



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

**DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS Y SUS
PRINCIPALES COMPONENTES EN RIOBAMBA**

**TESIS DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

PRESENTADO POR:

JHOSEP SANTIAGO SEMPERTEGUI MOREIRA

RIOBAMBA-ECUADOR

2008

En primer lugar agradezco a Dios, por haber guiado mis pasos hasta esta etapa tan importante para mi vida tanto profesional como personal.

Mi más sincero agradecimiento al Director de Tesis Dr. Fausto Yulema y miembros del Tribunal Ing. Edgar Cargua y Dr. Roberto Erazo, por brindarme su apoyo, comprensión para realizar este trabajo

No puedo dejar de dar las gracias a esas personas que siempre estuvieron conmigo, que compartieron mis penas y alegrías, que fuimos avanzando y superando juntos todas las etapas de este proceso educativo. Muchas Gracias.

El presente trabajo va dedicado a Dios, porque sin la voluntad de Él no hubiera sido posible la culminación de la presente tesis.

La siguiente investigación la he realizado con el fruto del sacrificio y dedicación de una persona abnegada y que nunca desconfió. Ella es mi Madre. Especialmente a mi hija Deyaneira, por ser la luz de mis ojos en mi diario vivir.

A todos mis amigos por el apoyo brindado en mis estudios universitarios, haciendo posible la terminación de mi carrera profesional.

Jhosep

NOMBRE	FIRMA	FECHA
M.Sc. Dr. Edmundo Caluña DECANO FAC. CIENCIAS.	-----	-----
M.Sc. Dr. Robert Cazar DIRECTOR DE ESCUELA.	-----	-----
M.Sc. Dr. Fausto Yaulema DIRECTOR DE TESIS.	-----	-----
M.Sc. Dr. Roberto Erazo MIEMBRO DE TRIBUNAL.	-----	-----
M.Sc. Ing. Edgar Cargua MIEMBRO DETRIBUNAL.	-----	-----
Sr. Carlos Rodríguez DIRECTOR DEL CENTRO DE DOCUMENTACION.	-----	-----
NOTA DE LA TESIS.	-----	-----

“Yo, Jhosep Santiago Sempértegui Moreira soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”.

INDICE DE ABREVIATURAS

CASEN	Caracterización Socioeconómica
CEPIS	Centro Panamericano De Ingeniería Sanitaria Y Ciencias Del Ambiente.
cm.	Centímetros
C.U.S.	Coefficiente de uso del Suelo
A.	Estrato Socioeconómico Medio Alto
B.	Estrato Socioeconómico Medio
C.	Estrato Socioeconómico Medio Bajo
D.	Estrato Socioeconómico Bajo
g.	Gramo
Kg/hab/día	Kilogramo por habitante por día
hab.	Habitante
h	hora
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
kg.	Kilogramo
L	Litro
Ppc.	Producción per cápita
%	Porcentaje
m³	Metro cúbico
máx.	Máximo
≥	Mayor o igual
Nº	Número
Nt.	Número total
RSD	Residuos Sólidos Domésticos
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
SEDUE	Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología.
Tn	Tonelada
V	Volumen
Wt.	Peso total

INDICE GENERAL

	Pág.
INDICE DE ABREVIATURAS.....	6
INDICE GENERAL.....	7
INDICE DE TABLAS.....	9
INDICE DE GRAFICOS.....	10
INDICE DE ANEXOS.....	10
INTRODUCCION.....	11
OBJETIVOS.....	14
OBJETIVO GENERAL.....	14
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	14
CAPITULO I.....	15
1. PARTE TEÓRICA.....	16
1.1. ÁREA DE ESTUDIO: RIOBAMBA.....	16
1.2. TERMINOLOGIA.....	18
1.3. EL CICLO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS.....	23
1.4. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS SEGÚN SU ORIGEN.....	25
1.5. COMPOSICIÓN.....	26
CAPITULO II.....	29
2. MÉTODOS.....	30
2.1. MUESTREO DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	30
2.1.1. VERIFICACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN URBANA.....	30
2.1.2. DEFINICIÓN DE LOS LUGARES DONDE SE REALIZARA EL MUESTREO....	31
2.1.3. TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	33
2.2. VERIFICACIÓN SOCIOCONÓMICA.....	37
2.3. TÉCNICAS APLICADAS EN EL ESTUDIO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	39
2.3.1. TÉCNICA PARA EL MUESTREO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMESTICOS...	40
2.3.2. TÉCNICA PARA DETERMINACION DE LA GENERACION PERCAPITA Y EL TOTAL DIARIO DE RESIDUOS.....	43
2.3.3. MUESTREO- METODO DE CUARTEO.....	43
2.3.4. SELECCION Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS.....	45
2.3.5. DENSIDAD.....	46

CAPITULO III.....	47
3. ESTUDIO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DE LOS DESECHOS SÓLIDOS....	48
3.1. CALCULO DE PRODUCCION PER CAPITA (PPC).....	48
3.2. CÁLCULO DE COMPONENTES.....	51
3.3. DENSIDAD.....	53
3.4. CÁLCULO DE POBLACIÓN DEL SECTOR URBANO.....	54
3.5. COMPONENTE POTENCIALMENTE RECICLABLE.....	55
3.6. RECOLECCIÓN INFORMAL “MINADORES O RECICLADORES”.....	57
3.7. COMPOSICIÓN Y GENERACIÓN DE RESIDUOS POR COMPONENTES....	59
CAPITULO IV.....	60
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
4.1. CONCLUSIONES.....	61
4.2. RECOMENDACIONES.....	65
CAPITULO V.....	67
RESUMEN.....	68
SUMMARY.....	69
BIBLIOGRAFIA.....	70
ANEXOS.....	71

INDICE DE TABLAS

TABLA I.	Datos de Riobamba.....	17
TABLA II.	Levantamiento de información socioeconómica por barrios.....	33
TABLA III.	Caracterización Socioeconómica de Barrios de Riobamba.....	36
TABLA IV.	Delimitación del Número de muestras por estrato.....	36
TABLA V.	Verificación Socioeconómica.....	38
TABLA VI.	Cálculo de la producción per cápita de la ciudad de Riobamba.....	49
TABLA VII.	Resumen del cálculo de la producción per cápita de la ciudad de Riobamba.....	50
TABLA VIII.	Cálculo de Componentes de RSD de la ciudad de Riobamba.....	52
TABLA IX.	Resumen del cálculo de densidades de la ciudad de Riobamba.....	53
TABLA X.	Proyección de población de la zona urbana de Riobamba.....	54
TABLA XI.	Resumen del cálculo de Componentes Potencialmente Reciclables de Riobamba.....	55
TABLA XII.	Componentes "Potencialmente Reciclables".....	56
TABLA XIII.	Valores de los RSD reciclados.....	57

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico #1:	Producción Per-capita de Cada Estrato.....	50
Gráfico # 2:	Componentes de Residuos Sólidos Domésticos.....	52
Gráfico # 3.	Densidades de RSD por Estratos Socioeconómicos.....	53
Gráfico # 4.	Componentes “Potencialmente Reciclables”.....	56

INDICE DE ANEXOS

ANEXO I	Encuestas realizadas en las 30 Viviendas.....	69
ANEXO II	Hojas de Campo del Muestreo de RSD.....	70
ANEXO III	Plano de Caracterización Socioeconómica.....	71
ANEXO IV	Plano de Población (INEC).....	72

INTRODUCCION

La ciudad de Riobamba, desde su fundación que data del 15 de agosto de 1534, actualmente cuenta con 5 parroquias urbanas (Lizarzaburu, Maldonado, Velasco, Velóz, Yaruquíes), su perímetro urbano es de 2.812,59 hectáreas, cuenta con una población de 201.030 habitantes de los cuales 124.807 pertenecen al área urbana y la diferencia al área rural. Posee 31.245 viviendas con un promedio de 3,99 habitantes por vivienda (Fuente: Censo realizado por el INEC 2001). El Departamento de Higiene Municipal durante los últimos años no ha efectuado estudios técnicos para estimar datos relacionados con el volumen y utilización de los desechos sólidos domiciliarios, tan solo se ha preocupado de obtener información relacionada con el pesaje de los vehículos que transportan dichos desechos al botadero.

Cabe mencionar que los estudios orientados a conocer la utilización de los desechos sólidos no se han efectuado debido a que el gobierno no ha emitido políticas orientadas a la disminución de la contaminación del ambiente o por la falta de interés o desconocimiento de los efectos y alteraciones que provocan al ambiente el destino final de los residuos (botaderos, rellenos no controlados).

En los últimos años ha existido un excesivo incremento de residuos sólidos, puesto que la generación de los mismos mantiene una relación directa con el crecimiento poblacional y las características socioeconómicas de las personas, esto ha provocado un fuerte impacto en el ambiente con un consecuente costo ecológico-energético. Uno de los mayores problemas en la actualidad constituye el manejo inadecuado de los residuos sólidos que se generan en el área urbana; así como la poca iniciativa orientada a la recuperación de los residuos que pueden ser reciclados. Este incremento ha provocado que los servicios de recolección, transporte y disposición; así como el barrido de calles, parques y áreas públicas, sea insuficiente, debido al

crecimiento urbanístico acelerado, la carencia de políticas de minimización de residuos y al manejo técnico inadecuado de los desechos sólidos, en la mayoría de las ciudades.

Este acrecentamiento constituye una preocupación puesto que provocan graves alteraciones al ambiente a través de propagación de vectores de insalubridad como son: enfermedades, plagas de roedores, moscas, mal olor, por tanto cada vez es más difícil encontrar terrenos disponibles para usarlos como disposición final de desechos debido que se dificulta su aceptación en la comunidad por el impacto ambiental y paisajístico. Estas alteraciones provocadas al medio ambiente pueden ser minimizadas a través de una propuesta orientada a la ciudadanía, que consiste en clasificar los desechos en tres grupos: orgánicos (residuos de comida y jardines), inorgánicos (vidrio, papel, cartón, plástico, entre otros) y desechos (trapos, pañales,) para que puedan ser reutilizados los potencialmente reciclables en la transformación de materia prima que servirán para la generación de nuevos productos.

El manejo actual de los desechos sólidos domésticos ha provocado problemas sanitarios por la disposición de los residuos en el suelo tales como reacciones con el agua, producción de gases, riesgo de incendios y explosiones. En el caso de las sustancias contaminantes contenidas en los líquidos lixiviados, al percolar a través del suelo adquieren una gran agilidad al llegar al nivel freático y pueden contaminar cuerpos de agua superficiales (manantiales) y subterráneos.

Por lo expuesto los sistemas de manejo de desechos sólidos modernos integrales, deben optimizar los recursos naturales dentro de un marco ambiental sostenible, para lo que se debe diseñar cada uno de los componentes de un sistema de manejo de desechos sólidos. Uno de los parámetros básicos es el Ppc.

La determinación de la producción per capita (Ppc), asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos sólidos y el tiempo. Para determinar el Ppc existen técnicas basadas en la información obtenida de un muestreo aleatorio en el campo, que permite determinar también los componentes de los desechos, incluyendo los reciclables.

Por tal motivo en la investigación se realizó un muestreo estratificado proporcional que es una metodología que se aplica en estudios de caracterización de los países de la Región de América Latina y el Caribe, diseñada por el doctor Kunitoshi Sakurai en 1982, a partir de esta técnica de muestreo se puede determinar la fracción de los componentes reciclables existentes en la ciudad.

El estudio consiste en la aplicación del muestreo, a partir de una pre-selección de los barrios, en base al Plano de Caracterización Socioeconómica. El plano presenta a los barrios clasificados en cuatro estratos: A (Medio Alto), B (Medio), C (Medio Bajo), D (Bajo), en donde la estructura urbana responde a un ordenamiento claro que refleja su capacidad socioeconómica.

La presente investigación servirá como una herramienta que permita formular Políticas de Minimización de RSD, optimización del lugar final de los residuos sólidos, disminuyendo su impacto negativo en el ambiente y reduciendo la generación de vectores que afectan a la población.

Los resultados obtenidos en esta investigación constituyen el punto de partida para estudios posteriores los mismos que serán utilizados en el diseño de un plan de manejo moderno de los desechos sólidos, con políticas de reciclaje que contemplen la participación ciudadana desde la fuente de los desechos hasta varias alternativas de disposición final. La ejecución del presente proyecto de tesis se realizará con financiamiento propio.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Obtener información de la generación de residuos potencialmente reciclables por estratos socioeconómicos de la ciudad de Riobamba

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Cuantificar información de la generación de desechos sólidos de los barrios objeto de estudio.
- Determinar la cantidad de los desechos potencialmente reciclables en los 16 barrios.
- Proyectar los resultados obtenidos, a todos los barrios de la ciudad.

CAPITULO I

1. PARTE TEÓRICA

1.1. ÁREA DE ESTUDIO: RIOBAMBA

Riobamba, Capital de la Provincia de Chimborazo, también conocida como la Sultana de Los Andes, llamada así porque está rodeada de majestuosos nevados, que parecen formar una hermosa corona; se halla situada en la parte norte de la provincia a 2.756 m.s.n.m., en la llanura de Tapi, que se extiende inclinada suavemente en la cuenca del Río Pastaza, desde las faldas del coloso Chimborazo hasta las riveras de los ríos Chibunga, Guano, y Chambo donde cae abruptamente en cortes de 600 a 800 metros.

San Pedro de Riobamba es la primera ciudad en importancia en la provincia del Chimborazo, Actualmente cuenta con 5 parroquias urbanas (Lizarzaburu, Maldonado, Velasco, Velóz, Yaruquíes). El cantón tiene una extensión aproximada de 956 Km², y la ciudad 28 km² o 2.827 Ha. El promedio de temperatura anual es de 13,5° C.

Esta ubicada dentro de las siguientes coordenadas.

Latitud; 1° 34' y 1° 49'

Longitud; 78° 30' y 78° 45'

Actualmente cuenta con 5 parroquias y su perímetro urbano es de 2.812,59 hectáreas. (5)

La investigación se realizará con muestras de residuos domésticos de los barrios urbanos: Los Álamos, De Ing. Civiles, La Cerámica, Los Pinos, Rosa María, San Martín, La Joya, La Trinidad, Bellavista, Tierra Nueva, San Miguel de Tapi, 21 de Abril, Tubasec, 24 de Mayo, Perímetro de las Industrias, Medio Mundo. Se tomarán en cuenta la información del último censo realizado por la

INEC en el 2001.El área de estudio se limitará en cuanto a los sectores ya estipulados por el departamento de planificación municipal

TABLA I. DATOS DE RIOBAMBA

DATOS DE RIOBAMBA	
Población Urbana	124.807
Total de viviendas	31.254
Promedio de habitantes por vivienda	3,99
Agua potable por tubería dentro de la vivienda	88,90%
Eliminación de aguas servidas conectada a la red publica	96,40%
Disponibilidad de servicio eléctrico	98,40%
Disponibilidad de servicio telefónico	53,30%
Eliminación de basura por carro recolector	93,00%
Índice promedio de servicios públicos	87,38%

Fuente: INEC 2001

1.2 TERMINOLOGIA

CARACTERIZACIÓN DE UN DESECHO

Proceso destinado al conocimiento integral de las características estadísticamente confiables del desecho, integrado por la toma de muestras, e identificación de los componentes. Los datos de caracterización generalmente corresponden a mediciones de campo y determinaciones de laboratorio que resultan en concentraciones contaminantes, masas por unidad de tiempo y masas por unidad de producto. (1)

CUANTIFICACION

Proceso mediante el cual, se determina la composición en peso de cada uno de los subproductos contenidos en los residuos sólidos. (6)

COMPOST

El compost es el resultado de un proceso controlado de descomposición de materiales orgánicos debido a la actividad de alimentación de diferentes organismos del suelo (bacterias, hongos, lombrices, ácaros, insectos, etc.) en presencia de aire (oxígeno). El abono compostado es un producto estable, sanitariamente neutro, con un contenido Carbono/Nitrogeno (C/N 10-15), PH neutro, que se le llama humus. (1)

DEGRADABLE

Cualidad que presentan determinadas sustancias o compuestos, para descomponerse gradualmente por medios físicos o biológicos. (1)

DENSIDAD

Masa o cantidad de materia de un determinado residuo sólido, contenida en una unidad de volumen. (1)

DISPOSICION FINAL

El depósito permanente de los residuos en sitios y condiciones adecuados para evitar daños a los ecosistemas. (1)

DESECHO

Denominación genérica de cualquier tipo de productos residuales, restos, residuos o basuras no peligrosas, originados por personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que pueden ser sólidos o semisólidos, putrescibles o no putrescibles. (8)

DESECHO SÓLIDO DOMICILIARIO

El que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento asimilable a éstas. (8)

ESTRATO

Nivel de clasificación de un inmueble como resultado del proceso de estratificación socioeconómica. Legalmente existe un máximo de seis estratos socioeconómicos: Estrato 1 Alto; Estrato 2 o Medio-alto; Estrato 3 o Medio; Estrato 4 o Medio-bajo; Estrato 5 o Bajo; Estrato 6 o Bajo-bajo. Ninguna zona residencial urbana que carezca de la prestación de por lo menos dos servicios públicos domiciliarios básicos podrá ser clasificada en un estrato superior. (6)

FUNDA

Especie de saco que sirve para contener desechos sólidos. (2)

GENERACIÓN

Cantidad de desechos sólidos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo dado. (1)

GENERADOR

Persona natural o jurídica, cuyas actividades o procesos productivos producen desechos sólidos. (1)

LIXIVIADO

Líquido que percola a través de los residuos sólidos, compuesto por el agua proveniente de precipitaciones pluviales, escorrentías, la humedad de la basura y la descomposición de la materia orgánica que arrastra materiales disueltos y suspendidos. (8)

RECICLAJE

Operación de separar, clasificar selectivamente a los desechos sólidos para utilizarlos convenientemente. El término reciclaje se refiere cuando los desechos sólidos clasificados sufren una transformación para luego volver a utilizarse. (1)

MUESTRA

Parte representativa de un universo o población finita, obtenida para conocer sus características (7).

RECICLO

Proceso de transformación de los residuos sólidos para fines productivos. (1)

RECOLECCIÓN

Acción de tomar los residuos sólidos de sus sitios de almacenamiento, para depositarlos en el equipo destinado a conducirlos a las estaciones de transferencia, instalaciones de tratamiento o sitios de disposición final. (1)

RESIDUO

Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumos, utilización o tratamiento, cuya calidad no permite incluirlo nuevamente en el proceso que lo generó. (2)

RESIDUOS INCOMPATIBLES

Aquellos que al combinarse y/o mezclarse producen reacciones violentas o liberan sustancias peligrosas. (2)

RESIDUO PELIGROSO

Todo aquel que por sus características físicas, químicas y biológicas, represente desde su generación daño para el ambiente. (2)

RESIDUO POTENCIALMENTE PELIGROSO

Todo aquel que por sus características físicas, químicas o biológicas pueda representar un daño para el ambiente. (2)

RESIDUO SÓLIDO

Cualquiera que posea suficiente consistencia para no fluir por sí mismo. (1)

RESIDUO SÓLIDO INDUSTRIAL

Aquellos generados en cualquiera de los procesos de extracción, beneficio, transformación y producción. (8)

RESIDUO SÓLIDO MUNICIPAL

Aquellos que se generan en: Casas- habitación, parques, jardines, vía pública, oficinas, sitios de reunión, mercados, comercios, bienes muebles, demoliciones, construcciones, instituciones, establecimientos de servicio y en general todos aquellos generados en actividades municipales que no requieran técnicas especiales para su control, excepto los peligrosos y potencialmente peligrosos de los hospitales, clínicas, laboratorios y centros de investigación.

La recolección municipal incluye los residuos domiciliarios, comunales, comerciales y los de origen hospitalario e industrial asimilable a domiciliarios; los que en su conjunto se definen también como residuos sólidos urbanos (RSU). En el cuadro 1.1 se detallan los distintos tipos de residuos sólidos según su origen. (9)

REUSO

Acción de usar un residuo sólido, sin previo tratamiento. (9)

SUBPRODUCTOS

Diferentes constituyentes de los residuos sólidos. (1)

SELECCIÓN

Método por el cual se separan los residuos sólidos con base en una clasificación previamente establecida. (1)

TRATAMIENTO

El proceso que sufren los residuos para eliminar su peligrosidad o hacerlos reutilizables. (1)

1.3 EL CICLO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS

El ciclo de los RSD se compone de dos fases:

i) Generación: Consiste en el proceso de desechar aquellos materiales no deseados por parte de las familias, el comercio, la industria o los hospitales. La cantidad de residuos producidos en una determinada localidad es variable según parámetros como los siguientes:

- Nivel de vida de la población: crece con éste en una proporción importante.
- Modo de vida de la población: está influenciada por la migración diaria entre el centro de la ciudad y la periferia.
- Movimiento de la población durante los periodos de vacaciones, los fines de semana y los días festivos;
- Clima: aumento de cenizas en invierno, salvo que los medios de calefacción modernos hayan sustituidos los tradicionales;
- Métodos de acondicionamiento de mercancías, con la tendencia actual a utilizar envases y embalajes sin retorno.

ii) Gestión. Es el conjunto de operaciones encaminadas a darles el destino final más eficiente a los RSD, considerando los aspectos ambientales, sanitarios y económicos. Comprende las etapas de:

- **Recolección:** Esta etapa consiste en retirar los RSU de cada punto de generación.
- **Transporte:** Esta etapa consiste en trasladar la basura recolectada por cada camión hasta su lugar de destino –ya sea una planta de tratamiento intermedio o directamente al sitio de disposición final- o bien, sólo hasta las llamadas estaciones de transferencia, donde los RSU son transbordados a camiones de mayor capacidad y tonelaje para transportarlos a su lugar de destino a menor costo por tonelada.
- **Tratamiento intermedio:** Los tratamientos intermedios son sistemas productivos que utilizan los RSU como materia prima y que, en su proceso, generan a su vez desechos que requieren de un lugar de disposición final. Así, contribuyen a disminuir la cantidad de residuos que deben ser eliminados, prolongando la vida útil de los sitios de disposición final. Los tratamientos intermedios más conocidos son la incineración, el compostaje y el reciclaje.
- **Disposición final:** Independiente de la existencia de plantas de tratamiento intermedio, es necesario un sistema de disposición final, ya sea para los residuos generados por estos tratamientos o para la disposición directa de los RSU.

1.4 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS SEGÚN SU ORIGEN

Residuos domiciliarios (Casas particulares):

- Residuos orgánicos biodegradables
- Materiales recuperables como vidrio, papel, cartón y metal.
- Residuos especiales (con contenido de sustancias peligrosas), por ej.: pilas, aerosoles.
- Residuos domiciliarios de tipo comercial.
- Materiales voluminosos (muebles, chatarra, escombros, etc.).

Residuos comunales (Aseo público):

- Polvo de calle.
- Desechos vegetales provenientes de áreas verdes públicas (poda de árboles).

Residuos comerciales (Restaurantes, tiendas, supermercados)

- Residuos comerciales tipo domiciliario (papel, cartón, metal, o residuos orgánicos biodegradables).
- Escombros.

Residuos Sólidos Industriales (RIS):

- RIS asimilables a los residuos sólidos domiciliarios.

- RIS especiales o peligrosos.

Residuos de Hospitales y consultorios

- Residuos hospitalarios tipo domiciliario.
- Residuos hospitalarios infecciosos.

1.5 COMPOSICIÓN

El conocimiento de la composición de los residuos domésticos tiene gran importancia para la toma de decisiones en la elección de los sistemas de tratamiento. En efecto, ello conforma la base para determinar la viabilidad de los sistemas de tratamiento intermedio, tales como, el reciclaje y el compostaje.

Lo mismo que en la generación, numerosos factores influyen sobre la composición y las características de los residuos urbanos:

- Las características de la población: zonas rurales o núcleos urbanos, áreas residenciales o zonas de servicios, etc.
- El modo y el nivel de vida de la población: el consumo de productos alimenticios ya preparados hace que aumente el contenido de envases y embalajes de todo tipo: latas de conserva, vidrios, plásticos.

Los residuos sólidos urbanos están constituidos por un conjunto de materiales muy heterogéneos. Para efectos prácticos se ha establecido los siguientes grupos:

- **Papel**, es el tipo de residuo cuyo componente fundamental es la celulosa, compuesto orgánico en forma de polisacárido (polímero o agrupación de moléculas de glucosa).
Las fibras de celulosa necesarias para la fabricación del papel principalmente proviene de: madera (oscila alrededor del 60% de celulosa según la especie). El resto de los componentes de estos vegetales es básicamente lignina, grasas, resinas, ceras, sales minerales.

- **Cartón**. residuo fabricado con pasta de papel prensada y endurecida o con varias hojas de papel húmedas, fuertemente comprimidas.

- **Plástico**, este residuo químicamente forma parte de la familia de los polímeros.
Los plásticos incluyen aquellas materias orgánicas que se producen mediante la transformación química de productos naturales o mediante la síntesis de productos primarios a base de la desintegración de carbón, petróleo y gas natural.

- **Vidrio**, residuo sólido formado por un líquido sobre enfriado, lo que explica sus cualidades especiales de brillo y fragilidad. El principal constituyente del vidrio es la sílice, que cuando se encuentra en estado puro, tiene un alto punto de fusión.

- **Orgánicos**, residuo que comprende materias orgánicas de elevado contenido de humedad, o capaces de experimentar rápidamente una fermentación indeseable (putrefacción: restos vegetales, restos de carnes, etc.).

- **Misceláneos**, todas aquellas materias inertes, incapaces de combustión en condiciones normales; metales, vidrios, huesos, tierras, cascotes, etc.(11)

La clasificación del presente estudio consiste en reagrupar los distintos componentes en función de la capacidad que tienen estos para ser reciclados.

Las diferencias que se presentan en la composición de los RSU, entre poblaciones con distintos ingresos y entre estratos socioeconómicos dentro de una ciudad, se debe fundamentalmente a variables conductuales como hábitos de consumo y a variables institucionales ligadas a los procesos de crecimiento económico.

CAPITULO II

2. MÉTODOS

2.1 MUESTREO DE RESIDUOS SÓLIDOS

La toma de muestras de residuos es asunto de mucha importancia por lo tanto hay que realizarla sujetándose a técnicas sencillas pero rigurosas, debido que una muestra mal tomada proporcionará una información errónea o falsa al interpretar los resultados.

Para cumplir con los objetivos propuestos en la investigación, es necesario obtener información relacionada con el tema propuesto.

Para ello se hace necesario recurrir a instituciones y organismos, tales como: El Departamento de Planificación del Municipio de Riobamba (planos urbanos), INEC (datos de población, según el último censo realizado en el año 2001, Departamento de Higiene (Hojas de pesaje de los recolectores y rutas).

El muestreo utilizado se denomina aleatorio estratificado con asignación proporcional. Las actividades del muestreo de los RSD de la ciudad de Riobamba se efectuarán, durante siete días en todas las casas representativas, para luego ser analizados.

Si bien este muestreo corresponde a una semana de un mes del año porque no se lo puede realizar todo el año debido a limitaciones propias de una investigación personal.

2.1.1 VERIFICACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN URBANA

Esta etapa comienza con el estudio conceptual del problema, que consiste en la búsqueda de información específica, estadística y actualizada, de datos que servirán como base para el estudio:

- POBLACION, se utilizó los datos del último censo realizado por el INEC en el 2001, los mismos que fueron proyectados al año actual usando el Método Aritmético.
- PLANOS, se trabajó con los planos: del área urbana de la ciudad, en las zonas de aplicación del último censo del INEC

2.1.2. DEFINICIÓN DE LOS LUGARES DONDE SE REALIZARA EL MUESTREO

La estructura urbana de la ciudad responde a un ordenamiento claro, donde el suelo para vivienda es compartido por personas que residen en barrios con características similares en cuanto al tipo de edificación y a la capacidad socioeconómica.

La delimitación del muestreo se lo realizó en base al plano urbano del municipio, clasificado por barrios, donde se puede observar que existen 151 barrios. En el plano urbanístico de la ciudad, se clasificó y agrupó la zona de interés (Residencial), en función del mayor número de casas pertenecientes a los barrios con apariencia exterior similar, utilizando cuatro estratos socioeconómicos, asignados con letras y colores de barrios estratificados de la siguiente manera:

Barrios residenciales Tipo A (Color Azul)

Barrios residenciales Tipo B (Color Celeste)

Barrios residenciales Tipo C (Color Rosado)

Barrios residenciales Tipo D (Color Verde)

Además es necesario resaltar otros usos del suelo como.

Espacios comerciales (Color Rojo)

Espacios Industriales (Color Gris)

Espacios de Gestión (Color Naranja)

Espacios de Parques (Color Violeta)

i) **RESIDENCIAL** Esta clasificación se refiere a la apariencia externa la mayoría de las viviendas o edificaciones. Haciendo referencia a viviendas con tipología unifamiliar, zonas unifamiliares en hilera de una o más plantas y edificios de apartamentos con más de cuatro pisos.

- Residencial Tipo A. Refiriéndose al estrato económico (MEDIO ALTO), en donde se aprecia barrios con fachada en óptimas condiciones, siendo A aquella de mejor calidad y por eso se la califica como excelente: casas o edificios con acabados de lujo de dos o

más plantas (puertas eléctricas, citófono, bien pintados, lotizaciones con espacios grandes, bien provistos de servicios básicos: agua, luz, teléfono, alumbrado público, alcantarillado, asfaltado o adoquinado y servicios de recolección de desechos.

- Residencial Tipo B. Con respecto al estrato económico (MEDIO), se puede constatar barrios en donde predominan diseños de vivienda de una a tres plantas, con acabados normales, lotizaciones medianas donde predomina la construcción, servicios básicos: agua, luz, teléfono, alumbrado público, alcantarillado, asfaltado o adoquinado y servicios de recolección de desechos.

 - Residencial Tipo C. Con respecto al estrato (MEDIO BAJO), se aprecia que existen Barrios en los que predominan diseños de una a dos plantas, con acabados regulares, tamaños moderados de vivienda, lotizaciones medianas, ciertos lotes baldíos sin habitar, servicios básicos: agua, luz, teléfono, alumbrado público, alcantarillado, asfaltado o adoquinado mas o menos un 60%, y, servicios de recolección de desechos.

 - Residencial Tipo D. Con respecto al estrato (BAJO), existencia de barrios con diseños de vivienda humildes con pocos acabados algunos debido a que son barrios periféricos que están en etapa de desarrollo, con un 60% de terrenos habitados, con aproximadamente un 50% de adoquinado, algunos sin alcantarillado, pero cuentan con servicios de recolección y alumbrado público
- ii) **PARQUES**, incluye todas las zonas dispuestas para diversión, descanso, recreación, y entretenimiento de la comunidad, así como plazas, áreas verdes, canchas, juegos.
- iii) **GESTIÓN**, este tipo de uso considera edificaciones como Iglesias, Instituciones públicas que prestan servicios a la ciudadanía.
- iv) **MERCADO**, implica el lugar de comercio regular donde se expenden alimentos y víveres para la población
- vi) **INDUSTRIAL**, se refiere a las áreas dedicadas al procesamiento o transformación de materia prima en la elaboración de productos.

2.1.3 TAMAÑO DE LA MUESTRA

El tamaño de la muestra es calculado en función del tamaño de la población, por lo tanto se clasificará a los barrios de la ciudad, en cuatro grupos de características socioeconómicas similares.

El muestreo se lo realizará solamente en el sector residencial, por lo que se seleccionarán aquellos barrios cuyo uso de suelo sea igual o mayor que el 70%.

Existen 151 barrios según la dirección de planificación del ilustre municipio de Riobamba, de los cuales solamente 125 tienen un uso predominantemente residencial ($\geq 70\%$ de uso residencial), ver anexo de caracterización socioeconómica, que están distribuidos como sigue:

TABLA II. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA POR BARRIOS

LEVANTAMIENTO DE INFORMACION SOCIOECONOMICA URBANA													
Nº.	LISTADO DE BARRIOS	Nº de Cuadras	ESTRATO SOCIOECONOMICO				USO DEL SUELO						
			A	B	C	D	%RES	%CO	&ME	%ED	%PA	GE	TOTAL
1	LA MERCED	30		1			25	40	5	20	5	5	100
2	SAN FRANCISCO	18		1			25	35	10	20	5	5	100
3	SANTA ROSA	16		1			40	45	10			5	100
4	SAN ALFONSO	32		1			30	30	10	15	5	15	105
5	LA PANADERÍA	26		1			60	30				10	100
6	LOMA DE QUITO	18		1			63	15		4	10	8	100
7	LA ESTACION	26		1			25	50		5	5	15	100
8	LA CONCEPCION	7		1			45	35		15	5		100
9	FERROVIARIO	14		1			70	25		5			100
10	LAS CARMELITAS	14		1			75	15		5		5	100
11	BONILLA ABARCA	18		1			90	5			5		100
12	LA CONDOMINE	7		1			40	40	20				100
13	VILLA MARIA	26		1			70	15		10	5		100
14	LA PREVISORA	9		1			95	5					100
15	BELLAVISTA	48		1			70	5		10	10	5	100
16	SANTA MARIANITA	8		1			75	5			10	10	100
17	LA TRINIDAD	20		1			85	5			5	5	100
18	EL PRADO	6		1			30	5	15	50			100
19	PLAZA DÁVALOS	18		1			70	20	5	5			100
20	LA SALLE	10		1			70	7		20		3	100
21	EL CUARTEL	4		1			70	30					100
22	DIDONATO	31		1			82	10		5		3	100
23	LAS DALIAS	8		1			48	2				50	100
24	LOS PINOS	15		1			90	5			5		100
25	LA GIORGINA	6		1			70	10				20	100
26	SAN JUAN	13		1			70	10		5		15	100
27	LA GIRALDA	12		1			75	10				15	100
28	GENERAL LA VALLE	4		1			60	30				10	100
29	MUNICIPAL	8		1			20	15		10	50	5	100
30	SANTA FAZ	7		1			40	30				30	100
31	ROSA MARÍA	23		1			55	25			20		100
32	LA DELICIA	1		1			40	60					100
33	EL TERMINAL	5		1			60	5			15	20	100
34	PURUHA	3			1		95	5					100
35	SAN LUIS	14			1		60	8			2	30	100
36	EL VERGEL	9		1			70	25			5		100
37	SAN MARTÍN	11		1			95	5					100
38	EL BATAN	12				1	90	5			5		100
39	BARRIO DE LOURDES	6			1		85	10			5		100
40	VILLA GRANADA	4				1	95	5					100
41	SAN ANTONIO(Barrio de Lourdes)	2				1	100						100
42	Av. MALDONADO	23			1		85	15					100
43	24 DE MAYO				1		85	5				10	100
43.1	24 DE MAYO	36				1	85	10			5		100
43.2	24 DE MAYO	10				1	85	15					100

TABLA II. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA POR BARRIOS

(Continuación)

Nº.	LISTADO DE BARRIOS	Nº de Cuadras	ESTRATO SOCIOECONOMICO				USO DEL SUELO						
			A	B	C	D	%RES	%CO	&ME	%ED	%PA	GE	TOTAL
44	COOP. MAESTROS DE CHIMBORAZO	22		1			80	5			15		100
45	CORAZÓN DE LA PATRIA	4		1			95	5					100
46	COOP. DEL MOP	7		1			95	5					100
47	COOP. TIERRA NUEVA	14			1		97	3					100
48	MIRAFLORES	5			1		98	2					100
49	LIRIBAMBA	8				1	100						100
50	SANTA ANA	2				1	100						100
51	LAS FLORES	3				1	100						100
52	LA LOLITA	20			1		90	5			5		100
53	24 DE MAYO	26		1			90	5			5		100
54	LOS MANZANARES	24			1		87	3				10	100
55	COOP. SULTANA DE LOS ANDES	12			1		90	10					100
56	DE LOURDES ALTO	27				1	75	5		10	5	5	100
57	LOS TULIPANES	6			1		95	5					100
58	LAS RETAMAS	10		1			85	10			5		100
59	AUTOMODELO NORTE	6	1				85			15			100
60	SAN JOSE DE TAPI	3			1		20			80			100
61	SESQUICENTENARIO	3		1			40	30			30		100
62	ALAMOS 1	24	1				90	5				5	100
63	CEMENTO CHIMBORAZO	11	1				90	5			5		100
64	EL RETAMAL	19				1	90	5			5		100
65	SAN MIGUEL DE TAPI	43			1		90	5			5		100
65.1	SAN MIGUEL DE TAPI	14		1			95	5					100
65.2	SAN MIGUEL DE TAPI	24				1	90	5			5		100
66	COOP. ECUATORIANA DE CERÁMICA	35	1				95	5					100
67	LA ALBORADA	10	1				98	2					100
68	RIOBAMBA NORTE 1 ETAPA	30	1				85	10	5				100
69	CRUZADA SOCIAL	2		1			95	5					100
70	LA CERÁMICA	33		1			90	5			5		100
71	GRUTA DE LOURDES	7		1			85	10			5		100
72	LA SABOYA	7			1		98	2					100
73	VICTORIA	2		1			95	5					100
74	SAN ANTONIO DEL AEROPUERTO	9			1		90	5			5		100
75	11 DE NOVIEMBRE	13		1			85	5		5	5		100
76	BRIGADA GALÁPAGOS	6		1			85	5			10		100
77	COOP. 21 DE ABRIL	24			1		80	10			10		100
78	CALZADO LIBRE	3			1		85	10				10	105
79	19 DE OCTUBRE	7		1			90	5				5	100
80	BOLÍVAR CHIRIBIGA	9		1			85	15					100
81	EL ESFUERZO	23		1			75	20			5		100
82	COMPLEJO LA PANADERÍA	13			1		70	5			20	5	100
83	MIRADOR ALTO	96			1		95	5					100
84	JOSE MANCERO	37			1		85	5	5		5		100
85	EUGENIO ESPEJO	9		1			85	15					100
86	COOP. CAMILO PONCE	9			1		85	5			5	5	100
87	SAN MARTÍN	3		1			90	5			5		100
88	LOS ANDES	6				1	95				5		100
89	PERÍMETRO DE LAS INDUSTRIAS	50				1	90	5			5		100
90	ORIENTAL	4			1		85	15					100
91	MIRADOL ALTO	6			1		95	5					100
92	PUEBLO UNIDO	20			1		90	5			5		100
93	JUAN DE VELASCO	12			1		50	5		35	10		100
94	SAN FRANCISCO DE PISCÍN	4			1		93	2			5		100
95	LOS LAURELES	12				1	90	5			5		100
96	PARQUE INDUSTRIAL	9		1			20	80					100
97	MEDIO MUNDO	14				1	90	10					100
98	AUTOMODELO SUR	4			1		100						100
99	BOLIVAR CHIRIBOGA	6		1			95	5					100
100	PUCARÁ	22		1			70	5		5	5	15	100
101	FAUSTO MOLINA	26		1			55	40			5		100
102	TUBASEC	32			1		80					20	100
103	LA DOLOROSA	27		1			40	10		15	10	25	100
104	SAN RAFAEL	32		1			82	10			8		100
105	LOTIZACIÓN DAQUILEMA	8			1		70			30			100

TABLA II. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA POR BARRIOS

(Continuación)

Nº.	LISTADO DE BARRIOS	Nº de Cuadras	ESTRATO SOCIOECONOMICO				USO DEL SUELO							
			A	B	C	D	%RES	%CO	&ME	%ED	%PA	GE	TOTAL	
106	LOS ALTARES	7			1		90	5				5		100
107	UNION	13		1			90	5				5		100
108	LA POLITÉCNICA	20		1			70	5				5	20	100
109	EL ROSAL	3			1		95	5						100
110	SANTA ANITA	15		1			90	10						100
111	LA LIBERTAD	12			1		85	10				5		100
112	PRIMERA CONSTITUYENTE	6		1			65					5	30	100
113	LOS ARUPOS	4		1			85					15		100
114	EL SOL	10		1			90	5				5		100
115	QUINTA LA ROSITA	7		1			90	5					5	100
116	LA JOYA	30		1			85	10					5	100
117	LA PAZ	19		1			80	10				5	5	100
118	EL TEJAR	8		1			85	5		10				100
119	COLÓN	7		1			95	5						100
120	POLITECNICO ANTIGUO	5		1			95	5						100
121	SANTA FAZ	18		1			35	10			30	5	20	100
122	LA FLORIDA	20		1			95	5						100
123	QUINTA MOSQUERA	8		1			95	5						100
124	9 DE OCTUBRE	8		1			90	10						100
125	IRENE MARÍA	10		1			80	10				10		100
126	SAN ANTONIO	5		1			82	8		10				100
127	COOP. 9 DE OCTUBRE	21			1		85	10				5		100
128	LA PRIMAVERA	22		1			60	10			5	5	20	100
129	COOP. LIBERACIÓN POPULAR	11		1			22			20	3	55		100
130	LOS SHYRIS	14		1			85	10				5		100
131	FRENTE VIVIENDÍSTICO	6				1	90	5				5		100
132	QUEBRADA TARAZANA	10				1	75	5			20			100
133	LA TARAZANA	8				1	90	5				5		100
134	SAN ANTONIO DE YARUQUIES	22				1	80	10				10		100
135	EL PEDREGAL	5				1	98	2						100
136	CENTRAL	17		1			75	10				8	7	100
137	SAN FRANCISCO	6		1			95	5						100
138	LA MERCED	4			1		95	5						100
139	SANTA ROSA	19				1	95	5						100
140	LA PISCINA	10				1	100							100
141	LICAN	10				1	90	5				5		100
142	CENTRO PARROQUIAL	7			1		80	5				5	10	100
143	LA FLORIDA	10				1	100							100
144	LA CERAMICA 2 (Junto a la Cemento)	20		1			85					15		100
145	GENERAL BARRIGA	4		1			40	35				25		100
146	SAN JOSE DE TAPI	37			1		90	7				3		100
147	Cddla junto a la AZABOYA	6		1			90	10						100
TOTAL		2160	8	84	35	24								151
TOTAL (70% Residencial)		2160	8	60	33	24								125
Número de Muestras por estrato			2	14	8	6								30

SIMBOLOGIA	
A	estrato socioeconómico MEDIO ALTO
B	estrato socioeconómico MEDIO
C	estrato socioeconómico MEDIO BAJO
D	estrato socioeconómico BAJO
% RE	fracción del área de un barrio, destinada para uso comercial
% CO	fracción del area de un barrio, destinada para uso comercial
% ME	fracción del area de un barrio, destinada para mercados
% ED	fracción del área de un barrio, destinada para establecimientos de educación
% GE	fracción del área de un barrio, destinada para instituciones de gestión pública
% PA	fracción del área de una manzana,destinadas para parques.

TABLA III. Caracterización Socioeconómica de Barrios de Riobamba

ESTRATOS SOCIOECONÓMICOS	Total de Barrios	Barrios con uso de Suelo $\geq 70\%$	Fracción de barrios a muestrear
A (Medio Alto)	8	8	6,4
B (Medio)	84	60	48
C (Medio Bajo)	35	33	26,4
D (Bajo)	24	24	19,2
TOTAL	151	125	100

El universo de barrios a muestrear es 125. El total de muestras por cada día es 30 debido a limitaciones logísticas por lo tanto la cantidad de muestras se distribuye con la misma proporción de la fracción de barrios de la tabla anterior.

TABLA IV. Delimitación del Número de muestras por estrato

ESTRATOS SOCIOECONÓMICOS	FRACCIÓN	NÚMERO DE MUESTRAS POR ESTRATO
A (Medio Alto)	6,4	2
B (Medio)	48	14
C (Medio Bajo)	26,4	8
D (Bajo)	19,2	6
TOTAL	100	30

Nota: El número de barrios pertenecientes a los estratos de la tabla ha sido redondeado. En el presente estudio el estrato socioeconómico alto no es tomado en cuenta, debido que el número de viviendas es mínimo, dificultoso de localizar y de obtener datos.

2.2. VERIFICACIÓN SOCIOECONÓMICA

Utilizando el plano del sector Urbano de la ciudad de Riobamba, se marcó los sectores que presentan características atribuibles a la capacidad económica de sus propietarios. Esta información fue tabulada y obtenida a través de visitas realizadas a toda la ciudad.

En Riobamba la ciudad posee un ordenamiento claro en la mayoría de barrios con características similares en cuanto al tipo de edificación. Este parámetro se lo toma un indicativo de la capacidad económica de sus habitantes.

Por lo expuesto se realizó la encuesta de Verificación Socioeconómica, la misma que sirve para constatar el estado socioeconómico de la vivienda que está sujeta al estudio. Dando mayor confiabilidad a los datos obtenidos.

Las 30 encuestas están dirigidas para cuatro categorías respectivamente.

Las categorías se encuentran distribuidas en el plano de levantamiento de Información Socioeconómica. De tal forma: **A** (Estrato Medio Alto), **B** (Estrato Medio), **C** (Estrato Medio Bajo), **D** (Estrato Bajo). Ver en anexos Plano de Levantamiento de Información Socioeconómica.

En donde **A** representa al Estrato Socioeconómico Medio Alto, con apariencia externa de calidad óptima y acabados de lujo.

Al final de la clasificación encontramos La CATEGORIA **D**, cuyo cerramiento, puertas, ventanas y paredes externas son muy sencillas y mal conservadas, en donde es notorio el descuido por parte de los propietarios. Esto lo atribuimos a la falta de dinero para mantener su vivienda o edificación. Además se encuentran en barrios periféricos que no poseen en su totalidad todos los servicios básicos.

Luego se analiza la información correspondiente a cada vivienda, para comprobar si la misma se encuentra en el estado socioeconómico asignado. (Ver a continuación: Resultado de la Verificación Socioeconómica).

2.3 TÉCNICAS APLICADAS EN EL ESTUDIO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.

a).- Generación de Residuos Sólidos.

El estudio para determinar la generación per-cápita de los residuos sólidos generados en las viviendas, se realizó empleando:

Norma Técnica de Residuos Sólidos: NTRS-1- Muestreo SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología)

NTRS-2- Para Determinación de la Generación Per cápita CEPIS (Centro Panamericano De Ingeniería Sanitaria Y Ciencias Del Ambiente).

b).- Peso volumétrico

La determinación del peso volumétrico de los residuos sólidos generados por cada vivienda , se llevo a cabo utilizando las siguientes ***Normas Técnicas de SEDUE:***

NTRS-3- MUESTREO - METODO DE CUARTEO

NTRS-4- PESO VOLUMETRICO

c).- Composición de los Residuos Sólidos.

La composición de los residuos sólidos generados en las casas sujetas a estudio, se efectuó recurriendo en la siguientes ***Normas Técnicas de SEDUE:***

NTRS-5 SELECCION Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS.

2.3.1 TÉCNICA PARA EL MUESTREO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMESTICOS

- Se determina y ubica el universo de trabajo en un plano actualizado de la localidad (zona o colonia por muestrear).
- Selección del Riesgo.- El riesgo con que se realizará el muestreo se elige con base en los siguientes factores: Conocimiento de la localidad, Calidad Técnica del personal participante, Facilidad para realizar el muestreo, Características de la localidad a muestrear
- Se recorre el universo de trabajo, visitando a los habitantes de las viviendas seleccionadas para la premuestra con el fin de explicarles la razón del muestreo por realizar así como para captar la información general. Identificando con el código respectivo a cada vivienda.



Foto N° 1: Levantamiento de Información



Foto N° 2: Identificación de Vivienda

Durante el recorrido, se entrega una bolsa de polietileno a los habitantes de cada una de las viviendas de la premuestra. Se recomienda que el recorrido antes descrito se realice entre el sábado y domingo anteriores a la semana elegida para llevar a cabo el muestreo.



Foto N° 3: Explicación del Muestreo



Foto N° 4: Entrega de las fundas plásticas

- El primer día del periodo de muestreo, preferentemente el lunes, se recorre el universo de trabajo para recoger los residuos sólidos que hayan almacenado sus moradores en la bolsa proporcionada entre el sábado y domingo anteriores a la semana de muestreo. Es conveniente que el recorrido antes mencionado se haga lo más temprano posible del día, recomendándose las 7:00 hrs. A.M., como la hora más propicia.



Foto N° 5: Recogida de las fundas en las viviendas



Foto N° 6: Entrega de las Fundas

- Simultáneamente con la acción antes descrita, se entrega a los habitantes de las casas una nueva bolsa para que almacenen los residuos sólidos generados en el primer día de muestreo (lunes).

Por último, la basura recogida de las viviendas el día lunes, simplemente se coloca en el camión de recolección municipal para su disposición o tratamiento, o bien se dispone en el sitio de disposición final oficial de los residuos sólidos.

- A continuación, a partir del martes y hasta el domingo de la semana elegida para realizar el muestreo, se visitan las casas viviendas seleccionadas; con el fin de recolectar las bolsas de polietileno con los residuos sólidos generados el día anterior al día de la visita.

Se entrega una nueva bolsa para que almacenen los residuos sólidos que generarán el día de la visita.

A la bolsa que entreguen los habitantes de las viviendas, se le anota con un marcador el número aleatorio de identificación con el fin de evitar confusiones posteriores.



Foto N° 7: Identificación de cada muestra



Foto N° 8: Almacenamiento de muestras

- El lunes siguiente al domingo de la semana de muestreo, única mente se recogen las bolsas con la basura generada el día anterior; terminando así esta actividad de campo.
- Después de recoger diariamente los residuos sólidos generados el día anterior, se procede a pesarlos en básculas, anotando el peso de dichos residuos en la ficha de encuesta, en el renglón correspondiente al día en que fueron generados.



Foto N° 10: Registro de los pesos



Foto N° 11: Registro de las densidades

- El paso siguiente, es el de dividir el peso de los residuos sólidos entre el número de habitantes de la vivienda, para obtener la generación per-cápita de residuos sólidos en Kg/ Hab-Día, correspondiente al día en que fueron generados. El valor de la generación se anota en la ficha de registro, en el renglón que le corresponda.
- Luego de la verificación y aceptación de los datos obtenidos en campo se realizará la determinación del parámetro per-Capita de cada uno de los estratos socioeconómicos de la población el mismo que se obtiene de la generación promedio ponderada de residuos sólidos por habitante, medido en Kg/hab/día.

2.3.2 TÉCNICA PARA DETERMINACION DE LA GENERACION PERCAPITA Y EL TOTAL DIARIO DE RESIDUOS

- Utilice el total de residuos recolectados por día de muestreo.
- Pese diariamente (w) el total de bolsas recogidas durante los días que dure el muestreo. Este peso representa (Wt) la cantidad total de basura diaria generada en todas las viviendas.
- En función de los datos recopilados sobre el número de personas por vivienda ($n1$) determine el número total de personas que han intervenido (Nt) en el muestreo.

2.3.3 MUESTREO- METODO DE CUARTEO

Aparatos y Equipo

- Báscula de piso, con capacidad de 10 Kg.
- Bolsas de polietileno de 1.10 m x 0.90 m y calibre mínimo del N° 150 para el manejo de los subproductos.
- Palas
- Overoles o mandiles
- Guantes
- Escobas
- Botas de hule
- Mascarillas
- Papelería y varios (cédulas de campo, marcadores, ligas, etc.)

Procedimiento:

Para efectuar este método de cuarteo, se requiere la participación de cuando menos dos personas, en este caso (tesista-asistente).



Foto N° 11: Método del Cuarteo

Para realizar el cuarteo, se toman las fundas de polietileno conteniendo los residuos sólidos. El contenido de dichas fundas se vaciará formando un montón sobre un área plana horizontal de 3 m x 3 m de cemento pulido o similar y bajo techo.



Foto N° 12: Método del Cuarteo

El montón de residuos sólidos se traspaleará con pala, hasta homogeneizarlo, a continuación se divide en cuatro partes aproximadamente iguales A B C y D y se eliminan las partes opuestas: A y C o B y D.



Foto N° 13: Método del Cuarteo-Homogenización

De las partes eliminadas del primer cuarteo, se determina la densidad de los residuos sólidos, en caso de ser necesario se toman 10 Kg aproximadamente de residuos sólidos para los análisis del laboratorio físicos, químicos y biológicos.



Foto N° 14: Selección del Cuarto para Densidad

2.3.4. SELECCION Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS

Procedimiento:

- Utilice la muestra de un día; los residuos se colocan en una zona pavimentada o sobre un plástico grande a fin de no agregar tierra a los residuos.
- Rompa las bolsas y vierta el desecho formando un montón. Con la finalidad de homogenizar la muestra, troce los residuos más voluminosos hasta conseguir un tamaño que resulte manipulable; puede ser 15 cm. o menos.
- Divida el montón en cuatro partes (método de cuarteo) y escoja las dos partes opuestas para formar un nuevo montón más pequeño. Vuelva a mezclar la muestra menor y divida en cuatro partes nuevamente, luego escoja dos opuestas y forme otra muestra más pequeña. Esta operación se repite hasta obtener una muestra representativa de basura o menos.
- Con la muestra ya obtenida del cuarto cuadrante se seleccionan los subproductos depositándolos en bolsas de polietileno hasta agotarlos, de acuerdo con la siguiente clasificación:
 - papel y cartón
 - orgánicos (restos de alimentos)
 - plásticos
 - vidrio
 - no recuperables (madera y residuos de plantas, caucho, cuero, tierra, etc.)



Foto N° 15: Selección de Subproductos



Foto N° 16: Pesaje de Subproductos

2.3.5 DENSIDAD

Procedimiento

Para efectuar esta determinación se requiere de cuando menos 2 personas. Se pesa el recipiente vacío, tomando este peso como la tara del recipiente.

En caso dado de no conocer la capacidad del recipiente, esta se determina realizando el aforo del recipiente. En el presente caso se realizó el con una probeta de 1000 ml.

Se procede a llenar el recipiente hasta el tope con residuos sólidos homogeneizados, obtenidos de las partes eliminadas del cuarteo, dejando caer el recipiente contra el suelo tres veces desde una altura de 10 cm.

Nuevamente agregue residuos sólidos hasta el tope teniendo cuidado de no presionar al colocarlos en el recipiente, esto con el fin de no alterar la densidad que se pretende determinar.

Se debe tener cuidado de vaciar dentro del recipiente todo el residuo, sin descartar los finos.

Para obtener el peso neto de los residuos sólidos, se pesa el recipiente con estos y se resta el valor de la tara. Cuando no se tenga suficiente cantidad de residuos sólidos para llenar el recipiente se marca en éste, la altura alcanzada y se determinará dicho volumen.



Foto N° 17: Determinación de la densidad

CAPITULO III

3. ESTUDIO DE LA CANTIDAD Y CALIDAD DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

Luego de la obtención de los datos del muestreo se procedió a realizar los siguientes cálculos:

3.1. CALCULO DE PRODUCCION PER CAPITA (PPC)

La PPC es un parámetro que asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos sólidos y el tiempo, siendo la unidad de expresión en Kilogramos por habitante por día (Kg/hab/día).

La producción per cápita varía de acuerdo al grado de urbanización de una población, su densidad poblacional y el nivel socioeconómico. (4)

Para determinar la producción per cápita de desechos sólidos en la ciudad de Riobamba, se realizó un muestreo de residuos durante una semana (desde el lunes 24 hasta el domingo 30 de septiembre del 2.007).

La información generada fue sometida a conciliación con las fichas de verificación socioeconómica para analizar los pesos filtrando aquellas cuyo contenido demostraba que son representativas de un estrato superior o inferior, dando así mayor validez a los datos.

Además para los cálculos se ha tomado en cuenta únicamente a las personas que generan los residuos, debido al modus-vivendi de las algunas familias, existe la posibilidad de que uno de los miembros no se encuentre en el momento de la toma de muestras.

Los resultados de la encuesta socio económica confirmaron la hipótesis de que las viviendas escogidas dentro de cada una de las categorías, pertenecían a estratos socio económicos de dichas características.

Para el calculo se divide el peso total de las bolsas (**Wt**) entre el número total de personas (**Nt**) para obtener la generación per cápita diaria promedio de cada vivienda muestreada.

$$Ppc\ diaria = \frac{Wt}{N^{\circ}.Personas}$$

Luego se multiplica la generación per cápita por el número de habitantes de la localidad para determinar la generación total diaria.

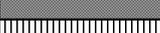
$$\text{Generación Total Diaria de Residuos} = Ppc * Nt \left(\frac{Kg}{Día} \right)$$

Producción per cápita.- El resumen de estos resultados es el siguiente:

TABLA VI. Cálculo de la producción per cápita de la ciudad de Riobamba

Fuente: hoja de cálculo: Cálculos PPC

MUESTREO DE RESIDUOS SOLIDOS DOMESTICOS EN RIOBAMBA											
DATOS CLASIFICADOS EN ESTRATOS SOCIOECONOMICOS											
											
REGISTRO DEL PESO (kg) DE LAS FUNDAS DE DESECHOS											
muestra	casa	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo	PROMEDIO	Nºhabitantes	PPC
No	código	24	25	26	27	28	29	30			
ESTRATO A(7)											
1	1A	4,00	3,50	2,20	3,40	1,65	3,20	3,90	3,12	4	0,78
3	7B	6,05	6,50	5,25	4,50	3,70	6,80	5,90	5,53	5	1,11
TOTAL DIARIO											0,94
ESTRATO B(15)											
8	2A		1,15	0,70	1,25	0,80	1,90	2,60	1,40	3	0,47
9	1B	2,50	0,55	3,15	2,75	0,75	1,65	2,80	2,02	4	0,51
10	2B	3,40	3,50	4,15		4,40	3,40	4,60	3,90	4	0,98
11	3B	0,50	0,65	1,60	2,50	3,20	2,50	3,15	2,01	3	0,67
	4B	2,35	2,65	3,35	4,35	6,50	2,70	4,45	3,76	4	0,94
	6B	3,15	3,45	3,05	3,50	1,20		3,85	3,03	4	0,76
	8B	4,90	4,20	4,40		3,90	4,60	5,30	4,55	4	1,14
13	9B	1,10	1,20	2,55	1,75	1,75	3,10	4,40	2,26	3	0,75
	11B	2,70	2,50	3,20	6,10	1,25	4,00	4,20	3,42	4	0,86
14	12B	1,85	1,55	2,05	3,20	1,50	1,30	2,05	1,93	4	0,48
	13B	3,75		3,00	2,30	2,20	2,85	3,25	2,89	3	0,96
15	14B		5,30	2,20	3,55	1,80	4,30		3,43	4	0,86
	3C	1,45	1,45	2,65	4,45	4,40	6,25	5,80	3,78	4	0,94
	8C	3,60	3,10	3,55	4,50	2,25	3,00	3,75	3,39	4	0,85
TOTAL DIARIO											0,80
ESTRATO C											
	5B	1,50	1,55	0,75	0,60	0,70	0,55	1,10	0,96	2	0,48
	10B	1,10	1,20	0,95	1,15	1,10	1,25	1,60	1,19	2	0,60
16	1C	4,90	3,60	3,80	3,95	3,20	3,65	3,50	3,80	5	0,76
17	4C	2,70	3,85	4,10	3,75	3,45	3,90	4,60	3,76	4	0,94
18	5C	2,20	1,90	3,10	1,75		1,80	2,20	2,16	3	0,72
19	6C		4,15	3,50	3,80	3,10		3,90	3,69	4	0,92
20	7C	2,00		4,05	5,60	0,90	3,30	2,80	3,11	5	0,62
	4D	1,50	1,20	1,80		1,25	1,45	1,85	1,51	2	0,75
TOTAL DIARIO											0,72
ESTRATO C											
25	2C	1,85	1,65		2,00	2,10	2,90	2,60	2,18	3	0,73
26	1D	2,60	0,90	1,25	1,05	1,90	1,00	2,05	1,54	4	0,38
27	2D	2,95	1,00	0,90	0,80	1,25	1,50	1,40	1,40	3	0,47
28	3D	0,75	1,60		1,25	0,40		1,50	1,10	3	0,37
30	5D	1,20	1,30	2,25	1,00	1,40	3,30	1,65	1,73	3	0,58
	6D	4,20	0,70	1,50	2,00	0,40	1,50	2,00	1,76	3	0,59
TOTAL DIARIO											0,52
Observaciones :											
Nombre y firma del responsable: Jhosep Sempertegui.											

SIMBOLOGIA	
	NO HABIA MUESTRA
	NO HUBO NADIE
	ENTREGO FUNDA AL RECOLECTOR
	VIAJÓ TODA LA FAMILIA
	CAMBIO DE CASA

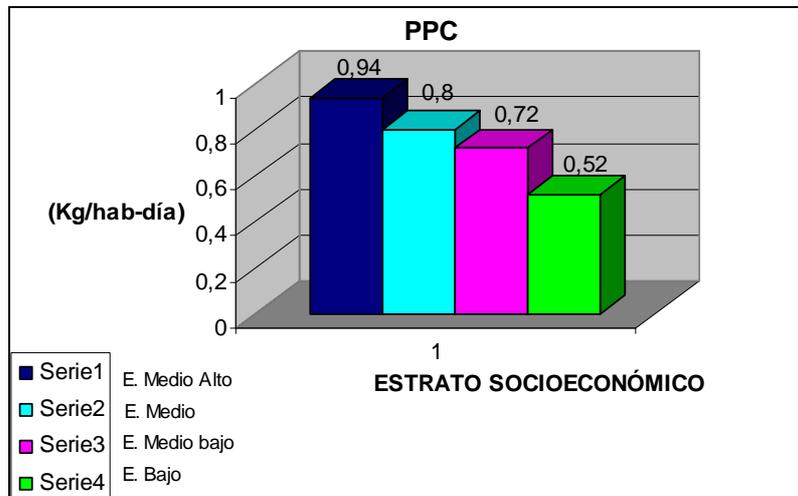
OBSERVACIONES
Se cambiaron las casas:
No.5C por otra similar
El número de casa se mantiene

TABLA VII. Resumen del cálculo de la producción per cápita de la ciudad de Riobamba

Fuente: hoja de cálculo: cálculos PPC

SECTOR	Fracción de Barrios	UNIDAD	PPC
RESIDENCIAL CLASE A	0,064	kg/habitante/día	0,940
RESIDENCIAL CLASE B	0,480	kg/habitante/día	0,800
RESIDENCIAL CLASE C	0,264	kg/habitante/día	0,720
RESIDENCIAL CLASE D	0,192	kg/habitante/día	0,520
PROMEDIO PONDERADO SECTOR RESIDENCIAL		kg/habitante/día	0,734

Grafico #1: Producción Per-capita de Cada Estrato



3.2 CÁLCULO DE COMPONENTES

Los subproductos ya clasificados se pesan por separado en la balanza y se anota el resultado en la hoja de registro.

Se obtiene la fracción en peso de cada uno de los subproductos para cada estrato socioeconómico.

Se calcula con la siguiente expresión:

$$P = \frac{G1}{G} \times 100$$

En donde:

PS = Porcentaje del subproducto considerado

G1 = Peso del subproducto considerado (Kg)

G = Peso total (Kg)

Luego se calcula el promedio ponderado en base a la fracción de barrios sujetos al muestreo para proyectar a las demás zonas.

$$P_{comp} = (\% \text{EstratoA} * 0.064) + (\% \text{EstratoB} * 0.48) + (\% \text{EstratoC} * 0.264) + (\% \text{EstratoD} * 0.192).$$

Se multiplica por la población total de la zona y se obtiene la generación de residuos por componente.

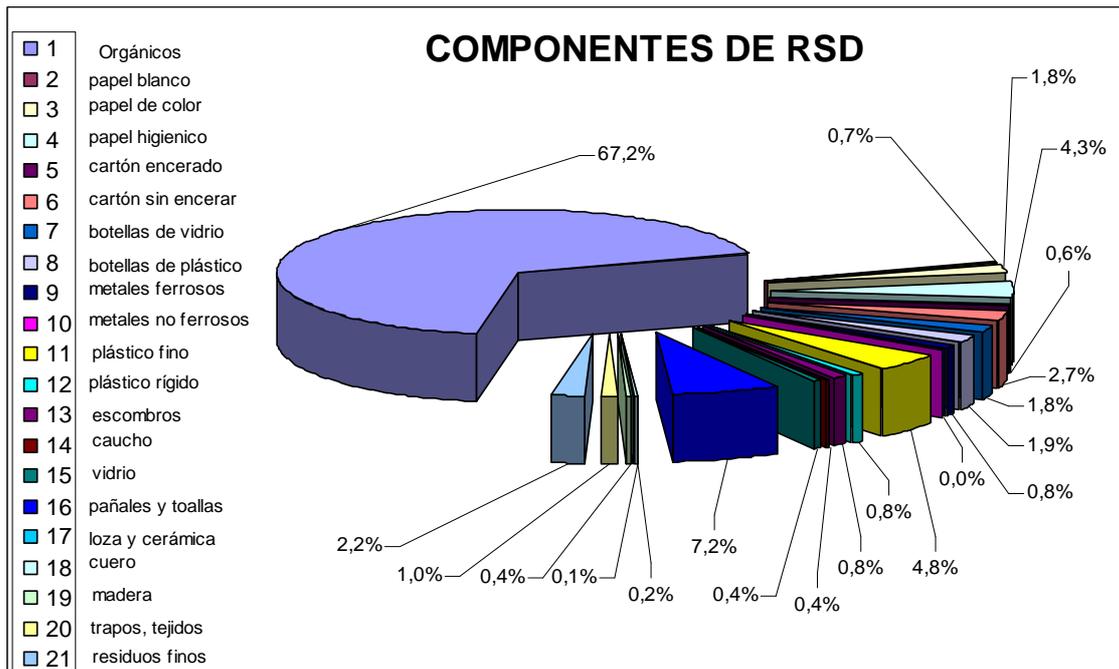
Componentes.- El resumen de estos resultados es el siguiente:

TABLA VIII. Cálculo de Componentes de RSD de la ciudad de Riobamba

Fuente: hoja de cálculo: cálculos Componentes

Nº	SUBPRODUCTOS	ESTRATO A	ESTRATO B	ESTRATO C	ESTRATO D	PROMEDIO PONDERADO	POBLACIÓN TOTAL (hab)	GENERACION COMPONENTES(kg/día)
1	orgánicos	66,21%	67,33%	63,19%	72,49%	67,16%	132854	89.219
2	papel blanco	1,16%	0,40%	0,78%	1,39%	0,74%	132854	983
3	papel de color,papel periódico	4,88%	1,14%	2,67%	1,15%	1,79%	132854	2.374
4	papel higiénico	3,56%	3,62%	4,55%	5,65%	4,25%	132854	5.650
5	cartón encerado	1,09%	0,60%	0,77%	0,00%	0,56%	132854	741
6	cartón sin encerar	3,71%	2,40%	2,77%	2,75%	2,65%	132854	3.521
7	botellas de vidrio	6,21%	1,67%	1,79%	0,47%	1,76%	132854	2.342
8	botellas de plástico	5,31%	1,57%	2,09%	1,12%	1,86%	132854	2.467
9	metales ferrosos,latas	0,19%	1,00%	0,31%	1,27%	0,82%	132854	1.090
10	metales no ferrosos	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	132854	-
11	plástico fino	3,95%	3,79%	6,64%	5,25%	4,84%	132854	6.424
12	plástico rígido	0,70%	0,98%	0,40%	1,18%	0,85%	132854	1.125
13	escombros	0,11%	1,04%	0,50%	0,71%	0,77%	132854	1.027
14	caucho	0,00%	0,59%	0,43%	0,00%	0,40%	132854	527
15	vidrio	0,55%	0,17%	0,65%	0,41%	0,37%	132854	488
16	pañales y toallas higiénicas	0,79%	8,64%	9,44%	2,68%	7,20%	132854	9.571
17	loza y cerámica	0,48%	0,00%	0,14%	0,80%	0,22%	132854	294
18	cuero	0,00%	0,11%	0,20%	0,00%	0,10%	132854	139
19	madera	0,01%	0,80%	0,16%	0,00%	0,43%	132854	567
20	trapos / tejidos / telas	0,41%	1,01%	1,38%	0,66%	1,00%	132854	1.330
21	residuos finos	0,67%	3,14%	1,18%	2,01%	2,25%	132854	2.986
						100,0%	132854	132.866

Gráfico # 2: Componentes de Residuos Sólidos Domésticos



3.3. DENSIDAD

La densidad se calculó pesando los residuos contenidos en un recipiente de volumen conocido. Esta expresada en kg/m³.

Calculo:

El peso volumétrico de residuos sólidos se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$d = \frac{p}{v}$$

En donde:

d = Peso volumétrico del residuos sólido, en Kg /m³

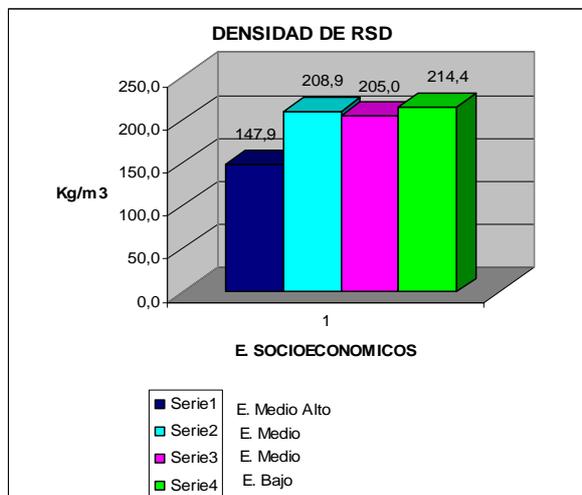
p= Peso de los residuos sólidos (peso bruto menos tara), en Kg.

V = Volumen del recipiente en m³

TABLA IX. Resumen del cálculo de densidades de la ciudad de Riobamba
Fuente: Hoja de cálculo Densidad

RESUMEN DE DENSIDADES		
SECTORES	UNIDAD	DENSIDAD
RESIDENCIAL ESTRATO SOCIO ECONOMICO MEDIO ALTO	kg/m ³	147,88
RESIDENCIAL ESTRATO SOCIO ECONOMICO MEDIO	kg/m ³	208,90
RESIDENCIAL ESTRATO SOCIO ECONOMICO MEDIO BAJO	kg/m ³	205,00
RESIDENCIAL ESTRATO SOCIOECONOMICO BAJO	kg/m ³	214,42
DENSIDAD PONDERADA DEL SECTOR RESIDENCIAL	kg/m ³	205,21

Gráfico # 3. Densidades de RSD por Estratos Socioeconómicos



3.4 CÁLCULO DE POBLACIÓN DEL SECTOR URBANO

El Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos ha sectorizado a la ciudad de Riobamba en 28 zonas. La población de cada una de ellas ha sido censada en el año 2001. El factor de crecimiento anual TCA es 1.5 %.(De acuerdo al INEC). Ver en anexos plano de población.

Se ha calculado la población correspondiente al año 2008, utilizando el método aritmético:

$$Pf = Pi + Tca (tf- ti)$$

En donde:

Pf es la población final (el año actual 2008)

Pi es la población inicial (es la censada en el 2001)

Tca es la tasa de crecimiento (1.5)

tf es el tiempo final (2008)

ti es el tiempo inicial (2001)

De esta manera se han obtenido los siguientes resultados:

TABLA X. Proyección de población de la zona urbana de Riobamba

PROYECCIÓN DE LA POBLACION RESIDENCIAL URBANA					
	AÑO 2001		0,734 kg/hab/día		
ZONA	POBLACIÓN TOTAL	Población Comercial	Población Urbana 2001	Población Urbana 2008	Generación de desechos 2008 (Kg/día)
1	3752	0	3752	4146	3.043
2	4104	0	4104	4535	3.329
3	4604	0	4604	5087	3.734
4	4559	0	4559	5038	3.698
5	4922	0	4922	5439	3.992
6	4490	0	4490	4961	3.642
7	4977	0	4977	5500	4.037
8	4974	0	4974	5496	4.034
9	4519	288	4231	4675	3.432
10	4222	829	3393	3749	2.752
11	4380	469	3911	4322	3.172
12	4964	0	4964	5485	4.026
13	4964	0	4964	5485	4.026
14	5438	0	5438	6009	4.411
15	4687	0	4687	5179	3.801
16	3263	1083	2180	2409	1.768
17	4144	1388	2756	3045	2.235
18	4793	838	3955	4370	3.208
19	5041	0	5041	5570	4.089
20	4049	399	3650	4033	2.960
21	3613	948	2665	2945	2.162
22	4263	557	3706	4095	3.006
23	5285	0	5285	5840	4.287
24	3713	0	3713	4103	3.012
25	4886	0	4886	5399	3.963
26	4213	0	4213	4655	3.417
27	5498	0	5498	6075	4.459
28	4712	0	4712	5207	3.822
TOTAL	127029	6799	120230	132854	97.515

3.5 COMPONENTE POTENCIALMENTE RECICLABLE

Para la determinación de los residuos reciclables se ha estimado los componentes que presentan mayor demanda (por parte de los recicladores). Los mismos que pueden ser utilizados en procesos de transformación para fines productivos.

Actualmente los principales componentes como: papeles, plásticos, cartones y vidrios, son reciclados informalmente por pequeños grupos recicladores para luego ser enviados a las principales ciudades para su tratamiento y reutilización.

Cálculo del Componente Potencialmente Reciclables

Se obtiene el promedio ponderado de residuos de cada estrato.

$$\text{Generación Residuos Reciclables} = \% \text{Cada Clase} * \text{Generación total de residuos (Kg / día)}$$

TABLA XI. Resumen del cálculo de Componentes Reciclables de Riobamba

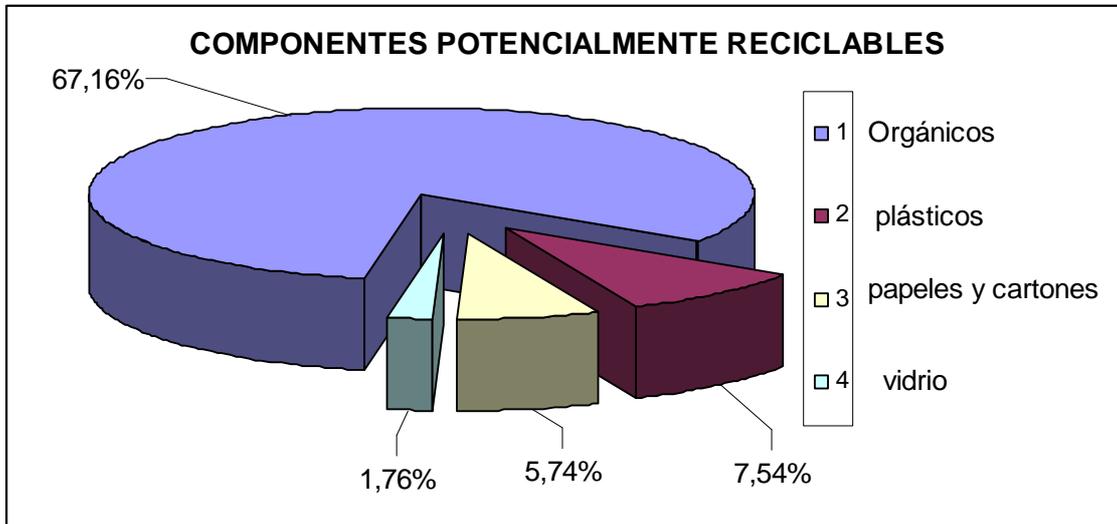
Fuente: hoja de cálculo: Cálculos Componentes Reciclables

SUBPRODUCTOS	ESTRATO A	ESTRATO B	ESTRATO C	ESTRATO D	TOTAL %	GENERACIÓN DE RESIDUOS RECICLABLES (Kg/Día)
orgánicos	66,21%	67,33%	63,19%	72,49%	67,16%	65.487
plástico fino	3,95%	3,79%	6,64%	5,25%	4,84%	4.715
cartón sin encerar	3,71%	2,40%	2,77%	2,75%	2,65%	2.585
botellas de vidrio	6,21%	1,67%	1,79%	0,47%	1,76%	1.719
vidrio	0,55%	0,17%	0,65%	0,41%	0,37%	358
botellas de plástico	5,31%	1,57%	2,09%	1,12%	1,86%	1.811
papel de color, papel periódico	4,88%	1,14%	2,67%	1,15%	1,79%	1.743
papel blanco	1,16%	0,40%	0,78%	1,39%	0,74%	721
plástico rígido	0,70%	0,98%	0,40%	1,18%	0,85%	825
cartón encerado	1,09%	0,60%	0,77%	0,00%	0,56%	544
pañales absorbentes	0,79%	8,64%	9,44%	2,68%	7,20%	7.025
					82,56%	87.533

Tabla XII. Componentes "Potencialmente Reciclables".

COMPONENTES "POTENCIALMENTE RECICLABLES"			GENERACIÓN DE RESIDUOS (Tn/día)
SUBPRODUCTOS	Fracción %	TOTAL	
orgánicos	67,2%	67,2%	65,5
PLASTICOS (%)			
botellas de plástico	1,9%	7,5%	1,8
plástico fino	4,8%		4,7
plástico rígido	0,8%		0,8
PAPELES Y CARTONES(%)			
papel blanco	0,7%	5,7%	0,7
papel de color,papel periódico	1,8%		1,7
cartón sin encerar	2,7%		2,6
cartón encerado	0,6%		0,5
VIDRIO (%)			
botellas de vidrio	1,8%	1,8%	1,7
TOTAL DE RECICLABLES	15,0%	15,0%	14,7
GLOBAL		82,2%	80,2

Gráfico # 4. Componentes "Potencialmente Reciclables"



3.6 RECOLECCIÓN INFORMAL “MINADORES O RECICLADORES”

En la ciudad se realiza la recolección y clasificación de los desechos en 5 sitios de reciclaje previamente identificados, los mismos que han tendido a incrementarse en los últimos meses por la acogida que tiene en el mercado la venta de residuos clasificados.

La función que cumplen los sitios de reciclaje de la ciudad es clasificar los diferentes componentes de los RSD para luego ser vendidos en pacas, los mismos que son despachados por toneladas de cada tipo.

Además que también compran los materiales reciclados a pequeños minadores existentes en la ciudad, para luego todo el material ser transportado a una planta recicladora ubicada en Guayaquil.

Se ha realizado la visita en dos de las plantas de reciclaje, en donde se ha levantado información acerca de que tipo de materiales son apetecidos en el mercado por empresas recicladoras.

A continuación se indica una lista de materiales que actualmente son reciclados:

Tabla XIII. Valores de los RSD reciclados.

DESECHOS RECICLABLES	Costo unitario(\$/Kg)	Costo en (\$/Tonelada)
Cartones	0,17	170
papel blanco(papel bond, cuadernos)	0,18	180
papel de color(revistas, libros)	0,16	160
papel periodico(periodicos, avisos)	0,17	170
Plastico rígido(envases de lacteos,cloro,etc)	0,18	180
Plástico fino (fundas, forros,etc)	0,14	140
Botellas de plastico (envases de bebidas)	0,18	180
Botellas de vidrio(Cola,champagne,cerveza)	0,14	140
Caucho	0,12	120
TOTAL		1.440

Nota: No se revela la cantidad de Ton/mes que son vendidas



Foto 16: Fotos de Recicladora Chimborazo (Plásticos, cartones, papel)

Sabemos que los residuos clasificados tienen un valor considerable en el mercado, sin embargo en el botadero municipal diariamente se vuelcan alrededor de 97.5 Tn de residuos de los cuales una minoría de estos es rescatada por los grupos de minadores.

Se estima que 14,7 Tn/día de residuos potencialmente reciclables pueden ser recuperados, además de los orgánicos que están en su mayoría con 65,5 Tn/día los mismos que pueden ser aprovechados en procesos como compostaje, lombricultura o alguna otra alternativa.

Estas cifras sugieren que, en total cada año se puede "clasificar" o rescatar un volumen significativo de papeles, cartones, plásticos y vidrio.

Asumiendo que se logren clasificar 100 Tn mensuales a razón de 150 dólares por tonelada.

La actividad de la clasificación generaría para los clasificadores un ingreso en torno de 80.000,00 dólares anuales. Siendo este un presupuesto considerable para la implementación de un programa de reciclaje, generando empleo para los minadores informales.

3.7 COMPOSICIÓN Y GENERACIÓN DE RESIDUOS POR COMPONENTES

Orgánicos

El porcentaje de desechos alimenticios es de 67,16 %, lo que quiere decir 6.5 Tn/día de orgánicos son depositados en el botadero municipal.

Esta cantidad de orgánicos podría reciclarse como abono mediante el compost.

La aplicación del compost, evita que los residuos orgánicos acaben en los vertederos. La putrefacción de los residuos genera "gas de vertedero", un importante responsable del efecto invernadero. Este método devora la materia orgánica reduciéndola a su base elemental para producir el humus

Plásticos

El componente plástico tiene un valor porcentual de 7.54 %, generándose 7,3 Tn/día.

El incremento excesivo del uso de plásticos durante los últimos años, se ha dado por la mayor utilización en envases de bebidas, embalaje de productos y transporte de los mismos en fundas plásticas.

Papeles y cartones

El componente papel tiene un porcentaje de 2.5 %, siendo generados 2.4 Tn/día. El papel blanco es el mejor tipo de papel y el más fácil de reciclar. Los recicladores lo aprecian porque está hecho con fibras fuertes que soportan muy bien el reciclaje.

El cartón se determino 2,6 Tn/día, siendo este la materia más fácilmente reciclables y apetecida por los recicladores.

La cifra de cartón encerado 0.6% no se considera como reciclable, debido que son los envases tetratrick no reciclados por que su composición es mixta y requiere de mayor tratamiento para ser reciclado, lo que provoca poco interés en el mercado.

Vidrio

El componente vidrio tiene un valor promedio porcentual de 3.4% este componente es significativo para reciclaje, a pesar que ha disminuido su incidencia debido al reemplazo por envases plásticos.

El total de vidrios encontrados en los residuos es 1.7 Tn/día y son en su gran mayoría reciclables.

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. Al finalizar la investigación se determinó una PPC para cada uno de los estratos de la ciudad, en donde cabe recalcar que se consolida nuestra hipótesis: La determinación de la producción de RSD en Riobamba dependen directamente de la situación económica de la fuente generadora.

Estimándose 0.94 Kg/hab-día para el estrato Medio Alto, 0.80 Kg/hab-día en el estrato Medio, 0.72 Kg/hab-día para el Medio-Bajo y 0.52 Kg/hab-día en el Bajo. En donde se denota la variación del incremento de 0.94 Kg/hab-día (Medio Alto) hasta 0.52 Kg/hab-día (bajo).

En donde se estimó un valor ponderado para el sector residencial de 0.73 Kg/hab-día, que es el valor utilizado para la proyección de residuos sólidos del sector residencial implicando 97.515 Kg/día de RSD generados.

2. En el presente estudio de residuos sólidos en la ciudad de Riobamba se logro obtener información actualizada sobre sus características y composición.

De tal forma que sirva como instrumento necesario para la planificación y gestión de los RSD, tales como programas de minimización y reciclaje de residuos en origen.

La información generada nos permite tener una idea de la cantidad de RSD potencialmente reciclables. Dicha información es el sustento para que las autoridades

inicien un programa de reciclaje que contemple campañas de clasificación en la fuente, es decir una selección de los productos en cada vivienda.

Es una manera de concebir alternativas de reciclaje con el criterio ambiental: "Generar menos residuos".

3. Se determino que el 67.2% es material orgánico, el 15% es "potencialmente reciclable" (plásticos, papeles-cartones, vidrio) y el 16.8 % restante que comprende los misceláneos (escombros, pañales, cuero, madera, caucho, metales, trapos, residuos finos).
Estos últimos deben ser destinados a un relleno sanitario.

4. Del muestreo de los RSU generados en la ciudad de Riobamba se observa que los orgánicos tiene mayor factibilidad para realizar un tratamiento de conversión biológica (Compost), teniendo en cuenta que en su mayoría son potencialmente compostables.

Además habría que tomar en cuenta como factor primordial, cuáles serán las condiciones de mercado: precio de venta, usos y consumidores posibles del producto resultante.

5. El flujo de RSD, contiene el 15% de los componentes "potencialmente reciclables". Esto indica que más de 15 Tn/día, podrían ser factibles de ser recicladas.

Pero hay ser meticuloso con estas aclaraciones, ya que la implementación de un programa de reciclaje no es solamente tener el material. Sino también comprende

desarrollar mercados en evaluar en que condiciones estos dejan de ser residuos y empiezan a ser codiciados por los consumidores.

6. Se ha determinado que la cantidad de componentes “potencialmente reciclables”, es el mejor justificativo para iniciar un Programa de Reciclaje, pero para que este sea exitoso, se debe de llevar a cabo la separación en la fuente (Separación diferenciada), para minimizar la contaminación de los materiales.

Para la implementación de un Programa de reciclaje hay que plantear objetivos claros y alcanzables dado que la comunidad tiene que creer y ver que sus residuos se transforman en otros materiales o productos que pueden ser reutilizados.

Se debe además concienciar permanentemente a la comunidad, demostrando un correcto tratamiento de los residuos en condiciones sanitarias y de seguridad.

7. Mediante el peso volumétrico de los residuos de cada estrato se estableció las densidades. Siendo 147.88 Kg/m³ del estrato Medio-Alto, 208.90 Kg/m³ en el Medio, 205.00 Kg/m³ para el Medio-Bajo y 214.42 Kg/m³ del Bajo.

En donde se aclara que el estrato Medio-Bajo se muestra menor que el Bajo, por los hábitos de consumo del mismo, por lo expuesto se denota el uso de materiales de baja densidad, como con los envases y fundas plásticas, que se utilizan en pequeños comercios, tales como: tiendas de abarrotes, despensas.

8. Dada la composición actual de los residuos se podrían plantear otras tecnologías de tratamiento de los mismos, sin perder de vista la salud pública y la minimización de los impactos sobre el medio.

Dejando en claro que por más novedosas que sean las tecnologías siempre existirán los “materiales de rechazo”, los inertes y los peligrosos que deberán ser dispuestos en un relleno sanitario.

9. Se ha concluido que la sociedad sufre cambios en hábitos de consumo en función de la capacidad económica de las personas, implicando cambios en la cantidad y calidad de los RSU.

Se deberá evaluar la posibilidad de reducir los residuos procedentes del consumo indiscriminado de recursos.

El reto consiste en cambiar los hábitos de consumo, que vienen incrementándose durante los últimos años, así como en modificar las tecnologías en uso para la producción.

Dichas tecnologías deberán contemplar la conservación de los recursos naturales y la producción de materiales que puedan ser reutilizados y transformados.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que este tipo de estudios se sigan desarrollando por un período de tiempo de un año, de tal forma de poder considerar las variaciones estacionales que sufre la generación y la calidad de los RSU.
2. Se determinó la cantidad de orgánicos, siendo necesario el estudio de los mismos para la elaboración de compost o alguna otra alternativa.

Se incita la realización de investigaciones basadas en el componente orgánico fundamentadas en las condiciones favorables para la transformación biológica del mismo. Además de ser meticuloso en la frecuencia y recolección de los orgánicos debido que pueden presentar condiciones propicias para la producción de olores, atracción de vectores y la posibilidad de transmisión de enfermedades, con riesgos asociados para la salud.

3. Sería recomendable que para un sistema de tratamiento mediante compost se debería de realizar una evaluación más exhaustiva sobre la composición química de algunos metales, tales como: Plomo, Cobre, Hierro, por lo que la elevada presencia de estos, inhiben la actividad biológica.
4. En el estudio se encontró un alto porcentaje de pañales, por lo que se recomienda mostrar interés en algún tipo de tratamiento para reducir los mismos.

CAPITULO V

RESUMEN

El presente estudio tiene por objetivo estimar la cantidad y calidad de los residuos generados en el sector residencial de la ciudad de Riobamba, comprobando la relación directa de la producción per cápita (PPC) con la capacidad socioeconómica de la fuente generadora.

La metodología empleada es un Muestreo Aleatorio Estratificado, dentro del cual tenemos la aplicación de normas técnicas de residuos sólidos. La investigación se realizó mediante una previa caracterización socioeconómica de los sectores de la ciudad. Para luego aplicar un número establecido de 30 encuestas en el levantamiento de información socioeconómica de cada muestra.

Se aplicó el muestreo durante siete días en las 30 viviendas, recolectándose cada una de las muestras pertenecientes a las familias, las mismas que están distribuidas en los cuatro estratos socioeconómicos A, B, C, y D.

Se estimaron resultados numéricos cualitativos y cuantitativos de PPC para cada uno de los estratos socioeconómicos siendo en el Medio alto 0.94 Kg/Hab-día, Medio 0,80 Kg/Hab-día, Medio Bajo 0,72 Kg/Hab-día y Bajo 0.52 Kg/Hab-día.

Estableciéndose una PPC ponderada para el sector residencial de 0.73 Kg/Hab-día. La misma que sirvió para calcular que diariamente se vierte en el botadero municipal 97.515 Kg/día, de los cuales una minoría de estos son recuperados por minadores informales para ser vendidos a empresas recicladoras.

Se averiguó costos de los componentes reciclables comprobándose que los desechos clasificados tienen acogida en el mercado.

Del estudio, concluye que el 82% son potencialmente reciclables donde, el 67% son orgánicos, 7.5 % plásticos, 5.7% papeles, cartones, y vidrio un 1,8%. Tales desechos orgánicos pueden ser utilizados en la elaboración del compost. Además de que los desechos potencialmente reciclables pueden ser reciclados de tal forma que disminuya el impacto negativo que provocan los residuos en el ambiente.

Se recomienda que la manipulación de esta información, sirva a las autoridades como una herramienta base para desarrollar y planificar las actividades en la Gestión de los Residuos Sólidos.

SUMMARY

This present research has the main objective to estimate the quantity and quality of the remainders in a residential place from Riobamba city. Checking the direct relation of the production per capita (PPC) with the socioeconomic capacity of the given service.

It is used with a Methodology Strategic Mixed Sample, it contains the application of standards techniques of solid waste. This research is made through a previous socioeconomic studio in different places of the city. After that, it will be applied in an established number of 30 surveys at the beginning of the socioeconomic information of each sample.

We applied it for 7 days in 30 dwellings, we collected samples of each family, they are divided in 4 socioeconomic stratum, they are A-B-C-D.

We can estimate quantity, quality and numerical results from PPC for each one of the socioeconomic stratum. So, it gave as result in the Middle High 0.94 Kg/hab-día- Middle 0.80 Kg/hab-día, Middle Low 0.72 Kg/hab-día, Low 0.52 Kg/hab-día-

These considered results from PPC were in a residential place with 0.73 Kg/hab-día. It helped to estimate that daily throw 97.515 Kg/día in the municipal rubbish dump. Some informal people work in that place picking up and recycling rubbish in order to sell it to recyclable Factories. Their pay costs of the recyclable components are good in the market.

As a result of this investigation, it concludes that the 82% are powerful recyclables, such as 67% are organic, 7.5% are plastic, and 5.7 are papers and cardboards and 1.8% glasses. Those

organic wastes can be used in the manufacturing of compost. In addition the powerful remainders recyclable can be reused to decrease the pollution caused by the solid waste in the environment.

We recommended this information to the authorities use it as a basic tool to develop and plan the activities in the Solid Remainders Action.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) TCHOBANOGLIOUS, G., THIESEN, H, .VIGIL, S. Gestión Integral de Residuos Sólidos. México, D.F. Mc Graw-Hill, 1998, pp 3-13,16.
- (2) SANCHO, J., et. al. Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de Residuos sólidos municipales. México, Secretaria de Desarrollo Social. pp. 7-9
[www.sedesol.gob.mx/.../manuales/manuales residuos sólidos /Manual Técnico sobre Generación Recolección. \(Documento PDF\).](http://www.sedesol.gob.mx/.../manuales/manuales%20residuos%20sólidos/Manual%20Técnico%20sobre%20Generación%20Recolección.%20(Documento%20PDF).)
- (3) SANDOVAL, L., et. al. Hojas De Divulgación Técnica (Hdt). Perú, Centro Panamericano De Ingeniería Sanitaria Y Ciencias Del Ambiente (Cepis). N 97, junio 2005.P (pp.2-13)
www.cepis.ops-oms.org/cdrom-repi86/fulltexts/bvsair/e/hdt/hdt97/hdt97.pdf -
- (4) ARELLANO, A. Curso de Tratamiento de Residuos Sólidos, ESPOCH, N° 2, febrero 2005 p v2 pp 1, 5-6.
- (5) YÁNEZ, F., Guía de Georeferenciación del Cantón Riobamba, Departamento de Planificación Municipal, N° 1 Febrero 2005, pp 26 (Documento).
- (6) PESCUMA, Augusto., et. al. Estudio de Calidad y Gestión de los Residuos Sólidos. En la Ciudad de Buenos Aires. Argentina, Instituto de Ingeniería Sanitaria. N 1, 2001.(Documento)
- (7) ORCCOSUPA, Javier., et. al. Relación entre Producción Per capita de Residuos Sólidos Domésticos y Factores Socioeconómicos, provincia de Santiago de Chile. Chile, Universidad de Chile. 2002.(Documento)
- (8) CHANLETT, Emit. La Protección del Medio Ambiente. Madrid: Mc Graw-Hill, 1976, pp. 303-306.
- (9) SEDUE SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA. Mexico D.F. Especificaciones Técnicas para la Elaboración de Proyectos Ejecutivos De Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales. México: SEDUE, Julio 1985.(Norma

Técnica de Residuos Sólidos N° 1-5).

- (10) CHAPIN, F. m, Planificación del uso del suelo urbano. Barcelona: Oikos-tau, 1977.
[http://public.cwpanama.net/~hrosales/descargas/ususuelo.\(Docuemnto PDF\)](http://public.cwpanama.net/~hrosales/descargas/ususuelo.(Docuemnto PDF))
- (11) KLEE, A. J. Sample Weights in Solid Waste Composition Studie. Journal of then Sanitary Engineering. USA. 5(2): 24-29. Marzo 1999. (Documento)

ANEXOS

ANEXO I

Encuestas realizadas en las 30 Viviendas

ANEXO II
Hojas de Campo del Muestreo de RSD.

ANEXO III
Plano de Caracterización Socioeconómica.

ANEXO IV
Plano de Población (INEC).