.10 % b) 2.20 % c) 15.20 % d) 26.70 %
 e) 7.00 % f) (1.10+ 0.40) = 1. 50 % g) 2.10 %
 h) 35.70 + 2.90 + 0.60 = 39.20 %

El contenido de humedad $W = 23.27 \%$ se toma de la sección 3.2.4.3 Ensayo de humedad.

Para la estimación del poder calorífico superior e inferior se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$Ps \text{ (kcal / kg)} = 40 (a + b + e + d - w) + 90 e^6$$

$$Pi \text{ (kcal / kg)} = Ps - \left[\frac{W}{100} \right] \times 600 = Ps - 6W$$

$$Ps = 40 (6.10 + 2.20 + 15.20 + 26.70 - 23.27 + 90 (7)$$

⁶ Método sencillo de análisis de residuos sólidos. Kunitoshi Sakurai (Pag. 114).



$$Ps = 2,938.80 + 630.00$$

$$Ps = 3,568.80 \text{ kcal / kg}$$

$$Pi = 3,568.80 - 6(23.27)$$

$$Pi = 3,568.80 - 139.62$$

$$Pi = 3,429.18 \text{ kca / kg}$$

3.2.5 Producción Diaria de Desechos por otras Fuentes

Generadoras

Con relación a los desechos generados en la unidad de salud y dispensarios, de acuerdo a lo manifestado por los promotores de las mismas, se producen aproximadamente unos 10 kgs. de desechos sólidos al mes, los cuales como se mencionó anteriormente en la identificación de las fuentes, son quemados y enterrados dentro del mismo centro de salud.

Los desechos sólidos provenientes de el barrido de calles y avenidas de los sectores no pudieron ser medidos debido a que no existe el servicio de recolección de estos por parte de la alcaldía municipal.

Las otras fuentes de generación institucional son la escuelas nacionales (seis escuelas, Ver Capitulo I, Pág. 15), los datos se muestran a continuación.

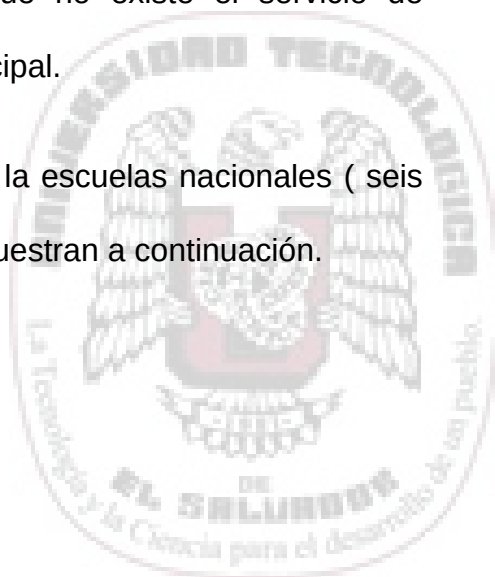


TABLA 3.6
Fuente institucional de generación de residuos sólidos

Fuente	Ton / día
Escuelas pequeñas (3)	0.051
Escuelas grandes (3)	0.258
Total	0.309

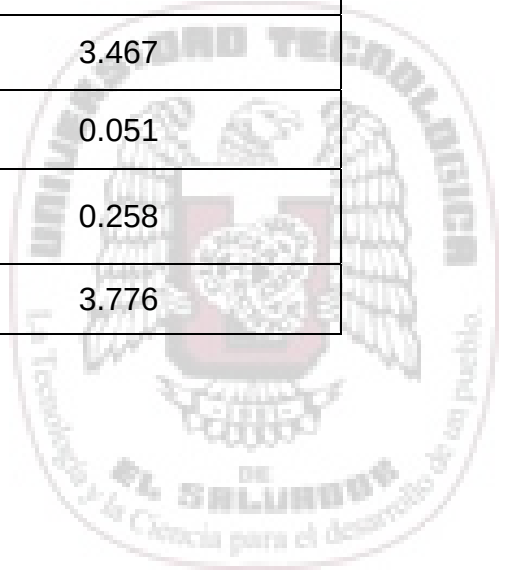
Fuente: Elaboración propia

3.2.6. Generación total de desechos por las diferentes fuentes

TABLA 3.7
Generación de desechos por fuentes

Fuente	Ton / día
Doméstica	3.467
Escuelas pequeñas (3)	0.051
Escuelas grandes (3)	0.258
Total	3.776

Fuente: Elaboración propia



Tomando en cuenta el total de desechos producidos y la población considerada en este estudio, se obtiene una producción per- capita global, así:

Producción diaria :3,776 Kg. / día

Habitantes :6191 habitantes.

PPC global = $3776 / 6191 = 0.61 \text{ kg/hab/día}$

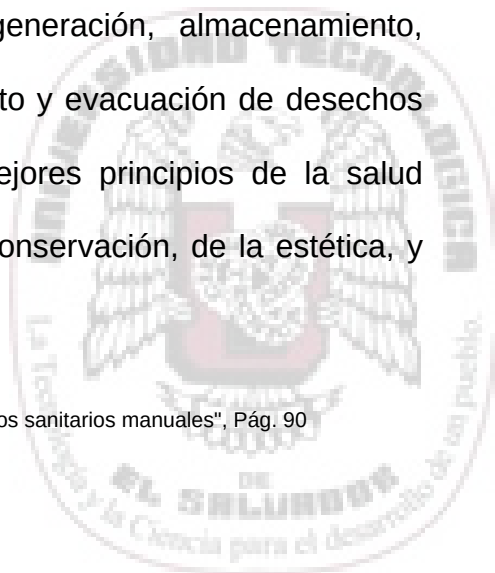
Como consecuencia del desarrollo y el crecimiento urbanístico, la producción per- cápita tiende a aumentar, por lo cual es recomendable incrementarla en un 1 % anual ⁷ cuando se requiera hacer proyecciones de generación.

3.3 PROPUESTA DE UN PLAN PILOTO PARA LOS DESECHOS SÓLIDOS DE LA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO

3.3.1 Gestión de los Desechos Sólidos

“Es la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de desechos sólidos de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética, y

⁷ Jorge Jaranúllo. "Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales", Pág. 90



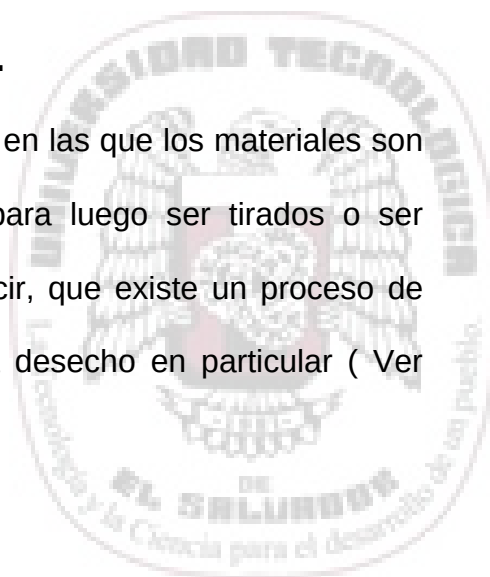
de otras consideraciones ambientales, y que también responde a las expectativas públicas"

Para fines de este estudio y tomando en cuenta algunos parámetros evaluados entre la población del Santa Cruz Porrillo, tales como hábitos y costumbres, situación socioeconómica, nivel de estudios y otros, las actividades asociadas a la propuesta de desechos sólidos en la comunidad de Santa Cruz Porrillo, comprenderá los siguientes elementos:

- Control de la generación.
- Almacenamiento.
- Recolección y transporte.
- Evaluación de alternativas para el tratamiento de los desechos sólidos.
- Disposición final.
- Diseño físico y plan de manejo (Presupuesto).

3.3.1.1.Control de la Generación.

El control de la generación abarca las actividades en las que los materiales son identificados como sin ningún valor adicional, para luego ser tirados o ser recogidos juntos para su disposición final, es decir, que existe un proceso de identificación y valoración y éste varía con cada desecho en particular (Ver tabla 3.8).



En la actualidad, la generación de desechos en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, es una actividad que se ejerce sin ningún tipo de control, debido principalmente al desconocimiento entre la población de los beneficios que implica la reducción de las cantidades generadas o una posible reutilización de algunos de ellos.

Para la Comunidad se utilizará la Progresión Aritmética o Lineal, ya que en base a sus características la ubica dentro de los parámetros de esta categoría, es decir que se considera que la población variará en el tiempo en forma lineal.

La expresión matemática que describe este comportamiento esta dada por:

$$P_n = P_o + (1 + i \cdot n).$$

En donde:

P_n = Población del periodo “n” de diseño

P_o = Población Actual

i = Tasa de Crecimiento

n = Duración del periodo de diseño.



TABLA 3.8

Proyección de la generación de desechos sólidos en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo						
Año	Población (hab)	PPC (Kg/hab/día)	Generación Diaria (ton)	Generación anual (ton)	Volumen diario (m³)	Volumen anual (m³)
2002	6191	0.61	3.78	1378.44	14.90	5438.39
2003	6379	0.62	3.95	1443.49	15.60	5695.02
2004	6572	0.63	4.12	1502.10	16.24	5926.26
2005	6771	0.64	4.33	1581.72	17.10	6240.38
2006	6976	0.65	4.51	1645.94	17.79	6493.76
2007	7188	0.66	4.74	1731.49	18.72	6831.29
2008	7405	0.67	4.94	1801.80	19.48	7108.66
2009	7630	0.68	5.19	1893.71	20.47	7471.28
2010	7861	0.69	5.42	1979.78	21.40	7810.86

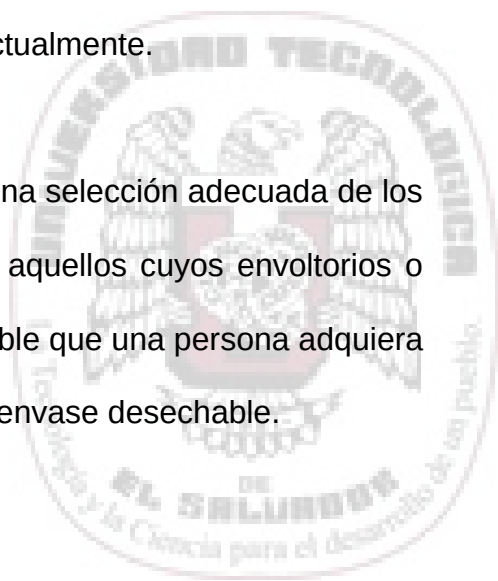
Fuente: elaboración propia

Nota 1: la ppc inicial de 0.61 se incrementa en 1% cada año por factores de crecimiento urbanístico, ver sección 3.2.6 para más detalles.

Nota 2: la proyección de crecimiento poblacional que se tomo es de 3.03%, de acuerdo a estudio realizado. "Plan de Reordenamiento territorial del municipio de Tecoluca, San Vicente" año 2001.

Cualquier tipo de medida necesaria para ejercer algún control en la generación de desechos sólidos debe ir orientada a la disminución de las cantidades generadas por las familias a través de la concientización de los habitantes de los posibles riesgos a la salud debidos a un manejo inadecuado de estos y a la proliferación de botaderos como los que existen actualmente.

Estas medidas le permitirán a la población hacer una selección adecuada de los productos de consumo, en el sentido de adquirir aquellos cuyos envoltorios o envases sean reutilizables. Por ejemplo, es preferible que una persona adquiera una bebida gaseosa en envase retornable que en envase desechable.



Cualquier campaña de concientización de la población puede llevarse a cabo a través de boletines informativos, en cabildos abiertos o a través de promotores de la unidad de salud, que es la entidad responsable de promover el saneamiento ambiental de la comunidad.

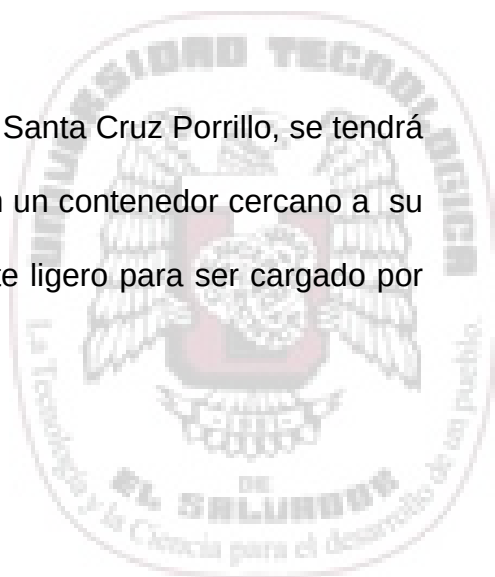
3.3.1.2 Almacenamiento

El almacenamiento en el lugar de origen es de una importancia primordial debido a sus consecuencias en la salud y a consideraciones estéticas.

En muchas viviendas encuestadas fue posible observar recipientes improvisados en mal estado e incluso almacenamiento al aire libre.

El costo del recipiente para almacenar los desechos en la vivienda corre a cargo del propietario; generalmente el tipo, material y capacidad del recipiente utilizado depende de las características y tipos de desechos sólidos que hay que recoger, de la frecuencia de la recogida y del espacio disponible para colocar el recipiente.

Para el caso de las viviendas de la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, se tendrá que colocar los desechos sólidos manualmente en un contenedor cercano a su terreno. El recipiente deberá ser lo suficientemente ligero para ser cargado por una sola persona, cuando esté lleno.



Por su bajo costo y peso; y considerando un promedio de 6 habitantes por vivienda y una frecuencia de recolección de 3 veces por semana, se recomienda la utilización de un recipiente plástico con una capacidad de 45 litros.

La capacidad de 45 litros se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad recipiente} = \text{Prom. Hab} / \text{Viv.} \times \text{PPC} \times n$$

Donde:

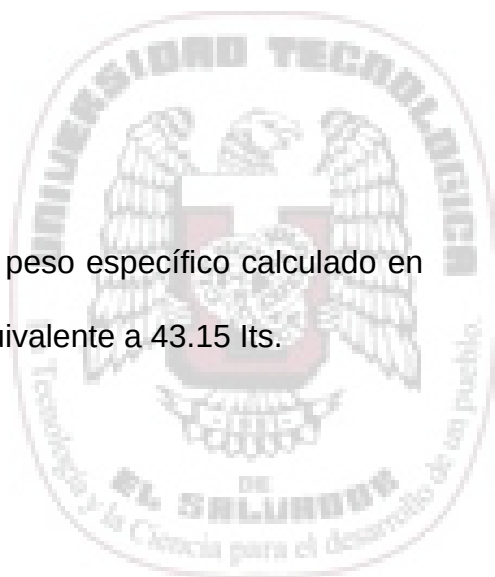
Prom. hab. = 6 personas

PPC = 0.61 kg/hab/día

$n = 3$ días (tiempo máximo de acumulación de desechos dentro de una vivienda debido a cualquier inconveniente que se presente en el servicio de recolección).

$$\text{Capacidad} = 6.00 \times 0.61 \times 3.00 = 10.98 \text{ Kg.}$$

El volumen ocupado por 10.98 Kg. de acuerdo al peso específico calculado en la tabla 3.4 es de $(10.98 / 254.49) = 0.043 \text{ m}^3$ equivalente a 43.15 lts.



3.3.1.3 Recolección y Transporte

La recolección de desechos sólidos no seleccionados y separados, como es el caso de los desechos que se generan en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, es difícil y compleja ya que la generación de desechos sólidos domésticos se produce en cada vivienda, en calles, pasajes, e incluso en zonas deshabitadas.

Para los efectos de este análisis, las actividades de recolección y transporte de los desechos estarán comprendidas desde la colocación de la basura en el punto de recolección, hasta el transporte de los desechos hacia el sitio de disposición final, por lo cual incluirá los siguientes aspectos:

- Tipo de servicio y método de recolección.
- Mano de obra requerida.
- Vehículo para el transporte.
- Frecuencia e itinerario de recolección.

3.3.1.3.1 Tipo de Servicio y Método de Recolección

El tipo de servicio de recolección de desecho más conveniente para la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, y que tradicionalmente se utiliza en áreas similares, es el que los habitantes son los encargados de sacarlo y llevarlo hasta un contenedor ubicado en una zona céntrica y de fácil acceso; posteriormente será retirada la basura hasta la disposición final, los habitantes



de la vivienda son los encargados de llevar el recipiente hasta el contenedor y vaciarlo antes del día de la recolección.

Para lograr una mayor eficiencia en el servicio, se sugiere motivar a la población para que colabore con el operador del vehículo de recolección, depositando los desechos en el mismo y posteriormente devolver el recipiente vacío a su lugar habitual hasta la siguiente recolección.

Por la topografía de los sectores que comprenden la comunidad, algunas calles y pasajes no son aptos para la circulación del vehículos de recolección, por lo cual se ha optado el método de que los habitantes de esas zonas tendrán que trasladar su recipiente hasta la parte de ubicación del contenedor más cercano donde circulará el vehículo recolector; según los itinerarios de recolección.

3.3.1.3.2 Mano de Obra Requerida.

Con relación a la mano de obra, se requerirá de 4 personas para el vehículo de recolección.

- 1 Persona como motorista del camión.
- 3 Personas para la recolección de la basura ubicada en los contenedores.



3.3.1.3.3 Vehículo para el Transporte.

La selección del vehículo para la recolección es uno de los puntos más importantes del diseño del plan piloto. El problema consiste en decidir con exactitud cuál es el vehículo mas apropiado según el grado de desarrollo de la población donde se ejecutará el servicio, así como la capacidad económica de las autoridades municipales.

De acuerdo a esto, la selección del vehículo para la recolección y el transporte de los desechos debe ser analizada bajo criterios técnicos y económicos, como lo son el área total a cubrir con el servicio, método de recolección elegido, topografía y viabilidad de la comunidad, superficie de rodamiento de las calles y de los recursos con los que cuente el gobierno municipal.

Considerando lo anterior, se propone la utilización del siguiente equipo:

1 camión de cama fija, operado por una persona.

La capacidad del camión es la siguiente:

Dimensiones:

Base: (2.50 x 3.60) mts.

Altura: 1.00 m.

Soporte: 5.5 toneladas.

Volumen: $(2.50 \times 3.60 \times 1.00)\text{m.} = 9.00 \text{ mt}^3$.



Peso : 2.28 ton. (peso de 9.00 m³ de acuerdo a la densidad de los D. S.)

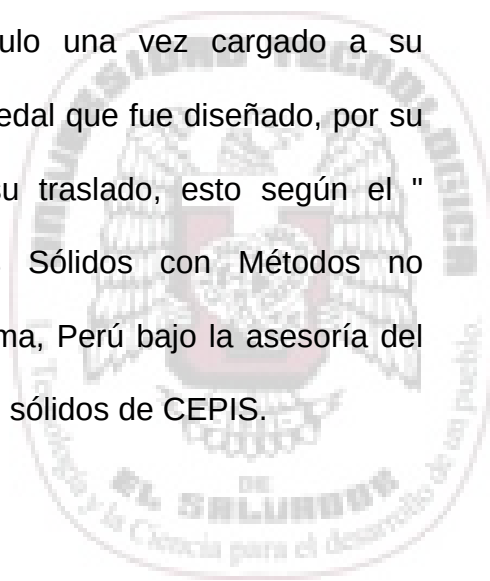
El costo aproximado del vehículo de recolección es el siguiente:

Camión: \$ 40,000.00 Dólares Americanos.

La generación diaria de todos los sectores es de 3.78 ton (tabla 3.8) por lo cual se necesitará un camión de tracción sencilla, el cual trabajará según los itinerarios propuestos (Ver sección 3.3.1.3.4).

Para evitar problemas del deterioro acelerado de las calles de la comunidad, se recomienda que los contenedores de cada sector de la comunidad estén ubicados en las afueras de la comunidad.

Otra alternativa que se consideró para la recolección de los desechos fue la utilización de triciclos recolectores en los sectores mas poblados, estos tienen una capacidad de 0.70 mt³. Siendo necesario recolectar 14.90 mt³ a diario (tabla 3.8) se necesitarían como mínimo 5 triciclos con 4 micro rutas cada uno, el inconveniente principal es que dicho vehículo una vez cargado a su capacidad no es fácil de usar con el sistema de pedal que fue diseñado, por su gran peso, teniendo que ser empujado para su traslado, esto según el " Proyecto Piloto de Recolección de Residuos Sólidos con Métodos no convencionales" realizado en abril de 1988 en Lima, Perú bajo la asesoría del Ing. Francisco Zepeda Porras, asesor de residuos sólidos de CEPIS.



Si se toma en cuenta el mencionado problema y la ubicación del sitio donde estará el contenedor (Ver sección 3.3.1.5) que está a 1.50 Km. del punto final de recolección se complica aún más el traslado de estos vehículos.

Como consecuencia de los problemas descritos anteriormente se concluye que esta alternativa no es adecuada.

No se consideraron otras alternativas como un camión de volteo o un camión compactador, por ser tecnologías de alto costo, tanto de inversión como de mantenimiento y seguramente serían subutilizados, además la alcaldía no cuenta con los fondos necesarios para su adquisición.

3.3.1.3.4 Frecuencia e Itinerarios de Recolección

La frecuencia de recolección puede ser diaria, cada dos y tres veces por semana; lo cual depende de la generación per-cápita diaria de desechos, de su contenido orgánico y de la capacidad del recipiente utilizado para el almacenamiento dentro de las viviendas.

En la tabla 3.9 se muestran la generación diaria de los diferentes sectores:

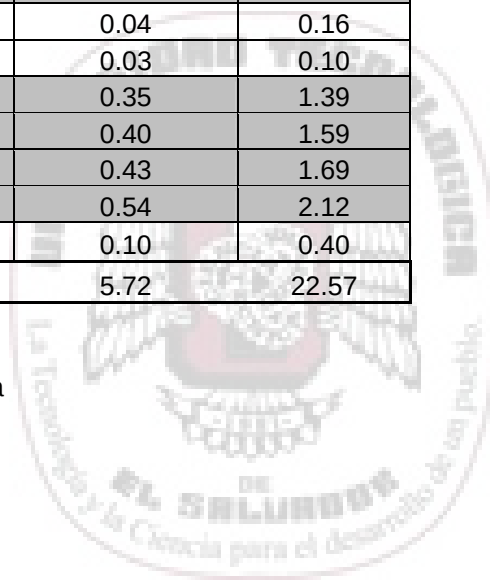


TABLA 3.9

Generación diaria de desechos sólidos en los diferentes sectores Que componen la comunidad de Santa Cruz Porrillo				
Sectores que componen Santa Cruz Porrillo	Nº de Viv. Por sectores	Nº de hab. por sectores	Generación diaria (ton)	Volumen diario (m³)
SAN PEDRO	95	570	0.35	1.37
SAN LUIS LOS ALTOS No 2	27	162	0.10	0.39
SAN LUIS LAS POSADAS	35	210	0.13	0.51
LINEA FERREA SANTA CRUZ PORRILLO	16	96	0.06	0.23
QUINTA AGUILAR DE VAQUERANO	24	144	0.09	0.35
SANTA CRUZ PORRILLO	79	474	0.29	1.14
SAN LUIS LOS ALTOS	27	162	0.10	0.39
EL SALTO	95	570	0.35	1.37
LINEA FERREA VAQUERANO	46	276	0.17	0.66
LA FLORIDA	63	378	0.23	0.91
SANTA CRUZ No 2	21	126	0.08	0.30
BARRIO NUEVO	61	366	0.22	0.88
SAN CRISTÓBAL	260	1560	0.95	3.75
SANTA CRUZ PARAÍSO	43	258	0.16	0.62
BETANIA No 1	26	156	0.10	0.38
EL PORRILLITO	34	204	0.12	0.49
EL DELIRIO	95	570	0.35	1.37
EL OJUSHTE	11	66	0.04	0.16
LA LAGUNA	7	42	0.03	0.10
SAN JOSE PORRILLO	96	576	0.35	1.39
NUEVO AMANECER	110	660	0.40	1.59
EL PLAYON	117	702	0.43	1.69
SANTA FE	147	882	0.54	2.12
BETANIA No 2	28	168	0.10	0.40
TOTAL	1563	9378	5.72	22.57

Fuente: elaboración propia

Nota: se considero un mínimo de 6 habitantes por vivienda



Para la comunidad de Santa cruz Porrillo, se ha considerado una frecuencia de recolección de 3 veces por semana, a través de 2 itinerarios, los cuales están distribuidos de la siguiente manera y de acuerdo a los sectores que generan mas volumen de desechos.

Se tomara en esta propuesta, para la recolección de los desechos sólidos los siguientes sectores:

- San Pedro
- Santa Cruz Porrillo
- El Salto
- San Cristóbal
- El Delirio
- Barrio Nuevo
- La Florida
- San José Porrillo
- Nuevo Amanecer
- El Playón
- Santa Fe

Propuesta para la recolección de los desechos sólidos:

Itinerarios 1 : Lunes, miércoles y viernes

Itinerario 2 : Martes, jueves y sábado



El operador del vehículo de recolección deberá contar con instrumento que permita avisar a la población que se está efectuando la recolección de los desechos, dicho instrumento podrá ser un silbato o una campana.

Cálculo de los tiempos de recorrido para cada itinerario:

Velocidades:

Velocidad del camión lleno = 40.0 Km. / h ⁸

Velocidad de recolección del camión = 20.0 Km. / h ⁹

Distancias durante las cuales se efectúa la recolección:

Distancia de recolección en itinerario 1 = 17.60 Km.

Distancia de recolección en itinerario 2 = 15.90 Km.

Distancia al sitio de disposición (transporte, ver sección 3.3.1.4) a partir del último punto de recolección para cada uno de los itinerarios.

Distancia de transporte en itinerario 1 = 5.80 Km.

Distancia de transporte en itinerario 2 = 8.00 Km.

Tiempo de itinerario = Tiempo de recolección + tiempo de cargado + tiempo de transporte

⁸ Mediciones según características de camión.

⁹ Calculada en base al número de puntos de toma



$$\text{Tiempo de itinerario 1} = \frac{17.60}{20.00} + (6 \text{ contenedores} \times 45 \text{ min.}) / 60 \text{ min.}$$

$$+ \frac{5.80}{40.00} = 5.53 \text{ horas}$$

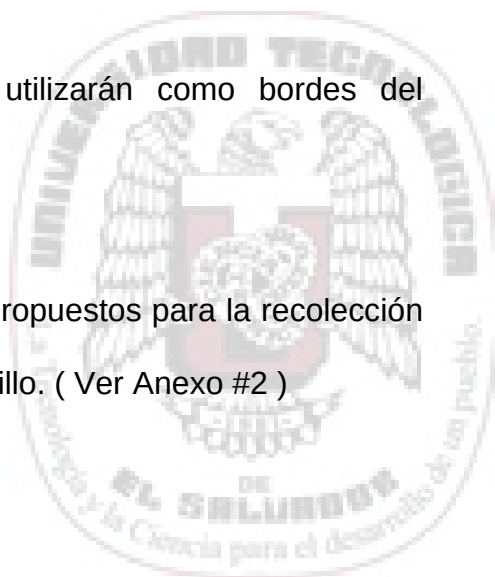
$$\text{Tiempo de itinerario 2} = \frac{15.90}{20.00} + (5 \text{ contenedores} \times 45 \text{ min.}) / 60 \text{ min.}$$

$$+ \frac{8.00}{40.0} = 5.15 \text{ horas}$$

Las consideraciones hechas para el diseño del Itinerario son las siguientes:

- El itinerario debe comenzar en el garaje: por lo cual este comienza en la zona de disposición final ubicada en el sector de Barrio Nuevo.
- La recolección finaliza en la misma calle que conduce al sitio de disposición final.
- Tratar de cubrir la mayor cantidad de viviendas con el menor recorrido posible.
- Las barreras topográficas y físicas se utilizarán como bordes del itinerario.

En la siguiente figura se muestran los itinerarios propuestos para la recolección de desechos en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo. (Ver Anexo #2)



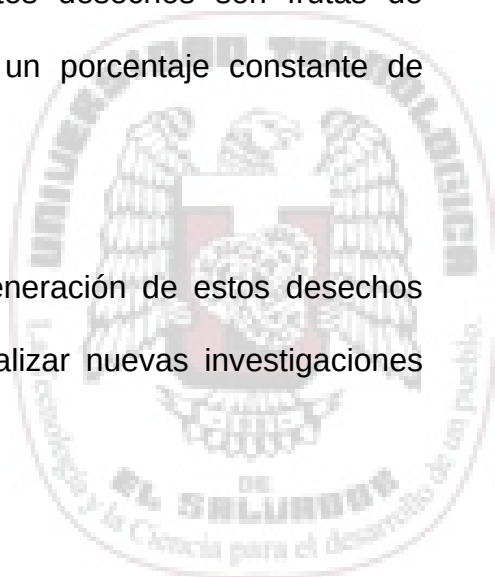
3.3.1.4 Evaluación de Alternativas para el Tratamiento de los Desechos Sólidos.

Las alternativas más comunes para el tratamiento de los desechos sólidos son: el compostaje, el reciclaje, la reutilización, la incineración y relleno sanitario.

El compostaje consiste en la elaboración de un mejorador de los suelos llamado Compost, a partir de la descomposición de la materia orgánica a través de la acción de ciertos microorganismos, ya sea en condiciones aeróbicas o anaeróbicas. Normalmente, los planes de gestión de desechos sólidos incluyen la elaboración de compost con la finalidad de disminuir la cantidad de desechos que serán depositados en el sitio de disposición final y así alargar su vida útil.

Los desechos sólidos generados en la comunidad de Santa Cruz Porrillo, son propicios para la elaboración de compost, cerca de un 42 % de los desechos son materia orgánica (incluyendo los desechos de jardín), pero es necesario tomar en cuenta que una buena parte de estos desechos son frutas de temporada, por lo que no puede garantizarse un porcentaje constante de materia orgánica.

Debido a la falta de un estudio periódico de generación de estos desechos durante un tiempo adecuado, será necesario realizar nuevas investigaciones



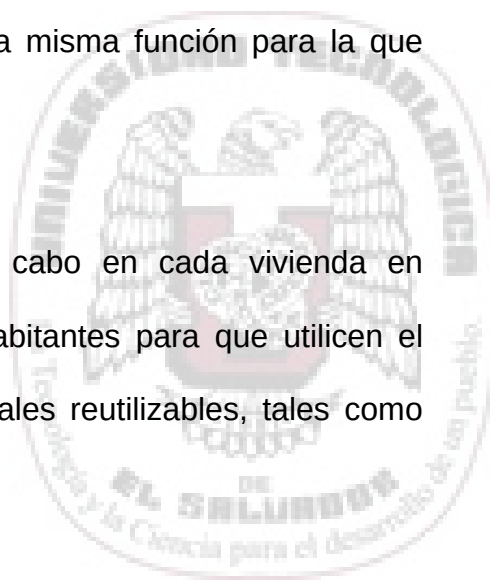
que corroboren los datos obtenidos para justificar la conveniencia de este método de tratamiento.

El Reciclaje consiste en la recuperación de algunos materiales para ser sometidos a un proceso de transformación con el propósito de ser utilizados como materia prima para la elaboración de nuevos productos, sean estos similares o no a los materiales que fueron recuperados.

Los materiales reciclables determinados en la composición de los desechos sólidos de la Comunidad de Santa cruz Porrillo, llegan a un 16%, pero debe tomarse en cuenta que estos materiales no son reciclables en un 100%, por lo cual el porcentaje de éstos disminuye; a ésta consideración debe agregarse el que no existe un mercado potencial de éstos materiales en la zona, haciendo este tipo de tratamiento no rentable.

La Reutilización consiste en el aprovechamiento de los materiales recuperados, antes de ser desechados como residuos, para la misma función para la que fueron elaborados u otra similar.

Este método de tratamiento puede llevarse a cabo en cada vivienda en particular, en el sentido de concientizar a los habitantes para que utilicen el mayor número de veces posible, algunos materiales reutilizables, tales como

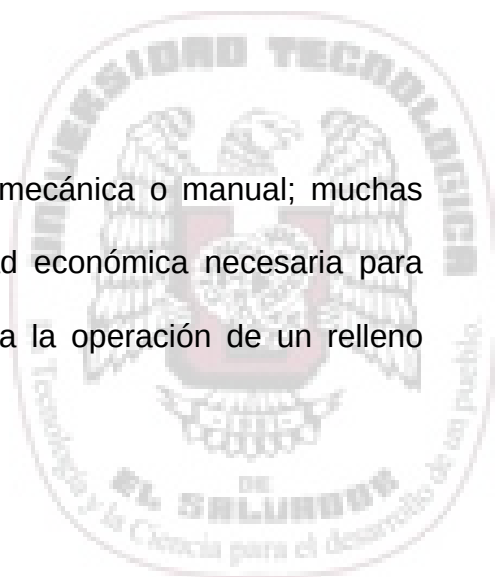


envases de vidrio y plástico, bolsas y otros, reduciendo de ésta manera la cantidad de desechos que se transportarán hasta el sitio de disposición final.

La Incineración como alternativa de tratamiento no se considera viable para nuestros países en vías de desarrollo y menos aun para las pequeñas poblaciones, por el alto costo del proceso, a pesar de que el poder calorífico inferior $P_i = 3,429.18 \text{ kcal / kg}$ indica que los desechos se puede incinerar sin necesidad de combustible auxiliar.

El término "Relleno Sanitario" se define como la técnica para la disposición de los desechos sólidos en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestia o peligro para la salud y seguridad pública, la cual consiste en confinar los desechos en la menor área posible, reduciendo su volumen, y cubrirlos con una capa de tierra con la frecuencia adecuada, o por lo menos al final de cada jornada; en el caso de la comunidad de Santa Cruz Porrillo no se considero este método, por el motivo de encontrarse el manto freático muy superficial en todos los sectores.

La operación de un relleno sanitario puede ser mecánica o manual; muchas ciudades pequeñas no cuentan con la capacidad económica necesaria para adquirir y mantener la maquinaria adecuada para la operación de un relleno sanitario.



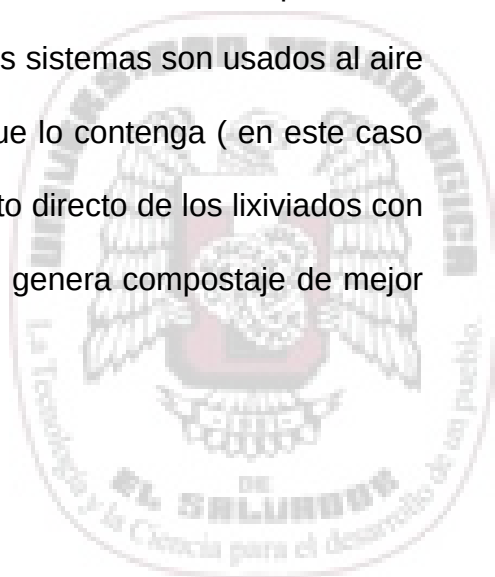
3.3.1.5 Disposición Final

El método de disposición final más utilizado en nuestro país es el de la descarga incontrolado de desechos sólidos en campos abiertos, convirtiéndose éstos vertederos en fuentes de contaminación ambiental por lo que surge la necesidad de eliminar este tipo de disposición, por lo tanto, se hace la proposición de la operación de un compostaje manual como alternativa de disposición de los desechos sólidos de la comunidad de Santa Cruz Porrillo.

La producción de compost ó compostaje se puede hacer en 2 formas:

- Con microorganismos que necesitan oxígeno. El proceso se llama aeróbico.
- Con microorganismos que necesitan que no haya oxígeno. El proceso se llama anaeróbico.

El tipo de proceso que se escogió, fue basado en el método aeróbico por medio de pilas o montículos (o método Indore); pues los sistemas son usados al aire libre, en el suelo y sin ninguna estructura física que lo contenga (en este caso se hará una losa de concreto para evitar el contacto directo de los lixiviados con el suelo), por ser más rápido, más fácil de hacer, genera compostaje de mejor calidad y no tiene olores desagradables.

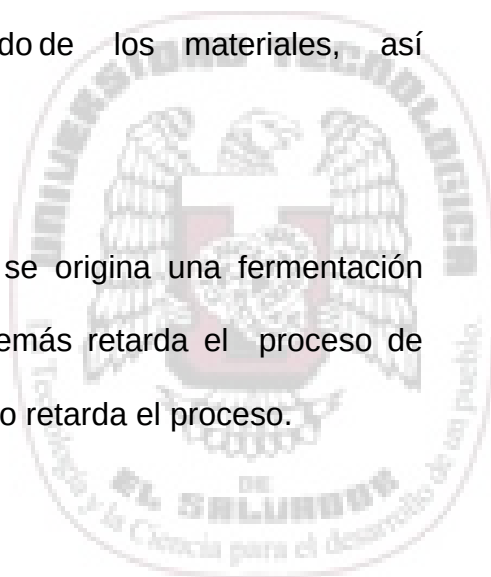


Para producir compost en forma aeróbica, hay que garantizar que los materiales estén en presencia de oxígeno, esto significa que si los desechos se amontonan en una pila para su compostaje, hay que voltearla con regularidad y deshacer terrones grandes, para que el oxígeno penetre a todas partes, además hay que mantener cierta humedad para que el ambiente sea favorable para los microorganismos.

En el compostaje los microorganismos se comen el material orgánico y se comen entre sí, otros organismos como los gusanos ayudan a crear túneles donde pasa el oxígeno, En este proceso las pilas de material orgánico se calienta y lo que se produce es algo de textura similar a la tierra negra, llamado compost.

El éxito y el tiempo necesario para producir compost dependen de los siguientes factores:

- Materiales orgánicos utilizados. Dependiendo de los materiales, así se tardará su descomposición.
- Oxígeno. Al no haber suficiente oxígeno se origina una fermentación anaeróbica y se generan malos olores, además retarda el proceso de compostaje. También el exceso de oxígeno retarda el proceso.



- Temperatura. Las altas temperaturas que se generan matan patógenos y aceleran el compostaje, las bajas temperaturas lo retardan.
- Humedad. Tanto la excesiva como la poca humedad dañan el proceso de compostaje.

De acuerdo a estos factores se recomienda tomar en cuenta los siguientes elementos:

- Etapas biológicas del compostaje
- Condiciones requeridas para el compostaje
- Preparación de la pila de compost
- Como mantener condiciones aeróbicas
- Métodos de compostaje
- Identificación de requerimientos para el manejo de compostaje
- Beneficios del compostaje
- Efectos Negativos del compostaje (Generación de Lixiviados y Gases).

3.3.1.5.1 Etapas Biológicas del Compostaje

En una pila de compostaje hay 3 grupos principales de organismos:

- Consumidores primarios
- Consumidores secundarios
- Consumidores terciarios



En un gramo de compost hay más de 10 millones de consumidores primarios o micro organismos, la mayor parte son bacterias, que generan calor como producto de su trabajo y se clasifican de acuerdo al rango de temperatura en el que operan:

Psicrofilicas: Entre -18°C y 18°C (0 y 64°F)

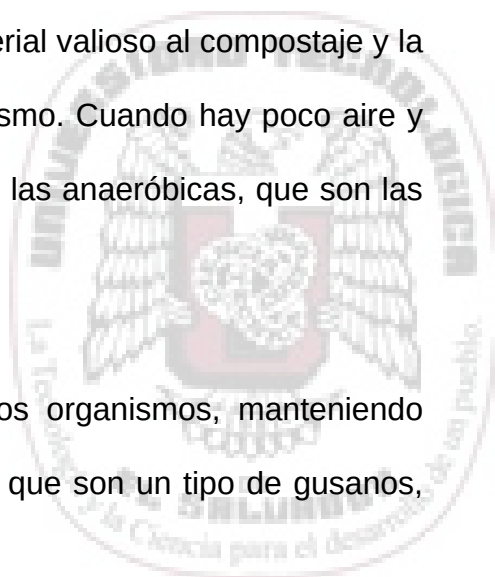
Mesofilicas: Entre 5°C y 43°C (41 y 109°F)

Termofilicas: Entre 40°C y 93°C (104 y 200°F)

Lo deseable es alcanzar en la pila condiciones termofilicas (arriba de los 40°C), porque esas bacterias son las que trabajan más rápido y hay otros microorganismos que solo trabajan a esas temperaturas, además se destruyen microbios patógenos y malezas.

Entre los consumidores primarios también están los actinomicetos que son un tipo de bacteria similar a los hongos, que dan al compost un agradable olor a tierra, los hongos y los gusanos que agregan material valioso al compostaje y la porosidad creada contribuye a la aireación del mismo. Cuando hay poco aire y mucha humedad se genera otro tipo de bacterias, las anaeróbicas, que son las causantes de los malos olores.

Los consumidores secundarios consumen a otros organismos, manteniendo bajo control a dichas poblaciones, los nemátodos que son un tipo de gusanos,



por ejemplo, se alimentan de bacterias, protozoarios, esporas de hongos y entre sí.

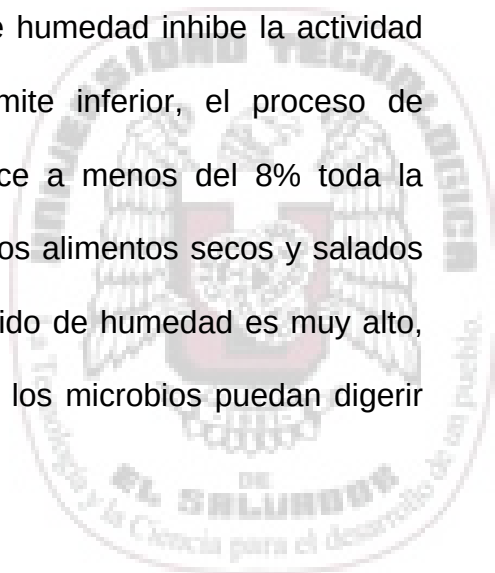
Los consumidores terciarios se alimentan principalmente de consumidores secundarios, por ejemplo unas arañas que solo se dedican a comer artrópodos sin tejer telarañas, los ciempiés que comen invertebrados aún más grandes que ellos y escarabajos que se alimentan de semillas y otro material vegetal.

3.3.1.5.2 Condiciones Requeridas para el Compostaje

Para lograr una buena compostera hay que mantener condiciones adecuadas de humedad, temperatura, nutrientes y elementos trazas.

- Humedad

El agua es necesaria para facilitar que los nutrientes estén disponibles a los microbios y para que estos puedan realizar sus procesos reproductivos, metabólicos y asimilativos. Un contenido bajo de humedad inhibe la actividad microbiana, a medida se va alcanzando el límite inferior, el proceso de descomposición se hace más lento, si se reduce a menos del 8% toda la actividad microbiana se detiene; por eso es que los alimentos secos y salados pasan mucho tiempo sin arruinarse. Si el contenido de humedad es muy alto, se evita que el oxígeno este disponible para que los microbios puedan digerir los desechos y se genera mal olor.

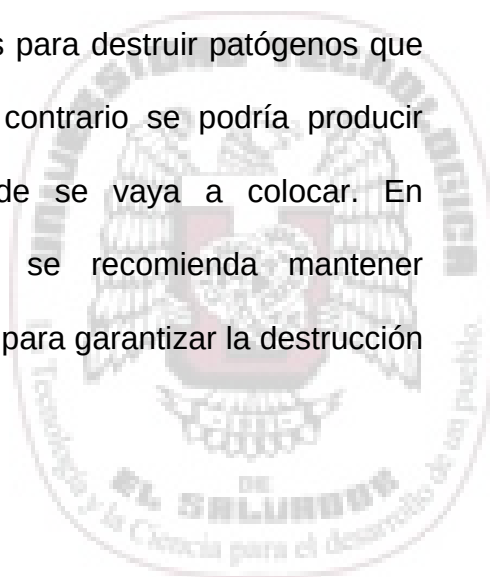


La humedad ideal para una pila de compostaje es entre el 40% y 60% por peso, al tacto el material debe sentirse húmedo pero no debe escurrir agua. Si la pila de compostaje está muy seca y los materiales no se mantienen unidos sino que se desintegran, hay que agregar agua o materiales húmedos, si la pila está muy húmeda, hay que agregarle materiales secos a la pila o darle vuelta con frecuencia para que se seque.

- Temperatura.

Cuando el material se está compostando pasa por un ciclo de temperaturas que es ocasionado por la actividad microbiológico. Al inicio la pila aumenta rápidamente la temperatura por el compostaje de los materiales que se degradan más fácilmente, se mantiene así por un corto tiempo y luego comienza a enfriarse. Al voltear la pila se facilita la entrada de aire, se traen al interior los materiales del exterior, y la pila se vuelve a calentar.

Como se dijo antes es deseable alcanzar condiciones termofilicas (entre 40 °C y 93 °C), ya que se necesitan altas temperaturas para destruir patógenos que pudieran encontrarse en la pila, ya que de lo contrario se podría producir compostaje infectado e infectar el lugar donde se vaya a colocar. En operaciones de compostaje en gran escala se recomienda mantener temperaturas mayores de 55°C por más de 3 días para garantizar la destrucción de patógenos.



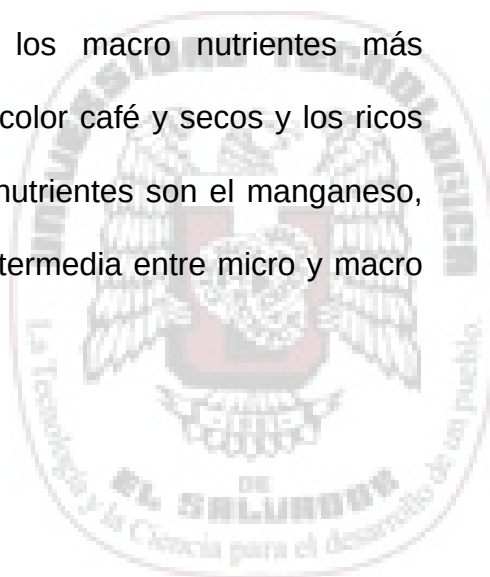
Se espera que el comportamiento de la temperatura siga una curva normal, que inicie con una temperatura ambiental. Luego tenga un ascenso gradual a medida que la materia orgánica se descompone; hasta alcanzar un valor promedio entre 60 - 70°C, que son necesarios para destruir las bacterias patógenas y semillas presentes.

Hay que asegurar una temperatura que no fuese más alta de 70 °C, cual es el límite para tales organismos. Se regularía la temperatura de las pilas a través de aplicación de agua, volteo y el sistema de aireación.

La temperatura máxima optima (70 °C) se mantendrá durante dos semanas, después disminuiría. El proceso alcanzaría su etapa de madurez al final de las 11 o 12 semanas, en el cual la temperatura debía ser igual a la ambiental.

- Nutrientes.

Para el crecimiento microbiano en la pila de compost, es necesario que haya un balance entre carbono y nitrógeno que son los macro nutrientes más importantes, los materiales ricos en carbono son color café y secos y los ricos en nitrógeno son verdes y húmedos. Los macro nutrientes son el manganeso, cobre, magnesio y cobalto y hay una categoría intermedia entre micro y macro nutrientes donde están el fósforo, potasio y calcio.



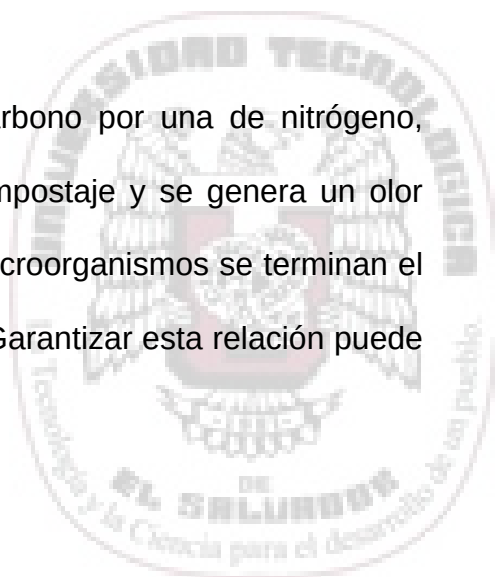
Los microbios usan el carbono para su oxidación metabólica, parte lo convierten en bióxido de carbono y parte lo combinan con nitrógeno para sus células. Cuando el carbono está en lignina o celulosa cuesta biodegradarlo y hay que reciclarlo varias veces en una pila de compost. Cuando el carbono se quema es cuando se eleva la temperatura de la pila y a eso se debe que se reduzca el volumen de la pila durante el compostaje.

- PH.

El nivel de pH esta cambiando durante el proceso de descomposición. Generalmente disminuye al inicio del proceso de composteo e incrementa posteriormente. Es importante mantener los valores entre 5.5 a 8.0 (pH alrededor de 7 es optimo), porque los microorganismos no resisten bien valores fuera de este rango.

El nitrógeno es necesario para el crecimiento de las células, cuando hay exceso del mismo se libera como amoníaco y cuando hay escasez se retarda el compostaje.

La relación óptima es de 19 a 30 partes de carbono por una de nitrógeno, cuando esta relación es mayor se retarda el compostaje y se genera un olor desagradable, pero si la relación es menor, los microorganismos se terminan el carbono y dejan ir el nitrógeno como amoníaco. Garantizar esta relación puede ser difícil en la práctica.



Las relaciones de carbono nitrógeno para algunos desechos son las siguientes:

• Caballo (excremento)	25
• Aserrín	200-500
• Papas (cáscaras)	25
• Vacas (excremento)	1.8
• Orina	0.8
• Vegetales (sin leguminosas)	11-12
• Sangre	3
• Paja	128-150
• Grama	12-15
• Zacates (mezcla)	18
• Gallinaza	1.5

El resto de nutrientes suele estar presente en las concentraciones adecuadas.

Se presenta a continuación algunos factores esenciales para un rápido y correcto compostaje.

- Tamaño de materiales: 0.5 - 1.5 pulgadas.
- Proporción Carbono / Nitrógeno (C : N) 25 : 1 – 35 : 1
- Humedad: 40 - 50%.
- Mucha humedad: Malos olores.



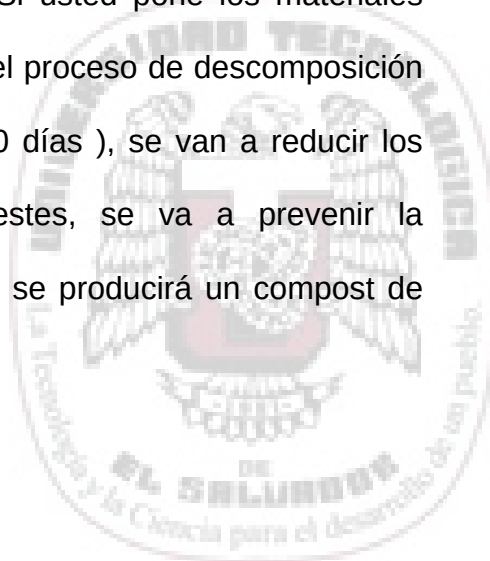
Poca humedad: Se para el proceso.

Temperatura: $40 - 55\text{ }^{\circ}\text{C} = 120 - 140\text{ }^{\circ}\text{F}$.

- Temperatura es producida por la respiración de los microorganismos en el proceso de descomposición.
- Voltear la pila lo mas frecuente posible.
- No agregar materiales frescos una vez que la pila este hecha.
- Debe alcanzar altas temperaturas a las 48 horas después de la construcción.
- Proporción menor de 30:1, perdida de N' con olor a Amonio.
- No agregar, tierra o estiércol de animales carnívoros.
- Producto final, baja T $70\text{ }^{\circ}\text{F}$ y C : N 15 / 1.
- No debe emanar olores desagradables.

3.3.1.5.3 Preparación de la Pila de Compost

Lo que se ponga en la pila de compostaje va a determinar la estructura, composición, olor y compostabilidad de la pila. Si usted pone los materiales adecuados y en la cantidad adecuada en la pila, el proceso de descomposición será más rápido (ciclo de descomposición en 90 días), se van a reducir los malos olores, se mantendrán alejadas las pestes, se va a prevenir la diseminación de plantas o insectos indeseados y se producirá un compost de calidad.



Primero identifique los materiales ricos en carbono y en nitrógeno.

Ricos en carbono:

Hojas	Tela de algodón	Polvo del suelo
Pinos	Gramma seca	Cáscaras de nueces
Paja	Huesos	Polvo de aspiradoras
Heno	Plumas	Excremento de vaca
Aserrín	Pelos	Caballo, pollo, conejo
Cueros	Cenizas de madera	y ovejas.

Ricos en nitrógeno:

Cáscaras de manzana	Frijoles	Toronjas
Cáscaras de banana	Pan	Lechuga
Desechos de brócoli	Zanahorias	Limones
Olotes en pedazos	Pepinos	Melones
Hojas de alcachofa	Cebollas	Peras
Base de espárragos	Piñas	Papas
Filtros y desechos de café	Calabazas	Algas
Cáscaras de huevo	Flores	Gramma verde
Residuos de jardín		

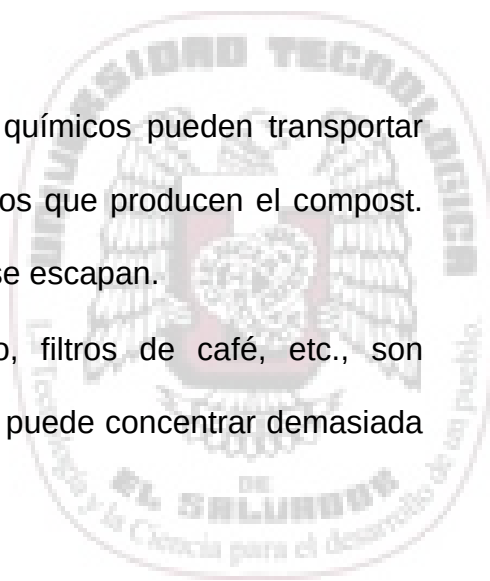


Todo lo orgánico tarde o temprano se va a compostar; sin embargo, en una pila casera de compost es mejor no incluir lo siguiente:

Mantequilla	Huesos	Queso
Aceite vegetal	Pollos	Pescado
Aderezos	Mayonesa	Carne
Mantequilla de maní	Leche	Yogur

Algunas consideraciones:

- La carne, el pescado, los huesos, los productos lácteos y las grasas atraen moscas y pestes.
- Plantas infectadas o huevos de larvas pueden sobrevivir el compostaje e infectar el producto.
- Hay plantas que son muy tóxicas a los insectos a otras plantas y pueden dañar el proceso de compostaje.
- El excremento de perros y gatos puede tener patógenos que sobreviven al proceso de compostaje.
- Los vegetales que han sido tratados con químicos pueden transportar esos químicos pila y matar a los organismos que producen el compost. Algunos de estos químicos se volatilizan y se escapan.
- Pequeñas cantidades de papel periódico, filtros de café, etc., son aceptables en la pila, aunque mucho papel puede concentrar demasiada



humedad y detener el proceso de compostaje, además la celulosa cuesta que se biodegrade.

- Papel brillante no debe incluirse en la pila de compost porque algunas tintas y el recubrimiento pueden tener materiales tóxicos y metales pesados dañinos para el proceso de compostaje.

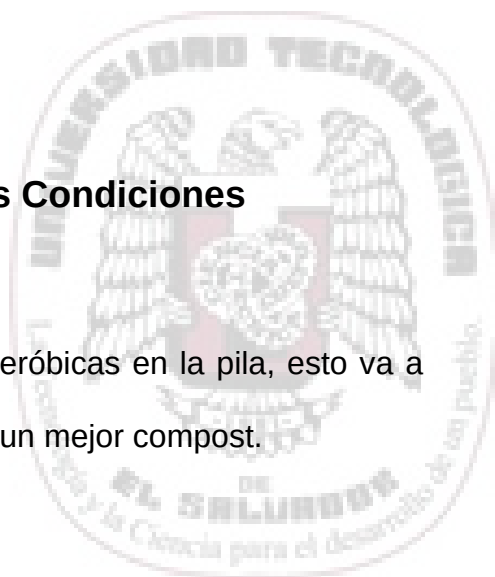
El compostaje se acelera si los materiales se cortan en pedazos pequeños porque hay más superficie expuesta a la acción de los microorganismos, esto es bueno hacerlo con los desechos de la cocina; sin embargo, para los residuos verdes como la grama se recomienda que los pedazos no sean menores de 3 o 5 centímetros porque tienden a formar una masa y no dejan que haya oxígeno presente.

Por condiciones de generación de desechos en la comunidad de Santa Cruz Porrillo se consideró adoptar las siguientes magnitudes: la altura 1.5 metros, 1 metro de ancho y el largo definido por el total de desechos putrescibles agregada a lo largo de tres días.

3.3.1.5.4 Como mantener las Condiciones

Aeróbicas

Es necesario garantizar que hayan condiciones aeróbicas en la pila, esto va a evitar malos olores, acelerar el proceso y producir un mejor compost.



- La aireación

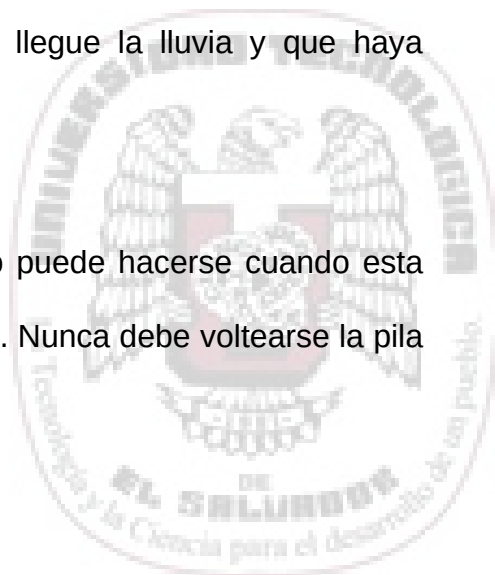
Se puede lograr la presencia de oxígeno en varias formas:

1. Colocando en medio de la pila materiales como ramas que permitan el paso de aire.
2. Poner la pila en estratos, de acuerdo a los diferentes tipos de desechos y darle vuelta cada cierto tiempo.
3. Colocar chimeneas desde la base al tope y luego quitarlas para que permitan el paso de aire.

Las pilas con materiales de alto contenido de nitrógeno requerirán más aire que las que tienen alto contenido de carbono.

Si la pila está expuesta al aire recibirá más aireación natural y se secará más rápido, cubierta con plástico va a evitar que le llegue la lluvia y que haya evaporación.

La pila debe calentarse en 1 o 3 días y el volteo puede hacerse cuando esta llega a la temperatura máxima de unos 45 a 65 °C. Nunca debe voltearse la pila más de una vez cada 3 días.



Cuando se va a iniciar una nueva pila es conveniente colocar una base de abono ya producido (compostaje) porque allí van a ir los organismos que van a iniciar el proceso de nuevo.

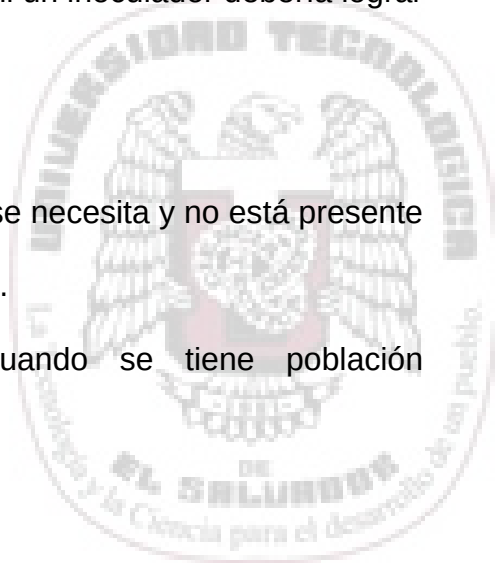
Cuando se ponen desperdicios de cocina hay que cubrirlos con aserrín, tierra o ponerlos al interior de la pila para desanimar la presencia de moscas.

Para garantizar una descomposición homogénea de toda la materia orgánica, se deberá ajustar la humedad de la abonera, con adiciones constante de agua y cuidar de no compactar el material para garantizar la aireación. Para asegurar la aireación adecuada, el volteo oportuno sería la medida más importante

- Inoculadores

Un inoculador es un cultivo de microorganismos que se agrega a una pila de compost para acelerar el proceso de compostaje. Los inoculadores usualmente buscan proveer un mejor balance nutricional o ambiental para los microorganismos que están presentes. Para ser útil un inoculador debería lograr cualquiera de lo siguiente:

1. Suministrar un tipo de microbio que se necesita y no está presente en el material que se va a compostar.
2. Incrementar micro organismos cuando se tiene población deficiente de los mismos.



3. Introducir un grupo de microorganismos más efectivo que los ya presentes.

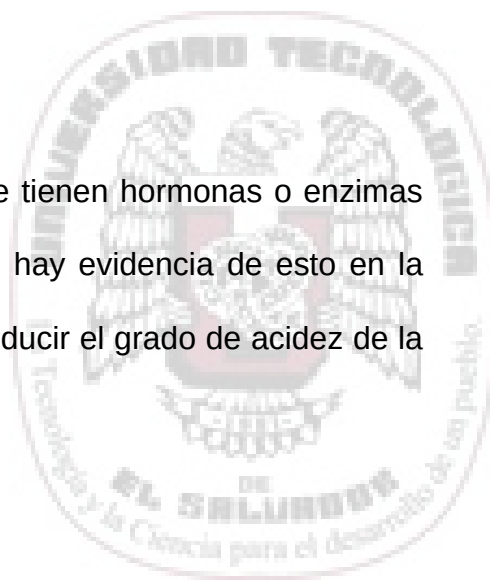
Es posible acelerar el proceso inoculando la pila con microorganismos ya presentes. Los inoculadores más simples y económicos se encuentran en el compost ya producido.

Hay ofrecimientos comerciales de microorganismos que son más efectivos en la producción de compost, pero no hay evidencia científica que apoye esto, además microorganismos extraños van a estar en desventaja con los que ya se han adaptado a los desechos existentes.

- Activadores

Los activadores o catalizadores como el excremento de vaca, suministran una fuente de nutrición para acelerar la reproducción de microorganismos y por consiguiente la descomposición de la materia, son útiles particularmente donde hay materiales con alto contenido de carbono.

Algunos activadores se venden sobre la base que tienen hormonas o enzimas para acelerar el proceso de compostaje, pero no hay evidencia de esto en la literatura. La cal es un activador que sirve para reducir el grado de acidez de la pila de compost.



Al inicio la pila se vuelve ácida (un indicador conocido como pH baja) porque los materiales de carbono se van descomponiendo en ácidos orgánicos, luego la acidez se reduce (el pH sube), cuando otros microorganismos consumen estos ácidos orgánicos.

A menos que los materiales originales sean demasiado ácidos como desechos de fruta, o que tengan gran cantidad de carbohidratos fácilmente degradables, el compost final terminará con un pH cercano al neutral. Elevar el pH de la pila agregándole cal va a ocasionar la pérdida de nitrógeno, por el escape de amoníaco.

No se necesitan activadores comerciales si se garantiza que la mezcla a compostar tiene la relación correcta de carbono-nitrógeno (Ver tabla 4.0).

TABLA 3.10
CRITERIOS FUNDAMENTALES PARA EL COMPOSTAJE
AERÓBICO

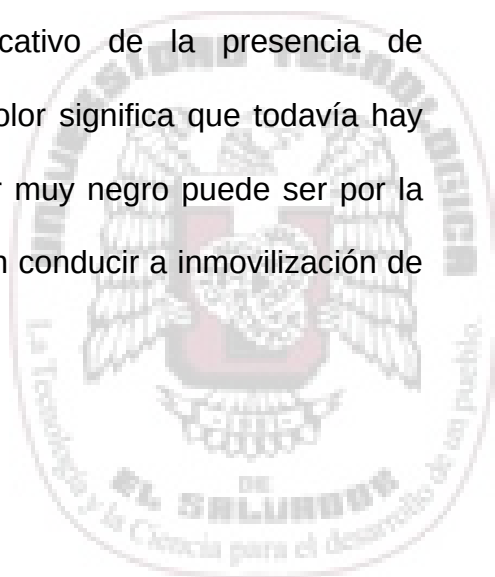
FACTOR	RANGO ACEPTABLE	RANGO OPTIMO
<u>Starting Mat.</u>		
C : N proporción	20 : 1 - 40 : 1	25 : 1 – 30 : 1
Tamaño de partícula	1/8" – 2	Varia de ac. Al material
<u>Estado Termofilico</u>		
Contenido de agua	40 – 60%	40 – 50%
Concentración de Oxígeno	Mayor de 5%	Mayor de 10%
PH	5.5 – 9.0	6.5 – 8.0
Temperatura	110 – 160%	120 – 140°F

Fuente: Alcaldía de Suchitoto.

Si se necesita una fuente adicional de nitrógeno se pueden agregar materiales verdes o activadores naturales como polvo de huesos. También es improbable que un activador basado en bacterias comerciales se adapte mejor a descomponer los desechos que las bacterias ya presentes. Si se necesita se puede agregar un poco del compost ya producido a la pila para introducir más micro organismos que compostan a los materiales de desecho.

Es importante garantizar que el compost este terminado antes de aplicarlo, ya que si hay todavía materiales con alto contenido de carbono se puede dar inmovilización de nitrógeno; o sea que las bacterias seguirán compostando el carbono con ayuda de nitrógeno de los alrededores y generar deficiencia del mismo en las plantas. El compost ya terminado debería tener un olor a tierra, textura liviana, en terrones y color negro.

Hay muchos métodos para saber cuando el compost este terminado o estabilizado, pero son complicados; el olor y la apariencia por si solos no son contables. Un olor a tierra, es apenas indicativo de la presencia de actinomiceto, cuando se comienza a sentir este olor significa que todavía hay presencia de materia orgánica inestable, un color muy negro puede ser por la presencia de altos niveles de carbono que podrían conducir a inmovilización de nitrógeno.



En términos generales se puede suponer que el compost está terminado cuando tiene un color café oscuro o negro grisáceo, el olor es dulce y de tierra y está en terrones ligeros como el suelo.

3.3.1.5.5 Métodos de Compostaje

Entre las formas de compostaje más importantes que se promueven y utilizan están:

Compostaje Centralizado

Composta grandes cantidades de desechos por ejemplo de una comunidad, un barrio e incluso una ciudad, los métodos son los siguientes:

- Pila estática:

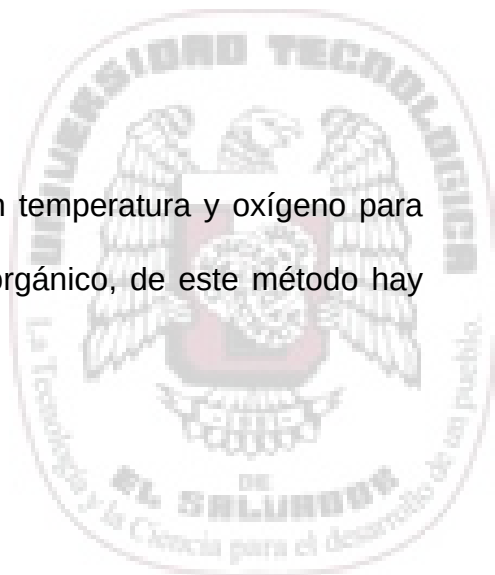
Una gran pila de material orgánico.

- Filas:

El compostaje se hace en largas filas las cuales deben ser aireadas dándoles vuelta.

- Contenedores centralizados:

Son grandes máquinas donde se controlan temperatura y oxígeno para procesar grandes cantidades de material orgánico, de este método hay muchos tipos.



Compostaje Casero

Composta en pequeñas cantidades desechos hogareños y de jardín, las técnicas mencionadas son:

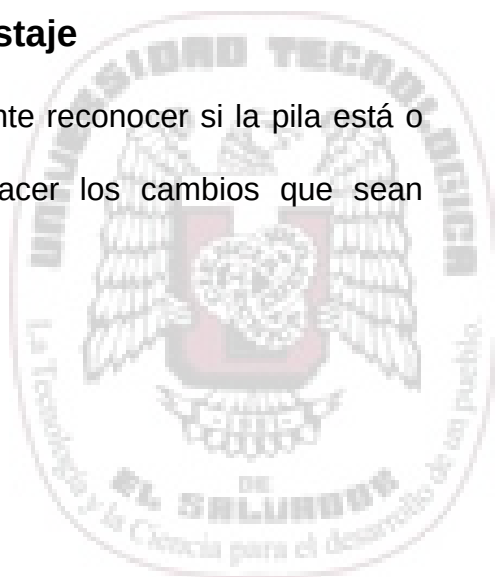
- Pila casera
- Cajones
- Compostaje con gusanos
- Barril rotativo
- Mulching
- Trincheras (fosas)

En esta caso daremos énfasis a las técnicas de compostaje centralizado combinando el de tipo de pila con la de fila.

3.3.1.5.6 Identificación de Requerimientos para el Manejo del Compostaje

Una vez se ha iniciado el compostaje es importante reconocer si la pila está o no trabajando en condiciones óptimas, para hacer los cambios que sean necesarios.

- Mascotas, roedores, animales e insectos



Es importante tener un control de plagas en el lugar del compostaje, por razones de salud y seguridad.

Los animales se ven atraídos a la pila de compost por 2 razones: alimentos y calor. Gatos, perros y roedores no se sentirán atraídos a la pila de compost si no se pone carne, huesos, pescado y otros productos alimenticios que consumen. Manteniendo una pila bien caliente ayudará a mantener a los animales alejados.

Insectos voladores son atraídos por desperdicios de cocina con alto contenido de azúcar como frutas o cáscaras de vegetales. Estos materiales deben ser inmediatamente enterrados en la pila y cubiertos con tierra. Una pila caliente destruirá larvas de insectos.

- Resolviendo Problemas

Los malos olores se originan porque el material está mojado, la solución está en agregar materiales rústicos secos o más carbono. Cuando hace mucho calor, el oxígeno se consume más rápido y la pila se debe agitar o voltear con más frecuencia. Poner tierra sobre la pila contribuirá a absorber olores. Alimentos como carne, grasas o lácteos no deberían ser puestos sobre la pila, cuesta que se descompongan, se vuelven rancios y atraen plagas. La tabla 4.1 muestra problemas y soluciones:

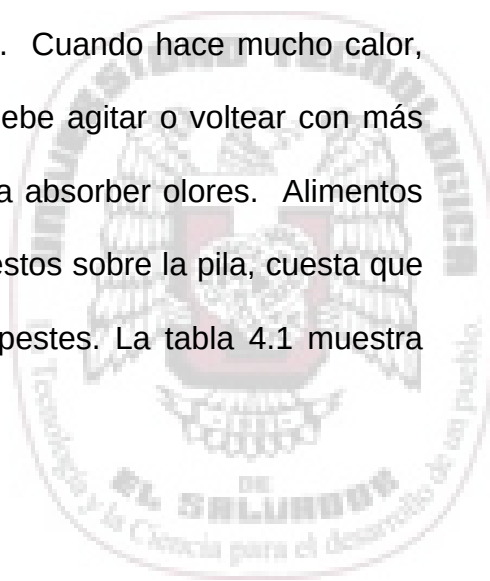
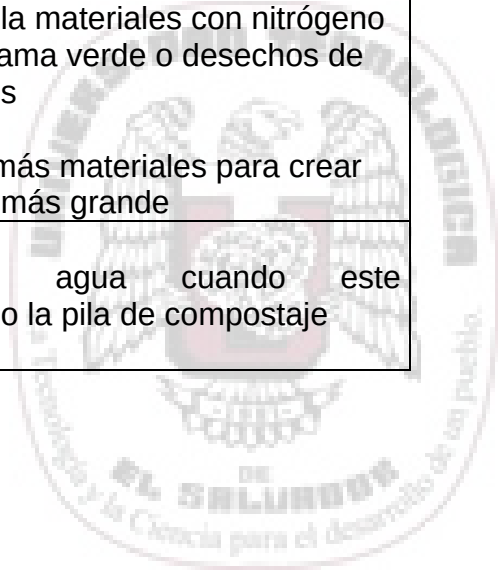


TABLA 3.11

SÍNTOMAS	POSIBLES PROBLEMAS	REMEDIOS
Malos olores	1. Demasiado mojado. 2. Necesita mas aire. 3. Exceso de materiales con alto contenido de nitrógeno.	Agréguele a la pila materiales secos como hojas. Voltee a la pila para incorporarse más airé o mezcle materiales que no se compactan para crear espacios de aire. Agregue y mezcle materiales con alto contenido de carbono como olotes, hojas secas, etc
La pila tiene olor a amoníaco	4. Demasiado materiales verdes. 5. La relación C / N esta fuera de balance.	Voltee a la pila para o agréguele materiales secos como aserrín o pedazos de madera. Agregue y mezcle materiales con alto contenido de carbono como olotes, hojas secas, etc
El proceso es muy lento	6. Las partículas en la pila de compostaje son demasiados grandes. 7. Falta de agua	Corte los desechos en pedazos que no sean mayores de 20 o 25 cms., además se puede agregar material compostado para proveer más microorganismos. Agregar agua al compostaje
La pila no se calienta	8. La falta de nitrógeno. 9. El área superficial de la pila de compost puede ser muy pequeña.	Agréguela materiales con nitrógeno como grama verde o desechos de vegetales Mezcle más materiales para crear una pila más grande
El centro está seco	10. No hay suficiente agua.	Agregue agua cuando este volteando la pila de compostaje

Fuente: Alcaldía de Suchitoto.



3.3.1.5.7 Beneficios del Compostaje

El compost se agrega al suelo para abonarlo y mejorar la textura. Al abonarlo se vuelve más eficiente, los nutrientes se continúan desprendiendo por un período largo de tiempo y las plantas lo van utilizando a medida van creciendo. El compost es un abono más uniforme Y dura más que el abono químico.

La textura se mejora porque se agregan materiales fibrosos que permiten que el aire y la humedad entren al suelo. El suelo con compost es ligero y no compacto, permitiendo que las raíces de las plantas crezcan mejor y más rápido. Una mejor estructura del suelo aumenta su capacidad para almacenar agua y facilita el transporte de nutrientes a las plantas.

Agregar compost al suelo se considera la forma natural para abonarlo y reconstruir la calidad del suelo.

Para utilizar el compost en el jardín puede ser necesario pasarlo a través de una zaranda, esto quita pedazos grandes que no hayan sido compostados.

El compost puede ser incorporado al suelo en 2 formas:

- Material compostado seco.
- Como un té que suministra los nutrientes a las plantas en forma líquida.



3.3.1.5.8 Efectos Negativo del Compostaje

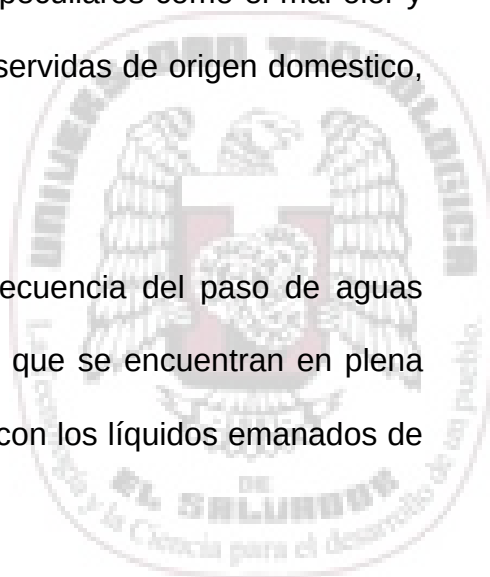
(Generación de Lixiviados y Gases)

En una compostera durante el proceso de putrefacción de los desechos sólidos, se generan líquidos conocidos como “ Lixiviados “ y distintos tipos de gases, que pueden ser los impactantes ambientales de mayor riesgo, si no son controlados debidamente mediante eficientes sistemas de drenaje y de captación en el caso de los lixiviados; estos líquidos y gases provienen de las distintas etapas de descomposición por las que atraviesa la materia orgánica y que puede variar según los métodos utilizados y las condiciones operantes en la zona de trabajo.

Lixiviados

El aspecto más importante originado por la compostera y que puede impactar más fuertemente al medio ambiente es el referido al agua percolada o lixiviados, ya que estas presentan características peculiares como el mal olor y un tono de color negro, parecido al de las aguas servidas de origen domestico, pero mucho más concentrados.

Los lixiviados aumentan su volumen como consecuencia del paso de aguas lluvias a través de los promontorios de desechos que se encuentran en plena fase de descomposición Anaerobia, y combinado con los líquidos emanados de

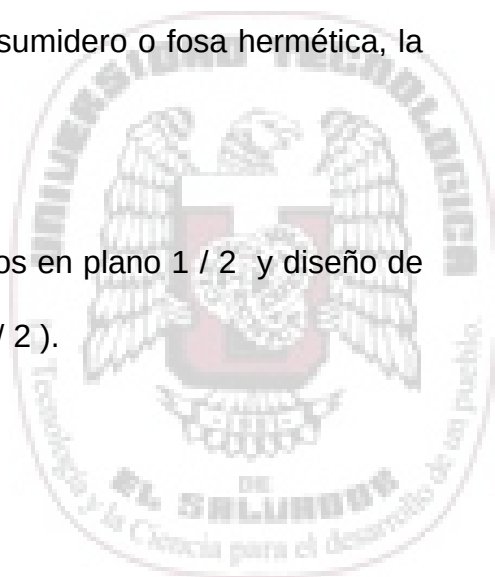


la descomposición de la materia orgánica presente en los desechos hacen de este proceso un contaminante de grandes magnitudes; es de mencionar además que estos líquidos arrastran a su paso componentes disueltos, en suspensión, fijos y/o volátiles debidos a los residuos tóxicos como metales, componentes químicos, restos de medicamento, detergentes, aceites, etc.

De lo anteriormente expuesto, el control de drenaje y captación de los Lixiviados son de extrema importancia para el buen funcionamiento de una compostera, para poder a si, obtener los beneficios que este método de disposición ofrece; es de aclarar que el diseño de una red para el control de drenaje y captación de estos líquidos es propio de cada caso y en función de las condiciones imperantes de la zona tomando en cuenta a si: nivel freático, precipitación de la zona, topográficas, mecánicas del suelo, etc

La captación de los lixiviados, debe estar constituida, al menos por una red filtrante, la que puede constar de canales de dimensiones variables, llenos de piedra o triturado y dirigidos a un tanque, pozo resumidero o fosa hermética, la que se recogerán para su posterior tratamiento.

(Ver diseño del canal de tratamiento para lixiviados en plano 1 / 2 y diseño de caja de recolección y pozo resumidero en plano 2 / 2).



Gases

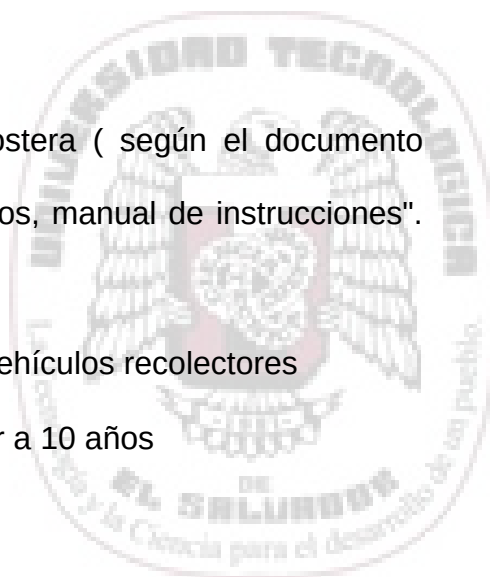
La generación de gases que se da en una compostera, representa uno de los impactantes ambientales de mayor riesgo, y que se originan durante los procesos de descomposición de los desechos. Inicialmente durante el proceso aerobio, y del inminente aumento de temperatura, se genera bióxido de carbono (CO_2), agua (H_2O), nitritos (NO_2) y nitratos (NO_3). A medida que el oxígeno dentro de la masa se va agotando comienza a predominar el proceso de descomposición anaerobio, en el cual se produce un descenso de la temperatura y de forma más lenta se va dando la descomposición de los desechos orgánicos. Como elementos típicos de esta fase se generan ácidos orgánicos, Nitrógeno (N_2), Bióxido de carbono (CO_2), Metano (CH_4) y en mucho menor proporción y con olor repugnante se generan el ácido Sulfhídrico (H_2S) y mercaptanos.

3.3.1.5.9 Diseño Físico y Plan de Manejo de la

Compostera

Condiciones ideales para el sitio de una compostera (según el documento "aseo urbano, disposición final de desechos sólidos, manual de instrucciones". Ing. José Felicio Hadad).

- Ser fácil y rápidamente accesible para los vehículos recolectores
- Permitir su utilización a largo plazo, superior a 10 años



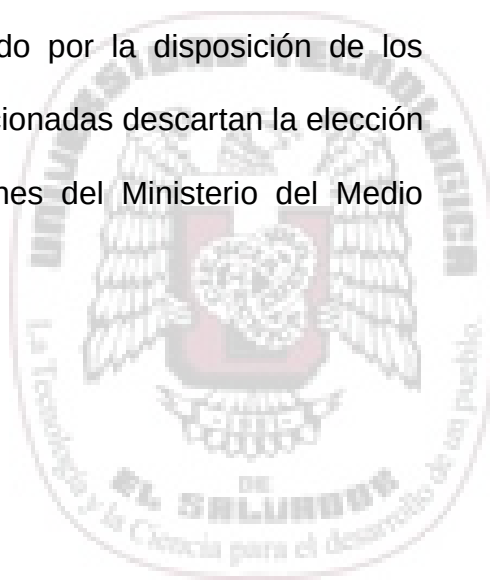
- Tener condiciones naturales que protejan los recursos naturales, la vida animal y vegetal en sus cercanías.
- Estar localizado de modo que no sea rechazado por la población

En visitas de campo realizadas en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo, se ha seleccionado en forma preliminar, 3 sitios para ser utilizados para la instalación de una compostera manual (Ver anexo # 3).

Los sitios se describen a continuación:

Sitio 1:

Se encuentra ubicado al sur este de la zona rural de Santa Cruz Porrillo, es casi plano, con una extensión aproximada de 2 manzanas. Su elevación es menor que la de la zona centro y esta rodeado de cortes de tierra. Las desventajas que presenta este sitio es que se encuentra muy cercano a la zona centro y cerca de el existe un río el cual podría verse afectado por la disposición de los desechos sólidos. Las dos situaciones antes mencionadas descartan la elección de este sitio ya que contradicen las disposiciones del Ministerio del Medio Ambiente para la selección de sitios.



Sitio 2:

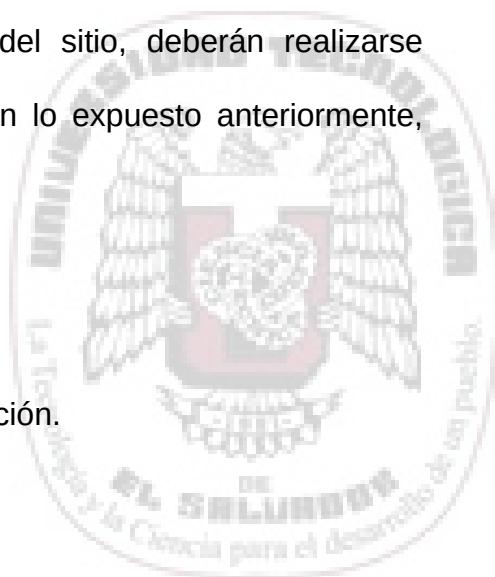
El segundo sitio evaluado se ubica cerca de la entrada a Santa Cruz Porrillo, al lado sur del centro, sin embargo la distancia a la zona centro es menor a 1 Km. por lo que no cumple con los requisitos establecidos por el Ministerio del Medio Ambiente en cuanto a la ubicación con respecto a los centros de población.

Sitio 3:

El tercer sitio analizado está a una distancia de 1.3 Km. Hacia el Nor-oeste de la zona del sector de Barrio Nuevo y a 400 mts. al sur de la calle que conduce de la carretera Litoral hacia Usulután, este sitio reúne las condiciones exigidas para la selección de sitios pues se encuentra a una distancia mayor de 1 Km. de la zona urbana; el nivel freático esta a cerca de 8.0 metros de profundidad; cuenta con área suficiente para una vida útil superior a los 10 años.

Para complementar la evaluación y selección del sitio, deberán realizarse estudios más profundos que confirmen y amplíen lo expuesto anteriormente, tales como:

- Identificación de zonas de recarga acuífera.
- Ubicación con respecto a zonas de fracturación.



- Ubicación con respecto a cuerpos de agua.
- Características de suelo.
- Drenaje Superficial.
- Topografía.

Para el diseño del área de compostaje se utilizaron los siguientes datos:

TABLA 3.12

Lista de datos para diseñar área de compostaje

Desechos putrescibles a la compostera (tabla 3.5)	2,276 kg/día, 15,932 kg/semana
Densidad de basura orgánica en pilas (tabla 3.4)	254.49 kg/m ³
Volumen de basura orgánica/día	8.94 m ³ /día
Altura y ancho recomendado de la pila abonera	Altura 1.5 mt., ancho 1 mt.

Fuente: elaboración propia

Nota: se tomo de cuadro de generación de desechos, la cantidad generada es 3.78 ton/día, considerando el 42% de materia putrescible.

Con la información anterior se calculan las siguientes áreas:



TABLA 3.13
CALCULO DEL ÁREA PARA COMPOSTAJE

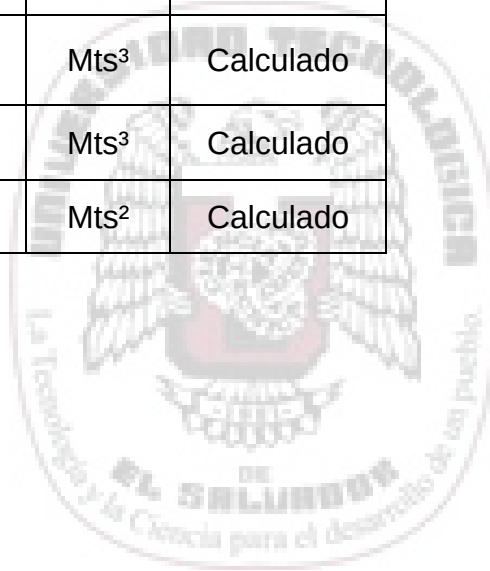
	Datos	Unidad	Tipo de dato
Perfil aproximado de una pila abonera	triangular		Elegido
Metros de pila generado diariamente	12	Mts	Calculado
Tiempo estimado de proceso	90	Días	Experiencias
Área necesaria para pilas	1073	Mts ²	Calculado
Área para volteo (40% del área para pilas)	429	Mts ²	Calculado
Área total para compostaje	1502	Mts ²	Calculado

Fuente: elaboración propia

TABLA 3.14
CALCULO DE ÁREA PARA ALMACENAMIENTO

	Dato	Unidad	Tipo de dato
Tiempo de almacenamiento	30	Días	Elegido
Pérdida de volumen por descomposición	35	%	Experiencias
Volumen producido diariamente después de 90 días	5.81	Mts ³	Calculado
Volumen necesario para almacenamiento	175	Mts ³	Calculado
Área necesaria con altura de 2.00 mts	88	Mts ²	Calculado

Fuente: elaboración propia



Para calcular el área necesaria para acceso y edificios se utiliza el factor de 0.25 del área total para compostaje, el cual nos da un valor de 375 mts².

TABLA 3.15
TABLA CON ÁREAS TOTALES

Área total para compostaje	Área para almacenamiento	Área para acceso de edificios	Área total
1,502 m ²	88 m ²	375 m ²	1,965 m ²

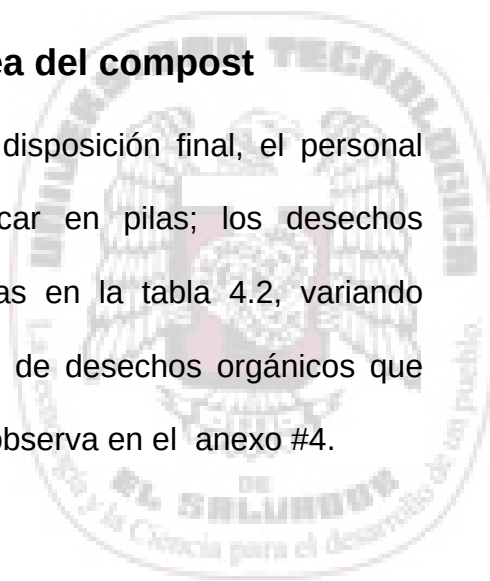
Fuente: elaboración propia

De la tabla anterior se observa que el área mínima para la compostera es 1,427 m². Por lo tanto consideraremos un terreno de 3,000 m² (Ver capítulo 3, Pág. 85). Para fin de diseño, a un plazo de 10 años.

3.3.1.5.10 Distribución de la materia

orgánica en el área del compost

Una vez el camión recolector llegue al sitio de disposición final, el personal encargado de la compostera deberá de colocar en pilas; los desechos orgánicos manteniendo las dimensiones descritas en la tabla 4.2, variando únicamente la longitud de acuerdo a la cantidad de desechos orgánicos que sean depositados diariamente. La distribución se observa en el anexo #4.



3.3.1.5.11 Costo de construcción, recolección y producción del compost

Se calculará el costo del transporte y recolección de desechos sólidos, construcción de compostera y manejo de la misma, para la comunidad de Santa Cruz Porrillo.

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION DE COMPOSTERA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO TECOLUCA, SAN VICENTE

PARTIDAS	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO EN COLONES	TOTAL EN COLONES
COMPRA DE TERRENO				
Compra de terreno	1.00	U	128,774.40	128,774.40
EQUIPOS				
Camión cama fija	1.00	U	350,000.00	350,000.00
Contenedores	15.00	U	5,263.13	78,946.88
OBRAS PROVISIONALES				
Obras Provisionales	1.00	U	1,500.00	1,500.00
TERRACERIA				
Descapote (0.20 metros)	600.00	M3	25.60	15,360.00
Trazo por unidad de área	3,000.00	M2	1.18	3,540.00
Excavación a mano hasta 1.50 m	81.11	M3	37.68	3,056.22
Relleno compactado con material existente	65.75	M3	45.00	2,958.75
Desalojo de Material sobrante	620.28	M3	20.00	12,405.60
CONCRETO				
Losa e=15 1/2" ambos sentidos, f'c=210 Kg/cm ²	1,365.68	M2	122.20	166,886.10
S.F-1 (30x25 cms) 4 Ø 3/8" + Ø1/4" @ 15 cms.	6.72	M3	1,171.48	7,872.35
TECHOS				
Polín P-1 3 ø 1/2" + 1 ø 1/4" a 60° B=15 cms., A=25 cms.	97.20	MI	53.42	5,192.42

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION DE COMPOSTERA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO TECOLUCA, SAN VICENTE				
Cubierta de Asbesto-Cemento de 6 mm (Duralita), 2 Aguas	136.80	M2	88.42	12,095.86
Cepo en Lámina asbesto-Cemento, (Ambas Caras)	64.80	MI	24.61	1,594.73
PISOS				
Piso de Ladrillo de Cemento 25x25 cms.	100.44	M2	65.86	6,614.98
PUERTAS				
Puerta P-1,	4.00	M2	834.71	3,338.84
VENTANAS				
Defensa metálica de hierro cuadrado de 1/2" @ 11 cms para ventana en forma de ladrillo (hechura, colocación y pintura)	28.80	M2	210.80	6,071.04
Ventana Celosía Vidrio Nevado, Aluminio Liviano sin anodizar	24.00	M2	229.75	5,514.00
ELECTRICO				
Luminaria Incandescente de 60 watts (incluye canalización)	24.00	C/U	163.24	3,917.76
Placa para Interruptor sencillo tipo dado placa aluminio anodizado (ticino)	6.00	C/U	21.20	127.20
Tomacorriente doble polarizado tipo dado placa anonizado (ticino)	6.00	C/U	197.94	1,187.64
Caja de conexiones de 4"x4" (no incluye canalizaciones)	24.00	C/U	17.44	418.56
Acometida eléctrica 3 hilos (2 cables #8, 1#10, ducto 3/4")	35.00	ML	24.18	846.30
PAREDES				
Pared de bloque (15*20*40), sisada	258.08	M2	208.17	53,724.28
OBRAS EXTERIORES				
Instalación A.P.	1.00	s.g.	700.00	700.00
Instalación Eléctrica.				
Suministro / instalación poste de Ho. Go. 4", con dos lámpara de mercurio de 175 W	3.00	C/U	2,232.40	6,697.20
Derecho de conexión primario energía eléctrica según factibilidad	1.00	s.g.	831.25	831.25
Tablero de 6 espacios monofásico, 120/240 V (G.E. ó ticino)	1.00	U.	904.61	904.61
Alimentación eléctrica (2#10, 1#12, Ø3/4") de TG a LVM	130.00	ML	20.00	2,600.00

PRESUPUESTO MENSUAL DE OPERACIÓN DE COMPOSTERA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO TECOLUCA, SAN VICENTE				
Caja de registro eléctrica 50x50 cm	2.00	C/U	350.00	700.00
CANALETAS				
Canaleta de Aguas Lluvias. Escuelas (aulas y servicios sanitarios)	36.50	MI	130.96	4,780.04
OBRA COMPLEMENTARIA				
Letrina abonera	1.00	s.g.	2,200.00	2,200.00
Cerco de malla ciclón de 72" #11, con poste Ho.Go 2" @ 2.00m + 2 Ho.Go 1 1/4" longitudinal	216.00	ML	300.00	64,800.00
Empedrado, Fraguado y terminado (aceras)	54.75	M2	45.20	2,474.70
Canal de tratamiento de lixiviados.	76.50	MI	115.00	8,797.50
Portón doble hoja ancho 4.00 metros (dos hojas) c/ Malla ciclón	1.00	c/u	2,186.20	2,186.20
Pozo de absorción	1.00	c/u	1,500.00	1,500.00
Caja recolectora	1.00	c/u	450.00	450.00
COSTO DIRECTO:				971,565.40
COSTO INDIRECTO:				340,047.89
TOTAL				1,311,613.29

**PRESUPUESTO MENSUAL DE OPERACIÓN DE COMPOSTERA
COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO
TECOLUCA, SAN VICENTE**

	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO EN COLONES	TOTAL EN COLONES
EQUIPOS DE PERSONAL				
Uniforme, Guantes, y otros	1.00	S.g.	550.00	550.00
Herramientas	1.00	S.g.	1,000.00	1,000.00
DEPRECIACION				
Camión cama fija (crédito 5 años, interés 16%)	1.00	Mes	6,767.00	6,767.00
Contenedores	1.00	Mes	170.00	170.00
MANTENIMIENTO				0.00
Camión cama fija	1.00	Mes	150.00	150.00

PRESUPUESTO MENSUAL DE OPERACIÓN DE COMPOSTERA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO TECOLUCA, SAN VICENTE				
Contenedores	1.00	Mes	250.00	250.00
Combustible para recolección	1.00	Mes	350.00	350.00
PERSONAL PARA RECOLECCION				
Motorista	1.00	Mes	2,970.00	2,970.00
Personal de campo	3.00	Mes	2,475.00	7,425.00
PERSONAL PARA COMPOSTERA				
Personal de campo	2.00	Mes	2,475.00	4,950.00
Técnico supervisor	1.00	Mes	3,000.00	3,000.00
Sereno	1.00	Mes	2,475.00	2,475.00
GASTOS DE SERVICIOS BASICOS				
Energía Eléctrica	1.00	Mes	150.00	150.00
Agua Potable	1.00	Mes	75.00	75.00
COSTO MENSUAL				30,057.00
TOTAL				30,057.00

Con relación a la propuesta de los contenedores (Ver anexo #5), para el diseño de la letrina abonera (Ver anexo #6) , la propuesta del diseño de la compostera esta se presenta en formato de planos, los cuales son:

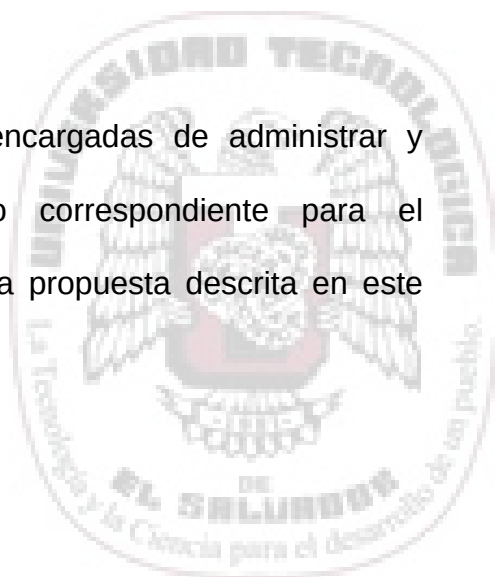
- Plano de conjunto de proyecto.
- Plano de detalles de bodegas
- Plano de detalles de obra complementaria

El lector podrá tener acceso a ellos al remitirse al anexo #7. de este documento.



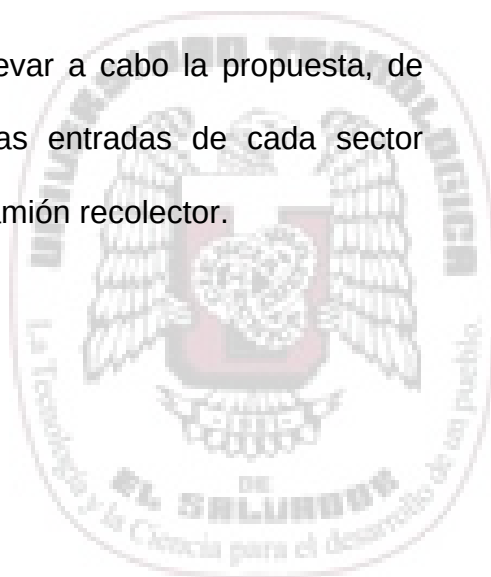
CONCLUSIONES

- Existe factibilidad técnica para desarrollar la propuesta de un plan piloto en la Comunidad de Santa Cruz Porrillo. Debido principalmente a la falta de tratamientos de desechos sólidos orgánicos de los diferentes sectores de la comunidad.
- Para un mejor sistema de tratamiento hacia los desechos sólidos orgánicos es de resaltar que el buen funcionamiento de esta dependerá de la concientización y educación que se pueda generar en los pobladores de la comunidad los cuales a la postre serán los únicos beneficiados.
- Será tarea del gobierno local buscar los mecanismos de viabilidad de dicho proyecto a través de la comercialización de la propuesta a organismos que la puedan desarrollar.
- Las autoridades municipales serán las encargadas de administrar y transmitir a la población el impuesto correspondiente para el sostenimiento y buen funcionamiento de la propuesta descrita en este documento.



RECOMENDACIONES

- Buscar asesoría técnica por medio de instituciones especializadas en el área de tratamiento y disposición final de los desechos sólidos.
- Se recomienda a la alcaldía municipal de Tecoluca crear un departamento de promotores de saneamiento, para enseñar a la población acerca del buen manejo y disposición de los desechos sólidos.
- Promover la información del manejo de los desechos a través de cabildos abiertos, visitas en cada vivienda e instituciones educativas.
- Incentivar a la población por medio del ofrecimiento gratuito del resultado del tratamiento de los desechos sólidos orgánicos (compost), para la utilización de sus cultivos.
- Se sugiere a la entidad responsable de llevar a cabo la propuesta, de ubicar los contenedores de basura en las entradas de cada sector propuesto; por motivos de fácil acceso al camión recolector.



- Para los desechos sólidos inorgánicos (porcentaje mínimo), se recomiendan depositarlo en el botadero cercano a la comunidad que de acuerdo a la alcaldía de Tecoluca es controlado por ellos mismo.
- Al propietario del proyecto se le recomienda que se tome en cuenta un sobre costo en este presupuesto, para la construcción de un pozo exploratorio, ya que debe estarse moni toreando constantemente el grado de contaminación de los Lixiviados y así evitar la contaminación al manto acuífero mas cercano.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

CUESTIONARIO DIAGNOSTICO SOCIO-ECONOMICO DE LAS FAMILIA DE
LA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ PORRILLO, MUNICIPIO DE TECOLUCA.

PROYECTO DESECHOS SÓLIDOS

No. De Encuesta _____

Fecha: _____

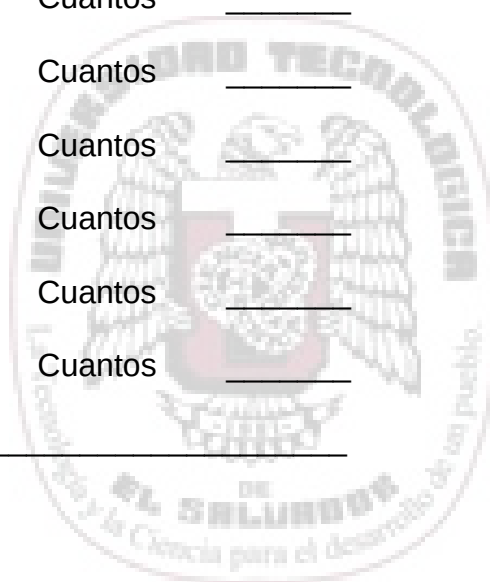
1.0 DIRECCION ACTUAL

Dirección: _____

2.0 ESTRUCTURA FAMILIAR Y ECONOMICA

2.1 Marque con una “ X “ que tipo de ocupación tienen los miembros de su familia:

2.1.1 Costurería	()	Cuantos	_____
2.1.2 Empleado	()	Cuantos	_____
2.1.3 Obrero	()	Cuantos	_____
2.1.4 Jubilado	()	Cuantos	_____
2.1.5 Estudiante	()	Cuantos	_____
2.1.6 Oficios domésticos	()	Cuantos	_____
2.1.7 Vendedor informal	()	Cuantos	_____
2.1.8 Otros, especifique	_____		



2.2 Marque con una “ X “ cual es el ingreso promedio mensual de su familia:

- | | |
|-------------------------------|----------|
| 2.2.1 ₡ 00.00 a ₡ 500.00 | () |
| 2.2.2 ₡ 501.00 a ₡ 1,000.00 | () |
| 2.2.3 ₡ 1,001.00 a ₡ 2,000.00 | () |
| 2.2.4 ₡ 2,000.00 a ₡ 3,000.00 | () |
| 2.2.5 de 3,000.00 en adelante | () |

2.3 Marque con una “ X “ cuantos de los miembros de su familia han realizado los siguientes niveles de estudio:

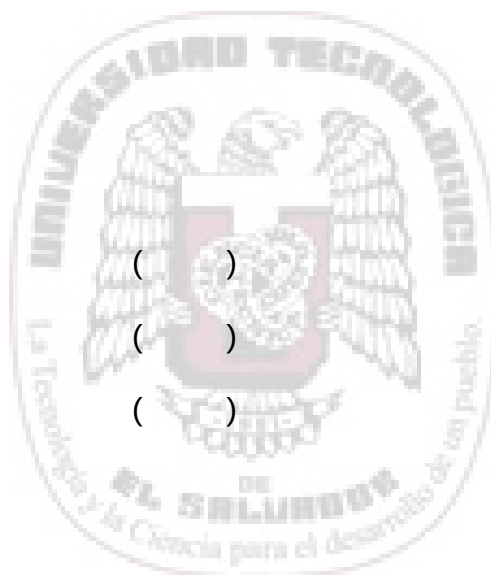
- | | | | |
|--|----------|---------|-------|
| 2.3.1 De 1 ^o a 3 ^o Grado | () | Cuantos | _____ |
| 2.3.2 De 4 ^o a 6 ^o Grado | () | Cuantos | _____ |
| 2.3.3 De 7 ^o a 9 ^o Grado | () | Cuantos | _____ |
| 2.3.4 Bachillerato | () | Cuantos | _____ |
| 2.3.5 Estudios Universitarios | () | Cuantos | _____ |
| 2.3.6 Ninguno | _____ | | |

3.0 VIVIENDA.

3.1 Tendencia de la Vivienda

Marque con una “X” si su vivienda es:

- | | |
|----------------------------|----------|
| 3.1.1 Propia | () |
| 3.1.2 Alquilada | () |
| 3.1.3 Con promesa de venta | () |



3.2 Materiales de Construcción

Marque con una "X" los Materiales que componen su vivienda:

3.2.1 Adobe ()

3.2.2 Bahareque ()

3.2.3 Mixto ()

3.2.4 Otros materiales _____

4.0 SERVICIOS BÁSICOS

Marque con una "X" los servicios básicos que tiene en su vivienda:

4.1.Luz Eléctrica ()

4.2.Agua Potable ()

4.3.Aguas negras ()

4.4.Tren de aseo ()

4.5.Otros, especifique _____

5.0 SALUD

5.1 Marque con una "X" de que se enferman los adultos en su casa con mas frecuencia:

5.1.1.Respiratorias ()

5.1.2.Gastrointestinales ()

5.1.3.Dermatológicas (de la pie) ()

5.1.4.Otras, especifique _____



5.2 Marque con una "X" de que se enferman los niños (as) en su casa con mas frecuencia:

5.2.1.Respiratorias ()

5.2.2.Gastrointestinales ()

5.2.3.Dermatológicas (de la piel) ()

5.2.4.Otras, especifique _____

5.3 Marque con una "X" a donde acuden cuando enferman?

5.3.1. Unidad de Salud ()

5.3.2. Clínica Privada ()

5.3.3. Hospitales ()

5.4 Posee Letrina en su casa? Si _____ NO _____

Si su respuesta anterior es afirmativa, que tipo de Letrina tiene:

5.4.1.De lavar ()

5.4.2.Fosa ()

5.4.3.Abonera ()

5.4.4.Otro, especifique _____

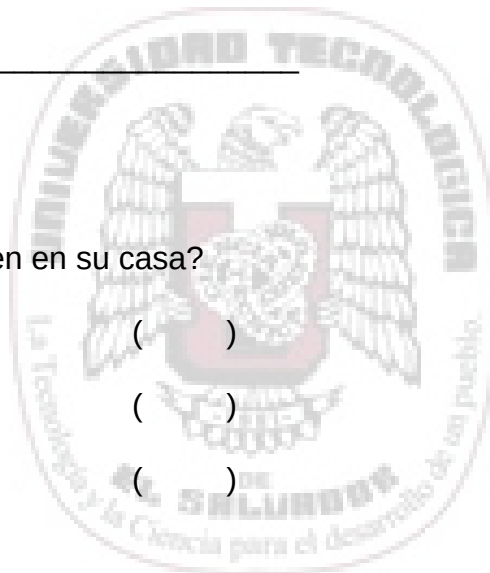
6.0 MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS

6.1 Que hace Ud. con las basuras que se producen en su casa?

6.1.1.La queman ()

6.1.2.La tiran ()

6.1.3.La entierra ()



6.2 Qué clase de basura produce en su vivienda?

- 6.2.1.Desperdicios (comida, verduras, etc) ()
- 6.2.2.Plástico (bolsas, pajillas, etc) ()
- 6.2.3.Aluminio (Latas, recipientes, etc) ()
- 6.2.4. Hojas (Árboles, mazorcas, etc) ()
- 6.2.5. Vidrio (Latas, recipientes, etc) ()
- 6.2.6. Estiércol de cerdo. reses. aves, etc. ()

6.3 Marque con una “X” si conoce Ud. alguna forma para volver a reutilizar la basura que botamos?

SI _____ NO _____

6.4 Marque con una “X” si estaría interesado (a) en conocer mas sobre la utilización de las basuras?

SI _____ NO _____

6.5 Marque con una “X” si estaría dispuesto (a) a participar en un proyecto de recolección y separación de basuras?

SI _____ NO _____

6.6 Marque con una “X” si estaría dispuesto(a) a llevar su basura a un lugar de recolección?

SI _____ NO _____



6.7 Marque con una “X” si estaría dispuesto(a) a pagar un arancel por la recolección de su basura

SI _____ NO _____

6.8 Si su respuesta es afirmativa cuanto estaría dispuesto a pagar por este arancel

¢ _____

