

# DIAGNÓSTICO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS DE LA RESERVA NATURAL LAGUNA DE APOYO



Tania Yaoska Guillén Bolaños



**Agència Catalana  
de Cooperació  
al Desenvolupament**



UN AÑO TRABAJANDO POR LA LAGUNA DE APOYO

---

# Diagnóstico de Residuos

---

©Reproducción permitida siempre que se indique la fuente y se notifique su uso a:  
Oficina AMICTLAN  
De la Iglesia Bautista ½ C al N  
Catarina – Masaya  
Nicaragua  
Telfax. (00505) 558 0456 • e-mail: [amicatlan@yahoo.es](mailto:amicatlan@yahoo.es)  
[www.amicatlan.com](http://www.amicatlan.com)

# Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA

---

## ÍNDICE

1	1	INTRODUCCIÓN .....	5
1	1	INTRODUCCIÓN .....	5
2		OBJETIVOS .....	7
	2.1	Objetivo General .....	7
	2.2	Objetivos Específicos .....	7
3		MARCO TEÓRICO / CONCEPTUAL .....	8
	3.1	Residuos Sólidos .....	8
	3.1.1	Clasificación de los Residuos Sólidos .....	9
	3.1.2	Generación de residuos sólidos .....	12
	3.1.3	Manejo de los residuos sólidos .....	13
	3.1.4	Manejo integral de los residuos sólidos .....	18
	3.2	Residuos Líquidos .....	20
	3.2.1	Clasificación de los Residuos Líquidos .....	23
	3.2.2	Métodos y niveles de tratamiento de los residuos líquidos .....	25
	3.2.3	Sistemas de tratamiento de aguas residuales .....	29
	3.3	Impacto ambiental de los residuos sólidos y líquidos .....	35
	3.3.1	Salud humana .....	36
	3.3.2	Medio Ambiente .....	36
	3.4	Características de la RNLA .....	39
	3.4.1	Nombre y comunidades que se ubican en la Reserva .....	39
	3.4.2	Datos demográficos .....	40
	3.4.3	Factores físicos .....	41
	3.5	Marco Jurídico .....	45
4		METODOLOGÍA .....	52
	4.1	Levantamiento de información primaria y secundaria .....	52
	4.2	Caracterización del Manejo de los Residuos Sólidos: .....	52
	4.2.1	Muestreo (selección del tamaño de la muestra) .....	53
	4.2.2	Generación .....	53
	4.2.3	Peso volumétrico .....	53
	4.2.4	Método del cuarteo .....	54
	4.2.5	Selección y cuantificación de subproductos (composición) .....	54
	4.3	Identificación del Manejo Residuos Líquidos .....	55
5		RESULTADOS .....	56
	5.1	Características del Manejo de los Residuos Sólidos .....	56
	5.1.1	Generación y composición .....	56
	5.1.2	Almacenamiento temporal .....	59
	5.1.3	Recolección .....	61
	5.1.4	Tratamiento .....	61
	5.1.5	Disposición final .....	62
	5.2	Características del Manejo Residuos Líquidos .....	64
	5.2.1	Generación y composición .....	64
	5.2.2	Tratamiento .....	64
	5.2.3	Disposición final .....	64

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

5.3	Recomendaciones para manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos .....	66
5.3.1	Con Respecto a los Residuos Sólidos .....	66
5.3.2	Residuos Líquidos .....	67
6	CONCLUSIONES .....	68
7	BIBLIOGRAFÍA .....	70
8	ACRÓNIMOS y GLOSARIO.....	72
9	ANEXOS .....	74
	ANEXO 1. Mapa de Red de Drenaje y Microcuencas del Municipio de Catarina .....	75
	ANEXO 2. Parámetros Decreto 33-95, Artículo 19 .....	76
	ANEXO 3. Formato De Encuesta .....	78
	ANEXO 4. Cédulas De Campo .....	79
	ANEXO 5. Imágenes Muestreo.....	82
	ANEXO 6. Cálculos .....	87
	ANEXO 7. Tratamiento de Residuos Líquidos en Establecimientos Turísticos .	92
	ANEXO 8. Lista de Basureros Ilegales identificados en la Reserva .....	93
	ANEXO 9. Mapa de ubicación de los Basureros Ilegales en la Comunidad Plan de la Laguna de la RNLA.....	94

## **1 INTRODUCCIÓN**

La Reserva Natural Laguna de Apoyo se encuentra ubicada entre los departamentos de Masaya y Granada, es una de las 76 áreas a nivel nacional declaradas como Áreas Protegidas en el año de 1991 a través del Decreto 42-91, **“Declaración de Áreas Protegidas en Varios Cerros Macizos Montañosos, Volcanes y Lagunas del País”**.

A pesar de esta declaración, la Laguna de Apoyo aún no cuenta con un Plan de Manejo que enmarque y regule todas las actividades que se llevan a cabo dentro de la Reserva Natural. Uno de los factores importantes dentro de la Reserva es la contaminación ambiental a la que está siendo sometida principalmente por la falta de un manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos.

Es a partir de este planteamiento que surge la necesidad de conocer la situación actual de estos elementos a partir de la realización de un diagnóstico ambiental del manejo y disposición final de los residuos sólidos y líquidos generados en Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA al ser en esta comunidad en donde se realizan mayores actividades en toda la Reserva.

El Diagnóstico Ambiental es la herramienta base para la toma de decisiones respecto a los ejes estratégicos del manejo de los residuos sólidos y líquidos, que conlleve a un manejo integral y sostenible de los mismos. Además los diagnósticos se convierten en herramientas fundamentales al proponer alternativas de minimización y prevención de la contaminación que sean técnicamente correctas, ambientalmente adecuadas, socialmente aceptadas, económicamente viables y políticamente posibles.

Por lo anterior la realización del Diagnóstico de los Residuos Sólidos y Líquidos de la Comunidad del Plan de la Laguna de la Reserva Natural Laguna de Apoyo, se presenta como parte de la realización de las Prácticas Profesionalizantes de la Carrera Ingeniería en Calidad Ambiental impartida en la Universidad Centroamericana (UCA), debido a que contiene datos que aportarían a solventar la falta de información existente sobre esta problemática en la Reserva.

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

El diagnóstico fue realizado en la Comunidad Plan de la Laguna, ubicada al noroeste de la Reserva, dentro de los límites del municipio de Catarina. Es en esta área que se encuentra la mayor densidad poblacional de la Reserva, además de ser el área más desarrollada en lo que a infraestructura se refiere y donde se lleva a cabo la mayor actividad turística de la Reserva.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

- Diagnosticar la situación actual del manejo y disposición final de los residuos sólidos y líquidos generados en la Comunidad Plan de la Laguna de la Reserva Natural Laguna de Apoyo.

### **2.2 Objetivos Específicos**

1. Caracterizar los residuos sólidos en la Comunidad Plan de la Laguna.
2. Identificar el manejo de los residuos sólidos y líquidos en la Comunidad del Plan de la Laguna de la Reserva Natural Laguna de Apoyo.
3. Recomendar métodos de manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos con la finalidad de minimizar la contaminación generada por estos.

### **3 MARCO TEÓRICO / CONCEPTUAL**

#### **3.1 Residuos Sólidos**

Los residuos sólidos constituyen la última fase del ciclo de vida de un bien o producto que debido a sus características físicas deben manejarse independiente de los residuos líquidos y gaseosos.

Según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de Residuos Sólidos no Peligrosos, estos se definen como “Aquellos residuos que se producen por las actividades del hombre o por los animales, que normalmente son sólidos y que son desechados como inútiles o superfluos”.

Una encuesta realizada en comunidades rurales en el año 1993 por el Ministerio de Acción Social, reveló que en las distintas zonas del país el 70% de la población quema o entierra la basura, un 23% la disponen en predios vacíos o quebradas cercanas y un 7% la depositan dentro de letrinas abandonadas. En el año 2001, solamente el 2% de la población en extrema pobreza, contaba con servicio de recolección de los residuos sólidos. (Análisis Sectorial de Agua Potable y Saneamiento de Nicaragua, 2004).

En Nicaragua la cobertura del servicio de recolección de los residuos sólidos es del 35% de la población. Según el documento “Rellenos sanitarios y tratamiento de residuos líquidos de mataderos municipales” (1998), en el país la población urbana genera aproximadamente 1272,5 toneladas métricas de residuos sólidos diarios, de las cuales se recolectan solamente 445,3 toneladas métricas, las restantes 827,2 toneladas métricas al no ser evacuadas causan serios problemas sanitarios, ecológicos y urbanísticos.

En el municipio de Catarina, según el Diagnóstico de Servicios Municipales elaborado por la municipalidad en el año 2005, en el área urbana se recolectan mensualmente 208m<sup>3</sup> de residuos, con una cobertura del 72% (800 viviendas) del casco urbano y rural del municipio; además en el diagnóstico se presenta que el pér cápita del municipio es de 0,42 kg/hab/día.

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

El área de Servicios Municipales cuenta con 5 personas para recolección y limpieza de calles, 1 fiel del rastro. Además la unidad de servicios municipales cuenta con un camión Mercedes Benz año 1992 con capacidad de 6m<sup>3</sup> con el que brinda el servicio de recolección.

En la Comunidad Plan de la Laguna hasta octubre del año 2006 se empezó a brindar el servicio de recolección de los residuos sólidos tanto a las viviendas, como a los establecimientos turísticos de la comunidad. Anteriormente, este servicio se brindaba solamente en Semana Santa debido a la afluencia de visitantes a la Reserva en ese período.

### **3.1.1 Clasificación de los Residuos Sólidos**

Existen tres categorías que se utilizan generalmente para clasificar los residuos sólidos (Lacayo, 2006):

3.1.1.1 Residuos municipales: Son generados por las actividades urbanas, domiciliarias y colectivas, su componente principal son los residuos orgánicos que van en el rango entre 60 a 80%, según la localidad.

3.1.1.2 Residuos industriales: Tal como su nombre lo indica son generados por las actividades industriales, pueden incluir basuras domésticas cenizas, residuos de construcción, residuos específicos de la industria y residuos peligrosos.

3.1.1.3 Residuos peligrosos: Estos residuos tienen ciertas características que pueden representar riesgos al medio ambiente como a la población en general. Las características pueden ser: inflamabilidad, corrosividad, reactividad y toxicidad (Lacayo, 2006).

En ocasiones los residuos industriales, pueden ser atribuidos a los residuos municipales, en especial los que contienen restos orgánicos procedentes de la industria textil, de alimentación, papelera, maderera, etc. (Sans Fonfría et al, 1999). También existen los residuos sólidos agropecuarios, hospitalarios, forestales, mineros, etc.

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

### **3.1.1.1 Clasificación de residuos sólidos municipales por su origen**

3.1.1.1.1 Residuos sólidos domésticos: Generados en las actividades domésticas, constituidos por restos de alimentos, periódicos, botellas, empaques en general, latas, cartón, restos de aseo personal, entre otros.

3.1.1.1.2 Residuos sólidos comerciales: Residuos generados en los establecimientos comerciales de bienes y servicios, tales como restaurantes, tiendas, bares, bancos, oficinas, entre otros. Presentan mayor cantidad de papeles, plásticos, empaques.

3.1.1.1.3 Residuos sólidos institucionales: Residuos producidos en hospitales, centros gubernamentales, centros de salud, hospitales. Los residuos de los centros de atención a la salud, generalmente presentan agentes biológicos infecciosos que representan peligro potencial a la salud humana.

3.1.1.1.4 Residuos sólidos de construcción y demolición: Son residuos generalmente inertes generados en las actividades de construcción y demolición de obras.

3.1.1.1.5 Residuos sólidos por la prestación de los servicios municipales: Provenientes de barrido de calles, parques, playas, etc.

3.1.1.1.6 Residuos sólidos de instalaciones o actividades especiales: Son residuos generados en infraestructuras complejas de gran dimensión, se incluyen las plantas de tratamiento de aguas residuales (lodos) o consumo humano, entre otras.

3.1.1.1.7 Residuos sólidos agrícolas: Residuos provenientes de las actividades agrícolas, generalmente envases de insumos.

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

3.1.1.1.8 Residuos sólidos industriales: Son residuos generados de las diferentes ramas industriales presentes en una región, tales como: manufacturera, química, minera, energética, entre otras.

### **3.1.1.2 Clasificación de los residuos sólidos según la legislación nacional vigente**

3.1.1.2.1 Residuos sólidos no peligrosos: Lo constituyen aquellos residuos o combinación de residuos que no representan un peligro inmediato o potencial para la salud humana o para otros organismos vivos. Dentro de los residuos no peligrosos están: residuos domiciliarios, comerciales, institucionales, de mercados y barrido de calles.

3.1.1.2.2 Residuos sólidos peligrosos.

### **3.1.1.3 Por su composición los residuos pueden ser clasificados como:**

3.1.1.3.1 Residuos sólidos orgánicos: Que son susceptibles a descomponerse mediante procesos naturales en un período razonable de tiempo. Incluyen los restos de alimentos, papel, excremento de animales, cartón, plástico liviano, cuero, madera, entre otros.

3.1.1.3.2 Residuos sólidos inorgánicos: Aquellos que no se descomponen o requieren mucho tiempo para ello. Estos residuos están constituidos principalmente por metales ferrosos, aluminio, vidrio, baterías materiales inertes en general.

### 3.1.2 Generación de residuos sólidos

La generación de residuos sólidos es la cantidad de residuos que produce una determinada fuente en un intervalo de tiempo determinado. Este parámetro se mide en generación total, que es igual a la población actual de la localidad por la producción por persona al día (per cápita en kg/hab/día).

Los principales factores que afectan este parámetro son:

- Características de la población, principalmente desarrollo económico.
- Localización geográfica y período del año.
- Hábitos de la población.
- Movimiento de la población, períodos de vacaciones y días de fiesta.
- Recuperación de algunos tipos de residuos.

Se conoce que a medida que mejora el nivel de vida de las personas, la cantidad de residuos aumenta, es por ello que los países desarrollados presentan producciones per cápitas mayores. Los valores de generación de residuos varían de la siguiente forma:

**Tabla 1. Comparación de producción per cápita por niveles de ingreso**

Países de bajo ingreso	0.51-0.60kg/persona/día
Países de ingreso medio	0.65-0.76 kg/persona/día
Países desarrollados	0.78-1.60kg/persona/día

Fuente. Lacayo, 2006

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

Así mismo, estos valores pueden cambiar de una ciudad a otra, tal como se presenta en la Tabla 2. :

**Tabla 2. Comparación de producción per cápita en ciudades de Nicaragua**

<b>Ciudad</b>	<b>Producción per cápita (kg/persona/día)</b>
Estelí	0.57
Tipitapa	0.40
Granada	0.56
Jinotega	0.48
Nindirí	0.82
Chinandega	0.57
Masaya	0.57
Diriomo	0.38

Fuente: INIFOM, 1996

### **3.1.3 Manejo de los residuos sólidos**

El manejo de los residuos sólidos según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de los Residuos Sólidos no Peligrosos (NTON 05 014-02), incluye:

- a. Almacenamiento.
- b. Recolección.
- c. Limpieza Urbana.
- d. Transferencia.
- e. Transporte.
- f. Tratamiento o procesamiento.
- g. Reciclaje, reutilización.
- h. Disposición final.

A continuación se procederá a describir cada una de las etapas del manejo de los residuos sólidos.

### **3.1.3.1 Almacenamiento**

Esta etapa se encuentra entre la generación y la recolección de los residuos. El almacenamiento inadecuado de los residuos ofrece a los vectores los medios adecuados para su reproducción, es por ello que el tiempo de almacenamiento de los residuos no debe llevar más de 8 días ya que si se toma más tiempo, se estaría poniendo en riesgo la salud pública.

El adecuado almacenamiento de los residuos es responsabilidad de la persona que los genera, pero esta responsabilidad es compartida con las autoridades sanitarias ya que éstas tienen establecido en sus competencias exigir el adecuado almacenamiento de los residuos y darles la disposición final correcta.

El almacenamiento tiene efectos importantes sobre los residuos, tales como: descomposición biológica, absorción de fluidos y la contaminación de los componentes de los residuos.

Algunas características que deben poseer los recipientes de almacenamiento de los residuos son:

- Tener tapa
- Ser impermeables
- Resistir manipulación
- No ser oxidable
- Fáciles de llenar, limpiar y vaciar
- Tener asas y agarradera en la tapa
- Tener tamaño adecuado (preferiblemente altura 75cm, diámetro 60cm, y peso no mayor a 100lb) (Lacayo, 2006)

### **3.1.3.2 Recolección**

Esta fase comprende la recogida de los residuos sólidos generados por los diferentes orígenes y su transporte hasta el sitio donde son descargados los camiones de recolección, ciclo carga-transporte-descarga.

Generalmente es esta fase del manejo de los residuos la que representa mayor impacto económico.

Puede haber recolección de residuos mezclados o separados. La recolección mezclada es la más utilizada, no precisa cambio en los hábitos de los generadores porque no necesitan separar los residuos en la fuente. La recolección selectiva implica que los residuos sean separados en la fuente.

### **3.1.3.3 Limpieza urbana**

Esta etapa comprende las actividades de barrido calles y áreas públicas. En la Norma técnica de Residuos no Peligrosos, se establece que esta actividad es obligación del área de servicios municipales de las alcaldías.

### **3.1.3.4 Transferencia**

Se establecen centros de transferencia de los residuos si el sitio de disposición final se encuentra lejos de donde se generan los residuos.

La decisión de tener un sitio de transferencia, se basa en el cálculo de la relación costo-beneficio. Esta relación debe incluir cálculos de residuos a transferir, tiempo efectivo de recolección, distancia al sitio de disposición final, capacidad económica de la municipalidad para la inversión inicial, operación y mantenimiento de la estación de transferencia, ubicación de las estaciones, entre otros.

### **3.1.3.5 Transporte**

El transporte es el recorrido que realizan los vehículos recolectores sin hacer al mismo tiempo la recolección. También se entiende como parte del camino que recorren los vehículos una vez llenos hasta el sitio de disposición final. (SEMARNAT- GTZ, 2006).

### **3.1.3.6 Tratamiento**

Esta es la fase del proceso de manejo de los residuos sólidos que pretende obtener resultados sanitarios reduciendo o eliminando efectos nocivos al hombre o al ambiente (Lacayo, 2006).

Muchas veces la etapa de tratamiento, también se considera como disposición final de los residuos, esto debido a que generalmente esta etapa reduce el volumen de residuos dejando solamente una parte para la disposición final.

Existen diversos tipos de tratamiento de los residuos, dentro de los que se pueden encontrar:

- **Mecánicos:** Comprende la trituración, compactación y clasificación de los residuos.
- **Biológicos:** Tratamiento anaeróbico o aeróbico. Este tipo de procesos generan productos importantes tales como el metano (biogás) y compost (mejorador de suelos).
- **Térmicos:** Incluyen la incineración y la pirólisis.

### **3.1.3.7 Reciclaje, reutilización y aprovechamiento**

El reciclaje y reuso de los residuos puede definirse como el uso de aquellos residuos con valor económico, ya sea directamente o después de un tratamiento.

La reutilización consiste en utilizar los residuos como materia prima del proceso de producción de los mismos o en otros procesos en los que sus componentes tienen valor energético o de los materiales contenidos en él.

El reciclaje, proceso mediante el cual los residuos se incorporan al proceso industrial como materia prima para su transformación en un nuevo producto de composición semejante. Este método muchas veces no resulta viable debido a que este generalmente conlleva a la práctica de procesos paralelos a los normales que pueden llegar a ser más costosos que la producción a partir de la materia prima.

### **3.1.3.8 Disposición final**

La disposición final es la última actividad operacional del prestador del servicio de aseo o incluso del que genera los residuos, mediante la cual los desechos sólidos son descargados en forma definitiva.

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

Se estima que, en Nicaragua, alrededor del 94% de los residuos sólidos son dispuestos a cielo abierto y sin ningún tipo de tratamiento aunque sean recolectados por las municipalidades (Balladares, 1998).

Existen varios tipos de tratamiento para la adecuada disposición final de los residuos sólidos, estos pueden ser: Tratamiento por Relleno Sanitario, Tratamiento por Incineración Tratamiento por Compostaje, los cuales son métodos ambientalmente correctos de disposición final. Pero la población usa formas no correctas ambientalmente para la disposición final de los residuos sólidos tales como la disposición en los cauces naturales, en aguas superficiales (ríos o lagos) o cuerpos de agua en general, en botaderos a cielo abierto en predios vacíos y la quema al aire libre.

El abandono de los residuos a cielo abierto ocasiona serios problemas de salud pública por la proliferación de insectos y roedores transmisores de múltiples enfermedades, además de los incendios espontáneos que causan deterioro estético de las ciudades y del paisaje natural.

El relleno sanitario, es el tratamiento más utilizado por las municipalidades para disponer adecuadamente los residuos sólidos urbanos, Esta es una técnica de disposición de los residuos sólidos que consiste en enterrarlos en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y a la salud pública. Estos sistemas de tratamiento deben ser diseñados de acuerdo a la normativa existente (NTON 05 013-01).

La disposición final de los residuos sólidos en la mayoría de las ciudades del país presentan como principales características: cercana ubicación al centro poblacional, falta de un adecuado tratamiento en el botadero, no existe separación de los residuos sólidos urbanos de los peligrosos o tóxicos, no existe ningún tipo de control de acceso a los botaderos, muchas personas viven de los residuos, la ubicación de los sitios de disposición final no contemplan ningún tipo de prevención de contaminación de los recursos naturales, no existe delimitación en los botaderos y no existen registros contables exactos sobre cantidades de basura

que entran a estos sitios por falta de básculas y un sistema estadístico confiable (INIFOM, 1994).

### **3.1.4 Manejo integral de los residuos sólidos**

El manejo integral y sustentable de los residuos sólidos combina flujos de residuos, métodos de recolección y procesamiento, de lo cual derivan beneficios ambientales, optimización económica y aceptación social en un sistema de manejo práctico para cualquier región (Lacayo, 2006).

Uno de los aspectos más importantes del manejo integral, es que las opciones de tratamiento que se utilicen sean adecuadas a las necesidades y contextos de los municipios.

Según Morales (2000), existe una jerarquía de los elementos de los sistemas de gestión integral de los residuos sólidos. Esta se presenta como una serie de opciones de manejo de los residuos y no como algo que se tenga que hacer estrictamente de esa manera. Esta propuesta consiste en:

#### **3.1.4.1 Reducción en la fuente u origen**

Es el componente de mayor categoría en la jerarquía de la administración de residuos sólidos porque representa el medio más eficaz para reducir los costos económicos y los efectos ambientales asociados al manejo de los residuos. Se distingue del reciclaje y de la conversión de los residuos orgánicos en abono, en que estas prácticas se verifican después de la generación de los residuos.

#### **3.1.4.2 Reutilización y reciclaje de materiales**

La reutilización de los residuos sólidos tiene como objetivo alargar el ciclo de vida de muchos productos que generan residuos sólidos, se le puede conocer también como de retornabilidad o rellenamiento.

El reciclaje de los residuos sólidos reduce el volumen de residuos en un 40% aproximadamente, debido a la separación de materiales que por sus características físicas pueden ser utilizados como materia prima para otros procesos.

El compostaje de los residuos sólidos, consiste en la degradación bioquímica de la porción de materia orgánica de los residuos, este proceso transforma los residuos en un producto que puede ser utilizado como mejorador de suelos o fertilizante.

#### **3.1.4.3 Recuperación de energía**

Existen dos formas para utilizar la energía que contienen los residuos sólidos:

- a) Emplear los residuos como combustibles.
- b) Recuperar el material para reutilizarlo, con lo cual se ahorra la energía necesaria para procesar y transportar el material virgen.

#### **3.1.4.4 Relleno sanitario**

Según la NTON 05 013-01, un relleno sanitario es “una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública, tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo”.

La Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE), define los rellenos sanitarios como “una técnica para la disposición de la basura en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestia o peligro para la salud y seguridad pública, método éste que utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área menor posible, reduciendo su volumen al mínimo practicable, y para cubrir los residuos así depositados con una capa de tierra con la frecuencia necesaria, por lo menos al fin de cada jornada”. Es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo, de tal manera que no causen molestias a la comunidad, ni riesgo para la salud, tanto durante su operación como en la etapa de su clausura.

### **3.2 Residuos Líquidos**

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), para el año 2002, 2600 millones de personas carecían de servicios de saneamiento, lo que representa el 42% de la población mundial. Asimismo se presenta que sólo el 31% de los habitantes de zonas rurales de países en desarrollo gozan de estos servicios, frente a un 73% de las zonas urbanas (OMS, 2004).

En Nicaragua el saneamiento en las comunidades rurales es deficiente tanto en cantidad, como calidad. En el documento Análisis Sectorial de Agua Potable y Saneamiento de Nicaragua (2004), se presenta que aproximadamente el 66.1% de la población posee alguna clase de letrina, otros datos del Ministerio de Salud (MINSAL) mencionan que el 85% de la población posee letrinas. Las dificultades en cuanto a los sistemas de saneamiento en el área rural se deben fundamentalmente al alto grado de pobreza que existe, lo que deriva en la falta de disponibilidad de dinero para la construcción de las instalaciones, además de la falta de apoyo gubernamental.

Para efectos de este trabajo, se considerarán residuos líquidos a la descarga de aguas residuales domésticas.

Según el decreto 33-95, "Disposiciones para el control de la contaminación proveniente de las descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias", las aguas residuales son aquellas procedentes de actividades domésticas comerciales, industriales y agropecuarias que presenten características físicas, químicas o biológicas que causen daño a la calidad del agua, suelo, biota y a la salud humana. Así mismo, también se pueden definir como las que provienen de los núcleos de población, de zonas comerciales, de instituciones públicas y de instalaciones recreativas (Sans Fonfría et al, 1999).

Las aguas residuales domésticas (o efluentes domésticos), incluyen todos los desechos normales de una casa de habitación descargados al alcantarillado, así como los residuos de numerosas fábricas pequeñas y talleres que son difíciles de identificar y ser considerados individualmente (ERFCA, 1985).

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

Según Gámez (2005), también se puede definir aguas residuales como “toda aquella agua que ha sido alterada en su calidad original por algún uso específico a que ha sido destinada y que se descarga en un sistema de alcantarillado, corriente superficial o subterránea o algún cuerpo receptor determinado”.

En el Decreto 33-95, en su artículo 19 se establecen los parámetros que debe cumplir el agua residual para ser descargadas a las redes de alcantarillado sanitario del país (Ver Anexo 2 )

En el mismo decreto (artículo 22), se establece que los límites máximos permisibles de coliformes fecales medidos como número más probable no deberá exceder de 1 000 por cada 100 mL en el 80% de una serie de muestras consecutivas y en ningún caso superior a 5 000 por cada 100 mL.

En el artículo 23, también se establece que para poblaciones de hasta 75,000 habitantes los vertidos líquidos provenientes de los alcantarillados que sean descargados directa o indirectamente a los cuerpos receptores tendrán que cumplir con los siguientes parámetros de calidad:

**Tabla. Parámetros Decreto 33-95**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>RANGOS Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PROMEDIO DIARIO</b>
pH	6-9
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	80
Grasas y Aceites (mg/L)	10
Sólidos Sedimentables (mL/L)	1.0
DBO (mg/L)	90
DQO (mg/L)	180
Sustancias activas en azul de metileno (mg/L)	3

Al igual que en los residuos sólidos, la cantidad de agua que consume una persona al día varía de acuerdo al nivel socioeconómico de la persona, por lo que

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

los promedios de consumo de este varían de una ciudad a otra o de un área urbana a una rural.

En la siguiente tabla se puede observar las diferencias de consumo de agua entre diferentes regiones del planeta.

**Tabla XX. Consumo de agua por regiones**

<b>Lugar</b>	<b>Doméstico (%)</b>	<b>Industrial (%)</b>	<b>Agrícola (%)</b>	<b>Litros/día per cápita (todos los usos)</b>	<b>Litros/día (uso doméstico)</b>
Mundo	8	23	69	1 797	144
África	7	5	88	553	39
Europa	14	55	31	1 712	240
Norteamérica	13	47	36	4 926	640
Sudamérica	18	23	59	917	165
Asia	6	9	85	1 484	89
Oceanía	64	2	34	1 619	1 036
España	12	26	62	2 139	257

Uno de los principales factores de contaminación en los lagos o lagunas es la eutrofización causada por el exceso de nutrientes. Entre ellos, el fósforo y el nitrógeno procedentes del drenaje superficial de su cuenca.

A través de un estudio de carga de nutrientes realizado en el año 2005 en la RNLA, se estableció que “las cargas de fósforo y nitrógeno procedentes del uso del suelo en la microcuenca de drenaje superficial vertidas a la Laguna de Apoyo se estimaron en 0,28 ton/año para el fósforo lo que equivale a 0,036 ton/km<sup>2</sup> y 2,1 ton/año para el nitrógeno con un aporte de 0,27 ton/km<sup>2</sup> “(Cortés, 2005).

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

Según ENACAL (2006) a nivel urbano, la población del departamento de Masaya tiene un consumo promedio de agua de aproximadamente 148 L/día, que al año se traduce a 54m<sup>3</sup> de agua por persona.

Para el área rural, la dotación de agua es 100 L por persona al día para poblaciones menores de 5 000 habitantes, los que se traducen a un consumo de 37 m<sup>3</sup> de agua al año.

Existen indicadores que establecen que la cantidad de agua que se vierte al sistema de alcantarillado corresponde al 80% del consumo per cápita de agua potable.

En la RNLA se han realizado estudios que indican que hay contaminación por materia fecal en algunas zonas del cuerpo de agua, principalmente frente al área donde se encuentran ubicados los establecimientos turísticos conocidos como “Los Ranchitos” (CIRA-UNAN, 2006).

### **3.2.1 Clasificación de los Residuos Líquidos**

A continuación se presentará la clasificación de los residuos líquidos según su origen y tratamiento.

#### **3.2.1.1 Por su origen:**

3.2.1.1.1 Aguas residuales domésticas: Aguas que provienen del lavado de ropa, baño, limpieza, etc. Contienen materia orgánica, grasas, detergentes, etc.

3.2.1.1.2 Aguas residuales municipales: Aguas residuales de centros urbanos. Su composición cambia de un lugar a otro, dependiendo de las condiciones socioeconómicas de la población, el clima y otros factores.

Esta agua son una mezcla compleja que contiene agua (por lo común más del 99%) mezclada con contaminantes orgánicos e inorgánicos, tanto en suspensión como disueltos (Glynn et al, 1999).

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

3.2.1.1.3 Aguas residuales industriales: Aguas desechadas de procesos y operaciones de transformación y aguas de enfriamiento. Son diferentes en cada tipo de industria.

3.2.1.1.4 Aguas residuales agroindustriales: Se producen en explotaciones pecuarias y procesamiento de cosechas de cultivos. Aportan cantidades apreciables de materia orgánica biodegradable, materia en suspensión, nitrógeno, fósforo. El estiércol de animales y algunas industrias de alimentos contribuyen con cantidades apreciables de nitrógeno y fósforo.

3.2.1.1.5 Aguas residuales negras: Aguas residuales generadas en zonas habitacionales y comerciales y que no provienen de usos industriales, agrícolas o pecuarios.

### **3.2.1.2 Por su tratamiento:**

3.2.1.2.1 Aguas residuales crudas: Son aquellas que no han sido sometidas a ningún tipo de tratamiento, también se les denomina como aguas frescas porque contienen oxígeno disuelto.

3.2.1.2.2 Aguas residuales sépticas: Es el agua residual en estado de putrefacción bajo condiciones anaerobias. A temperatura de unos 20°C el agua residual doméstica pasa del estado fresco (turbia, blancuzca y con sólidos reconocibles) al séptico (gris, con olor séptico y sólidos de menor tamaño) en un tiempo variable de 2 a 6 horas, dependiendo de la concentración de materia orgánica.

3.2.1.2.3 Aguas residuales tratadas: Agua residual que ha sido sometida a algún tipo de proceso físico, químicos y/o biológicos mediante los cuales los sólidos que el líquido contiene son separados parcialmente y el resto de los sólidos orgánicos complejo putrescibles son convertidos en sólidos minerales o en sólidos orgánicos relativamente estables, inoocuos al ser humano; así también se realiza la reducción de microorganismos patógenos (Decreto 33-95, 1995).

### **3.2.2 Métodos y niveles de tratamiento de los residuos líquidos**

Los contaminantes de las aguas residuales pueden ser removidos por operaciones y procesos unitarios físicos, químicos o biológicos. El desarrollo de estos procesos para el tratamiento de las aguas residuales surgió como una respuesta a las demandas sociales en lo referente a salud pública y a la contaminación ambiental. Generalmente, las plantas de tratamiento hacen combinación de los tres procesos mencionados anteriormente, así como de los diferentes niveles de tratamiento.

Los niveles de tratamiento a utilizarse para el tratamiento del agua residual depende del uso o disposición final que se le quiera dar al agua tratada. A continuación se describen los distintos métodos y niveles de tratamiento.

#### **3.2.2.1 Procesos Físicos**

Son métodos de tratamiento que involucran la interacción de fuerzas físicas para separar los sólidos en suspensión de las aguas residuales tales como la gravedad, las diferencias de carga y de concentración y el tamaño. Este procedimiento se utiliza principalmente para:

- Separar la arenilla (partículas de más de 0.2 mm de diámetro o más).
- Clarificar aguas de alcantarillado que están sin tratar y concentrar los sólidos sedimentados (llamados lodos crudos o primarios).
- Clarificar suspensiones biológicas y concentrar los flóculos sedimentados (lodos biológicos, activados o secundarios).
- Espesar por gravedad los lodos primarios o secundarios.

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

Entre los procesos físicos para el tratamiento de las aguas residuales se incluyen las siguientes operaciones de tratamiento preliminar y primario de las aguas residuales:

<b>Operación</b>	<b>Aplicación</b>
Medición de caudales	Control y seguimiento de procesos, informes de descargas
Desbaste	Eliminación de sólidos gruesos sedimentables por intercepción (retención en superficie)
Dilaceración	Triturado de sólidos gruesos hasta conseguir un tamaño más o menos uniforme
Homogenización del caudal	Homogenización del caudal y de las cargas de DBO y sólidos en suspensión
Mezclado	Mezclado de productos químicos y gases con el agua residual, mantenimiento de los sólidos en suspensión
Sedimentación	Eliminación de sólidos sedimentables y espesado de fangos
Flotación	Eliminación de sólidos en suspensión finamente divididos y de partículas con densidades cercanas a la del agua.
Filtración	Eliminación de sólidos en suspensión residuales presentes después del tratamiento químico o biológico.
Microtamizado	Mismas funciones que la filtración. También la eliminación de las algas de los efluentes de las lagunas de estabilización.

Fuente: Navarro, Yalena (2005). Ingeniería en Calidad Ambiental – Contaminación del Agua

### **3.2.2.2 Procesos biológicos**

Los procesos biológicos son considerados generalmente como el tratamiento secundario de las aguas residuales. En esta etapa se logra remover hasta el 95% de DBO y el 80% de los sólidos suspendidos. Consta principalmente de una unidad para la degradación de la materia orgánica y de un tanque clarificador en donde se sedimentan los sólidos generados en procesos previos. El efluente del clarificador es descargado a la corriente receptora (Gámez, 2005).

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

Este método de tratamiento, se fundamenta en la actividad de microorganismos para la remoción o transformación de contaminantes. Los métodos biológicos son utilizados para la remoción de materia biodegradable del agua residual. Los contaminantes presentes en el agua residual son transformados por los microorganismos en materia celular, energía para su metabolismo y en otros compuestos orgánicos e inorgánicos que son liberados al medio ambiente.

La mayor parte de los componentes orgánicos (materia biodegradable) de las aguas residuales sirven como alimento (sustrato) que proporciona energía para el crecimiento microbiano. Éste que se utiliza para el tratamiento biológico de los residuos presentes en las aguas residuales, en donde ciertos microorganismos, principalmente bacterias (con la ayuda de protozoarios), transforman el sustrato orgánico en dióxido de carbono, agua y células nuevas (Glynn et al, 1999).

Los procesos biológicos son divididos en los tipos: **aerobio** (con presencia de oxígeno), **anóxicos** (microorganismos utilizan oxígeno combinado del  $\text{NO}_3$  para la desnitrificación) y **anaerobios** (sin presencia de oxígeno). La diferencia esencial entre los procesos aerobios - anóxicos y los anaerobios, es el aceptor final de electrones, y de ello se derivan las diferencias más importantes que influyen significativamente sobre el costo y en consideraciones de tipo técnico.

### **3.2.2.2.1 Procesos aerobios**

Sus productos finales están mucho más oxidados y presentan bajos niveles de energía ya que liberan mucha. Las bacterias aerobias utilizan oxígeno libre como aceptor de electrones. La mayor parte de la energía disponible se transforma en masa celular o en calor, produciéndose un efluente estable que no sufrirá una descomposición ulterior (Gámez, 2005).

Como productos finales de estos procesos se pueden mencionar: Calor,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_3$ , materia orgánica no metabolizada.

### **3.2.2.2.2 Procesos anaerobios**

El proceso anaerobio tiene una baja tasa de síntesis bacteriana (baja producción de lodos de desechos), ya que el 90% de la energía se utiliza en la producción de

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

metano, mientras que el 10% restante lo utiliza la síntesis celular. Por el contrario, en el tratamiento aerobio el 65% de la energía es utilizada para la síntesis celular, por lo que hay mayor generación de biomasa (lodo), cuyo tratamiento y disposición incrementa la dificultad técnica y el costo del tratamiento.

En los procesos anaerobios se producen olores y ácidos volátiles que pueden ser tóxicos para las bacterias. El efluente no es estable ya que las aguas residuales no suelen contener aceptores de electrones en cantidades suficientes como para permitir la oxidación completa (Gámez, 2005).

Producto de los procesos biológicos anaerobio están el calor, CO<sub>2</sub>, materia orgánica, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, entre otros.

### **3.2.2.3 Procesos químicos**

En estos métodos de tratamiento, para llevar a cabo la remoción o transformación de contaminantes se adicionan reactivos químicos o se efectúan reacciones químicas donde no intervienen microorganismos. Ejemplos son la coagulación-floculación-precipitación y adsorción química así como la desinfección.

<b>Proceso</b>	<b>Aplicación</b>
Precipitación química	Eliminación de fósforo y mejora de la eliminación de sólidos en suspensión en las instalaciones de sedimentación primaria empleadas en tratamientos físicos - químicos
Adsorción	Eliminación de materia orgánica no eliminada con métodos convencionales de tratamiento químico y biológico
Desinfección	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades (puede realizarse de diversas maneras, la más utilizada es el cloro)
Decloración	Eliminación del cloro combinado residual total remanente después de la cloración

Fuente: Navarro, Yalena (2005). Ingeniería en Calidad Ambiental – Contaminación del Agua

Los procesos químicos se utilizan en el tratamiento de las aguas residuales una vez que éstas ya han sido tratadas de manera física (tratamiento preliminar y primario) y biológica (tratamiento secundario), con el fin de eliminar compuestos

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

tales como los nutrientes (fósforo y nitrógeno) y la materia orgánica no biodegradable y persistente. Ejemplos son la precipitación química y sedimentación, procesos de remoción de nutrientes entre otros. Generalmente se utilizan tratamientos avanzados, costosos y complejos.

### **3.2.3 Sistemas de tratamiento de aguas residuales**

Típicamente, el tratamiento de aguas residuales es alcanzado por la separación física inicial de sólidos (tratamiento preliminar, tratamiento primario), seguido por la conversión progresiva de materia biológica disuelta en una masa biológica sólida, y luego sometida a procesos físicos-químicos para la depuración final del agua dependiendo del uso o disposición final que se le vaya a dar a ésta.

Generalmente los sistemas de tratamiento se denominan según el tipo de tratamiento secundario que se le da al agua residual, a continuación se mencionarán los sistemas de tratamiento más conocidos:

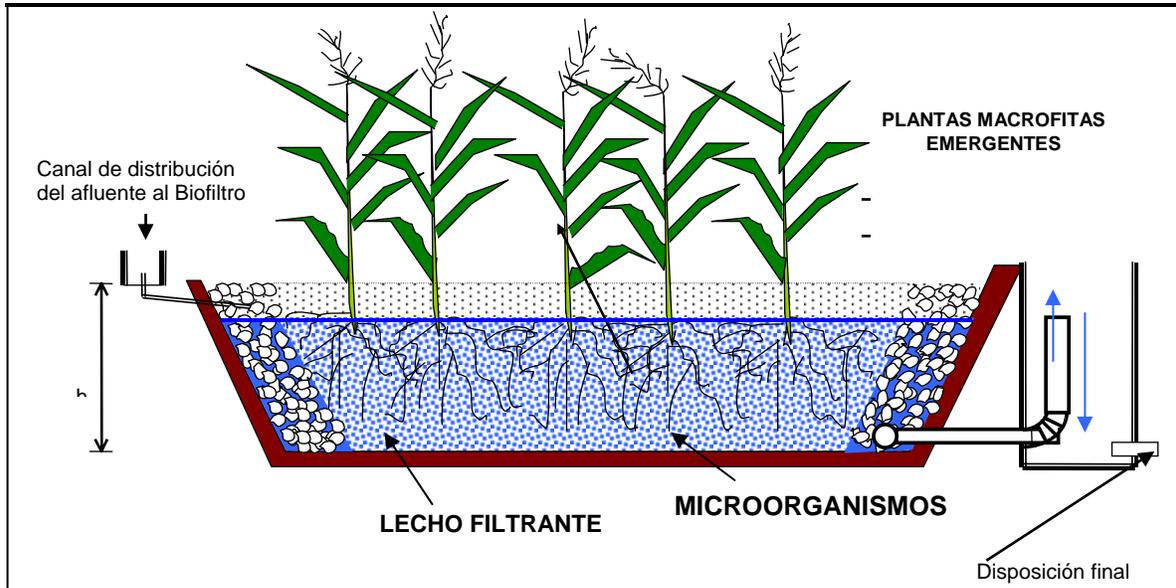
- 3.2.3.1 Lagunas de estabilización aireadas:** la simbiosis entre bacterias y algas se aprovecha para degradar materia orgánica; las primeras consumen materia orgánica y oxígeno y producen CO<sub>2</sub>, mientras que las segundas consumen CO<sub>2</sub> y producen oxígeno por medio de la fotosíntesis, lo que mantiene concentraciones de oxígeno disuelto adecuadas en la zona superior de la laguna. Este es un sistema de tratamiento basado en lagunas, compuesto generalmente por dos o tres estanques conectados en serie.

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

- 3.2.3.2** Lodos activados: en este sistema, los microorganismos se encuentran mezclados con la materia orgánica que digerirán para crecer y sobrevivir. Cuando los microorganismos crecen y son mezclados con la agitación del aire, éstos tienden a agruparse para formar una masa activa de microorganismos denominada lodos activado sedimentado.
- 3.2.3.3** Filtros percoladores: se permite poner en contacto las aguas residuales con cultivos biológicos adheridos a un empaque, suficientemente espaciado para que circule aire.
- 3.2.3.4** Discos biológicos rotatorios: este sistema consiste en un empaque giratorio en el cual se encuentra la biomasa adherida. El disco rota sobre su eje lentamente con un 40% de su superficie sumergida en el agua residual, mientras que el resto entra en contacto con el aire.
- 3.2.3.5** Filtro sumergido aerobio: este sistema consiste en un tanque empacado con elementos plásticos o piedras. El empaque, provee área para la adherencia de los microorganismos, se encuentra sumergido en el agua residual. El oxígeno debe ser incorporado al agua mediante difusores de aire. Este sistema no contiene partes móviles y combina un tratamiento con base en biopelícula y biomasa en suspensión, característica que le confieren alta concentración de microorganismos en su seno, lo que a su vez le proporciona capacidad para el tratamiento de altas cargas de materia orgánica y estabilidad en su operación.

## Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA



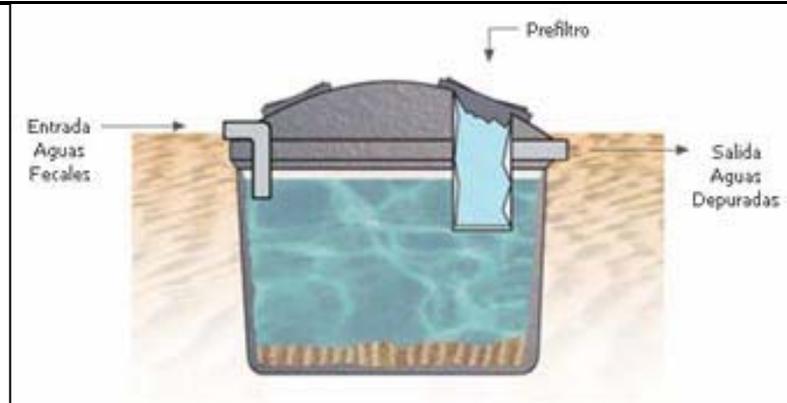
Fuente: Uso de la tecnología de biofiltros para el tratamiento de aguas residuales en Nicaragua. Ing. Nestor Fong Proyecto astec. Ciema. Uni-RUPAP

**3.2.3.6 Fosa séptica:** se considera como un digestor convencional a escala reducida. Su uso se ha limitado a tratar las aguas residuales de casas de habitación, escuelas, etc; generalmente en las zonas rurales en donde no existe el servicio de drenaje (Morgan Sagastume).

La fosa séptica es un dispositivo de tratamiento de residuos líquidos domésticos con capacidad de darles un grado de tratamiento compatible con su simplicidad y costo. Este sistema se considera un sistema de tratamiento primario (Gámez, 2005). La materia sedimentable que entra a la fosa séptica entra a un proceso de digestión anaerobio biológico con disolución, licuación y volatilización de la materia orgánica, transformando los desechos en sustancias y compuestos más simples y estables. Es por esto que la cantidad de lodo que se acumula en el estanque es pequeña. Pero a medida que la cantidad de lodo aumenta, la eficiencia de la fosa también.

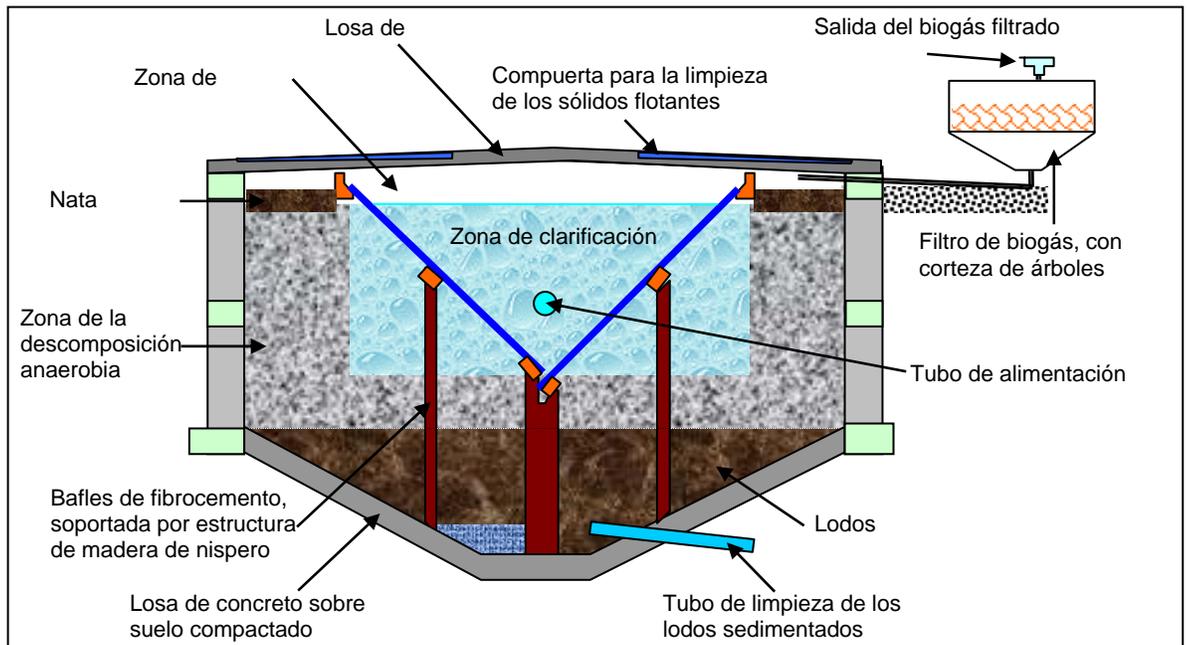
Las dimensiones de las fosas sépticas varían según el número de personas servidas, el tiempo de retención, velocidad de escurrimiento y espacio adicional para la acumulación de lodos.

## Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA



Fuente: <http://www.fosassepticas.com.es/rem/fosaprefiltroo.jpg>

**3.2.3.7 Tanque Imhoff:** es un sistema un poco más complejo que la fosa séptica, ya que crea dos compartimentos distintos: el de decantación y el de digestión. Esto impide en cierto modo que el biogás formado en la cámara de digestión altere las condiciones hidráulicas de la cámara de decantación.



Fuente: Uso de la tecnología de biofiltros para el tratamiento de aguas residuales en nicaragua. Ing. Nestor Fong Proyecto astec. Ciema. Uni-RUPAP

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

**3.2.3.8** Lagunas anaerobias: generalmente este sistema es utilizado para aguas residuales industriales evacuadas a temperatura mayor a la del ambiente y con contenido de sólidos suspendidos sedimentables. Son tanques profundos en donde las condiciones anaerobias prevalecen.

**3.2.3.9** Filtro anaerobio: es un reactor de flujo ascendente o descendente empacado con soportes plásticos o piedras de 3 a 5cm de diámetro promedio. Este sistema puede soportar cargas de hasta 20kg DQO/m<sup>3</sup>día

**3.2.3.10** Reactor anaerobio UASB: el reactor anaerobio de lecho de lodos UASB (upflow anaerobic sludge blanket) está constituido por una cama de lodos localizada en el fondo del reactor con un volumen aproximado de 1/3 el volumen total de éste. Además este sistema tiene un sistema de captación del subproducto energético de este proceso (biogás). Con este tipo de sistema de tratamiento se pueden lograr eficiencias de remoción en DQO del orden de 70 a 80%.

**3.2.3.11** Sumideros: Conocidos también como pozos absorbentes, generalmente reciben los efluentes de las fosas sépticas lo que hace que estos sistemas tengan larga vida útil, debido a la facilidad de infiltración de los líquidos. (Gámez, 2005)

Los sumideros por lo general tienen entre 2 a 2.5m de diámetro, con una profundidad de los 6 a los 12m donde se vacían las aguas negras provenientes de la fosa séptica que luego se infiltran al suelo. Tienen forma de tronco cónica relleno hasta  $\frac{3}{4}$  de su alto con piedra bolón que sirve para distribuir el efluente en el subsuelo. Son tapados con losas de hormigón de 0.20m de espesor, con una tapa de inspección de 0.60 x 0.60m donde se coloca un tubo para ventilación y eliminación de gases (Gámez, 2005).

Este sistema se recomienda en los siguientes casos:

- Cuando se vacían sólo aguas de lavado, desagües de piscina o aguas pluviales.
- Para efluente de fosa séptica.

## Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA

---

- Cuando se dispone de bastante terreno.
- Como solución transitoria.

**3.2.3.12 Sistemas de saneamiento básico:** En lo que respecta a este tipo de sistemas de saneamiento, se menciona principalmente las letrinas de foso seco, la que es la más utilizada en Nicaragua, compuesta por el foso, un piso con asiento y su respectiva caseta. Según la Norma de Saneamiento básico rural (NTON 09002-99), las letrinas se construyen de acuerdo a los siguientes criterios:

**Tabla XXX. Criterios de construcción de letrinas (NTON 09002-99)**

Período de diseño mínimo	4 años
Período de diseño máximo	10 años
Volumen de lodos	60L / persona / año
Rango de profundidad	2 - 4.5m
Forma	Rectangular
Ancho	0.7m
Largo	0.9m
Brocal (elevación sobre el terreno)	0.5m altura máxima

### **3.3 Impacto ambiental de los residuos sólidos y líquidos**

La contaminación ambiental es la alteración de las características naturales físicas, químicas y biológicas de cada uno de sus ámbitos: agua, aire y suelo. La contaminación es la causa de daños al medio ambiente en general y a la salud de las personas y animales en particular (INIFOM, 1994).

El problema de los residuos sólidos, en la gran mayoría de los países, y particularmente en determinadas regiones, se viene agravando como consecuencia del acelerado crecimiento de la población y concentración en las áreas urbanas, del desarrollo industrial, los cambios de hábitos de consumo y mejor nivel de vida, así como también debido a otra serie de factores que conllevan a la contaminación del medio ambiente y al deterioro de los recursos naturales. En general el desarrollo de cualquier región viene acompañado de una mayor producción de residuos (Lacayo, 2000).

Un buen sistema de recolección y de disposición final de los residuos sólidos, por medio de un relleno sanitario, acompañado cuando sea posible por el compostaje de la fracción orgánica y la recuperación y/o reciclaje de la fracción inorgánica, permitirá evitar:

- La contaminación del suelo, aguas superficiales y aguas subterráneas.
- Proliferación de vectores de enfermedades, como ratones, cucarachas, moscas, etc., que transmiten a la población microorganismos patógenos, tales como los causantes de la tifoidea, disentería, triquinosis.

Muchos materiales potencialmente peligrosos, como recipientes de disolventes y plaguicidas, residuos médicos y partículas de asbesto, pueden estar presentes en los residuos por lo que la inadecuada disposición de los residuos sólidos no sólo preocupa por los vectores de enfermedad, sino también por el contacto que puede tener la población con estos residuos peligrosos.

Para los residuos líquidos, disponer de un sistema de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento, permite disponer en suelos y cuerpos de aguas

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

superficiales, efluentes tratados que no producirán contaminación al medio ambiente y la salud de la comunidad (INIFOM, 2004).

El impacto más obvio de la indebida disposición de los residuos líquidos en cuerpos de agua superficiales es la aceleración del proceso de eutrofización debido a la gran carga de nutrientes que llevan las aguas residuales

### **3.3.1 Salud humana**

Los residuos sólidos orgánicos en condiciones de calor y humedad en lugares propicios para la multiplicación de organismos causantes de enfermedades, tales como: moscas, roedores y mosquitos.

Existen dos tipos de riesgos a la salud, proveniente de los residuos sólidos:

- a) **Riesgos directos:** Se da por el contacto directo con los residuos. Las personas más expuestas son los recolectores, debido a la manipulación de recipientes inadecuados para almacenamiento de residuos.
- b) **Riesgos indirectos:** Proliferación de vectores de enfermedades (moscas, zancudos, ratas, cucarachas, etc) y alimentación de animales con basura (cerdos, aves, etc) que luego son consumidos por humanos y pone en peligro la salud pública.

La disposición de los residuos líquidos sin previo tratamiento generalmente conlleva a la transmisión de enfermedades gastrointestinales en la comunidad.

### **3.3.2 Medio Ambiente**

Las consecuencias ambientales de la indebida disposición final tanto de los residuos sólidos como de los residuos líquidos, es la contaminación del agua, contaminación del suelo y la contaminación del aire.

Además debe mencionarse el deterioro estético de las ciudades y del paisaje natural como el efecto ambiental más obvio de la indebida disposición final de los residuos sólidos en el ambiente.

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

### **3.3.2.1 Contaminación del Agua**

Según Glynn (1999), el agua se contamina cuando la descarga de residuos perjudica la calidad del agua o perturba el equilibrio ecológico natural. Los contaminantes que causan problemas comprenden organismos causantes de enfermedades (patógenos), materia orgánica, sólidos, nutrientes, sustancias tóxicas, color, espuma, calor y materiales radioactivos.

También se dice que la contaminación del agua es en alto grado el producto de una densidad de la población y del crecimiento urbano e industrial que va siempre en aumento (Strobbe, 1993).

El efecto ambiental más serio pero menos reconocido es la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por el vertimiento de las basuras a las vías y quebradas, residuos enterrados y por el líquido percolado de los botaderos a cielo abierto (Jaramillo, 1991). La descarga de basura a las corrientes de agua incrementa la carga orgánica y disminuye el oxígeno disuelto, aumenta los nutrientes y algas que dan lugar a la eutrofización, causa la muerte de peces, genera malos olores y deteriora su aspecto estético (Jaramillo, 1991).

Además los residuos sólidos municipales frecuentemente se encuentran mezclados con los residuos sólidos industriales, lo que provoca contaminación química; produciendo de esta manera la pérdida del recurso agua para consumo humano o para recreación, se destruye la fauna acuática y también se deteriora el paisaje (Lacayo, 2000)

La descarga de las basuras en las corrientes de agua o su abandono en las vías públicas, traen consigo también la disminución de los cauces y canales y la obstrucción de los alcantarillados. En épocas de lluvia esto provoca inundaciones que en algunos casos ocasionan la pérdida de cultivos, y bienes materiales más grave aún de vidas humanas. (Jaramillo, 1991).

A causa de esta circunstancia, se ha perdido en muchas ocasiones este recurso tan importante para el abastecimiento o para la recreación de la población (Turk, 1973). Ejemplo en nuestro país son la Laguna de Tiscapa y Masaya las cuales se encuentran expuestas al vertimiento directo de los residuos sólidos (y líquidos en

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

el caso de Masaya), ambos cuerpos de agua se encuentran en un proceso avanzado de eutrofización y se han convertido incluso en sitios vetados para la recreación de la población.

### **3.3.2.2 Contaminación del suelo**

El efecto de la contaminación del suelo consecuencia de la disposición de residuos sólidos y residuos líquidos es el deterioro estético y desvalorización tanto del terreno como de las áreas vecinas (Jaramillo, 1991).

La contaminación del suelo a diferencia del agua y del aire puede ser un proceso irreversible que a su vez causa contaminación en el entorno e indirectamente facilita la introducción de tóxicos en la cadena alimenticia y daños al ser humano (Burgos, 1993).

### **3.3.2.3 Contaminación del Aire**

En los botaderos a cielo abierto, es evidente el impacto negativo causado por los residuos, debido a los incendios y humos que reducen la visibilidad y son causa de irritaciones nasales y de la vista, así como de incremento en las afecciones pulmonares, además de las molestias originadas por los malos olores (Jaramillo, 1991).

### **3.4 Características de la RNLA**

Según datos no oficiales la RNLA ocupa un área aproximada de 3500ha, limitadas por las laderas interiores del cráter volcánico (Borrador Plan de Manejo, 2005). Las delegaciones territoriales del MARENA de los departamentos de Masaya y Granada son las encargadas de velar por la protección de la Reserva.

El cráter de la Laguna de Apoyo se encuentra en las coordenadas 11.92°N, 86.03°W; siendo la elevación máxima el Cerro Pacaya con 622 msnm ubicado en el municipio de Catarina. La caldera cuenta con 7km de ancho y la superficie de la laguna se encuentra a 78msnm. La erupción que dio lugar a la caldera sucedió aproximadamente hace 23,000 años. La última actividad sísmica se dio en el año 2000, cuando hubo un terremoto de magnitud 5.4 en la escala de Richter. (INETER, 2005).

Según la Clasificación de Salas (1993) la RNLA se encuentra ubicada en la Región Ecológica I, cuyas características principales son:

- Precipitación anual: entre 750 y 2000mm
- Las formaciones vegetales se caracterizan por ser Bosques medianos o bajos subcaducifolios de zonas cálidas y semihúmedas.
- Los suelos de esta región son suelos agrícolas volcánicos y sedimentarios de muy buena calidad.
- La temperatura oscila entre los 24 y 28°C.

Se estima que la Reserva recibe entre 30.000 y 60.000 visitantes anuales (CLUSA, 2005).

#### **3.4.1 Nombre y comunidades que se ubican en la Reserva**

Existen varias comunidades asentadas dentro de los límites de la Reserva, entre estas se encuentran Plan de la Laguna, Los Ángeles, Lupita, Casa de Tabla y La Conquista. Las tres primeras comunidades se encuentran en la jurisdicción de Catarina, Casa de Tabla y La Conquista pertenecen al municipio de Diriá.

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

La comunidad Plan de la Laguna ubicada al noroeste de la RNLA en las microcuencas Mirador de Catarina, El Deslave y Plan de la Laguna. tiene una densidad de 35 hab/km<sup>2</sup>.

Tal como se ha mencionado esta comunidad es la que representa mayor presión por actividades humanas dentro de la Reserva debido a su densidad poblacional y a la infraestructura que se presenta en la misma.

La comunidad está compuesta básicamente por familias que habitan en la RNLA desde hace varios años y cuidadores que habitan junto a sus familias en las quintas que se encuentran a su cargo.

### **3.4.2 Datos demográficos.**

La Reserva Natural Laguna de Apoyo se encuentra entre dos de los departamentos con mayores densidades poblacionales del país, según el VIII Censo de Población y IV de la Vivienda (2005), el departamento de Masaya presenta una densidad poblacional de 474,8 hab/km<sup>2</sup> y Granada 161,8 hab/km<sup>2</sup>.

La población del municipio de Catarina es 7 524 habitantes, de los cuales el 50,3% son hombres y el 49,7% son mujeres. En el municipio existe un total de 1 763 viviendas, de las cuales 1 497 se encuentran ocupadas, el promedio de personas que habitan en cada vivienda es cinco. Según el censo 2005, la tasa de crecimiento poblacional del departamento de Masaya es de 1,8%.

El área de la comunidad Plan de la Laguna, es el área más densamente poblada de la Reserva, conformada por las microcuencas de El Mirador de Catarina, El Deslave y El Plan de la Laguna (Geólogos del Mundo-Alcaldía de Catarina, 2004). Estas tres microcuencas se encuentran en la jurisdicción del municipio de Catarina (Ver Anexo 1).

Según el Área de Catastro de la Alcaldía de Catarina, la población estimada que habita de manera permanente en Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA es de 180 personas, este número aumenta en temporada de verano y vacaciones, cuando los dueños de las quintas visitan la Reserva.

### **3.4.3 Factores físicos**

#### **3.4.3.1 Tipo de suelo:**

Según el Estudio Bases y Acciones para el Ordenamiento Territorial del Municipio de Catarina (EBAOTMC) realizado por el INETER, Alcaldía de Catarina y Geólogos del Mundo en el año 2004, el suelo de esta zona es catalogado como tierras escarpadas, cuya característica es la de ser suelos muy pedregosos con pendientes que van del 30 al 75%. Este tipo de suelo no es apto para cultivos, sin embargo se pueden observar dentro de la microcuenca zonas de cultivos de granos básicos.

#### **3.4.3.2 Hidrografía e Hidrología**

Dentro de la hidrología superficial de la Cuenca del Cráter del Volcán Apoyo, no existen ríos permanentes; solamente ríos efímeros o intermitentes que son originados por las escorrentías superficiales generada en los suelos de cobertura una vez saturados por la precipitación pluvial durante la época lluviosa.

La red de drenaje pluvial del cráter del volcán Apoyo, está fuertemente influenciada por su geomorfología, de la cual destacan de manera visibles cerros tales como el Cerro Pacaya, con una elevación topográfica de 622 msnm. Ubicado en el municipio de Catarina, así como también el Cerro la Ardilla, ubicada en el municipio del Diríá. Como parte de esta red de drenaje pluvial, se forman una amplia red de drenaje pluvial de profundas cañadas o cauces naturales que descienden desde los cerros ubicados en los cerros del Cráter del Volcán Apoyo. También se distinguen Escarpes, que pueden originar derrumbes o deslizamientos, y en la parte media hacia la parte baja con dirección a la laguna, se distingue una pequeña llanura aluvial, y por ultimo, conos de eyección; siendo todos estos rasgos principales que controlan los flujos de escorrentías superficial que drenan hacia la laguna de Apoyo, todos esa red de drenaje, con una alta capacidad de transporte de fluido y de materiales dendríticos, tal y como se refleja en los grandes clastos o rocas a lo largo de los distintas quebradas o cauces. Toda esta red de drenaje pluvial, también funciona como parte del sistema de recarga de la laguna.

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

Por el tipo de red de drenaje pluvial, se considera al cráter de la laguna de Apoyo como una red de endorreica, de tipo dendrítica y de régimen estacionario. Dentro de esta cuenca, se pueden encontrar varios manantiales que nacen que nacen en las laderas de la laguna de Apoyo, siendo alguno de los más importantes que se pueden mencionar el “Río Limón”, ubicado en el municipio del Diriá, así como el llamado “Pila de Pacaya”, ubicado en el municipio de Catarina. De este último manantial, donde la población de ese sector se abastece de agua eventualmente (Datos preliminares Estudio Hidrogeológico y de Gestión de los Recursos Hídricos en la Cuenca de la Laguna de Apoyo, en el ámbito de la cooperación al desarrollo).

### **3.4.3.3 Flora y Fauna**

En la RNLA predominan las áreas de bosques, matorrales y bosques secundarios. Se pueden encontrar alrededor de 2000 especies de árboles, 170 especies de mamíferos, 700 especies de aves, 190 especies de peces, 216 moluscos y aproximadamente 1330 especies de mariposas.

Además en la laguna de Apoyo existen 3 especies de peces endémicos de la misma, los cuales se encuentran denominados hasta el momento como: *Amphilophus* cf. *citrinellus* (grupo de peces “mojarra común), *Amphilophus* “Short”, *Amphilophus* “Chancho”, *Amphilophus* “Apoyo amarillo” (CLUSA, 2005).

### **3.4.3.4 Información urbanística**

En la comunidad Plan de la Laguna, se encuentra el mayor desarrollo en infraestructura de la RNLA al encontrarse, según el Departamento de Catastro de Catarina, 88 predios registrados de los cuales 76 poseen infraestructura. Entre estos predios se encuentran las quintas o casas de verano y las viviendas de los pobladores de la zona. También se incluyen 8 hoteles y 4 restaurantes (ranchos) y el Complejo Turístico Norome el cual posee 66 villas (cabañas de una planta o dos, que pueden tener hasta cuatro habitaciones).

### **3.4.3.5 Factores socioeconómicos**

En Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA solamente se cuenta con una escuela de educación primaria “Alfonso Velásquez”. La población adolescente para tener acceso a la educación de estudios secundarios tiene que asistir al instituto que se encuentra en el Valle de la Laguna, ubicada en el área de amortiguamiento de la Reserva. Los servicios de salud a los que tienen acceso son prestados por el SILAIS de Catarina. .

En lo que respecta a servicios básicos, solamente tienen acceso el servicio de energía eléctrica suministrado por DISSUR. El abastecimiento de agua para consumo humano es a través de los pozos excavados. No cuenta con telefonía convencional ni teléfono público, solo tienen acceso a la telefonía celular.

Para el lavado de la ropa y para aseo personal en la mayoría de los casos, utilizan el agua de la laguna.

La infraestructura de las viviendas de los habitantes de la zona es en su mayoría precaria, a excepción de las casas de las quintas, dotadas de letrinas como sistema de saneamiento básico.

El camino de acceso a la Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA es una vía de todo tiempo de carpeta asfáltica, pero la vía de acceso a las viviendas de la comunidad es de tierra.

Los pobladores de la comunidad Plan de la Laguna se dedican mayormente al cuidado de quintas y a labores agrícolas en la zona. Los principales cultivos que se siembran en la zona, a pesar de las pronunciadas pendientes que se presentan, son de granos básicos, tales como: frijol, maíz, hortalizas, plátano, marañón, entre otros. También existen pequeños artesanos de productos de madera y arcilla, además de otros que se dedican a trabajar en los establecimientos turísticos de la zona (CLUSA, 2005). Se conoce que existe extracción de madera y pesca para autoconsumo. También existe caza ilegal-furtiva de conejos, venados, cusuco, guardatinajas, entre otros.

### **3.4.3.6 Problemática ambiental local**

El principal problema ambiental de la Comunidad Plan de la Laguna es, la contaminación ambiental por residuos sólidos y líquidos, quema forestal, producto de las actividades antropogénicas. La Reserva Natural Laguna de Apoyo como Área Protegida se encuentra bajo la tutela del MARENA, pero solamente cuenta con un guardaparque el cual no tiene la capacidad vigilar y controlar todas las actividades del área. Esto conlleva a que no exista un control adecuado sobre la deforestación, sobre construcciones que se estén realizando, disposición de residuos y en general de todas las actividades de la Reserva.

Tampoco a los residuos sólidos se les da la disposición final adecuada, a pesar de que desde mediados de octubre la zona cuenta con sistema de recolección de los residuos con una frecuencia de dos veces por semana, todavía se pueden observar basureros ilegales en la comunidad. La mayoría de estos basureros se encuentran ubicados paralelos al acceso vial de la comunidad, generalmente frente a las quintas (Ver Anexo 8).

Tampoco existe tratamiento de las aguas negras en quintas y casas, tampoco en los bares y restaurantes ubicados en la costa de la laguna. Todos estos establecimientos cuentan con letrinas que muchas veces están ubicadas muy cercanas a la costa. La mayoría de los hospedajes cuentan con tanques sépticos que son vaciados periódicamente por una pipa. Algunos establecimientos cuentan con fosas de infiltración.

Entre otras características que hacen que la RNLA sea un área vulnerable es su alto grado de sismicidad, la última actividad sísmica fue en el año 2000 con un terremoto de 5.4 grados en la escala de Richter.

Además La deforestación junto con las altas pendientes que presenta la zona, hace que en invierno los deslizamientos de tierra sean frecuentes.

En la Evaluación Geoambiental de la Microcuenca del Mirador de Catarina (2004), se menciona que el Plan de la Laguna se encuentra entre las zonas de la RNLA calificadas como *zonas altamente críticas*, por estar expuesta a fenómenos naturales como lluvias fuertes, sismos, deslizamientos y erosión.

### **3.5 Marco Jurídico**

En este acápite se procederá a mencionar las leyes que rigen las actividades de la Reserva Natural Laguna de Apoyo. Mencionando particularmente los artículos que para efectos de este trabajo se consideran importantes. Luego se hará un análisis general de las leyes mencionadas y las actividades de la Reserva.

- **Constitución Política de la República.**

La Constitución Política de Nicaragua en su Título IV, Derechos, deberes y garantías del pueblo nicaragüense, en el Capítulo III de los Derechos sociales en su Artículo 60, declara que:

“Los nicaragüenses tienen derecho de habitar en un ambiente saludable. Es obligación del Estado la preservación, conservación y rescate del medio ambiente y de los recursos naturales.”

- **Decreto No. 42-91: Declaración de Áreas Protegidas en Varios Cerros Macizos Montañosos, Volcanes y Lagunas del País.**

**Artículo 2:** Declárase además Areas Protegidas de Interés Nacional los volcanes, lagunas cratéricas y esteros del Pacífico definidos como Reservas Naturales en la Ley del 19 de Septiembre de 1983, además de las lagunas de Asososca, Tiscapa, Nejapa, Xiloá, Masaya y Apoyo.

- **Ley 217. Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales**

Esta ley establece las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales que lo integran asegurando su uso racional y sostenible.

**Título II: De la Gestión del Ambiente. Capítulo II: De los instrumentos para la gestión ambiental. Sección III. Áreas Protegidas. Artículo 21.** Todas las actividades que se desarrollen en áreas protegidas. Obligatoriamente se realizarán conforme a planes de manejo supervisados por el MARENA, los que se adecuarán a las categorías que para cada área se establezcan. Tanto en la consecución de

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

los objetivos de protección como en la gestión y vigilancia se procurará integrar a la comunidad.

**Título II: De la Gestión del Ambiente. Capítulo II: De los instrumentos para la gestión ambiental. Sección III. Áreas Protegidas. Artículo 23.** Todas las tierras de propiedad privada situadas en áreas protegidas están sujetas a las condiciones de manejo establecidas en las leyes que regulen la materia. Los derechos adquiridos de los propietarios que no acepten las nuevas condiciones que se establezcan estarán sujetos a declaración de utilidad pública previo pago en efectivo de justa indemnización.

**Título III: De los recursos naturales. Capítulo II: De las aguas. Sección I. Normas comunes. Artículo 73.** Es obligación del Estado y de todas las personas naturales o jurídicas que ejerzan actividad en el territorio nacional y sus aguas jurisdiccionales, la protección y conservación de los ecosistemas acuáticos, garantizando su sostenibilidad.

**Título IV: De la calidad ambiental. Capítulo I: Normas comunes. Artículo 113.** Se prohíbe el vertimiento directo de sustancias o desechos contaminantes en suelos, ríos, lagos, lagunas y cualquier otro curso de agua.

El Ministerio de Salud en coordinación con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, dictará las normas para la disposición, desecho o eliminación de las sustancias, materiales y productos o sus recipientes, que por su naturaleza tóxica puedan contaminar el suelo, el subsuelo, los acuíferos o las aguas superficiales.

**Título IV: De la calidad ambiental. Capítulo II: De la contaminación de la atmósfera, agua y suelo. Artículo 125.** El Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales como autoridad competente determinará, en consulta con los sectores involucrados, el destino de las aguas residuales, las características de los cuerpos receptores y el tratamiento previo, así como las concentraciones y cantidades permisibles.

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

**Título IV: De la calidad ambiental. Capítulo II: Desechos sólidos no peligrosos. Artículo 129.** Las alcaldías operarán sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos del Municipio, observando las normas oficiales emitidas por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales y el Ministerio de Salud, para la protección del ambiente y Salud.

- **Decreto No. 9-96: Reglamento de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.**

**Título IV: De la calidad ambiental. Capítulo IV: Del monitoreo de la calidad ambiental, y de los vertidos y emisiones. Artículo 78.** Es responsabilidad del MARENA en coordinación con otras instituciones competentes asegurar que periódicamente se realice monitoreo de la calidad ambiental. El monitoreo podrá realizarse por instituciones técnico-científicas que MARENA seleccione según los criterios técnicos establecidos para este fin.

**Título IV: De la calidad ambiental. Capítulo IV: Del monitoreo de la calidad ambiental, y de los vertidos y emisiones. Artículo 79.** El monitoreo de los vertidos y emisiones que cada actividad produzca, es responsabilidad de las personas naturales o jurídicas que realizan la actividad, según se establezca en las regulaciones y permisos correspondientes, remitiendo los resultados a MARENA quien controlará aleatoriamente la calidad y veracidad de los resultados del monitoreo.

- **Decreto No. 14-99: Reglamento de Áreas Protegidas de Nicaragua**

**Capítulo III: Administración del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.**

**Artículo 5.** MARENA, a través de la Dirección General de Áreas Protegidas es el ente rector, normativo y directivo de la administración del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), el que tendrá los siguientes objetivos:

1. Velar por la conservación e incremento de los recursos naturales y culturales del SINAP, mediante el diseño, formulación y ejecución de

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

normas, planes, programas y proyectos que favorezcan la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales para el beneficio de la población.

2. Promover la coordinación y cooperación entre instituciones nacionales e internacionales vinculadas con los recursos naturales, así como la participación de los ciudadanos, con el fin de lograr que las actividades que se lleven a cabo en las áreas protegidas y sus zonas de amortiguamiento sean compatibles con los objetivos de las mismas.
3. Facilita mecanismos para la descentralización de la administración de las áreas protegidas.

**Capítulo VIII: Autorizaciones de actividades en las áreas protegidas y los estudios de impacto ambiental. Artículo 37.** Toda actividad en áreas protegidas requiere de una autorización de actividades en Área Protegida, que asegure que la misma es conforme al Plan de Manejo y los objetivos y directrices del manejo del Área.

**Capítulo X: Recreación y turismo en las áreas protegidas. Artículo 47.** Las operadoras de turismo u otras organizaciones para el desarrollo y mejoramiento de infraestructura para atención de visitantes deberán operar conforme a las normas técnicas y condiciones establecidas en los planes de manejo y autorizaciones derivadas de ellos.

- **Ley 559. Ley Especial de Delitos Contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales**

**Capítulo I. Artículo 1. Objeto.** La presente ley tiene por objeto tipificar como delitos contra el medio ambiente y los recursos naturales, las acciones u omisiones que violen o alteren las disposiciones relativas a la conservación, protección, manejo, defensa y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales, así como, el establecimiento de la responsabilidad civil por daños y perjuicios ocasionados por las personas naturales o jurídicas que resulten con responsabilidad comprobada.

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

**Capítulo II. Artículo 6. Contaminación del suelo.** Las personas naturales o jurídicas que de forma dolosa sin autorización correspondiente de la autoridad competente realicen directa o indirectamente, o autoricen y permitan el descargue, depósito o infiltración de aguas residuales, líquidos o materiales químicos o bioquímicos, desechos o contaminantes tóxicos en los suelos, por lo que se ocasione o pueda ocasionar inminentemente daños a la salud, a los recursos naturales, la biodiversidad, calidad del agua o a los ecosistemas en general, se les impondrá una pena de seis meses a cinco años de prisión y multa en córdobas equivalente a un mil (U\$ 1 000.00) a cincuenta mil dólares (U\$ 50 000). Esto sin menoscabo del pago de los daños causados a terceros.

**Capítulo II. Artículo 7. Contaminación del agua.** La misma pena del artículo anterior se impondrá a las personas naturales o jurídicas que de forma dolosa sin autorización correspondiente de la autoridad competente realicen directa o indirectamente, o autoricen y permitan el descargue, depósito o infiltración de aguas residuales, líquidos o materiales químicos o bioquímicos, desechos o contaminantes tóxicos en aguas marinas, ríos, cuencas y demás depósitos o corrientes de agua, que ocasionen o puedan ocasionar inminentemente daños a la salud, a los recursos naturales, la biodiversidad, calidad del agua o a los ecosistemas en general.

**Capítulo II. Artículo 8. Contaminación del aire.** El que de forma dolosa y sin la autorización correspondiente de la autoridad competente, mediante el uso o la realización de quemas de materiales sólidos y líquidos, químicos o bioquímicos o tóxicos, genere o descargue emisiones puntual o continua que contaminen la atmósfera y el aire con gases, humo, polvos o contaminantes que ocasionen daño a la salud de las personas, a los recursos naturales, la biodiversidad o a los ecosistemas, se le impondrá la misma pena señalada en el capítulo anterior.

- **Decreto 33-95. Disposiciones para el control de la contaminación proveniente de las descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias.**

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

**Capítulo I. Artículo 1. Objeto.** Las disposiciones del presente decreto tienen por objeto fijar los valores máximos permisibles o rangos de los vertidos líquidos generados por las actividades domésticas, industriales y agropecuarias que descargan a las redes de alcantarillado sanitario y cuerpos receptores.

**Capítulo III. Disposiciones Generales. Artículo 14.** Se prohíbe la descarga directa o indirecta de aguas residuales tratadas o no tratadas de origen doméstico, industrial y agropecuaria a los ecosistemas de lagos volcánicos.

- **Decreto 394. Disposiciones Sanitarias**

**Capítulo I: De la higiene. Artículo 8.** Toda persona natural o jurídica deberá eliminar adecuada y sanitariamente las aguas residuales y las pluviales a fin de evitar la contaminación del suelo, de las fuentes naturales de agua para el consumo humano y la formación de criaderos de vectores transmisores de enfermedades o molestias públicas.

- **NTON 05 002-99: Norma Técnica para el Control Ambiental de las Lagunas Cratéricas (NTON 1999)**

1. **Objeto:** La presente norma tiene por objeto establecer las especificaciones técnicas para la protección y conservación de las lagunas cratéricas y la calidad natural de sus aguas, que por su condición natural las hacen susceptibles a la degradación.
5. **Manejo de desechos sólidos y líquidos. 5.1.1.** No se permite descargar en las lagunas Cratéricas, directa o indirectamente, aguas residuales tratadas o no tratadas, de origen doméstico, industrial o agropecuario, ni la canalización de aguas pluviales que lleven desechos sólidos.
5. **Manejo de desechos sólidos y líquidos. 5.1.2.** Solamente se permitirá dentro de las lagunas Cratéricas el vertido de residuos líquidos de origen doméstico en sistemas de tanques sépticos que deben ser vaciados periódicamente y sus desechos depositados en lugares autorizados para ese fin.
5. **Manejo de desechos sólidos y líquidos. 5.1.4.** No se permite la disposición de desechos sólidos en el área de protección. Dentro del área de conservación

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

solamente se permitirá la disposición de desechos sólidos en los sitios autorizados para tal fin.

5. **Manejo de desechos sólidos y líquidos. 5.1.5.** Los sistemas de tratamiento de aguas residuales que vierten sus líquidos en lagunas Cratéricas, deberán presentar a la Dirección General de Calidad Ambiental para su aprobación, las directrices para la operación y mantenimiento de su sistema, un plan de contingencias y el manejo y disposición final de sus desechos sólidos y copia de los resultados de los análisis de laboratorio sobre la calidad de las aguas vertidas a la laguna.

- **Ley 40 y 261. Ley de municipios**

**Título II. Capítulo Único. Artículo 6.** Los Gobiernos Municipales tienen competencia en todas las materias que incidan en el desarrollo socio-económico y en la conservación del ambiente y los recursos naturales de su circunscripción territorial. Tienen del deber y el derecho de resolver, bajo su responsabilidad, por sí o asociados, la prestación y gestión de todos los asuntos de la comunidad local, dentro del marco de la Constitución Política y demás leyes de la Nación.

## **4 METODOLOGÍA**

La realización del diagnóstico de los residuos sólidos y líquidos de la RNLA, se llevó a cabo a partir de las siguientes actividades:

- Levantamiento de información primaria y secundaria.
- Caracterización de los residuos sólidos.
- Caracterización de manejo de residuos líquidos.

### **4.1 Levantamiento de información primaria y secundaria**

El levantamiento de la información primaria, se llevó a cabo a través de:

- Entrevistas a los actores locales: Municipalidades: Unidad Ambiental Catarina Ing. Javier Latino. ENACAL: Responsable Unidad Técnica, sede Masaya.
  - a. Entrevistas a los habitantes de la Comunidad Plan de la Laguna de la Reserva, así como trabajadores y dueños de establecimientos turísticos ubicados en el sector, utilizando un formato del tipo encuesta en la cual se registró la información de campo (ver Anexo 2). El objetivo planteado fue identificar cual es el manejo y destino final que le dan a los residuos sólidos y líquidos, su disposición y voluntad a cambio de hábitos en cuanto a residuos sólidos y líquidos se refiere y el nivel de conocimientos sobre manejo de residuos.
  - b. Revisión de fuentes secundarias de información.

### **4.2 Caracterización del Manejo de los Residuos Sólidos:**

Para la realización de la caracterización de los residuos sólidos, se hizo referencia a la metodología presentada en la Guía de Especificaciones Técnicas para la Elaboración de Proyectos Ejecutivos de Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología de México, tomando los parámetros siguientes:

#### **4.2.1 Muestreo (selección del tamaño de la muestra)**

La caracterización de los residuos sólidos se realizó estableciendo una muestra de 12 viviendas y/o quintas, 4 establecimientos turísticos (hospedajes y/o restaurantes) y al Complejo Turístico Norome. El tamaño de la muestra representa el 18% del sector más densamente poblado (Plan de la Laguna).

El periodo de muestreo se estableció de tres días por ser el área en estudio muy pequeña. El levantamiento de los datos de campo se realizó en 3 estratos: casas de habitación (y/o quintas), establecimientos turísticos (hospedajes y restaurantes) y el Complejo Turístico Norome.

El muestreo de residuos sólidos, se llevó a cabo los días lunes 2, martes 3 y el miércoles 4 de octubre del 2006.

Con la finalidad de disminuir el margen de error y garantizar el grado de confiabilidad de los datos del muestro se orientó a los habitantes de las viviendas o establecimientos muestreados que los residuos a entregarse fuesen solamente los generados en el lapso de un día.

#### **4.2.2 Generación**

El dato de la generación per cápita se obtuvo mediante el pesaje individual de los residuos entregados por las muestras, Con los datos obtenidos se calculó el per cápita del estrato (kg/personhab/día).

Para conocer el per cápita de los establecimientos turísticos (incluido Norome), se les preguntó el número de clientes por cada día, además de las personas que laboraban en los restaurantes.

#### **4.2.3 Peso volumétrico**

El peso volumétrico de los residuos recogidos, se calculó por cada día muestreado y para cada uno de los estratos.

Se llenaba un recipiente de volumen conocido con residuos homogenizados y luego se pesaba.

#### **4.2.4 Método del cuarteo**

Este método nos permite obtener una muestra de residuos sólidos para conocer su composición, sus características y proporción (caracterización de los residuos).

El cual consistió homogenizar los residuos recolectados en un lugar limpio para evitar la contaminación otros residuos, una vez homogenizada se seleccionó una muestra de aproximadamente 50 kg, la cual se homogenizó hasta formar un cúmulo homogéneo y posteriormente se procedió a dividir en cuatro partes iguales, después se seleccionaron dos partes opuestas y se procedió a repetir nuevamente con el proceso anterior, hasta obtener una muestra manejable para iniciar el proceso de caracterización de los residuos.

Cabe destacar que en el muestreo del Hotel Norome, no se realizó este método debido a que la muestra provenía de una sola fuente por lo que no era necesario llevarlo a cabo. Sólo se mezclaba la muestra y se procedía a la selección y cuantificación.

#### **4.2.5 Selección y cuantificación de subproductos (composición)**

La selección y cuantificación de los residuos sólidos del muestreo consistió en tomar la muestra obtenida a partir del método del cuarteo y luego separar los componentes de los residuos en:

- |                               |                  |
|-------------------------------|------------------|
| - Residuos de jardín y cocina | - Lata           |
| - Plástico                    | - Tela           |
| - Vidrio                      | - Papel y cartón |

Luego de la selección se procedía al pesado de cada componente por separado para obtener el porcentaje de composición de los residuos.

Los materiales utilizados para la caracterización de los residuos sólidos fueron:

- |           |                           |
|-----------|---------------------------|
| • Báscula | • Escoba                  |
| • Palas   | • Mascarillas protectoras |
| • Baldes  | • Cinta métrica           |
| • Guantes | • Papelería y varios      |

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

Para la realización del muestreo se contó con la colaboración de dos personas.

### ***4.3 Identificación del Manejo Residuos Líquidos***

La identificación sobre el manejo que le da la población de la Comunidad Plan de la Laguna de Apoyo de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA a los residuos líquidos, fue basada en la observación directa y realización de entrevistas tanto a los pobladores como a trabajadores de los establecimientos turísticos (ver Anexo 7).

De la información obtenida se estableció por estrato, el tipo de manejo y/o tratamiento y la disposición final de los residuos líquidos que se realiza en la Comunidad. Plan de la Laguna de la RNLA.

## **5 RESULTADOS**

### **5.1 Características del Manejo de los Residuos Sólidos**

#### **5.1.1 Generación y composición**

La generación de residuos sólidos a partir de las muestras establecidas, es de 305,64 kg/día; obteniendo una producción per cápita (PPC) de la zona de 1,48 kg/hab/día (Ver Tabla 1).

La mayor generación diaria de residuos sólidos es producida por los estratos compuestos por las viviendas y el Complejo Turístico Norome, las cuales son similares (aproximadamente 130 kg), presentando cada una el 43% de generación de residuos; en cambio la generación de los demás establecimientos turísticos (hoteles y restaurantes) es de solamente el 14% del total (ver Figura 1).

Los establecimientos turísticos, incluyendo Norome, tienen un promedio global de 150 personas al día (tomando en cuenta a los trabajadores), por lo que promediando el per cápita de estos dos estratos se obtiene una generación de 180kg por día, dato que se aproxima si se suma la generación obtenida directamente del muestreo (ver Tabla 1)

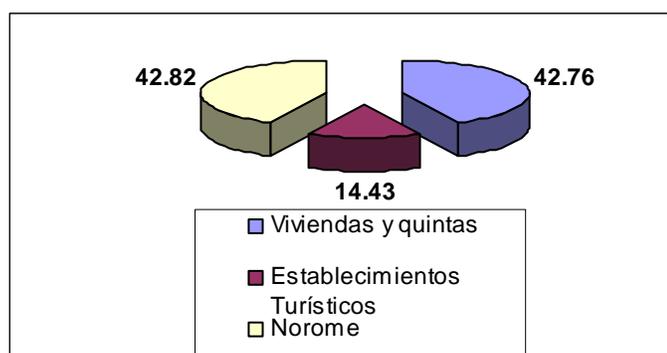
El mayor volumen de generación de residuos sólidos, lo producen las viviendas con aproximadamente 1 m<sup>3</sup> diario, lo que se debe a la gran cantidad de residuos secos (residuos de jardín) que genera este estrato (ver Tabla 1).

En el Gráfico 2., se puede observar que las viviendas tienen el per cápita más alto, esto es debido a que en este estrato generan una gran cantidad de residuos secos por la limpieza de los patios, dato que se puede corroborar con los obtenidos en la caracterización (Contenido de materia orgánica 87,07%).

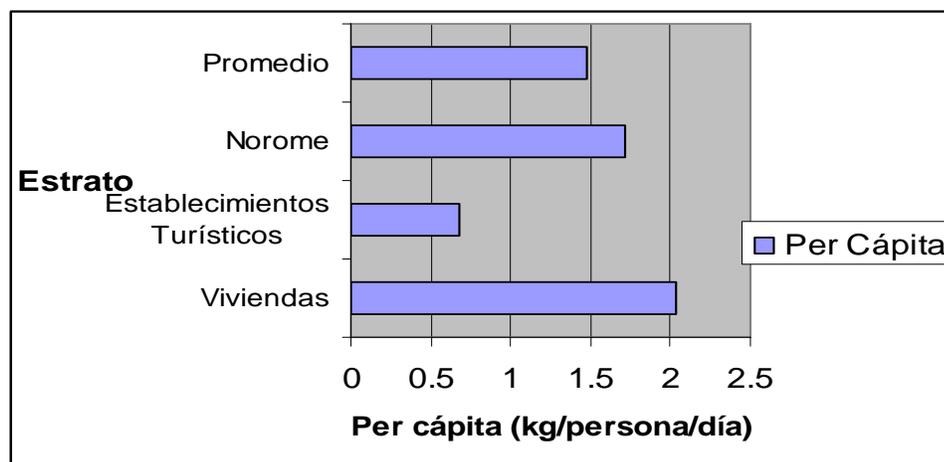
## Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA

**Tabla 1. Generación y Peso Volumétrico**

	Estrato	Producción (kg/día)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Personas	Producción per cápita (kg/persona/día)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )
1	Viviendas y quintas	130.68	1.04	64	2.04	229.27
2	Hoteles y Restaurantes	44.09	0.33	71	0.68	182.93
3	Norome	130.86	0.42	77	1.71	307.92
	<b>Promedio</b>				<b>1.48</b>	
	<b>Total</b>	<b>305.64</b>				



**Figura 1. Generación de Residuos Sólidos por Estrato (%)**



**Figura 2. Generación Per Cápita (kg/hab/día)**

La generación promedio de residuos orgánicos en Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA es del 76%.

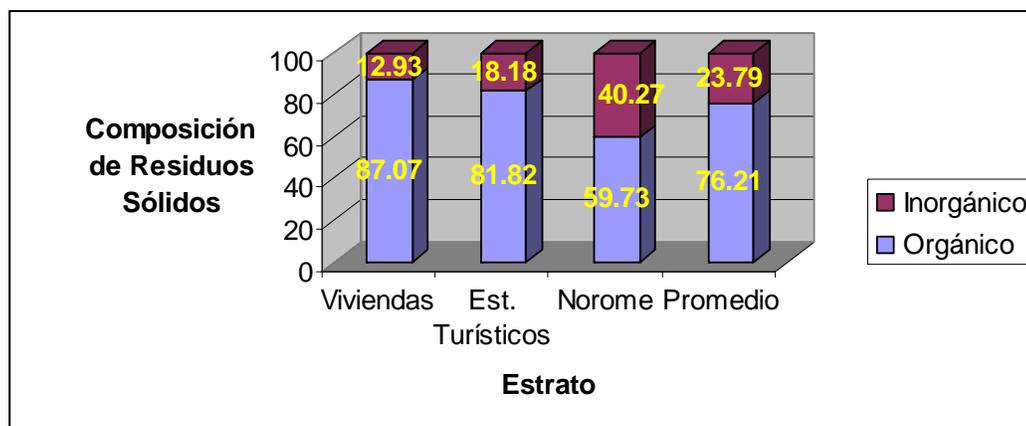
## Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA

El estrato que produce menor cantidad de residuos orgánicos es el Complejo Turístico Norome con una generación aproximada del 60%, en cambio las viviendas generan alrededor de 87% de residuos orgánicos (ver Tabla 2.)

El porcentaje de residuos inorgánicos del Complejo Turístico Norome estaba compuesto por residuos plásticos (botellas, bolsas, pañales desechables) y el vidrio (botellas desechables de bebidas alcohólicas).

**Tabla 2. Composición de los Residuos Sólidos**

	TIPOS	Viviendas	Rest.	Norome	Promedio (%)
1	<b>Orgánico</b>	87.07	81.82	59.73	<b>76.21</b>
2	<b>Inorgánico</b>	12.93	18.18	40.27	<b>23.79</b>



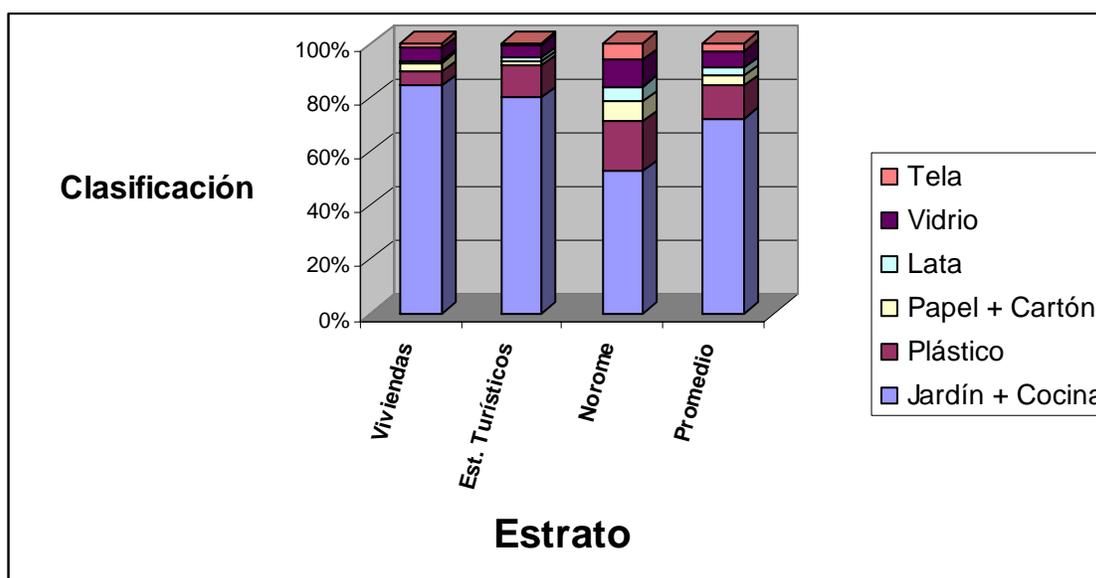
**Figura 3. Composición de Residuos Sólidos (%)**

En la Tabla 3. se presenta la clasificación de los residuos en subproductos. En la cual se puede observar que los residuos orgánicos están compuestos principalmente por los residuos de jardín y cocina; y los residuos inorgánicos, por plástico, siendo el que se presenta en mayor cantidad, en presentación de botellas, bolsas, platos, vasos, entre otros.

## Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA

**Tabla 3. Clasificación de los Residuos Sólidos por estrato estudiado**

	<b>TIPOS</b>	<b>Viviendas</b>	<b>Establecimientos turísticos</b>	<b>Norome</b>	<b>%</b>
1	<b>Jardín + Cocina</b>	84.01	80.07	52.33	<b>72.14</b>
2	<b>Plástico</b>	5.61	11.38	18.62	<b>11.87</b>
3	<b>Papel + Cartón</b>	3.06	1.75	7.40	<b>4.07</b>
4	<b>Lata</b>	0.83	1.20	5.47	<b>2.50</b>
5	<b>Vidrio</b>	4.62	4.85	10.16	<b>6.54</b>
6	<b>Tela</b>	1.87	0.75	6.01	<b>2.88</b>
	<b>TOTAL</b>	100	100	100	<b>100</b>

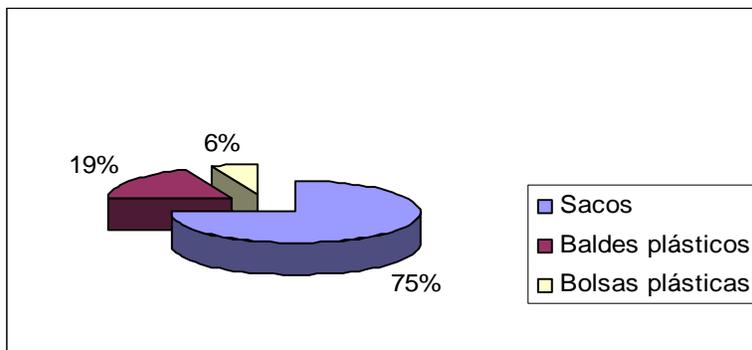


**Figura 4. Clasificación de los Residuos Sólidos**

### 5.1.2 Almacenamiento temporal

Se determinó que la población utiliza recipientes para almacenar los residuos sólidos tales como: baldes y bolsas plásticas o sacos. El recipiente más utilizado en las viviendas para almacenar los residuos es el saco con un 75%, siguiéndole los baldes plásticos con 19% y bolsas plásticas con 6%.

## Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA



**Figura 5. Recipientes utilizados para el almacenamiento de R.S**

Los establecimientos turísticos conocidos como Ranchitos, cuentan con barriles para el depósito de los residuos sólidos los cuales fueron otorgados por la Alcaldía en abril del 2006. Se observó que, en algunos establecimientos, estos no son usados para el almacenamiento de los residuos sólidos.

Se observó en los hospedajes la existencia de contenedores plásticos (barriles) para el almacenamiento temporal de los residuos.

El Complejo Turístico Norome, tiene destinada una área para el almacenamiento temporal de los residuos (Ver Imagen 1.), la cual cuenta con un contenedor metálico de aproximadamente  $5m^3$ . El contenedor está dividido en cuatro depósitos, donde cada depósito está destinado para almacenar distintos tipos de residuos (plástico, residuos de cocina, etc). Sin embargo, se observó que estos depósitos no se utilizan adecuadamente, ya que los residuos son almacenados sin separación previa.

## Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA

---



**Imagen 1.** Vista de Contenedor de almacenamiento de residuos sólidos de Complejo Turístico Norome

### 5.1.3 Recolección

Al momento de realizar el muestreo de los residuos sólidos, en Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA la Alcaldía de Catarina no prestaba el servicio de recolección.

Se confirmó a través de conversaciones sostenidas con la población y la alcaldía, que el servicio de recolección de residuos sólidos en Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA se realizaba solamente durante Semana Santa, cuando la afluencia de turistas es mayor en comparación con el resto del año. La alcaldía, durante este periodo, ejecuta el denominado Plan Playa que consiste en brindar depósitos (barriles) para los residuos y la limpieza de las costas de la laguna.

El Complejo Turístico Norome, paga por un servicio de recolección privado que recogía los residuos una vez a la semana en tiempos de baja afluencia de turistas, pero en tiempo de alta afluencia se requería servicio extra, según Responsable de Medio Ambiente del complejo.

### 5.1.4 Tratamiento

El 80% de los encuestados manifestó que separa parcialmente los residuos sólidos, el vidrio para enterrarlo y los residuos orgánicos de cocina para el

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

consumo de los animales domésticos, los residuos sobrantes (plástico, lata, residuos orgánicos secos) los queman.

En el caso del Complejo Turístico Norome, se observó una compostera de 4.5 m<sup>3</sup> de volumen, donde se le da tratamiento a los residuos orgánicos, pero la cual no cumple los requisitos de un manejo adecuado (Ver Imagen 2). Todos los días se depositan en la compostera los residuos sólidos generados en el área de cocina del Complejo y éstos son tapados con tierra una vez por semana. El compost resultante, según manifestó el encargo de Medio ambiente del complejo, es utilizado en las áreas verdes del Hotel.

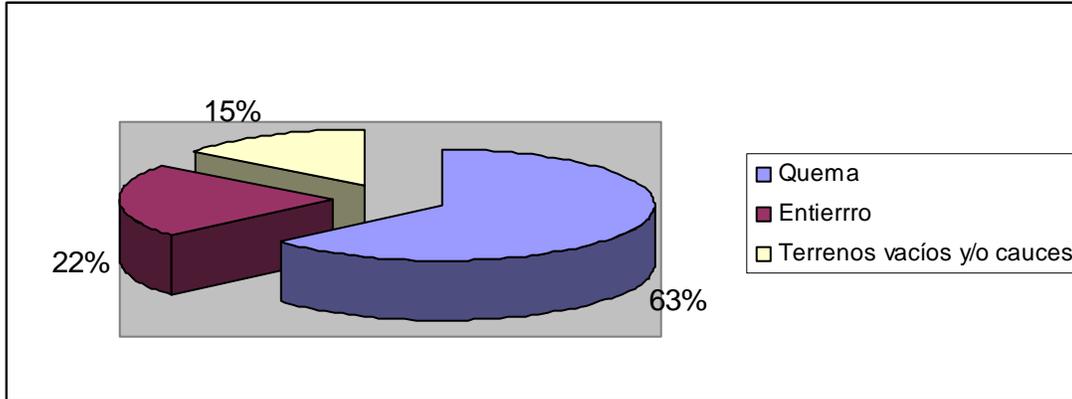


**Imagen 2. Compostera Complejo Turístico Norome**

### **5.1.5 Disposición final**

El método de disposición final para los residuos, utilizados comúnmente por los pobladores, fue la quema con un 56% (materia orgánica seca), seguido del entierro con 19% (principalmente vidrio) y un 13% disponen sus residuos en terrenos baldíos y cauces (ver Figura 5).

## Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA



**Figura 5. Disposición de los Residuos Sólidos**

En el periodo del estudio se constató la presencia de 18 basureros ilegales ubicados la mayoría de éstos paralelos al camino de acceso dentro de la comunidad (Ver ANEXO 8).

## **5.2 Características del Manejo Residuos Líquidos**

### **5.2.1 Generación y composición**

Estos parámetros no se pudieron obtener debido a que se requería de muestreo de las aguas residuales y de pruebas de laboratorio para obtener la composición.

### **5.2.2 Tratamiento**

Se identificó que en Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA los sistemas de tratamiento de las aguas residuales son principalmente el uso de fosas sépticas, sumideros y letrinas.

En el Complejo Turístico Norome, se verificó que cuenta con un sistema de tratamiento de las aguas residuales compuesta por trampa de grasa y una fosa séptica de doble cámara (de concreto). El efluente es extraído cada 15 días mediante una cisterna, evacuando un volumen de 10 000 galones de residuos líquidos, para su posterior traslado fuera del área de la comunidad. En temporada alta (febrero-abril), según el Responsable de Medio Ambiente del complejo, el sistema se descarga hasta una vez por día por la cantidad de clientes que visitan el complejo durante esa temporada.

### **5.2.3 Disposición final**

La mayoría de las viviendas de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA cuentan principalmente con letrinas tradicionales sencillas como método de disposición de sus excretas. Las letrinas, no cuentan con revestimiento para evitar derrumbes en sus paredes o filtraciones al suelo; y están ubicadas a menos de 100 metros de la costa de la laguna.

Las quintas y el hotel La Orquídea, cuentan con sumideros que reciben las aguas residuales domésticas de las mismas (cocina, servicios sanitarios, aguas grises), la mayoría de estos sumideros no cuentan con material impermeabilizante que impida la filtración de líquidos al subsuelo y cuentan con una tapa de concreto.

Se verificó que los hospedajes ubicados en Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA cuentan con fosas sépticas para la disposición de sus efluentes.

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

En la Escuela de Español, se observó que cuentan con 1 fosa séptica y 2 pozos de infiltración.

El hotel Monkey Hut a su vez tiene 5 tanques sépticos: 2 para aguas grises y 3 para las aguas residuales provenientes de los servicios sanitarios. Las aguas grises son usadas para regar las áreas verdes del hotel, en cambio las aguas residuales de los servicios sanitarios son transportadas en una pipa fuera de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA una vez al mes.

Sistemas de saneamiento básico no existen en la zona, para el tratamiento de las aguas grises de las viviendas.

### **5.3 Recomendaciones para manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos**

De manera general, se recomienda que se realice supervisión de las actividades que se llevan a cabo en Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA por parte de las instituciones involucradas con la misma, principalmente de las instalaciones para el almacenamiento y/o tratamiento de las aguas residuales.

#### **5.3.1 Con Respecto a los Residuos Sólidos**

Tomando en consideración los resultados obtenidos y las conclusiones establecidas en el presente estudio se recomienda lo siguiente:

- a) Implementar el servicio de recolección de los residuos sólidos, su posterior tratamiento y disposición final adecuada. Tratar los residuos orgánicos a través de elaboración de compost, reciclaje de botellas plásticas. Disponer los residuos no utilizados en un relleno sanitario. Establecer puntos de transferencia para los residuos sólidos que se generan.
- b) Eliminar y controlar la proliferación de los botaderos ilegales.
- c) Educar a la población sobre la importancia del manejo adecuado de los residuos sólidos y aguas servidas.
- d) Coordinar con los actores locales y desarrollar actividades que involucren a la población activamente en la higiene de su entorno. en el proceso de educación y cambio de actitudes de la población.
- e) Realizar periódicamente campañas de Educación Ambiental en la Reserva, tanto a los pobladores de la misma como en los establecimientos turísticos. Promoviendo la formación de valores, hábitos de comportamiento y costumbres que favorezcan el manejo adecuado de los residuos sólidos y aguas residuales domiciliarias (aguas grises).
- f) Se plantea que se realice un muestreo en temporada de verano, debido a que la densidad y generación de los residuos varía dependiendo de la estación del año.

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

### **5.3.2 Residuos Líquidos**

- a) Mejorar la supervisión, vigilancia y control de los sistemas de almacenamiento o tratamiento de los residuos líquidos en los establecimientos turísticos de la Reserva, así como los de las quintas.
- b) Construir Sistemas individuales de tratamiento de los residuos líquidos y mejorar los sistemas de tratamiento existentes.
- c) Elaborar un estudio que contemple el análisis de los vertidos y determinar si existe contaminación en el cuerpo de agua.
- d) Se recomienda realizar un estudio a las fosas sépticas existentes en Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA para establecer si estas cumplen con los requisitos establecidos.
- e) Existen diferentes componentes de los residuos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA que se pueden reciclar y de esta manera causar que el volumen de residuos que llega al sitio de disposición final sea menor. El más importante de estos componentes son los residuos de Jardín, los cuales separados de los residuos de cocina se pueden compostar ya sea dentro de un área de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA que sea supervisada por el MARENA o la municipalidad, como fuera de la misma como parte del manejo de los residuos sólidos de todo el municipio.

## **6 CONCLUSIONES**

- 1) La diferencia entre la composición de los residuos sólidos del Complejo Turístico Norome y las viviendas, se debe principalmente a los distintos hábitos de consumo de las personas de ambos estratos.
- 2) La producción per cápita de residuos sólidos en Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA (1.48 kg/hab./día) es alta comparada a los índices promedios establecidos internacionalmente para una persona de países de bajo ingreso (0.5 kg /hab./día) y por encima de la media nacional calculada en 0.54 kg/hab./día. También el PPC de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA se encuentra sobre el parámetro establecido para el municipio de Catarina que es 0.42 kg/hab./día.
- 3) Los residuos sólidos generados en la comunidad son mayormente orgánicos (76%).
- 4) El recipiente de uso general para el almacenamiento de los residuos sólidos es el saco.
- 5) Existencia de 18 basureros ilegales en el camino de acceso a la comunidad.
- 6) Inexistencia de un manejo adecuado de los residuos sólidos, los residuos se queman y/o se vierten en os cauces y terrenos baldíos; y el vidrio es enterrado.
- 7) Existe una deficiente supervisión, vigilancia y control de las actividades que se llevan a cabo en la Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA por parte de los entes gubernamentales tales como el Ministerio de Salud y el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.
- 8) Inexistencia de un programa de educación ambiental dirigido a la población que habita en la comunidad.
- 9) Existe falta de fiscalización de las actividades que se llevan a cabo en Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA por parte de los entes

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

gubernamentales tales como el Ministerio de Salud y el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.

- 10) El sistema de tratamiento de los residuos líquidos la mayoría de hospedajes y restaurantes muestreados (excepto Ranchitos) es a través de sumideros y/o fosas sépticas. En cambio las viviendas en su mayoría poseen letrinas para la disposición de sus excretas y las aguas grises son depositadas directamente al suelo.
- 11) Inexistencia de un tratamiento adecuado de las aguas grises en las viviendas domiciliarias.
- 12) Deficiente tratamiento de las excretas en las viviendas domiciliarias.
- 13) Riesgo de contaminación por el mal manejo de los residuos líquidos.
- 14) Tomando en consideración que existe un marco jurídico establecido para las áreas protegidas, y que estas leyes destacan la importancia de la conservación y preservación del medio ambiente, y en el caso específico de las Lagunas Cratéricas (NTON 1999), se establece las disposiciones para el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos en este tipo de ecosistemas, la entidad reguladora carece de los recursos humanos y financieros para vigilar y hacer cumplir estas disposiciones, principalmente en lo que se refiere al desarrollo urbano y turístico que actualmente se da en la Laguna de Apoyo.
- 15) La Alcaldía de Catarina en su función fiscalizadora realiza las inspecciones correspondientes a las construcciones que se hacen en la comunidad del Plan de la Laguna, pero en ocasiones por falta de apoyo del MARENA no se puede obligar a los dueños de estas a cumplir con lo establecido en la legislación.

## **7 BIBLIOGRAFÍA**

- 1) Alcaldía de Catarina - Geólogos del Mundo. *Evaluación Geoambiental Microcuenca mirador de Catarina caldera Laguna de Apoyo*. Catarina, Nicaragua. 2004.
- 2) Alcaldía de Catarina. *Diagnóstico de los servicios municipales del municipio de Catarina*. Catarina, Nicaragua. 2005.
- 3) Balladares, Miguel. *Rellenos sanitarios y tratamiento de residuos líquidos de mataderos municipales*. Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM). Managua, Nicaragua. 1998.
- 4) Burgos, G. *Ecología y Salud*. Editorial Interamericana, México. 1993.
- 5) CIRA-UNAN. *Informe sobre el Lago de Apoyo: Limnología, Calidad de Agua, Hidrogeología e Hidrogeoquímica*. Managua, Nicaragua. 2005.
- 6) Cortés, Flor Ivette. *Estimación de la carga de nutrientes (fósforo y nitrógeno) procedente de la cuenca del drenaje superficial del "Lago de Apoyo"*. Tesis para optar al grado de master en gestión ambiental. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Managua, Nicaragua. 2005
- 7) CLUSA. *Segundo Borrador Plan de Manejo Reserva Natural Laguna de Apoyo*. Managua, Nicaragua. Noviembre, 2005.
- 8) Gámez, Sergio. *Curso INIFOM, Aguas residuales: características, tratamiento y calidad de efluentes*. 2005.
- 9) Henry, Glynn; Heinke Gary. *Ingeniería Ambiental*. Segunda Edición. México. Prentice Hall. 1999.
- 10) INETER. *Laguna (Volcán) de Apoyo*. INETER (en línea). <<http://www.ineter.gob.ni/geofisica/vol/apoyo/descr.html>> Página Consultada 18-09-06
- 11) INIFOM. *Gestión del medio ambiente I*. Managua, Nicaragua. 1994.
- 12) Jacontin, Edouard. *Gestión Integral de los residuos urbanos y sus subproductos*. 2005. CIEMA-UNI. Managua, Nicaragua.
- 13) Jaramillo, L. 1991. *Guía Para El Diseño, Construcción Y Operación De Rellenos Sanitarios Manuales, Programa Para Salud Ambiental*. Serie técnica # 28. OPS/OMS. Washington D.C.
- 14) Lacayo, Mauricio. *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Managua, Nicaragua. 2006.
- 15) Lacayo, Mauricio. *Curso de posgrado en desechos sólidos y líquidos. (2000)* Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua.

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

- 16) Morales, Jairo. *La producción de desechos y su impacto ambiental en la cuenca hidrográfica*. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. Junio, 2000.
- 17) Morgan, Juan. *Algunos conceptos sobre tratamiento de aguas residuales*. Instituto de ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- 18) NTON 05 013-01, Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el manejo y eliminación de Residuos Sólidos no Peligrosos.
- 19) NTON 05 014-01, Norma Técnica Ambiental para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Desechos Sólidos no Peligrosos.
- 20) NTON 05 014-02, Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de los Residuos Sólidos no Peligrosos
- 21) NTON 05 002-99, Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense, Norma Control Ambiental para Lagunas Cratéricas.
- 22) San Fonfría, Ramón; Ribas Joan de Pablo. *Ingeniería Ambiental: contaminación y tratamientos*. Alfaomega Grupo Editor. México DF. México. 1999.
- 23) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-GTZ (SEMARNAT-GTZ). *Guía para la elaboración de programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos*. (2006). México.
- 24) Organización Mundial de la Salud (2004) *Relación del agua, saneamiento y la higiene con la salud*. ([http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/facts2004/es/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/index.html)) Página consultada el 24-11-06
- 25) OPS-MINSA-ENACAL-INAA. *Análisis sectorial de agua potable y saneamiento de Nicaragua*. Managua, Nicaragua. Noviembre 2004.
- 26) Salas, Juan Bautista. *Árboles de Nicaragua* (1993). IRENA. Editorial Presencia. Colombia.
- 27) Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. *Guía de Especificaciones Técnicas Para La Elaboración De Proyectos Ejecutivos De Manejo y Disposición Final De Residuos Sólidos Municipales*. México. 1985.
- 28) Strobbe, M. 1973. *Orígenes y Control de la Contaminación ambiental*. Editorial Continental. Washington
- 29) Turk, A. 1973. *Ecología Contaminación y medio ambiente*. Editorial Interamericana, México.
- 30) Navarro, Yalena (2005). *Ingeniería en Calidad Ambiental – Contaminación del Agua*. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua.

## **8 ACRÓNIMOS y GLOSARIO**

- **AMICTLAN:** Asociación de Municipios de la Cuenca y Territorios de la Laguna de Apoyo de Nicaragua.
- **CIRA:** Centro de Investigaciones de Recursos Acuáticos. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- **INETER:** Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.
- **MARENA:** Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.
- **km:** Kilómetro
- **msnm:** Metros sobre el nivel del mar
- **mm:** Milímetros
- **PdM:** Plan de Manejo

- 1) **Áreas Protegidas:** Las que tienen por objeto la conservación, el manejo racional y la restauración de la flora, fauna silvestre y otras formas de vida, así como la biodiversidad y la biosfera. Igualmente se incluirá en esta categoría aquellos espacios del territorio nacional que al protegerlos, se pretende restaurar y conservar fenómenos geomorfológicos, sitios de importancia histórica, arqueológica, cultural, escénicos o recreativos.
- 2) **Plan de Manejo:** Instrumento de gestión que se origina de un proceso de planificación con participación multisectorial y establece un conjunto de normas y disposiciones técnicas que regulan las actividades a desarrollar en un área protegida y su zona de amortiguamiento.
- 3) **Contaminación:** Es el deterioro de la calidad del agua, suelo o aire, por el vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales, agropecuarias, gases o tóxicos, hasta hacerlo inadecuada para consumo y ofrecer peligro a la salud del usuario. Implica la presencia de compuestos tóxicos y organismos patógenos que amenazan la salud.

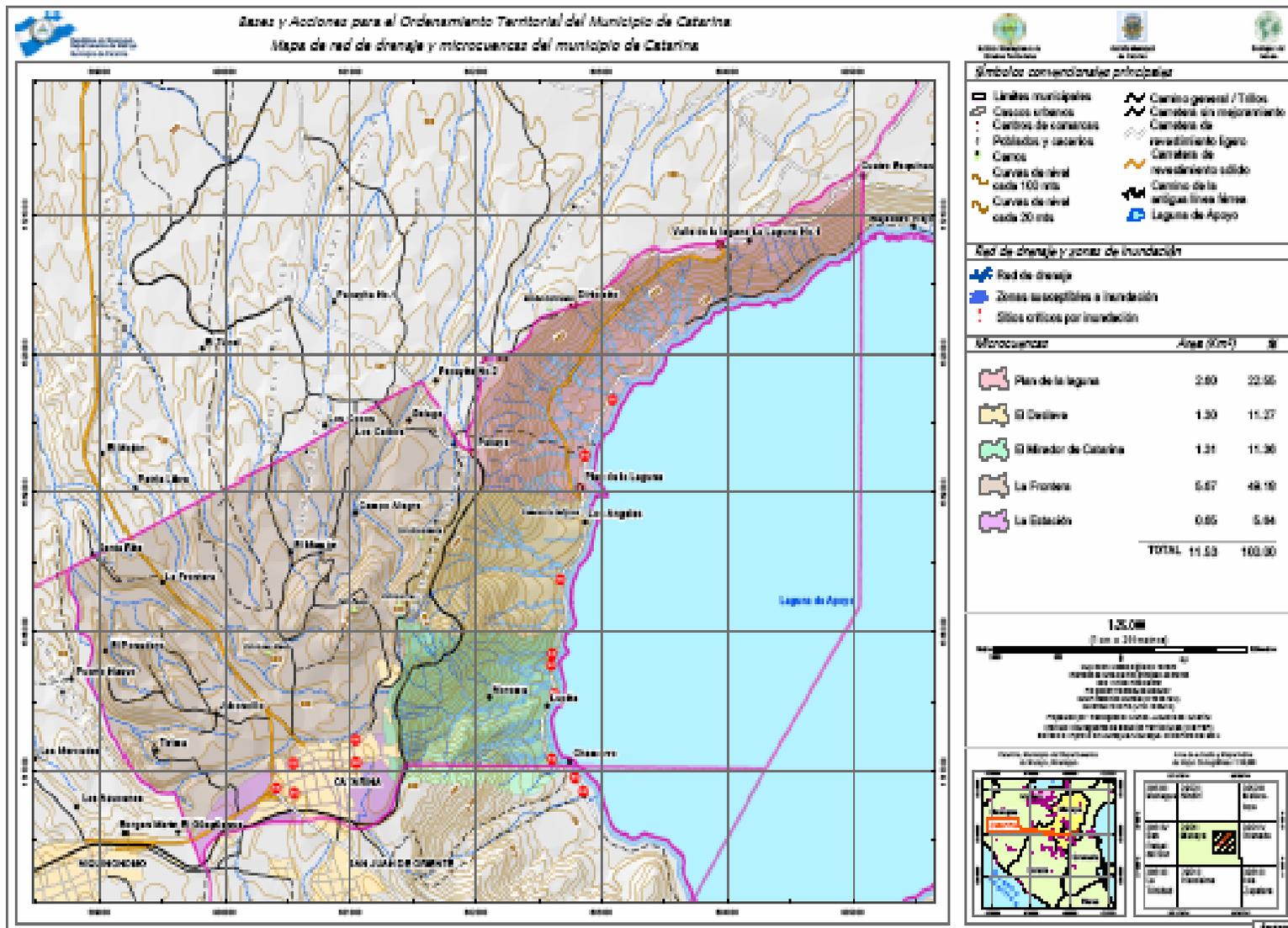
## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

- 4) **Zona de Amortiguamiento:** Zona delimitada, adyacente y/o circundante del área protegida que influye directa o indirectamente, positiva o negativamente sobre los recursos naturales y los objetivos de conservación de ésta. Su función es proteger al área de los impactos causados por las actividades de los pobladores de los alrededores.
  
- 5) **Relleno Sanitario:** Técnica para la disposición final de los residuos sólidos en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestia o peligro para la salud y seguridad pública, método éste que utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área menor posible, reduciendo su volumen al mínimo practicable, y para cubrir los residuos se utiliza una capa de tierra con la frecuencia necesaria, por lo menos al fin de cada jornada.

**9 ANEXOS**

ANEXO 1. Mapa de Red de Drenaje y Microcuencas del Municipio de Catarina



## Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA

---

### ANEXO 2. Parámetros Decreto 33-95, Artículo 19

PARÁMETROS	Límites Máximos o Rangos
Temperatura °C	50
pH	6-10
Conductividad eléctrica (micromhos/cm)	5000
Aceites y Grasas totales (mg/L)	150
Aceites y Grasas Minerales (mg/L)	20
DBO (mg/L) (DBO a 20 grados centígrados)	400
DQO (mg/L)	900
Fósforo total (mg/L)	*
Nitrógeno total (mg/L)	*
Sólidos flotantes	Ausentes
Sólidos Suspendidos (mg/L)	400
Sólidos Totales (mg/L)	1500
Mercurio (mg/L)	0.02
Arsénico (mg/L)	1.0
Cadmio (mg/L)	1.0
Cromo Hexavalente (mg/L)	0.5
Cromo Trivalente (mg/L)	3
Cianuro (mg/L)	2
Cobre (mg/L)	3
Plomo (mg/L)	1
Fenoles (mg/L)	1
Níquel (mg/L)	3
Zinc (mg/L)	3
Plata (mg/L)	5
Selenio (mg/L)	5
Sulfuros (mg/L)	5

## **Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---

Sustancias Tensoactivas con azul de metileno (mg/L)	10
Hierro (mg/L)	50
Cloruro (mg/L)	1500
Sulfatos (mg/L)	1500
Fluoruros (mg/L)	50

\*Estos límites serán definidos dependiendo del uso del cuerpo receptor.

**ANEXO 3. Formato De Encuesta**

**CÉDULA ENCUESTA PARA MUESTREO DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS LAGUNA DE APOYO**

1. Encuestado: \_\_\_\_\_
2. Dirección: \_\_\_\_\_
3. ¿Qué opina usted de las personas que tiran basura en los caminos o arroyos?
4. ¿Utiliza usted los recipientes de basura brindados por la alcaldía?
5. ¿Usted separa la basura en su casa? En caso que no lo haga ¿Estaría dispuesto a separarla?
6. ¿Qué hace actualmente con los residuos sólidos?
7. ¿Existe un lugar donde se pueda depositar la basura y luego la alcaldía la lleve al sitio de disposición final?
8. ¿Estaría dispuesto a cambiar su forma de disposición final de los residuos?
9. ¿Ha asistido a alguna plática sobre educación ambiental o ecología?
- 10.

**Comentario adicional:**

---

---

## ANEXO 4. Cédulas De Campo

### Cédulas de Campo VIVIENDAS

Nº	Nombre	Hab/vivienda	Peso (lb)	Peso (kg)	per cápita (kgab/día)	Observación
1.	William Medina	7				Casa
2.	Reymundo Reyes	10				Casa
3.	Milton Flores	2				Casa
4.	Marina López	10				Pulpería
5.	Manuel Matute	2				Pulpería
6.	Miguel Ángel López	3				Quinta
7.	Ma Lastenia López	4				Quinta
8.	Gloria Mendoza	4				Quinta
9.	Teodora Reyes	8				Casa
10.	Milady Rosales	4				Casa
11.	Martha Meneses	4				Casa
12.	Marisol Dávila	6				Quinta
Total						

Tipos	Peso (kg)	%
Jardín + Cocina		
Plástico		
Papel + Cartón		
Lata		
Vidrio		
Tela		
<b>Total</b>		

Largo	Alto	Ancho	Volumen (m <sup>3</sup> )	Masa (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )

Tipo	%
Orgánica	
Inorgánica	
<b>Total</b>	

**Cédulas de Campo ESTABLECIMIENTOS TURÍSTICOS**

Nº	Nombre	Clientes/día	Trabajadores	Peso (lb)	Peso (kg)	per cápita (kgab/día)	Observación
1.	Apoyo Beach		7				Juana Gonz
2.	Bar María		10				Teresa Latino
3.	La Orquídea		2				Con hospedaje
4.	Monkey Hut		10				Con hospedaje
Total							

Largo	Alto	Ancho	Volumen (m <sup>3</sup> )	Masa (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )

Tipos	Peso (kg)	%
Jardín + Cocina		
Plástico		
Papel + Cartón		
Lata		
Vidrio		
Tela		
<b>Total</b>		

Tipo	%
Orgánica	
Inorgánica	
<b>Total</b>	

**Cédulas de Campo NOROME**

Nº	Clientes/día	Trabajadores	Peso (lb)	Peso (kg)	per cápita (kgab/día)	Observación
1.						
2.						
3.						
4.						
Total						

Largo	Alto	Ancho	Volumen (m <sup>3</sup> )	Masa (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )

Tipos	Peso (kg)	%
Jardín + Cocina		
Plástico		
Papel + Cartón		
Lata		
Vidrio		
Tela		
<b>Total</b>		

Tipo	%
Orgánica	
Inorgánica	
<b>Total</b>	

**ANEXO 5. Imágenes Muestreo**



**Imagen 1. Recogida de los residuos casa por casa**



**Imagen 2. Disposición de residuos en vehículo**

**Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA**

---



**Imagen 3.** Muestras antes del pesado individual



**Imagen 4.** Pesaje de muestras

## Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA

---



Imagen 5. Disposición de residuos previo mezclado



Imagen 6. Mezclado de residuos

## Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA

---



Imagen 7. Método del cuarteo: dividiendo la muestra



Imagen 8. Método del cuarteo: descarte de un cuarto de la muestra

## Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA

---



**Imagen 9.** Clasificación de los residuos sólidos



**Imagen 10.** Pesaje de residuos por componente

**Bra. Tania Yaoska Guillén Bolaños**

**ANEXO 6. Cálculos**

**VIVIENDAS**

No. de Muestra	Nombre	No.hab/viv	Dias/ Frecuencia	Día 1		Día 2		Observación
				Peso (lbs)	Peso-tara (lbs)	Peso (lbs)	Peso-tara (lbs)	
1	William Medina	7	1	34	29	22	17	Casa de Habitación
2	Reymundo Reyes	10	1	19	14	36	31	Casa de Habitación
3	Milton Flores	2	1	45	40	14	9	Casa de Habitación+ Pulpería
4	Marina López	10	1	23	18	47	37	Casa de Habitación+ Pulpería
5	Manuel Matute	2	1	74	59	129	114	Casa de Habitación
6	Miguel Ángel López	3	1	7	2	22	17	Casa de Habitación
7	Ma Lastenia López	4	1	12	7	17	12	Casa de Habitación
8	Gloria Mendoza	4	1	14	9	98	88	Casa de Habitación
9	Teodora Reyes	8	1	11	6	20	15	Casa de Habitación
10	Milady Rosales	4	1	16	11	16	11	Casa de Habitación
11	Martha Meneses	4	1	12	7	10	5	Casa de Habitación
12	Marisol Dávila	6	1	9	4	18	13	Casa de Habitación
<b>Totales</b>		<b>64</b>		<b>289</b>	<b>214</b>	<b>527</b>	<b>432</b>	
<b>Promedio</b>		<b>5</b>			<b>16.46</b>		<b>33.23</b>	

## Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA

Día	Largo (cm)	Altura (cm)	Ancho (cm)	V (m <sup>3</sup> )
1	1.57	0.24	1.5	0.57
2	2.35	0.3	2.16	1.52

Ppc=	4.49	lb/(persona
	<b>2.04</b>	<b>kg/persona</b>

Densidad = **229.27** kg/m<sup>3</sup>

### Componentes encontrado en la muestra de residuos

TIPOS	Peso (kg)	%
<b>Jardín + Cocina</b>	109.78	84.01
<b>Plástico</b>	7.33	5.61
<b>Papel + Cartón</b>	4.00	3.06
<b>Lata</b>	1.08	0.83
<b>Vidrio</b>	6.04	4.62
<b>Tela</b>	2.44	1.87
<b>TOTAL</b>	<b>130.68</b>	<b>100.00</b>

	%
<b>Porcentaje Materia Orgánica</b>	<b>87.07</b>
<b>Porcentaje Materia Inorgánica</b>	<b>12.93</b>

## Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA

### ESTABLECIMIENTOS TURISTICOS

No. Muestras	Usuario	Fin de semana			Lunes			Martes			Promedio
		No. Personas	(lbs)	(kgs)	No. Personas	(lbs)	(kgs)	No. Personas	(lbs)	(kgs)	Peso (kgs)
1	Juana González	65	20.00	9.09	13	19.00	8.64	4	3.00	1.36	6.36
2	Teresa Latino	44	62.50	28.41	8	19.00	8.64	5	31.00	14.09	17.05
3	La Orquídea	24	83.00	37.73	4	10.00	4.55	4	21.00	9.55	17.27
4	Monkey Hut	70	83.50	37.95	21	20.00	9.09	19	16.00	7.27	18.11
		<b>203</b>	<b>249.00</b>	<b>113.18</b>	<b>46</b>	<b>68.00</b>	<b>30.91</b>	<b>32</b>	<b>71.00</b>	<b>32.27</b>	<b>44.09</b>

	Promedio de personas por establecimiento	ppc
Fin de semana	<b>51</b>	0.56
Día de semana	<b>39</b>	0.81
Promedio	<b>22</b>	0.68

Largo (cm)	Altura (cm)	Ancho (cm)	Volumen (m <sup>3</sup> )	
1.6	0.28	1.5	0.67	Fin de semana

1	0.16	1	0.16	Semana
0.89	0.22	0.81	0.16	

	Día	kg/m <sup>3</sup>
<b>Densidad</b>	Fin de semana	<b>168.43</b>
	<b>Semana</b>	<b>197.44</b>
<b>Promedio</b>		<b>182.93</b>

**Bra. Tania Yaoska Guillén Bolaños**

## Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA

### Componentes encontrados en la muestra de residuos

<b>Fin de semana</b>		
<b>TIPOS</b>	Peso en Kg	%
<i>Jardín + Cocina</i>	89.68	79.24
<i>Plástico</i>	12.53	11.07
<i>Papel + Cartón</i>	1.30	1.15
<i>Lata</i>	1.30	1.15
<i>Vidrio</i>	8.36	7.39
<b>TOTAL</b>	<b>113.18</b>	<b>100.00</b>

<b>Semana</b>		
<b>TIPOS</b>	Peso en Kg	%
<i>Jardín + Cocina</i>	25.56	80.90
<i>Plástico</i>	3.69	11.69
<i>Papel + Cartón</i>	0.74	2.34
<i>Lata</i>	0.39	1.25
<i>Vidrio</i>	0.73	2.31
<i>Tela</i>	0.48	1.51
<b>TOTAL</b>	<b>31.59</b>	<b>100.00</b>

	%
Porcentaje Materia Orgánica	81.82
Porcentaje Materia Inorgánica	18.18

## Diagnóstico de Residuos Sólidos y Líquidos de Comunidad del Plan de la Laguna de la RNLA

### NOROME

No. Muestras	Día	Trabajadores	Clientes	Total pers.	Peso (lbs)	Peso (kgs)
1	Sábado	65	120	185	226.01	102.73
2	Domingo	88	250	338	412.99	187.72
3	Lunes	75	48	123	405.09	184.13
4	Martes	78	54	132	107.51	48.87
<b>Totales</b>		<b>306</b>	<b>472</b>	<b>778</b>	<b>1151.60</b>	<b>523.45</b>
<b>Promedios</b>		<b>77</b>	<b>118</b>	<b>195</b>	<b>287.90</b>	<b>130.86</b>

<b>ppc</b>	
<b>1.71</b>	<b>kg/personas/día</b>

**Densidad 307.92 kg/m<sup>3</sup>**

Volumen (m <sup>3</sup> )	
1.30	Fin de semana
0.28	Lunes
0.12	Martes
<b>0.42</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

#### Componentes encontrado en la muestra de residuos

Selección		
TIPOS	Peso en Kg	%
Jardín + Cocina	59.23	52.33
Plástico + Poroplast	21.07	18.62
Papel + Cartón	8.37	7.40
Lata + papel alum	6.19	5.47
Vidrio	11.50	10.16
Tela	6.81	6.01
<b>TOTAL</b>	<b>113.18</b>	<b>100.00</b>

	%
Porcentaje Materia Orgánica	81.82
Porcentaje Materia Inorgánica	18.18

**Bra. Tania Yaoska Guillén Bolaños**

**ANEXO 7. Tratamiento de Residuos Líquidos en Establecimientos Turísticos**

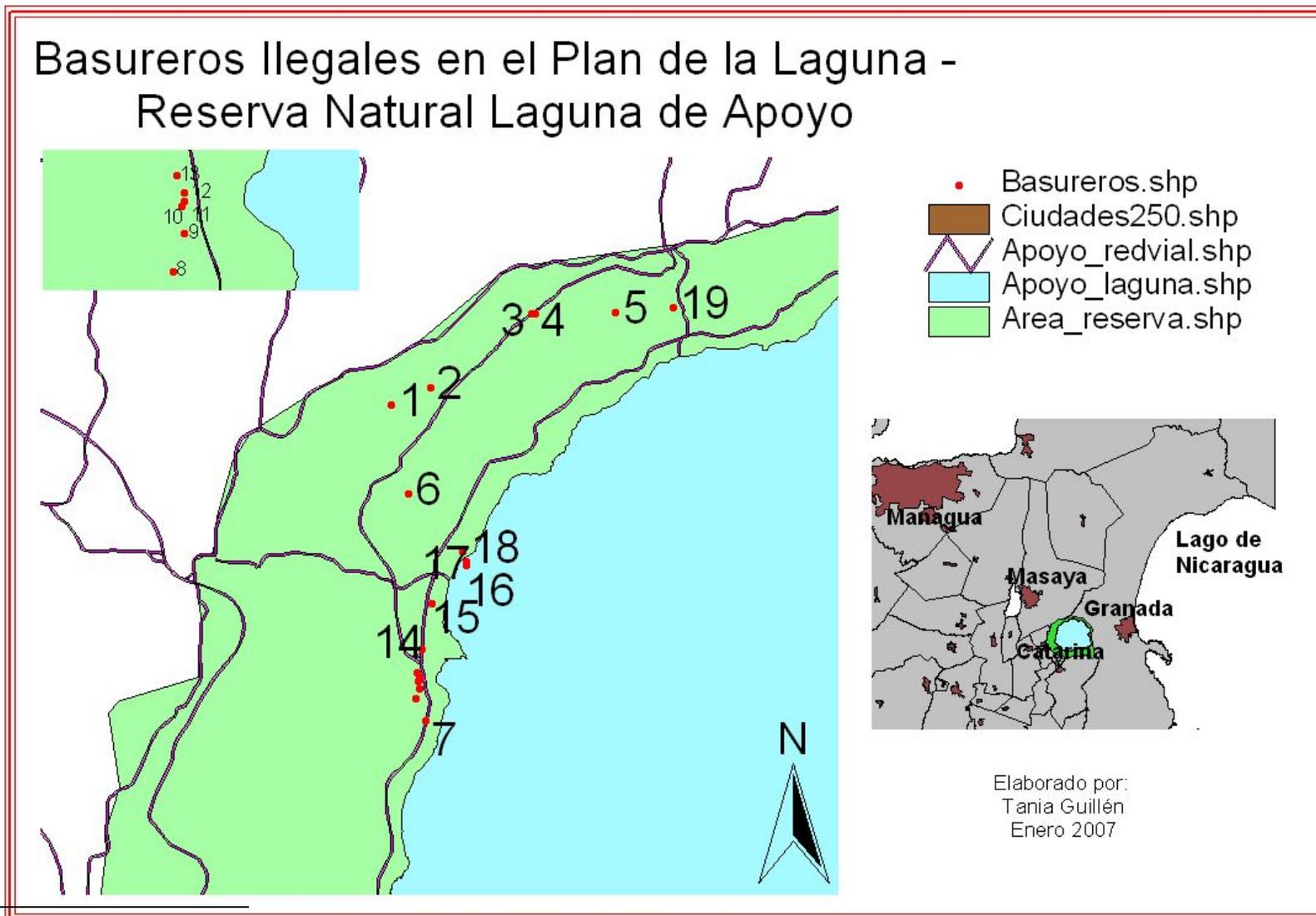
<b>No.</b>	<b>Establecimiento</b>	<b>Tratamiento Residuos Líquidos</b>
1.	Norome	Trampa de grasas y fosa séptica de doble cámara
2.	Hotel Monkey Hut	Fosas sépticas. 5 tanques: 2 para aguas grises y 3 para agua de servicios sanitarios.
3.	Hospedaje La Orquídea	Sumidero
4.	Escuela Español	1 Fosa séptica y 2 Pozos de infiltración
5.	Bar- Restaurante Los Ranchitos	Letrinas
6.	Bar María	Letrinas
7.	Crater Edge	Fosa séptico

**ANEXO 8. Lista de Basureros Ilegales identificados en la Reserva**

No.	Ubicación		Referencia
	y	x	
1.	602712	1320098	Rest Diriomito
2.	602884	1320174	Frente Escuela Ma Auxiliadora
3.	603332	1320504	Bajada de Diriomito
4.	603353	1320504	Bajada de Diriomito
5.	603709	1320509	Bajada de camino a laguna
6.	602787	1319706	Puente sobre camino
7.	602863	1318697	Cauce Dn Reymundo Reyes
8.	602822	1318797	Empalme
9.	602836	1318841	Frente casa de Policía
10.	602832	1318873	Frente Quinta Costa Brava
11.	602835	1318879	A orillas del camino
12.	602836	1318889	A orillas del camino
13.	602826	1318909	A orillas del camino
14.	602845	1319015	A orillas del camino
15.	602893	1319218	Frente Crater Edge
16.	603045	1319387	Costado oeste rest Monteverde
17.	603046	1319402	Frente escuela (costado sur)
18.	603028	1319445	Frente escuela (costado este)
19.	603962	1320530	Bajadero público Laguna

ANEXO 9. Mapa de ubicación de los Basureros Ilegales en la Comunidad Plan de la Laguna de la RNLA

1



<sup>1</sup> Ver Anexo 7 para verificar referencia de los basureros.