



UNAP

**Facultad de
Ciencias Forestales**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL EN ECOLOGIA DE BOSQUES
TROPICALES**

TESIS

**DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
URBANOS EN EL ÁMBITO DEL MUNICIPIO PROVINCIAL DE MAYNAS,
IQUITOS – PERÚ, 2014.**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO EN ECOLOGIA DE BOSQUES TROPICALES

Autor

Franco Abraham Solis Llerena

Iquitos - Perú

2015



ACTA DE SUSTENTACIÓN

DE TESIS Nº 612

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentada por el Bachiller **FRANCO ABRAHAM SOLIS LLERENA** titulada: **"DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL ÁMBITO DEL MUNICIPIO PROVINCIAL DE MAYNAS, IQUITOS – PERÚ, 2014"**. formuladas las observaciones y analizadas las respuestas, lo declaramos:


Con el calificativo de:

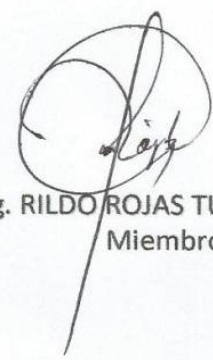
En consecuencia queda en condición de ser calificado:


Y, recibir el Título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales.

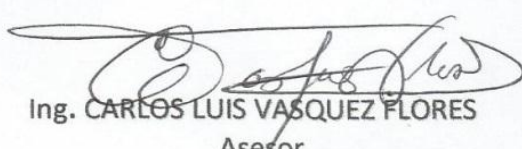
Aprobado
.....
Bueno
.....
Apto
.....

Iquitos, 12 de Diciembre de 2014


Ing. JOSE ANTONIO ESCOBAR DIAZ, Mgr.
Presidente


Ing. RILDO ROJAS TUANAMA
Miembro


Ing. LUIS ARTURO MACEDO BARDALES, M.Sc.
Miembro


Ing. CARLOS LUIS VASQUEZ FLORES
Asesor

TESIS

**DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
URBANOS EN EL ÁMBITO DEL MUNICIPIO PROVINCIAL DE MAYNAS,
IQUITOS – PERÚ, 2014.**

(Aprobado el día 12 de Diciembre del 2014, según Acta de Sustentación N° 612)

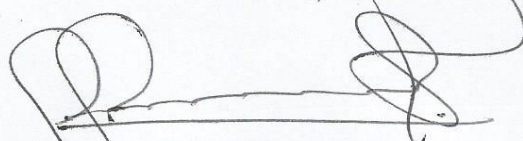
MIEMBROS DEL JURADO Y ASESOR



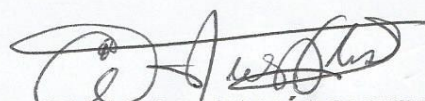
Ing. JOSE ANTONIO ESCOBAR DÍAZ, Mgr.
PRESIDENTE



Ing. RILDO ROJAS TUANAMA
MIEMBRO



Ing. LUIS ARTURO MACEDO BARDALES, M.Sc.
MIEMBRO



Ing. CARLOS LUIS VÁSQUEZ FLORES
ASESOR

DEDICATORIA

A mis queridos Padres Luis Solis Valera y Sadith Llerena Vargas porque me han educado con los valores y virtudes y me han ayudado en todo momento durante mis estudios y mi carrera profesional.

A mis Hermanos, Elisa, Patricia, Juana, José y Julio por sus apoyo incondicional y preocupación constante, y a mis Sobrinos en general.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP) y a los profesores de la Facultad de Ingeniería Forestal, por haber contribuido en mi formación profesional.

A toda mi familia directa por todo el apoyo que me brindaron durante el tiempo de mi formación profesional y en el periodo de ejecución de mi trabajo de tesis.

INDICE

Nº	Descripción	Pág
	Acta de Sustentación	
	Dedicatoria	
	Agradecimiento	
	Índice	i
	Lista de cuadros	v
	Resumen	vi
I.	INTRODUCCION	1
II.	EL PROBLEMA	3
	2.1. Descripción del problema	3
	2.2. Definición del problema	4
III.	HIPOTESIS	5
	3.1. Hipótesis general	5
	3.2. Hipótesis alterna	5
	3.3. Hipótesis nula	5
IV.	OBJETIVOS	6
	4.1. Objetivo general	6
	4.2. Objetivos específicos	6
V.	VARIABLES	7
	5.1. Identificación de variables, indicadores e índices	7
	5.2. Operacionalización de variables.	7
VI.	MARCO TEORICO	8
	6.1. Diversas definiciones	8
	6.1.1. Residuos	8
	6.2. Residuos sólidos	8
	6.3. Composición de los residuos sólidos urbanos (RSU)	11
	6.4. Gestión de los residuos	12

6.5.	Generación de residuos	13
6.6.	Manipulación de residuos y separación, almacenamiento y procesamiento en el origen	14
6.7.	Recolección	15
6.8.	Barrido	18
6.9.	Separación, procesamiento y transformación de residuos sólidos	19
6.10.	Transferencia y transporte	19
6.10.1.	Transferencia	19
6.10.2.	Transporte	21
6.11.	Disposición final	21
6.11.1.	Relleno sanitario tradicional	21
6.11.2.	Relleno seco (pre tratamiento de alta compactación	21
6.11.3.	Tratamiento mecánico – biológico	22
6.11.4.	Relleno sanitario manual	22
6.11.5.	Relleno Sanitario acelerado	22
6.11.6.	Relleno sanitario con recuperación de biogás	23
6.12.	Efectos de los residuos sólidos	24
6.13.	Efectos en suelo	24
6.14.	Efecto en agua	25
6.15.	Efecto en aire	25
6.16.	Efectos en animales y plantas	26
6.17.	Efectos visuales	26
6.18.	Efectos en la salud	26
6.19.	Efectos en la economía	27
VII.	MATERIALES Y METODOS	28
7.1.	Lugar de ejecución	28
7.2.	Materiales y equipos	28
7.3.	Método	28
7.4.	Tipo y nivel de investigación	28
7.4.1.	Población y muestra	28

7.4.2.	Muestra	29
7.5.	Muestreo	30
7.6.	Análisis estadístico	31
7.7.	Procedimiento	31
7.8.	Generación de residuos sólidos urbanos	31
7.8.1.	Residuos sólidos urbanos domiciliados	31
7.8.1.1.	Residuos sólidos de tipo no domiciliario	31
7.8.1.2.	Generación de residuos sólidos urbanos totales	31
7.8.1.3.	Proyecciones manipulación, separación y almacenamiento de residuos	31
7.8.1.4.	Recolección	31
7.8.1.5.	Propuesta de macro ruteo	32
7.8.1.6.	Servicio de barrido y limpieza de áreas públicas	32
7.8.1.7.	Separación, procesamiento y transformación de residuos sólidos	32
7.8.1.8.	Disposición final	32
7.8.1.9.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	32
7.9.	Técnicas	32
7.9.1.	Instrumentos	32
7.9.2.	Fuentes	32
7.9.3.	Técnicas de presentación de resultados	33
7.10.	Residuos sólidos urbanos domiciliarios	34
7.11.	Generación de residuos sólidos domiciliarios	34
7.12.	Estudio de campo	34
7.12.1.	Residuos sólidos municipales	35
7.12.2.	Evaluación de los datos	36
7.13.	Método de cuarteo	37
7.14.	Caracterización de residuos sólidos domiciliarios	37
7.14.1.	Estudio de campo	37
7.14.2.	Evaluación de los datos	38
7.14.3.	Estudio de campo	38

7.14.4.	Evaluación de los datos	39
7.14.5.	Residuos sólidos urbanos no domiciliarios	39
7.14.6.	Almacenamiento in situ de residuos sólidos domiciliarios.	40
7.15.	Evaluación de la recolección de residuos sólidos	40
7.16.	Evaluación del sitio de disposición final	41
VIII.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	42
8.1.	Antecedentes	42
8.2.	Principios y lineamiento de la política ambiental en residuos sólido	43
8.3.	Generación de residuos sólidos	45
8.4.	Cuantificación de residuos sólidos	48
8.5.	Producción de residuos sólidos por sectores	49
8.6.	Residuos sólidos urbanos domiciliarios	49
8.7.	Generación de RSD en los municipios	51
8.8.	Residuos sólidos industriales	51
8.9.	Recolección	52
IX.	CONCLUSIONES	53
X.	RECOMENDACIONES	54
XI.	BIBLIOGRAFIA	55

LISTA DE CUADROS

Nº	Descripción	Pág.
1	VARIABLES, INDICADORES E ÍNDICES DEL ESTUDIO.	7
2	Fuentes de Residuo sólidos en las comunidades.	10
3	Indicadores de la caracterización del RSU.	11
4	Los primeros treinta distritos con mayor generación de residuos.	45
5	Población proyectada de los distritos de Maynas.	46
6	Producción de residuos sólidos por actividad en t/día.	47
7	Producción de residuos sólidos clasificados por sectores.	48
8	Tipos de desechos urbanos.	49
9	Generación de residuos sólidos por municipios.	50

RESUMEN

El estudio se realizó en la zona urbana de los distritos de Iquitos, Punchana, Belén y San Juan Bautista, provincia de Maynas, Loreto; con el objetivo de realizar el diagnóstico situacional de la generación de residuos sólidos. La generación de residuos sólidos en la ciudad de Iquitos fue de 235,6 t/día. El sector A correspondiente al área metropolitana genera la mayor cantidad de residuos sólidos de 0,56 kg/hab/día y el sector C que incluye zonas de extrema pobreza genera la menor cantidad de 0,43 kg/hab/día. El rápido crecimiento demográfico de la ciudad de Iquitos y la falta de educación ambiental generan una creciente cantidad de residuos sólidos. Los residuos sólidos domiciliarios abarcan el 50,4% de residuos orgánicos, el 17,4% de plásticos y cueros, mientras que los trapos solo son el 1,8%. Iquitos es el mayor generador de residuos con el 40,87%, seguido de San Juan con el 27,48% y Belén y Punchana con 17,34% y 14,31%, respectivamente. La recolección de los residuos sólidos es el aspecto más visible del servicio de aseo urbano y el que mayores costos y dificultades acarrea a las entidades prestadoras de este servicio. Es necesario orientar esfuerzos hacia la minimización de residuos incorporando prácticas de producción limpia, como el reciclaje. Finalmente, se hace necesario la construcción de rellenos sanitarios que permitan un adecuado manejo de los residuos sólidos.

Palabras claves: Diagnóstico, residuos sólidos, Maynas, Loreto.

I. INTRODUCCIÓN

La problemática de los residuos sólidos urbanos en el Municipio de Ciudad Iquitos es perceptible. Un estudio realizado por Silva Leyva *et al.* (2001), titulado “Estudio Primario de la Cuenca Hidrográfica del Río de los Perros” planteó la necesidad de una línea de investigación sobre la contaminación por residuos sólidos en la cuenca del Río de los Perros a la cual pertenecen varios municipios incluyendo el de ciudad Ixtepec.

Asimismo, Acurio *et al.* (1997), la generación de residuos sólidos para la selva se estima en 0,827 kg/hab/día. La recolección de los residuos sólidos en este municipio estima al alrededor de 138,000 toneladas anuales, si consideramos que Iquitos tiene una población de 462,783 habitantes, residuos que requieren una gestión integral para minimizar sus impactos ambientales. Por esta razón, es indispensable contar con información sobre las fuentes generadoras de residuos, la tasa actual de generación de residuos, su composición y naturaleza, además de las rutas de recolección y las características del sitio de disposición final; para lo cual, es necesario un estudio que genere esta información.

Por otra parte, es de gran importancia la elaboración de un diagnóstico básico para la prevención y gestión integral de residuos para el municipio tal como lo marca la Ley General del Ambiente N° 28611.

Esta ley, en su artículo 01 sostiene que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida.

Así mismo en el Artículo 119, del manejo de los residuos sólidos delega la gestión de los mismos a los gobiernos locales estableciendo su gestión y manejo, también un diagnóstico básico en el que se precise la capacidad y efectividad de la infraestructura disponible para satisfacer la demanda de servicios. Así pues, el presente trabajo contribuirá a la elaboración de dicho diagnóstico.

II. EL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

El inadecuado manejo y disposición de los residuos sólidos en la ciudad de Iquitos genera diversos efectos en la salud (debido a que existen distintos vectores de enfermedades asociados con la inadecuada gestión de estos), en el medio ambiente (los residuos contaminan el suelo y mantos acuíferos por la generación de lixiviados y contaminan el aire cuando son quemados) y finalmente, en la economía (ya que las enfermedades ocasionan un menor rendimiento laboral y un mayor gasto económico).

En Iquitos se generan 382 toneladas de residuos al día, se recolecta el 60% (232 toneladas) y solo se dispone adecuadamente de 50 toneladas, esto quiere decir que casi 154 toneladas (40%) quedan a cielo en cañadas, calles, plazas caminos, baldíos o tiraderos clandestinos (Empresa BRUNER –Municipalidad de Maynas) provocando diversos efectos tanto en la salud como en el ambiente.

Se observa con claridad que el municipio de Ciudad Iquitos presenta un manejo inadecuado de los residuos sólidos debido a que no existe un sitio de disposición final apropiado que pudiera minimizar los impactos ambientales de los residuos. Asimismo, el manejo de los residuos presenta deficiencias en las rutas de recolección y la cobertura de estas no se da al 100%. Esta situación se manifiesta en datos que indican la existencia de 1,5 hectáreas de terrenos utilizados como tiraderos de residuos sólidos a cielo abierto en el municipio, lo cual representa un área muy pobre para dichos fines.

2.2. Definición del problema

Conociendo la problemática sobre la gran cantidad de residuos sólidos en el ámbito del Municipio Provincial de Maynas, ¿Será posible tomar conciencia ambiental en los ciudadanos de la ciudad?

III. HIPOTESIS

3.1. Hipótesis general

- Se podrá conocer el estado actual de los residuos sólidos en el ámbito del Municipio Provincial de Maynas.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

- Conocer el estado actual del manejo de los residuos sólidos en el ámbito del Municipio Provincial de Maynas para la elaboración de una propuesta de mejora.

4.2. Objetivos específicos

- Identificar las fuentes, cantidades, características y manejo de los residuos sólidos urbanos (RSU) en el municipio.
- Conocer la infraestructura actual del municipio en materia de residuos sólidos urbanos.
- Registrar las rutas de recolección de residuos sólidos urbanos en el municipio.
- Conocer el sitio de disposición final municipal de residuos sólidos urbanos e identificar los tiraderos clandestinos.

V. VARIABLES

5.1. Identificación de variables, indicadores e índices.

Se presentan las variables, indicadores e índices identificados en el presente trabajo de investigación.

5.2. Operacionalización de variables

Cuadro 1. Variables, Indicadores e Índices del presente estudio.

Variable(s)	Indicadores	Índices
Residuos Sólidos	<ul style="list-style-type: none">➤ Residuos Municipales.➤ Residuos Industriales➤ Residuos Domiciliarios.	<ul style="list-style-type: none">➤ t/ha➤ t/ha➤ t/ha

VI. MARCO TEORICO

6.1. DIVERSAS DEFINICIONES

Existen distintas definiciones aplicadas al término de residuo sólido (RS), pero todas coinciden en que se trata de un desecho producto de la actividad del hombre (o animales), que ya no es considerado de utilidad por su poseedor y por lo cual es rechazado.

6.1.1. RESIDUO

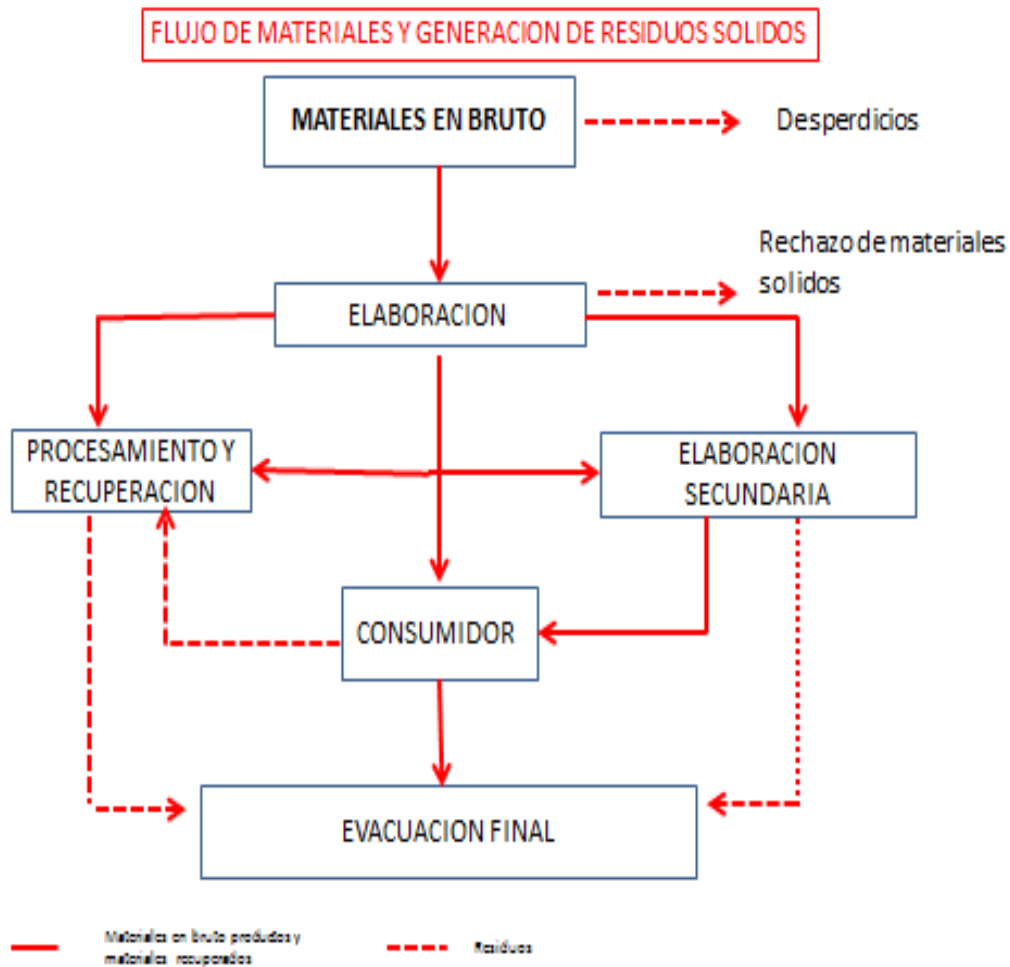
Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó (Agencia de protección Ambiental de los estados Unidos, 1997).

Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido, semisólido, líquido, gas contenido en recipientes o depósitos y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final “Los desechos sólidos comprenden todos los residuos domésticos y los desechos no peligrosos, como los desechos comerciales e institucionales, las basuras de la calle y los escombros de la construcción” (Curiel, 2001).

6.2. RESIDUO SÓLIDO

- Basura, desperdicio, lodos, u otro material que se descarta (incluyendo sólidos, semi-sólidos, líquidos, y materiales gaseosos en recipientes)” (Tchobanoglous *et al.* 1994).
- Los residuos sólidos comprenden todos los residuos que provienen de actividades animales y humanas, que normalmente son sólidos y que son desechados como inútiles o superfluos. Desde que el hombre obtiene de la naturaleza las materias primas necesarias para crear bienes o servicios genera

desperdicios, ya sea en la extracción o en el transporte de dicho material. Posteriormente, durante el proceso de conversión de las materias primas en productos surgen nuevamente los residuos. El consumidor final del bien o servicio aprovecha lo que le es útil y desecha lo que no. Todos estos residuos así generados se disponen finalmente de diversas formas, lo ideal sería recuperarlos y reintegrarlos al proceso pero desafortunadamente, en el 2011 el 39 por ciento de los residuos sólidos urbanos generados en México terminaron en tiraderos a cielo abierto contaminando el agua, el suelo y el aire (Cacique, 2002).



Cuadro 2. Fuentes de Residuos Sólidos en la Comunidad.

Fuente	Instalaciones, actividades o localizaciones donde se Generan	Tipo de Residuos Sólidos
Doméstica	Viviendas aisladas unifamiliares y multifamiliares	Residuos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales, cenizas, hojas en la calle, residuos especiales,* residuos domésticos peligrosos.
Comercial	Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, hoteles, moteles, imprentas, gasolineras, talleres mecánicos, etc.	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, residuos especiales, residuos peligrosos
Institucional	Escuelas, hospitales, cárceles, centros gubernamentales	(como en Comercial)
Construcción y Demolición	Lugares nuevos de construcción, lugares de reparación/ renovación de carreteras, derribos de edificios, pavimentos rotos.	Madera, acero, hormigón, suciedad, etc.
Servicios municipales	Limpieza de calles, paisajismo, limpieza de parques y zonas de recreo.	Residuos especiales ,basura, barraduras de la calle, recortes de árboles y plantas, residuos generales de parques, zonas de recreo
Residuos Sólidos Urbanos	Todos los citados	Todos los citados
Industrial	Construcción, fabricación ligera y pesada, refinerías, plantas, demolición, etc.	Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, residuos no industriales incluyendo residuos de comida, basura, cenizas, residuos de demolición y construcción, residuos especiales, residuos peligrosos
Agrícola	Cosechas de campo, árboles frutales, ganadería granjas de pollos, chanchos, etc.	Residuos de comida, residuos agrícolas, basura, residuos peligrosos

6.3. Composición de los residuos sólidos urbanos (RSU)

Son muchos los factores que influyen en la composición de los residuos sólidos, entre estos se encuentran el grado de urbanización e industrialización de la localidad, el ingreso *per cápita*, el clima, las tradiciones, costumbres, hábitos alimenticios, la frecuencia de recolección de residuos y el uso de trituradores domésticos, entre otros.

Por lo anterior, no es extraño que la composición de los residuos sólidos urbanos varíe de un lugar a otro, entre varios países y se puede notar que en países latinoamericanos como México, la fracción que predomina es la de residuos alimenticios. En contraste, en países desarrollados como Francia o Estados Unidos, el papel y cartón son los principales componentes de los residuos. Los demás componentes de los RSU son los residuos de jardinería, plásticos, metales, textiles y vidrio, entre otros (Escamirosa *et al.* 2001).

Cuadro 3. Indicadores Promedio de la Caracterización de RSU a nivel Internacional

Sub producto	EUA	Francia	Mexico	Colombia
Papel y cartón	40%	35%	14%	22%
Plástico	8%	7%	6%	5%
Metales	9%	5%	3%	1%
Textiles		5%	1%	4%
Vidrio	7%	12%	7%	2%
Residuos alimenticios	18%	21%	32%	56%
Residuos de jardinería	7%	-	10%	10%
Otros	11%	15%	27%	-

Fuente: Instituto Nacional de Ecología, 1997.

Dentro de los residuos sólidos urbanos, es muy común encontrar residuos que requieren un manejo especial. Ejemplos de estos son los muebles y aparatos electrodomésticos en desuso, línea blanca, neumáticos, residuos de poda de jardines en grandes cantidades o cualquier otro residuo cuyo volumen sea excesivo. Estos reciben el nombre de residuos sólidos especiales o de manejo especial. Así mismo, en las viviendas se generan pequeñas cantidades de residuos que por sus características (corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico – infecciosas) representan un riesgo para la salud humana, estos son los residuos peligrosos (RP) y algunos ejemplos son las baterías, aceites, grasas, pesticidas, solventes, tintes, productos de limpieza, fármacos, gasas, pañales desechables y papel higiénico (Diario Oficial de la Federación, 1985).

6.4. Gestión de los residuos

La gestión de los residuos sólidos se refiere a la administración de todas las acciones realizadas desde la generación de éstos hasta su disposición final. Por lo tanto, una gestión integral (lo ideal), se refiere a aquella que minimiza tanto los impactos negativos al ambiente y a la sociedad, como los costos derivados de estas acciones. En México, a partir del 5 de enero de 2004 entró en vigor la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, esta ley define la gestión integral de residuos como el “conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región.”

Desafortunadamente, una gestión integral de residuos no es sencilla pues implica una inversión económica que no siempre puede ser financiada por el municipio así como un cambio de actitud tanto de los prestadores de los servicios como de los usuarios de los mismos.

Los seis elementos funcionales que integran un sistema de gestión de residuos se son: a) generación de residuos, b) manipulación de residuos y separación, almacenamiento y procesamiento en el origen, c) recolección, d) separación, procesamiento y transformación de residuos sólidos, e) transferencia y transporte y f) disposición final (Tchobanoglous *et al.* 1994).

6.5. Generación de residuos

La generación de residuos empieza cuando los usuarios ya no consideran con valor ciertos materiales y buscan deshacerse de ellos.

En Iquitos, se generan anualmente alrededor de 138,000 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos siendo la zona centro la generadora de la mitad de estos.

Los factores que influyen en las cantidades generadas de residuos sólidos en una localidad son los mismos que afectan su composición. Entre estos factores destacan el tamaño de la población, el grado de urbanización de la localidad, el ingreso *per cápita* (a mayor ingreso, mayor generación de residuos), entre otros. Mientras mayor es el grado de urbanización de una población, mayores son las cantidades de residuos producidas. Esto origina que las zonas metropolitanas generen tres veces más residuos comparación de las localidades semi rurales y rurales (Castellanos, 2004).

6.6. Manipulación de residuos y separación, almacenamiento y procesamiento en el origen.

Este elemento funcional incluye todas las acciones que el generador realiza con sus residuos antes de que estos sean recolectados. Estas actividades abarcan desde el simple almacenamiento hasta la selección de productos para su venta, reutilización o composteo (en el caso de residuos orgánicos).

El almacenamiento es “la acción de retener temporalmente los residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección o se dispone de ellos”.

Para el almacenamiento de residuos sólidos a nivel domiciliario, son utilizados diferentes tipos de recipientes, entre los cuales predominan los botes de plástico y metal, las cajas y las bolsas de plástico. Los recipientes más inadecuados son los depósitos de cartón, pues debido al alto contenido de humedad que presentan los residuos sólidos en México, al humedecerse estos contenedores pueden desbaratarse esparciendo los residuos; las bolsas de plástico a su vez son de fácil acceso para la fauna nociva además de que retardan la degradación de los residuos contenidos.

Asimismo, es de gran importancia considerar que la capacidad del recipiente sea adecuada a la cantidad de residuos generados y a la frecuencia de recolección. Se debe tomar en cuenta que si el depósito es demasiado grande, será difícil su manejo y descarga por una sola persona, y que si es muy pequeño, aumentará los tiempos de recolección. La corrosión, golpes e inclemencias del tiempo; que posean ruedas

para su desplazamiento (de preferencia); y de fácil manejo para su limpieza y desinfección (Gonzales, 2004).

6.7. Recolección

La recolección es la acción de retirar los residuos de la fuente que los generó y conducirlos hacia el sitio donde serán separados para su aprovechamiento o transformación (en plantas de separación de residuos o centros de acopio), transferidos a unidades de mayor capacidad (en estaciones de transferencia) o eliminados.

La importancia de la recolección radica en que representa los mayores gastos realizados en el manejo de residuos sólidos. Tchobanoglous *et al.* (1994) le atribuye un porcentaje del 50 por ciento y la SEDESOL (s.f.) del 70 al 85 por ciento de los costos totales del manejo de los residuos sólidos, siendo la mano de obra la que constituye del 60 al 75 por ciento de los costos de recolección (SEDESOL, s.f.).

Existen tres métodos principales para la recolección de residuos:

- Método de parada fija (o de esquina): en este método los usuarios entregan sus residuos al camión recolector en las esquinas de las calles. Este método es el más económico de todos.
- Método de acera: en este método el camión recolector se detiene en cada casa donde los usuarios entregan sus residuos.
- Método de contenedores: como su nombre lo indica, son colocados contenedores donde los usuarios depositan sus residuos. Estos contenedores son recogidos por una unidad después de cierto tiempo.

Independientemente del método de recolección utilizado, es necesario un diseño de las rutas de recolección, estas rutas se refieren a los recorridos que la unidad debe realizar a lo largo de la jornada para recolectar los residuos en la zona que le ha sido asignada. Para realizar este diseño es fundamental contar con información sobre la generación de residuos *per cápita*, la densidad de población, el número de usuarios, la frecuencia de recolección, la capacidad y tipo de vehículo, el número de viajes al sitio de disposición final, el personal disponible, así como la traza urbana y la topografía de la localidad. Además debe tomarse en cuenta la ubicación de los puntos críticos de generación de residuos y el método de recolección a utilizar.

Para trazar las rutas de recolección, primero se realiza un “macro ruteo”, esto es una primera delimitación de grandes áreas de recolección (generalmente abarca colonias enteras) para lo cual pueden considerarse las fronteras naturales (ferrocarriles, grandes calles, ríos, entre otros). A partir de las macro rutas se trazan los micros rutas (rutas específicas considerando el sentido de las calles y los métodos de recolección).

Los micros rutas pueden trazarse mediante dos métodos: el método heurístico y el método determinístico. Los métodos heurísticos son empíricos, están basados en la experiencia. Los métodos determinísticos son más recomendables para obtener rutas de recolección óptimas ya que consideran todos los parámetros involucrados. Los métodos determinísticos más usados son: el algoritmo del agente viajero (si se usa el método de recolección de parada fija y el de contenedores) y el algoritmo del cartero chino (cuando se utiliza el método de recolección por acera) (Gonzales, 2004).

Un diseño apropiado de las rutas de recolección acarrea como beneficios la reducción de costos y el máximo aprovechamiento de las unidades recolectoras así como la minimización de tiempo y distancias muertas (que no son usadas para la recolección). Por el contrario, un inapropiado diseño de las rutas provoca un desperdicio del personal y de las unidades recolectoras así como una cobertura insuficiente del servicio que finalmente traerá como consecuencia la proliferación de tiraderos clandestinos.

Las unidades utilizadas para la recolección de residuos sólidos varían desde vehículos no convencionales como los volteos, hasta unidades recolectoras de alta especialización o tecnificación. Los primeros son más económicos en cuanto a costos de adquisición y mantenimiento por lo cual son comúnmente empleados.

Sin embargo, este tipo de vehículos no son adecuados para la recolección ya que al estar descubiertos, los residuos se esparcen fácilmente durante el transporte, además de que los líquidos contenidos en los residuos pueden escurrir por la parte inferior del volteo.

Otra desventaja que presentan estos vehículos ante las unidades compactadoras, es su menor capacidad de carga. Para una recolección de residuos eficaz, es muy importante que los vehículos estén cubiertos, que la altura de carga no sea mayor a 1.20 m (para facilitar su labor a los trabajadores de la cuadrilla) y que sean seguros para las personas que laboran en ellos. Además de lo anterior, deben contar con un sistema que facilite la descarga de los residuos.

Otro punto relevante en cuanto a la recolección, es la frecuencia con la que se realiza el servicio. Mientras menor es la frecuencia de recolección, los costos

disminuyen, pero es de suma importancia que no se permita la acumulación de grandes cantidades de residuos en las fuentes generadoras ya que esto, adicionado a la inexistencia de prácticas de separación primaria de residuos (en orgánicos e inorgánicos) por parte de los usuarios, propicia la generación de lixiviados, olores desagradables, la proliferación de fauna nociva y de tiraderos clandestinos (Díaz, 2003).

6.8. Barrido

Este servicio generalmente se brinda en las vías de circulación principales. Las razones de su realización son varias: la conservación de la salud humana, evitar la obstrucción del alcantarillado o drenaje del agua pluvial y por razones de estética. El barrido puede realizarse de manera manual o mecánica. Los factores que influyen en el rendimiento de barrido son la topografía, las condiciones del pavimento, la densidad del tráfico peatonal y de vehículos, la calidad y el tipo de equipo utilizado, además del horario laboral, entre otros.

6.9. Separación, procesamiento y transformación de residuos sólidos

Este elemento puede implicar el uso de métodos, maquinaria y aparatos complejos. Abarca acciones físicas como la separación (por tipo, tamaño o característica del residuo) o la compactación, así como transformaciones químicas como la incineración (que reduce hasta en un 90 por ciento el volumen de los residuos) o biológicas como el composteo.

La finalidad de este elemento de gestión es la de recuperar productos que puedan comercializarse, obtener energía alterna o simplemente reducir el volumen y peso de los residuos que serán conducidos a su disposición final.

El trayecto que siguen los residuos después de ser eliminados por la fuente, depende de sus características, de la existencia de mercados para los productos, de los precios de los mismos, de los costos de los procesos, la viabilidad de las opciones y la legislación aplicable.

En la actualidad, los programas de manejo de residuos sólidos urbanos, como del programa de las “3R’s”, están enfocados principalmente a la reducción de la generación de residuos desde la fuente, el reusó de los mismos.

6.10. Transferencia y transporte

6.10.1. Transferencia

Comprende el proceso de traslado de residuos de unidades recolectoras de capacidades pequeñas a unidades cuya capacidad es mayor mediante estaciones de transferencia.

Las estaciones de transferencia son utilizadas en localidades donde las distancias a recorrer son grandes pues permite la optimización de recursos al reducir el gasto de combustible y el desgaste de los vehículos pequeños, además de disminuir el tiempo muerto del personal del servicio de recolección. Otra ventaja de las estaciones de transferencia es que pueden ser adaptadas para el aprovechamiento de ciertos residuos para su reciclaje y que un cambio en el sitio de disposición no influirá en las rutas de recolección.

Las estaciones de transferencia pueden ser clasificadas de acuerdo a:

- La operación de descarga: directa o indirecta.
- El procesamiento de los recursos: sin procesamiento o con procesamiento (compactación, trituración, enfadamiento y/o selección de materiales).

- Las características del edificio.

Por otra parte, una estación de transferencia también puede presentar la desventaja de que una falla en su funcionamiento causará graves problemas para el servicio de recolección. Además, puede originar protestas de los vecinos a causa de los olores o ruidos. Por esta razón es conveniente que exista una distancia de amortiguamiento a las zonas vecinas y se considere en su diseño la dirección del viento (Curiel, 2001).

6.10.2. Transporte

Este elemento, implica la conducción de los residuos después de haber sido sometidos a la separación, procesamiento o transformación hacia el sitio de disposición final o hacia el lugar donde continúen su modificación.

6.11. Disposición final

Se define disposición final como la “acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos”.

6.11.1. Relleno sanitario tradicional: consiste en el depósito de residuos sólidos dentro de celdas que son compactadas. Posteriormente se cubren con tierra, utilizando maquinaria pesada para la distribución, homogenización y compactación de los residuos.

6.11.2. Relleno seco (pre tratamiento de alta compactación): en este relleno los residuos son compactados en gran medida para reducir su volumen. Esto permite aumentar la vida útil del relleno (hasta un 50 por ciento) pero prolonga el tiempo de descomposición del material orgánico.

6.11.3. Tratamiento Mecánico – Biológico: esta tecnología hace inertes los residuos antes de su disposición en el relleno para reducir el riesgo de contaminación del ambiente.

El sistema realiza un pre tratamiento de los residuos sólidos en dos fases: la mecánica y la biológica. La mecánica se realiza utilizando un tambor móvil o fijo que homogeniza los residuos. En la etapa biológica los residuos homogenizados se conforman en pilas de descomposición aeróbica por hasta 9 meses, lo que permite la minimización y/o eliminación de los elementos nocivos en la disposición final del material tratado. El tiempo necesario de monitoreo de pos clausura se reduce a máximo 5 años.

6.11.4. Relleno Sanitario Manual: se utiliza para el manejo de residuos sólidos en áreas con densidades de población bajas (zonas rurales). Su aplicación es permitida para rellenos con un ingreso diario de hasta 10 toneladas.

6.11.5. Relleno Sanitario Acelerado: en este tipo de relleno se recirculan los lixiviados previamente inoculados con agentes enzimáticos; esto acelera el proceso de descomposición en su etapa metano génica, aumenta el tipo de retención celular y reduce las necesidades de estabilización de los residuos. Al término de la estabilización de residuos, es posible abrir las celdas para rescatar el material degradable ya estabilizado y volver a depositar residuos en las celdas minadas (esto incrementa la vida útil del relleno hasta tres veces).

6.11.6. Relleno Sanitario con Recuperación de Biogás: en estos sitios se recupera el gas metano para aprovechar su poder calórico en la generación de

electricidad. Este tipo de relleno solo es utilizado si la recuperación de metano es factible económicamente.

La Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, “especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial” es una norma que sustituye la NOM-083-ECOL-1996 y entró en vigor el 20 de diciembre de 2004. Esta norma clasifica a los sitios de disposición final de acuerdo a la cantidad de residuos que ingresan al día. Así, estos pueden ser de tipo A (si reciben más de 100 toneladas al día), tipo B (si reciben de 50 hasta 100 toneladas diarias), tipo C (si los residuos al día son de 10 y menores a 50 toneladas) y tipo D (si los residuos recibidos son menores de 10 toneladas). La norma NOM-083-SEMARNAT-2003 establece que los sitios de disposición final no deben ubicarse en áreas naturales protegidas, marismas, manglares, esteros, pantanos, humedales, estuarios, planicies aluviales, fluviales, recarga de acuíferos, zonas arqueológicas, cavernas, fracturas, fallas geológicas o zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años. Además, estos sitios deben estar ubicados a una distancia mínima de 500 m de la traza urbana (para localidades mayores de 2 500 habitantes), de los cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos, lagunas y pozos de abastecimiento de agua.

Otras especificaciones que marca la norma es que en el sitio de disposición final debe realizarse la extracción, captación, conducción y control de los lixiviados y biogás que se generen, asimismo, se debe contar con un drenaje pluvial y una área de emergencia para la recepción de residuos. También se debe controlar la

dispersión de materiales ligeros, la fauna nociva y la infiltración pluvial. De igual forma, en el sitio se debe contar con un manual de operación, un control de registro y un informe mensual de actividades. Además de lo anterior, la compactación de los residuos, la construcción de obras complementarias y los estudios y análisis requeridos se realizarán de acuerdo a la categoría a la cual pertenezcan los sitios negativos en la sociedad y el ambiente (Instituto Nacional de ecología, 2001).

6.12. Efectos de los residuos sólidos

Al ser desagradable la presencia de los residuos, las personas tienden a alejarlos de sus viviendas y gran parte lo hace desalojándolos en la vía pública. De esta manera se forman los tiraderos “a cielo abierto” (o clandestinos) que son sitios inadecuados de disposición final de residuos y que tienen una repercusión negativa en la sociedad y el ambiente (Instituto Nacional de Ecología, 1997).

6.13. Efectos en suelo

Cuando los residuos sólidos son desechados en terrenos baldíos, a orillas de las carreteras o en cualquier otro sitio de disposición final inadecuado, afectan las características propias del suelo que los acoge. Asimismo, cuando los residuos se saturan de agua, producida por la lluvia, por los movimientos horizontales, por contacto directo con aguas subterráneas o por aporte de los propios residuos, se van disolviendo sustancias contenidas en los residuos y van conformando así un líquido llamado lixiviado que contiene metales pesados, hidrocarburos solubles y otras sustancias contaminantes. Estos lixiviados se dispersan contaminando el suelo adyacente (Secretaria medio ambiente y recursos naturales, 2001).

6.14. Efectos en agua

Los residuos sólidos que son arrojados de manera clandestina a orillas de ríos, lagos o cualquier otro cuerpo de agua provocan cambios en las propiedades naturales de estos elementos, aumentan la concentración de materia orgánica y pueden conducir a la eutrofización del cuerpo acuático. Además, los lixiviados generados a partir de los residuos, pueden migrar hasta alcanzar aguas superficiales o percolarse y contaminar aguas subterráneas (Padilla, 2002)

6.15. Efectos en aire

En diversos sitios de disposición final, la quema de los residuos es una práctica común. La incineración no controlada de los residuos genera gases como el metano o el dióxido carbono (que son gases de invernadero) y ácido sulfhídrico (un promotor de la lluvia ácida). Asimismo, los residuos sólidos son los causantes de olores desagradables debido a la descomposición de la fracción orgánica. Otro factor de contaminación del aire lo conforman los organismos patógenos contenidos en los residuos que son arrastrados por el viento de tiraderos no controlados (o rellenos sanitarios que no cumplen con la normatividad correspondiente) a zonas aledañas (Curiel, 2001).

6.16. Efectos en animales y plantas

El transporte de ciertas sustancias tóxicas a través de los lixiviados facilita su distribución y disponibilidad para plantas y animales a través del suelo o agua. Estas sustancias pueden producir efectos negativos en los organismos con los que entran en contacto. Dichos daños varían desde la bio acumulación hasta la muerte por intoxicación.

6.17. Efectos visuales

Los residuos sólidos provocan un deterioro del paisaje en las áreas utilizadas como tiraderos clandestinos y en las zonas vecinas debido a que los residuos son dispersados por el viento. La fauna nociva presente en el lugar aumenta el aspecto desagradable. Esto es más perceptible cuando se trata de zonas cercanas a localidades o caminos (INEI, 2000)

6.18. Efectos en la salud

Los efectos de los residuos sólidos en la salud pueden ser de dos tipos: directos e indirectos.

Las personas que están más expuestas a los efectos directos causados por los residuos sólidos son aquellas que se encuentran en contacto continuo con los desechos, principalmente se trata de trabajadores de limpieza, pepenadores, de sitios de disposición final, entre otros. Los efectos principales son las enfermedades gastrointestinales y respiratorias así como lesiones en la piel causadas por bacterias y hongos.

La acumulación de residuos sólidos en sitios de disposición inadecuados favorece la proliferación de fauna nociva como son los insectos rastreros y voladores (moscas, mosquitos y cucarachas), los roedores (ratas y ratones), las aves (zopilotes, gaviotas y garzas) y los mamíferos (perros, gatos, cerdos, etc.). Muchos de estos son portadores de diversas enfermedades que pueden afectar la salud del humano (López, 1990).

6.19. Efectos en la economía

El uso de terrenos como tiraderos clandestinos o sitios de disposición final inadecuados representan la pérdida de suelos cultivables y disminuye a su vez el valor de los terrenos colindantes. Esto finalmente se traduce en pérdidas económicas para los respectivos dueños. De igual forma, la contaminación de cuerpos de agua por residuos imposibilita su aprovechamiento y provoca también pérdidas económicas.

Además, las enfermedades causadas por los residuos generan gastos económicos en las personas afectadas (costos de consultas médicas, medicinas, tratamientos, entre otros) y una disminución en el rendimiento laboral que no permite obtener un ingreso.

Así pues, un manejo y disposición inadecuados de los residuos sólidos conlleva a implícitamente daños al ambiente, a la salud y a la economía (Secretaría de desarrollo social, 2001).

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. La ejecución de la investigación.

Se realizó en los distritos de Iquitos, Punchana, Belén, San Juan Bautista correspondientes a la provincia de Maynas, departamento de Loreto.

7.2. Materiales y Equipos.

- Distritos de Iquitos, Punchana, San Juan Bautista, Belén
- Hoja de encuesta.
- Equipo de cómputo.
- Máquina fotográfica.

7.3. Método

7.3.1. Tipo y nivel de la investigación.

La investigación pertenece al nivel de descriptivo correlacional: Fue descriptivo porque permitió observar las características presentes en el sitio donde se llevó a cabo el estudio y se procedió a recopilar la información relativa a residuos sólidos de la ciudad de Iquitos

7.3.2. Población y muestra

La población estuvo conformada por los cuatro distritos de la provincia de Maynas como Iquitos, Punchana, Belén y San Juan cuya población proyectada al año 2014 es de 462,783 habitantes.

7.4. MUESTRA

a) Tamaño de la Muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se aplicó la fórmula para población menor de 1,500 con proporciones y errores absolutos.

La fórmula es la siguiente:

$$n = \frac{z^2 p \cdot q (N)}{E^2(N-1) + z^2 p \cdot p}$$

MUESTRA INICIAL

$$n = \frac{Z^2 p \cdot q}{E^2}$$

Dónde:

n=?

N= Población (1,250)

$Z^2 = 1,96$ (tabla de distribución para 95%) nivel de confianza

P = 0,60 proporcionalidad del evento de estudio

q = 0,40 complemento de p.

E = 0,05 (5%) error absoluto.

Reemplazando la fórmula

$$n = \frac{(1,96)^2 (0,50) (0,50)}{(0,05)^2}$$

$$n = \frac{0,9604}{(0,0025)}$$

$$n = \frac{(3,8416)(0,25)}{(0,0025)}$$

$$n = 3,8416 \quad n = 384$$

b.) Muestra Ajustada

$$n = \frac{n}{(n-1)} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{N}}$$

Reemplazando número de estudiantes

$$n = 384$$

$$\frac{384-1}{1+\frac{384-1}{1250}}$$

$$n = 383$$

$$\frac{383}{1250} = 0,3064$$

$$n = 383$$

$$\frac{383}{1+0,3064}$$

$$n = 383$$

$$\frac{383}{1,3064} = 293,172$$

$$n = 293$$

7.5. Muestreo

En el estudio se empleó el muestreo probabilístico estratificado con afijación proporcional, porque los estratos poblacionales (N_h) son de diferentes tamaños para lo cual se hará uso de la fórmula siguiente:

$$f = \frac{n}{N}$$

Al reemplazar los valores en la fórmula se obtuvo $f = 0,2344$

La muestra quedó distribuida de la siguiente manera:

7.6. Análisis estadístico

ANÁLISIS	ESTADÍSTICA
DESCRIPTIVO	Estadística descriptiva: frecuencia, promedio (\bar{x}), desviación estándar, porcentaje (%)
INFERENCIAL	Estadística inferencial no paramétrica Chi cuadrado (X^2)

7.7. Procedimiento

Esquema a desarrollar:

7.7.1. Generación de residuos sólidos urbanos

7.7.1.1. Residuos sólidos urbanos domiciliarios

- Generación de RSD *per cápita*.
- Generación de RSD en el municipio
- Peso Volumétrico
- Caracterización de los RSD

7.7.1.2. Residuos sólidos urbanos de tipo no domiciliario

7.7.1.3. Generación de residuos sólidos urbanos totales

7.7.1.4. Proyecciones manipulación, separación y almacenamiento de residuos

7.7.1.5. Recolección

- Servicio municipal de recolección de residuos sólidos
- Contenedores
- Unidades recolectoras
- Rutas de recolección

- Análisis de las rutas de recolección

7.7.1.6. Propuesta de macro ruteo

7.7.1.7. Servicio de barrido y limpieza de áreas públicas

7.7.1.8. Separación, procesamiento y transformación de residuos sólidos

7.7.1.9. Disposición final

7.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

7.8.1. Técnicas

La técnica que se empleó en la recolección de los datos fue: la encuesta porque se recolectó los datos en forma indirecta.

7.8.2. Instrumentos

Para las variables: desarrollo sostenible e industrias madereras, el instrumento que se empleó fue el cuestionario, el que fue sometido a prueba de validez mediante la técnica de la prueba piloto, utilizando la fórmula de coeficiente de confiabilidad de Crombach antes de su aplicación.

7.8.3. Fuentes

La fuente para la recolección de los datos fue:

- ✓ **Fuente Primaria:** porque la información fue proporcionada por los directivos y trabajadores de las industrias madereras de Iquitos en el año 2013.

7.9. Técnicas de presentación de resultados

La información fue procesada en forma computarizada, utilizando el paquete estadístico computacional PASW versión 18 en español y MINITAB, sobre bases de datos con el cual se organizó la información en cuadros para luego representarlos en gráficos.

Fueron evaluados cada uno de los elementos funcionales que conforman el sistema actual de manejo de los residuos sólidos en ciudad de Iquitos: generación, almacenamiento *in situ*, recolección, separación (centros de acopio) y disposición final.

Esto se realizó de acuerdo a la siguiente metodología:

- a. Se recabó la información bibliográfica necesaria sobre el manejo de los residuos sólidos y sobre la zona de estudio.
- b. Se realizó un reconocimiento general de la localidad para identificar las zonas comerciales, institucionales y habitacionales considerándolas como las Principales fuentes generadoras de residuos sólidos urbanos.
- c. Se efectuó un estudio de generación y caracterización de residuos sólidos Urbanos de tipo domiciliario. Adicionalmente se determinó el peso volumétrico de los mismos. Todo se realizó utilizando previamente el método de cuarteo y las normas mexicanas correspondientes.
- Ed.** Se realizó una estimación de los residuos sólidos urbanos de tipo no domiciliario.
- e. Se entrevistó a las autoridades municipales responsables del manejo de los Residuos sólidos para conocer las condiciones actuales del servicio de Recolección de residuos y la infraestructura con la que cuenta el ayuntamiento.
- f. Se realizó un seguimiento a 2 rutas de recolección municipales para conocer sus características y condiciones de operación.
- g. Se identificaron los centros de acopio de residuos en la localidad.
- h. Se evaluaron las condiciones en que opera el sitio de disposición final actual y Se identificaron y ubicaron los tiraderos clandestinos existentes.

7.10. Residuos sólidos urbanos domiciliarios

Con base en el último censo del INEI (2007), se realizaron los cálculos de generación y estudio de residuos de esta ciudad.

Es importante agregar que en la localidad no se encuentran bien definidos los estratos socioeconómicos existentes por lo cual se hizo un muestreo general en y no por estratos como se había planteado inicialmente. El muestreo fue aleatorio y por conglomerados, considerando como unidad de muestreo las manzanas de la ciudad.

Lo anterior se realizó con la finalidad de optimizar recursos.

7.11. Generación de residuos sólidos domiciliarios

7.11.1. Estudio de campo

El estudio de generación de residuos sólidos de tipo domiciliario se realizó con base en la norma NMX-AA-61-1985 (Protección al ambiente-Contaminación de suelo tomada de la legislación mexicana).

7.11.2. Residuos sólidos municipales

Determinación de la generación de acuerdo a esta norma, para obtener el número de viviendas a muestrear se requirió seleccionar un riesgo (α)

Esta selección de riesgo se realizó considerando que no se tenía un conocimiento previo de la localidad y se desconocía con qué facilidad se podría realizar el muestreo. De esta forma se obtuvo el tamaño de la premuestra necesaria.

El muestreo se hizo por conglomerados, es decir, en un plano se enumeraron todas las manzanas de la ciudad y se eligieron de manera aleatoria las que serían muestreadas. Posteriormente se encuestaron las viviendas de las manzanas seleccionadas, buscando la participación de sus habitantes en el muestreo.

Se descartaron del muestreo las viviendas que pertenecían a tiendas, talleres mecánicos o cualquier otro tipo de giro comercial o de servicios.

El muestreo de las manzanas seleccionadas se realizó durante una semana. El primer día, se efectuó una “operación de limpieza”, pues solo se recolectaron los residuos acumulados con anterioridad en las viviendas y se trasladaron al tiradero municipal. Ese día se entregó en cada vivienda una bolsa debidamente identificada (con número de vivienda, número de manzana y fecha) para que se almacenaran los residuos generados a lo largo de ese día. A partir del segundo día, se recogió la bolsa de cada vivienda y se entregó una nueva. Los residuos entregados fueron pesados y registrados individualmente durante toda la semana.

7.12. Evaluación de los datos

El análisis estadístico de los resultados de generación de residuos se realizó también mediante la aplicación de la norma NMX-AA-61-1985. Primero, el peso de cada bolsa (por vivienda), se dividió entre el número de habitantes de dicha vivienda, así se obtendrán datos correspondientes a la generación *per cápita* por cada día de la semana. De estos datos se obtuvo un promedio por cada vivienda.

Posteriormente se efectuó un análisis de rechazo de datos sospechosos mediante el criterio de Dixon (NMX-AA-61-1985) y se obtendrá el promedio de la generación de residuos *per cápita* por día y su desviación estándar.

Finalmente se verificó que el tamaño de la premuestra fuera el adecuado, para esto se utilizó la fórmula:

Ec. 3.1

Dónde:

n_1 = Tamaño Real de la Muestra.

E = Error Muestral en kg/hab/día, ($0.04 \text{ kg/hab/día} \leq E \leq 0.07 \text{ kg/hab/día}$).

s = Desviación Estándar de la Premuestra.

t = Percentil de la distribución "t" de Student, correspondiente al nivel de confianza definido por el riesgo empleado en el muestreo.

Para cumplir o rebasar la confiabilidad propuesta al inicio del estudio, el tamaño de la premuestra (n) debe ser igual o mayor que el tamaño real de la muestra (n_1). De lo contrario, es necesario un nuevo muestreo para completar el número de datos requeridos.

7.13. Método de cuarteo

El método de cuarteo se utilizó como un proceso de homogenización de los Residuos de las viviendas muestreadas previo a la determinación de subproductos y del peso volumétrico. Este método consistió, como lo marca la norma Mexicana NMX-AA-15-1985, en vaciar los residuos contenidos en las bolsas recolectadas en un área plana para formar una pila. A continuación se mezclaron los residuos para igualar las características en todas las partes de la pila. Posteriormente, la pila de residuos se dividirá en 4 partes iguales, 2 partes opuestas fueron eliminadas y ocupadas para calcular el peso volumétrico y las dos partes restantes se homogenizaron nuevamente repitiendo el proceso hasta dejar un mínimo de 50 kg para realizar la caracterización de los residuos sólidos.

7.14. Caracterización de residuos sólidos domiciliarios

7.14.1. Estudio de campo

Para hacer el estudio de caracterización de los residuos sólidos se utilizó la muestra obtenida mediante el método del cuarteo, y con base en la Norma Mexicana NMX-AA-22-1985 (Protección al ambiente-Contaminación de suelo-Residuos sólidos municipales-Selección y cuantificación de subproductos) se aislaron los distintos subproductos que conformaban los residuos sólidos domiciliarios. Finalmente, cada uno de los subproductos fue pesado por separado.

7.14.2. Evaluación de los datos

Para calcular el porcentaje en peso de cada subproducto se utilizó la siguiente fórmula de acuerdo a la norma NMX-AA-22-1985:

Ec. 3.2

Dónde:

PS = Porcentaje del Subproducto.

G1= Peso del Subproducto (kg).

G = Peso Total de la Muestra (kg).

7.14.3. Estudio de campo

Con la muestra obtenida a partir del método de cuarteo y siguiendo la Norma Mexicana NMX-AA-19-1985 (Protección al ambiente-Contaminación de suelo-

Residuos sólidos municipales - Peso volumétrico "*In situ*") se obtuvo el peso volumétrico de los residuos sólidos domiciliarios. Para esto, se ocupó un tonel de una capacidad de 200 L (0.2 m³) que fue pesado previamente. Después, fueron adicionados los residuos hasta llenar por completo el tonel, se dejó caer el tonel a una altura de 10 centímetros del suelo en 3 ocasiones para que los residuos se compactaran y posteriormente se volvieron a agregar residuos hasta llenar nuevamente el tonel. Finalmente, se obtuvo el peso del tonel con los residuos sólidos.

7.14.4. Evaluación de los datos

Para obtener el peso volumétrico de los residuos, se dividió el peso de los residuos sólidos (obtenido de la resta del tonel lleno menos el tonel vacío) entre el volumen que ocuparon. Esto se realizó aplicando la fórmula siguiente de la norma NMX-AA-19-1985:

Ec. 3.3

Dónde:

Pv= Peso Volumétrico del Residuo Sólido Domiciliario (kg/m³)

P= Peso de los Residuos Sólidos (kg)

V= Volumen del Recipiente (m³)

7.14.5. Residuos sólidos urbanos no domiciliarios

El estudio de la generación de residuos urbanos no domiciliarios (comerciales, institucionales y de servicios municipales principalmente) es más complejo que el

realizado para residuos domésticos debido a que implica una inversión más grande de tiempo y dinero. Por esta razón, la fracción no domiciliaria de los RSU generada en el municipio de Ciudad Iquitos se estimó considerando un estudio realizado por el Instituto Nacional de Ecología (1997). Este estudio propone que la generación de residuos de tipo domiciliario conforma el 77% del total de RSU, y el 23% restante pertenece a residuos no domiciliarios. Por lo tanto, considerando el dato obtenido de generación de residuos domiciliarios, se estimó la generación de RSU no domiciliarios.

7.14.6. Almacenamiento *in situ* de residuos sólidos domiciliarios

Para conocer el almacenamiento *in situ* de los RSD se encuestaron los domicilios muestreados acerca del tipo de recipiente utilizado para la acumulación de los residuos sólidos hasta el momento de su recolección. Además, de acuerdo a la frecuencia de recolección, se calculó el volumen del recipiente necesario para almacenar los residuos. Para lo anterior se utilizó la siguiente fórmula (SEDESOL, s.f.):

$$\text{Ec 3.4}$$

Dónde:

V = Volumen del Recipiente (L).

G = Generación de Residuos por habitante (kg/día).

N = Número de habitantes en el domicilio.

Pv = Peso volumétrico de los residuos (kg/m³).

Fr = Factor de la frecuencia de recolección.

7.15. Evaluación de la recolección de residuos sólidos

El análisis del sistema de recolección se hizo mediante el seguimiento de las rutas de recolección a distintas unidades recolectoras (compactador y volteo). En este seguimiento se observaron las medidas de seguridad adoptadas por los trabajadores, los tiempos y distancias de parada, así como los tiempos de recorrido y de descarga, además de las características generales del servicio.

Adicionalmente, se realizó una observación de las condiciones físicas de las unidades recolectoras y de los contenedores de residuos.

7.16. Evaluación del sitio de disposición final

La evaluación del sitio de disposición final se realizó mediante una lista de chequeo en la cual se consideraron las condiciones de operación, la existencia de fauna nociva, la distancia a la localidad, la presencia de pepenadores, la topografía, el área y otros aspectos.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIONES

8.1. Antecedentes

Desde el año 1990 el Perú da inicio proceso de ordenamiento y actualización de su legislación ambiental, siendo presidente de la república el Ing. Alberto Fujimori, quien impulso el tema mediante el entonces Organismo Público Descentralizado INRENA, y promulgado Código del Medio Ambiente y Los recursos Naturales mediante Decreto Legislativo N° 613 (08-09-90). Desde aquel entonces ha seguido dando pasos claros para avanzar en la elaboración y aprobación de normas legales que permitan generar los lineamientos programáticos para la solución de la problemática generada por el deficiente manejo de los residuos sólidos, problema tan sentido en el país, posteriormente en el año, posteriormente en Julio del 2000 se aprueba la Primera Ley General de Residuos Sólidos la Ley 27314, cuatro años después el 24 de Julio del 2004 se aprueba su Reglamento según D.S. 057-2004/PCM, luego el año pasado el 28 de Junio del 2008 se publicó el D.L. 1065, que modifica la Ley 27314, incluyendo aspectos como la responsabilidad compartida y de manejo integral de residuos sólidos, desde su generación hasta la disposición final, con las empresas que producen, importan y comercializan bienes de consumo masivo y que consecuentemente contribuyen a la generación de residuos en una cantidad importante y con características de peligrosidad; la responsabilidad de los Gobiernos Regionales en la temática ,entre otros.

8.2. Principios y Lineamiento de la Política Ambiental en Residuos Sólidos

1. La política ambiental del país aprobada por El Ministerio del Ambiente según

Decreto Supremo N°012-2009-MINAM de 23 de Mayo de 2009 se sustenta en:

2. Los principios contenidos en la Ley General del Ambiente y adicionalmente en los siguientes principios:

3. .Transectorialidad. El carácter transectorial de la gestión ambiental implica que la actuación de las autoridades públicas con competencias ambientales debe ser coordinada y articulada a nivel nacional, sectorial, regional y local, con el objetivo de asegurar el desarrollo de acciones integradas, armónicas y sinérgicas, para optimizar sus resultados.

4. Seguridad jurídica. Las acciones públicas deben sustentarse en normas y criterios claros, coherentes y consistentes en el tiempo, a fin de asegurar la predictibilidad, confianza y gradualismo de la gestión pública en materia ambiental.

5. Análisis costo-beneficio. Las acciones públicas deben considerar el análisis entre los recursos a invertir y los retornos sociales, ambientales y económicos esperados.

6. Competitividad. Las acciones públicas en materia ambiental deben contribuir a mejorar la competitividad del país en el marco del desarrollo socioeconómico y la protección del interés público.

7. Gestión por resultados. Las acciones públicas deben orientarse a una gestión por resultados e incluir mecanismos de incentivo y sanción para asegurar el adecuado cumplimiento de los resultados esperados.

8. Mejora continua. La sostenibilidad ambiental es un objetivo de largo plazo que debe alcanzarse a través de esfuerzos progresivos, dinámicos y permanentes, que generen mejoras incrementales.

9. Cooperación público-privada. Debe propiciarse la conjunción de esfuerzos entre las acciones públicas y las del sector privado, incluyendo a la sociedad civil, a fin de consolidar objetivos comunes y compartir responsabilidades en la gestión ambiental.

En el Eje de Política 2: GESTIÓN INTEGRAL DE LA CALIDAD AMBIENTAL, en el acápite 4: Residuos Sólidos, señala los siguientes lineamientos de política para este tema:

- a) Fortalecer la gestión de los gobiernos regionales y locales en materia de residuos sólidos de ámbito municipal, priorizando su aprovechamiento.
- b) Impulsar medidas para mejorar la recaudación de los arbitrios de limpieza y la sostenibilidad financiera de los servicios de residuos sólidos municipales.
- c) Impulsar campañas nacionales de educación y sensibilización ambiental para mejorar las conductas respecto del arrojado de basura y fomentar la reducción, segregación, reusó, y reciclaje; así como el reconocimiento de la importancia de contar con rellenos sanitarios para la disposición final de los residuos sólidos.
- d) Promover la inversión pública y privada en proyectos para mejorar los sistemas de recolección, operaciones de reciclaje, disposición final de residuos sólidos y el desarrollo de infraestructura a nivel nacional; asegurando el cierre o clausura de botaderos y otras instalaciones ilegales. Desarrollar y promover la adopción de modelos de gestión apropiada de residuos sólidos adaptadas a las condiciones de los centros poblados.
- e) Promover la formalización de los segregadores y recicladores y otros actores que participan en el manejo de los residuos sólidos.

- f) Promover el manejo adecuado de los residuos sólidos peligrosos por las municipalidades en el ámbito de su competencia, coordinando acciones con las autoridades sectoriales correspondientes.
- g) Asegurar el uso adecuado de infraestructura, instalaciones y prácticas de manejo de los residuos sólidos no municipales, por sus generadores.
- h) Promover la minimización en la generación de residuos y el efectivo manejo y disposición final segregada de los residuos sólidos peligrosos, mediante instalaciones y sistemas adecuados a sus características particulares de peligrosidad (Diario Oficial de la Federación, 1985)

8.3. GENERACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS

Una consecuencia directa de cualquier tipo de actividad desarrollada por el hombre es la generación de residuos; hasta hace algunos años atrás un gran porcentaje de los residuos eran reutilizados en muy diversos usos, hoy nos encontramos en una sociedad de consumo que genera gran cantidad y variedad de residuos procedentes de un amplio abanico de actividades. En los hogares, oficinas, mercados, industrias, hospitales, entre otros, se producen residuos que es preciso recoger, tratar y eliminar adecuadamente.

Según el Ministerio del ambiente (2009), Indica que en los informes anuales desde el año 2004 (año en que se realizó la primera reunión anual de residuos sólidos en el Perú) se observa un creciente incremento de la generación de residuos sólidos municipales, esta información es proporcionada en parte por las municipalidades a través del sistema de Gestión de Residuos Sólidos - SIGERSOL que lo administra el

MINAM, y otra es cubierta por estudios realizados en diversas ciudades del país por diferentes municipalidades, consultoras, empresas prestadoras de servicios y ONG's (INEI, 2010).

Cuadro 4: Los primeros treinta distritos con mayor generación de residuos.

Item	Distrito	Generación (Ton/día)	%	Acumulado %
1	San Juan de Lurigancho, prov. Lima, reg.Lima	970,32	4,3	4,3
2	San Martín de Porres, prov. Lima, reg.Lima	625,93	2,8	7,1
3	Comas, prov. Lima, reg.Lima	525,94	2,3	9,4
4	Ate, prov. Lima, reg.Lima	516,54	2,3	11,7
5	Callao, prov. Callao, reg.Callao	449,16	2,0	13,7
6	Villa el Salvador, prov. Lima, reg.Lima	412,33	1,8	15,6
7	Villa María del Triunfo, prov. Lima, reg.Lima	408,75	1,8	17,4
8	San Juan de Miraflores, prov. Lima, reg.Lima	391,65	1,7	19,1
9	Los Olivos, prov. Lima, reg.Lima	343,59	1,5	20,7
10	Lima, prov. Lima, reg.Lima	323,45	1,4	22,1
11	Trujillo, prov. Trujillo, reg.La Libertad	318,31	1,4	23,5
12	Santiago de Surco, prov. Lima, reg.Lima	312,76	1,4	24,9
13	Chorrillos, prov. Lima, reg.Lima	309,94	1,4	26,3
14	Ventanilla, prov. Callao, reg.Callao	300,13	1,3	27,6
15	Chiclayo, prov. Chiclayo, reg.Lambayeque	281,66	1,3	28,9
16	Piura, prov. Piura, reg.Piura	275,27	1,2	30,1
17	Puente Piedra, prov. Lima, reg.Lima	252,29	1,1	31,2
18	Juliaca, prov. San Roman, reg.Puno	234,05	1,0	32,3
19	Independencia, prov. Lima, reg.Lima	224,26	1,0	33,3
20	Chimbote, prov. Santa, reg.Ancash	224,08	1,0	34,3
21	Carabayllo, prov. Lima, reg.Lima	223,54	1,0	35,3
22	La Victoria, prov. Lima, reg.Lima	208,14	0,9	36,2
23	Santa Anita, prov. Lima, reg.Lima	199,38	0,9	37,1
24	El Agustino, prov. Lima, reg.Lima	194,68	0,9	37,9
25	Rimac, prov. Lima, reg.Lima	190,26	0,8	38,8
26	Lurigancho, prov. Lima, reg.Lima	182,91	0,8	39,6
27	Jose Leonardo Ortiz, prov. Chiclayo, reg.Lambayeque	174,00	0,8	40,4
28	Iquitos, prov. Maynas, reg.Loreto	168,09	0,7	41,1
29	La Esperanza, prov. Trujillo, reg.La Libertad	163,99	0,7	41,8
30	Cajamarca, prov. Cajamarca, reg.Cajamarca	162,21	0,7	42,6

En el cuadro 4 se observa los primeros treinta distritos que generan la mayor cantidad de residuos sólidos, ocupando el primer lugar San Juan de Lurigancho con 970,32 t, ubicándose a Iquitos en el puesto número veintiocho con 168,9 t. Hay que destacar que el presente cuadro está referido al año 2010.

Uno de los aspectos importantes a tomar en cuenta en la gestión y manejo de residuos sólidos municipales es la cantidad de población existente en el país, en la región y en cada uno de los distritos. La población proyectada para la provincia de Maynas y sus cuadro distritos urbano señalada por el INEI es de 470118 habitantes

con una tasa de crecimiento de 2,5% anual. Cabe señalar que esta población urbana es la que concentra la mayor cantidad de residuos sólidos y por ende es donde se visibiliza con mayor énfasis la problemática de una inadecuada gestión de los mismos.

Cuadro 5. Población proyectada de los distritos de Maynas.

Distrito	Pobl.2012	Pobl. 2013	Pobl. 2014
Iquitos	163 594	167683	171875
Belén	74551	76414	78325
Punchana	85179	87308	89491
San Juan	124143	127246	130427
TOTAL	283873	458651	470118

El INEI estima al 2014 una población para Loreto de 936 897 habitantes, la cual representa el 3,3 por ciento de la población nacional; lo que, con relación a la Tasa de crecimiento se estima de 2,5% anual. Los distritos de Maynas más poblados son Iquitos y San Juan de Miraflores con 171,875 y 130,427 habitantes (Cuadro 5).

8.4. CUANTIFICACION DE RESIDUOS SOLIDOS

De acuerdo a los resultados obtenidos se determinó tal como se expresa en el cuadro 6, un total de 235,6 t/día, cantidad determinada por actividad, habiendo considerado siete rubros y un adicional que para efectos del presente estudio se

determinó con la palabra OTROS, donde se ha considerados aquellas actividades que generan mínima producción de residuos como: panaderías, madereras, talleres diversos como metal mecánica, carpintería, tapizados, pinturas, entre otros (Díaz, 2003)

Cuadro 6. Producción de residuos sólidos por actividad en tn/día.

Actividad	t/día
Instituciones varias	18,8
Hoteles	1,2
Restaurantes	8,8
Barrido Calles	12,5
Comercios	52,2
Mercados	87,9
Hospitales	44,8
Otros	9,4
TOTAL	235,6

8.5. Producción de residuos sólidos por sectores

Se ha considerado tres sectores importantes como el sector A que incluye el área urbana de la ciudad de Iquitos, y los sectores B y C que incluye zonas de pobreza y extrema pobreza, siendo el promedio de 0,496 kg/hab/día, la producción actual de residuos sólidos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Producción de residuos sólidos clasificado por sectores.

SECTOR	Kg/hab/día,
Sector A : Metropolitano	0,561
Sector B: Pobreza	0,497
Sector C: Pobreza extrema	0,431
Promedio	0,496

El rápido crecimiento demográfico de la ciudad de Iquitos y la falta de educación ambiental, genera una creciente producción de residuos sólidos (235,6 toneladas diarias), por lo que urge desarrollar técnicas adecuadas para su manejo y aprovechamiento. Partiendo de estas premisas, el ratio de producción de residuos por habitante y día se entiende por la cantidad de residuos correspondiente a cada habitante de un núcleo urbano procedente del reparto del total de los residuos sólidos generados entre toda la población existente (INEI, 2000).

8.6. Residuos sólidos urbanos domiciliarios

Entenderemos como residuos sólidos domiciliarios (RSD) a la basura o desperdicio generado en viviendas, locales comerciales y de expendio de alimentos, hoteles, colegios, oficinas y cárceles, además de aquellos desechos provenientes de podas y ferias libres. Por lo tanto, los RSD totales generados tienen un doble componente, por un lado la fracción que sigue su curso a un relleno sanitario, y otra que continúa su curso hacia el reciclaje.

En el Cuadro 8 podemos observar la composición de residuos sólidos domiciliarios, vemos que un 50,4% es de residuos orgánicos, estos se pueden comportar en su gran mayoría (González, 2004)

Cuadro 8. Tipo de Desechos Urbanos

Tipo de desecho	%
Papel, cartón	15,4
Madera, follaje	5,1
Pastico caucho cuero	17,4
Metales, latas vidrios	2,6
Trapos	1,8
Materia orgánica	50,4
tierra y otros	7,3
Total	100

Los plásticos, cueros y caucho ocupan un segundo lugar con el 17,4%, mientras que al final se encuentra los trapos los que solo llegan al 1,8%.

Teniendo en cuenta que la composición de residuos sólidos tiene diferente Características y particularidades que se producen en la ciudad de Iquitos; la determinación del porcentaje de composición permitirá acciones de selección y posibilidad de neutralización de los elementos constitutivos de la basura.

8.7. Generación de RSD en los municipios

La provincia de Maynas cuenta con trece distritos de los cuales cuatro se encuentran juntos conformando el área urbana integrada por los distritos de Iquitos,

San Juan, Punchana y Belén, los residuos sólidos generados por cada distrito alcanzan los siguientes porcentajes tomando como base el total de las 235,9 t (Instituto Nacional de Ecología, 1997).

Cuadro 9: Generación de Residuos Sólidos por Municipios

Distrito	t	%
Iquitos	96,42	40,87
Punchana	33,76	14,31
Belén	40,90	17,34
San Juan	64,82	27,48
TOTAL	235,90	100,00

Iquitos es el mayor generador de residuos con el 40,87% seguido de San Juan con el 27,48% y por ultimo Belén y Punchana con 17,34 y 14,31% (cuadro 9). Es necesario destacar que Belén a pesar de su menor población genera mayor cantidad de residuos debido a que es un distrito con mayores problemas socio económico.

8.8. Residuos sólidos industriales

En cuanto a los residuos sólidos industriales, no ha sido posible determinar debido a las dificultades encontradas; sin embargo, en contraste con los residuos sólidos domésticos, las industrias son las principales generadoras de estos residuos los que en muchos casos son sólidos peligrosos de origen químico. Las ramas productivas que producen la mayor cantidad de residuos son: la de metales comunes (11%), las

imprentas y fotocopiadoras (6%), curtiembres (3%), industria de alimentos (12%) industrias madereras (44%), otras 21% (Acurio, 1997).

8.9. Recolección

La recolección de residuos sólidos es el aspecto más visible del servicio de aseo urbano y el que mayores costos y dificultades acarrea a las entidades prestadoras de este servicio.

La recolección de los residuos sólidos en la ciudad de Iquitos y distritos se realiza diariamente, un camión recolector pasa en forma diaria a una hora establecida y recolecta todo lo existente en los domicilios en dos modalidades;

- a. Cuando el camión pasa por las calles hace sonar una campana la misma que avisa a las familias para que estas en forma inmediata entreguen directamente al personal del vehículo recolector los residuos acumulados diariamente.
- b. Cuando las familias sacan de sus viviendas los residuos acumulados diariamente horas antes del paso del vehículo recolector y el personal recoge directamente de las veredas (Cacique, 2002).

IX. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la producción de residuos sólidos para la ciudad de Iquitos fue de 235,6 t/día.
2. El sector A que correspondiente al área metropolitana es el que genera mayor cantidad de residuos sólidos con 0,56 Kg/hab/día y el sector C que incluye zonas de extrema pobreza es el que genera menor cantidad con 0,43 Kg/hab/día.
3. Se determinó que el rápido crecimiento demográfico de la ciudad de Iquitos y la falta de educación ambiental, genera una creciente producción de residuos sólidos.
4. Los residuos sólidos domiciliarios abarcan el 50,4% de residuos orgánicos.
5. Los plásticos, cueros y caucho ocupan un segundo lugar con el 17,4%, mientras que al final se encuentra los trapos los que solo llegan al 1,8%.
6. Iquitos es el mayor generador de residuos con el 40,87% seguido de San Juan con el 27,48% y por último Belén y Punchana con 17,34 y 14,31%.
7. No fue posible determinar los residuos industriales debido a las dificultades encontradas.
8. La recolección de residuos sólidos es el aspecto más visible del servicio de aseo urbano y el que mayores costos y dificultades acarrea a las entidades prestadoras de este servicio

X. RECOMENDACIONES

- ✓ Las empresas dedicadas a la madera aserrada deben orientar sus esfuerzos a introducir sistemas mecanizados para efectuar este proceso, en orden a obtener una mayor eficiencia.
- ✓ Orientar los esfuerzos hacia la minimización incorporando prácticas de producción limpia.
- ✓ Realizar esfuerzos de inversión en este ámbito de reciclaje ya que es una opción para la recuperación de los residuos peligrosos.
- ✓ Elevar el nivel gerencial de las empresas mediante la capacitación.
- ✓ Educar a la población de los cuatro distritos en salud ambiental para mejorar los niveles de producción de residuos sólidos.
- ✓ La Municipalidades deberán elaborar programas de capacitación y educación a las poblaciones de los diferentes distritos.
- ✓ Realizar las gestiones para la construcción del relleno sanitario de la ciudad de Iquitos.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Acurio, G.; Rossin, A.; Teixeira, P. Zepeda, F. 1997. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América latina y el Caribe. Edición No 18. Banco Interamericano de Desarrollo y Organización Panamericana de la Salud.
- Agencia de protección ambiental de los estados unidos. 1997. Identificando su residuo: El punto de partida. Folleto EPA530-F-97-029S.Washington, DC.
- Cacique, C. 2002. Análisis de la problemática de los residuos sólidos municipales y alternativas de solución: caso Tlaxiaco, Oaxaca. Tesis de Maestría en Ciencias en Ingeniería Química, Instituto Tecnológico de Oaxaca. México.
- Castellanos, C. 2004. El negocio del desperdicio. [La Jornada en la Economía, Suplemento semanal] La Jornada, p. 4-5.
- Curiel M.A. (2001). Sistema integral de manejo de los residuos sólidos municipales domiciliarios en las localidades de Santa María y La Crucecita. Huatulco. (Informe final de proyecto). Puerto Ángel, Oaxaca: Universidad del Mar.
- Diario oficial de la federación. 1985. Norma Mexicana NMX-AA-15-1985. Protección al ambiente-Contaminación de suelo-Residuos sólidos municipales-Muestreo-Método de cuarteo. México.
- Díaz, E.L. 2003. Diagnóstico general de residuos sólidos para el municipio de Oaxaca de Juárez. (Informe final de residencia). México: Instituto Tecnológico de Oaxaca. Departamento de Ciencias de la Tierra. Gobierno

del Estado de México, Secretaría de Ecología, Dirección general de normatividad y apoyo técnico y Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ).

Escamirosa Montalvo, L.F., Del Carpio Penagos, C.U., Castañeda Nolasco, G. y Quintal Franco, C.A. (2001). Manejo de los residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México: Plaza y Valdés.

González, O. 2004. Auditoría ambiental para organizaciones no industriales: El caso de los municipios. Ponencia presentada en el curso Pre congreso; Programa Nacional de Auditoría Ambiental. Academia Nacional de Ciencias Ambientales, Universidad del Mar, Puerto Ángel, Oaxaca..

Instituto estatal de ecología de Oaxaca. 2001. Acciones básicas de educación y protección ambiental. México.

Instituto nacional de ecología. 1997. Estadísticas e indicadores de inversión sobre residuos sólidos municipales en los principales centros urbanos de México.

Instituto nacional de estadística, geografía e informática. 2010. XII Censo general de población y vivienda, Principales resultados por localidad. México.

López, P. 1990. Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas. México: Instituto Politécnico Nacional, Alfa omega.

Padilla, C. 2002. Basura: problemas y soluciones. México: autor. Roozen, N. & VanderHoff, F. (2001). La Aventura del comercio justo: Una alternativa de globalización, por los fundadores de Max Havelaar. México: El Atajo.

Secretaría de desarrollo social. 2001. Situación actual de los rellenos sanitarios en México. Ponencia presentada en el Seminario internacional: Reciclaje y tratamiento de residuos. Instituto Nacional de Ecología, México, D.F.

Secretaría del medio ambiente y recursos naturales. 2001. Cruzada nacional por un México limpio. Ponencia presentada en el Seminario Internacional: Reciclaje y tratamiento de residuos. Instituto Nacional de Ecología, México, D.F.

Silva, I., Segura, F. y Murphy A. 2001. Estudio primario de la cuenca hidrográfica del Río de los Perros: Estudio de caso, Jerarquización urbana regional .México: Instituto Tecnológico de Oaxaca.

Tchobanoglous G., Theisen H. y Vigil S. 1994. Gestión integral de residuos sólidos. España: McGrawHill-Interamericana.