



“CONSULTORÍA PARA LA REALIZACIÓN DE UN ESTUDIO DE
CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DOMÉSTICOS Y
ASIMILABLES A DOMÉSTICOS PARA EL DISTRITO METROPOLITANO
DE QUITO”

CONTIENE:

INFORME EJECUTIVO

Marcelo Castillo Pazmiño
ING. CIVIL – MSc. INGENIERÍA AMBIENTAL
CONSULTOR

JULIO 2012

CONTENIDO

1.	ANTECEDENTES	1
2.	OBJETIVOS Y ALCANCE DE LOS ESTUDIOS	1
3.	METODOLOGÍA.....	2
4.	ESTRUCTURA DEL INFORME	2
5.	DETERMINACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	3
5.1.	Estudios existentes	3
5.2.	Análisis bibliográfico de metodologías de caracterización	4
6.	GUÍA METODOLOGÍA	5
7.	RESULTADOS DE LAS DETERMINACIONES REALIZADAS:.....	13
7.1.	Resultados del estudio de generación per cápita	13
7.2.	Resultados del estudio de subproductos.....	20
7.3.	Resultados del estudio de peso volumétrico de los residuos sólidos	22
7.4.	Resultados del estudio de humedad	23
7.5.	Conclusiones y recomendaciones.....	24

1. ANTECEDENTES

En el Distrito Metropolitano de Quito, tanto la Secretaría de Ambiente como EMASEO EP, están realizando los esfuerzos por dar un salto cualitativo en el manejo de la gestión integral de residuos sólidos en el DMQ, para lo cual está emprendiendo una serie de acciones, que tienen como objetivo último el mejoramiento de la gestión de la GIRS en el DMQ, que aborde las diferentes aristas de este servicio básico y permita alcanzar una gestión eficiente, eficaz, ambientalmente sustentable y financieramente sostenible, todo bajo un marco de aceptación y colaboración ciudadana a los objetivos mencionados.

Para una adecuada planificación y manejo de los residuos sólidos en una ciudad o región, uno de los parámetros básicos en el manejo estadístico de la cantidad de residuos generados y su composición, tanto por tipo de estrato socioeconómicos como por tipo de usuarios de los servicios. Esta estadística debe ser determinada con una periodicidad suficiente que permita analizar la evolución del comportamiento de la generación de los residuos sólidos, recomendándose realizarla por lo menos de manera bianual.

Por lo descrito, y debido a que en el DMQ no se cuentan con estadísticas de generación recientes y más bien se han estado realizando estimaciones globales de estos parámetros, existe la necesidad de cubrir esta falta de información, misma que podrá ser el punto de partida (línea base) para la adopción de una política permanente de obtención de información de calidad y cantidad de los residuos en el DMQ, de manera tal que se pueda planificar adecuadamente los diferentes componentes del sistema de aseo

Por lo mencionado, se describen a continuación los principales parámetros determinados en la consultoría, producto de los trabajos de campo y gabinete realizados en cumplimiento de los objetivos del estudio.

2. OBJETIVOS Y ALCANCE DE LOS ESTUDIOS

El objetivo principal de la consultoría es caracterizar los residuos sólidos urbanos domésticos y asimilables a domésticos en el DMQ, tanto en lo que se refiere a su generación como en su composición, de manera tal que se conozca de manera fidedigna estas características mencionadas, como parámetros básicos para la planificación del servicio en sus diferentes componentes.

Los objetivos específicos perseguidos por el presente estudio son:

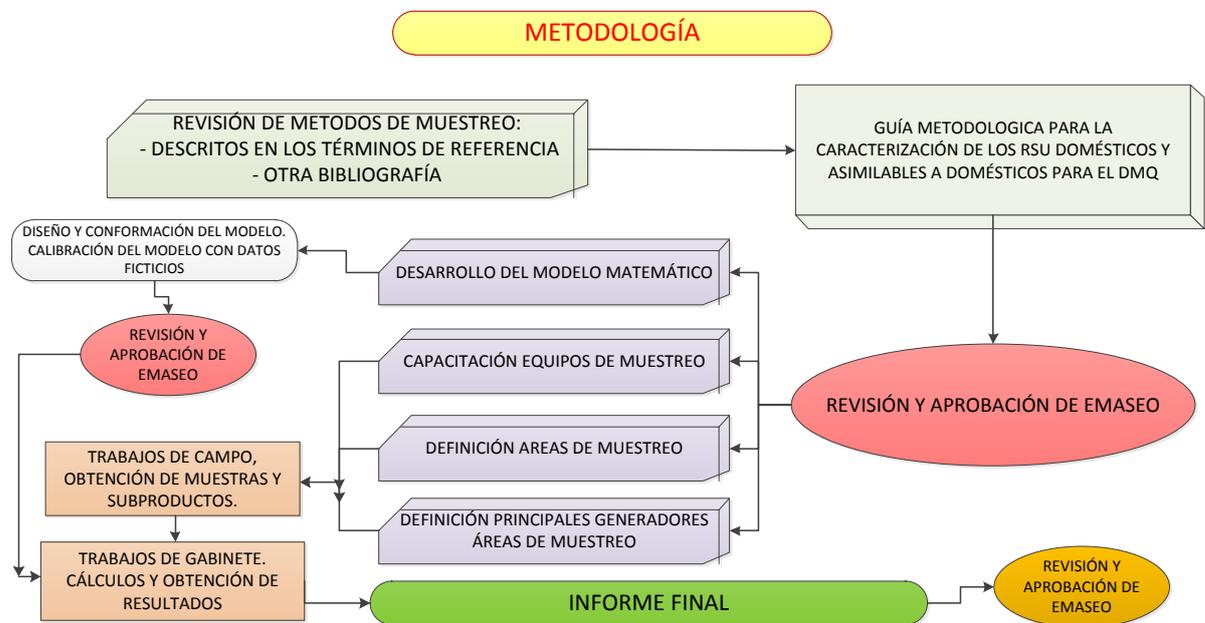
- ✓ Elaborar una Guía Metodológica para la caracterización de los residuos sólidos urbanos domésticos y asimilables a domésticos para el DMQ, sobre la cual se realizarán los trabajos de campo.
- ✓ Dado que EMASEO pretende implementar un manejo histórico de la evolución de los parámetros obtenidos de la caracterización, se tiene como objetivo realizar una línea base que refleje la situación actual en los siguientes aspectos:
 - Obtener el parámetro de la generación per cápita (ppc) de los residuos sólidos en el DMQ, diferenciado por estrato socioeconómico, tipo de generador (referido solo a residuos de tipo doméstico o asimilable a estos) y ubicación geográfica.
 - Determinar la composición en peso de los principales constituyente de los residuos sólidos, diferenciado para los diferentes generadores estudiados (referido solo a residuos de tipo doméstico o asimilable a estos).

- Determinación del peso volumétrico (Kg/m^3) de los residuos sólidos en las diferentes fases del servicio.
 - Identificar en base volumétrica, los componentes de los residuos sólidos generados por estrato socioeconómico y ubicación geográfica.
- ✓ Diseñar un modelo matemático que permita realizar proyecciones de la generación de residuos sólidos en el DMQ.

3. METODOLOGÍA

En el gráfico siguiente, se puede observar la metodología a utilizarse en la presente consultoría. Las actividades se realizarán en dos fases bien diferenciadas, la fase de gabinete y la fase de campo. La fase de campo, comprende la obtención de muestras de producción per cápita y obtención de subproductos.

Gráfico No. 1. Metodología del estudio



Elaboración: Ing. Marcelo Castillo P.

4. ESTRUCTURA DEL INFORME

El presente estudio de consultoría, donde se estudia la caracterización de los residuos sólidos urbanos domésticos y asimilables a domésticos en el DMQ, está conformado por tres informes parciales que contiene los productos mencionados en el numeral anterior, a saber:

1. Primer Informe: Guía Metodológica de Caracterización de los Residuos Sólidos urbanos domésticos y asimilables a domésticos en el DMQ.
2. Segundo Informe: Modelo matemático. Este informe a más de la respectiva memoria explicativa del modelo, constará de la versión magnética de la propuesta de modelo matemático para la realización de proyecciones conforme los términos de referencia.
3. Tercer informe: Estudio de línea base de calidad y cantidad de los RSU en el DMQ.

Es preciso mencionar que con los resultados del informe 3, se alimentará el modelo matemático para realizar las proyecciones esperadas en base a los resultados reales de campo.

5. DETERMINACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Para la determinación de la metodología a seguirse, se realizaron las siguientes actividades:

- Análisis de los estudios de caracterización realizados en el DMQ.
- Análisis bibliográfico de metodologías de clasificación a nivel mundial.
- Análisis y jerarquización de metodologías existentes.
- Selección de la metodología a seguirse en el estudio.

Se resumen las actividades realizadas hasta la selección de la metodología a utilizarse.

5.1. Estudios existentes

Se realizó una investigación bibliográfica de estudios realizados en el tema de calidad y cantidad de los residuos sólidos en el DMQ, pudiendo mencionarse los siguientes:

- Durante la elaboración del Plan Director de Residuos Sólidos de Quito, en 1990, la empresa PROSER, realiza algunas determinaciones de composición, densidad y poder calorífico de los residuos sólidos.
- La encargada del manejo de los residuos sólidos en el Municipio de Quito, en 1989 era la Dirección Municipal de Higiene, institución que desde 1989 a 1991, realiza algunas determinaciones de la composición y de la producción o generación per cápita (PPC¹) de residuos sólidos domiciliarios, utilizando las normas mexicanas², similares a las aplicadas en el presente estudio.
- EMASEO en el año 1998, realiza trabajos de campo para la determinación de la PPC domiciliar en algunos sectores de la ciudad de Quito.
- En el año 2007 a través de un convenio entre EMASEO y la Asociación de Municipalidades del Ecuador (AME), se realizaron estudios de caracterización en base a estratos socioeconómicos. Estos resultados fueron publicado en el Atlas Ambiental en el año 2008 y han sido utilizados de manera general para las proyecciones de generación en el DMQ. Los valores indicados de PPC son de 0.849 Kg/hab*día para el año 2008. En este mismo documento se publicó datos de clasificación de subproductos de Termopichincha, donde se tiene un 61% de materia orgánica entre otros.
- Como se observa han existido algunos estudios de calidad y cantidad de los residuos sólidos en la ciudad de Quito, para la obtención de parámetros básicos para la planificación del servicio. En base a algunos de estos estudios se han realizado proyecciones para predecir la actual generación de residuos sólidos y la composición de los mismos.
- Si bien no ha existido una única metodología en todas las determinaciones, se puede observar que en la mayor cantidad de casos, se han utilizado las normas mexicanas con algunas variantes. A su vez, la falta de una metodología definida común y de una periodicidad en la toma de muestras, dificulta la obtención de la evolución de la generación per cápita y establecer tendencias de comportamientos.

¹ PPC: Producción per cápita de residuos sólidos o generación per cápita de residuos sólidos. Que es la cantidad de residuos sólidos generados por cada persona en un día.

² La metodología utilizada corresponde a las normas Mexicanas de la SEDUE, denominadas: NMX-AA-061-1985, NMX-AA-015-1985, NMX-AA-019-1985, NMX-AA-022-1985.

5.2. Análisis bibliográfico de metodologías de caracterización

Entre la información analizada, se prestó especial detalle a los siguientes:

- Guía para el Manejo de Residuos Sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales
- Diseño de un modelo matemático de la generación de residuos sólidos municipales
- Metodología de diseño para la recogida de residuos sólidos urbanos mediante factores punta de generación: sistemas de caja fija (SCF).
- Aspectos Generales de la Problemática de los Residuos Sólidos
- Hojas de Divulgación Técnica – 17 Método Sencillo del Análisis de Residuos Sólidos.
- Norma de Determinación de la Generación (NMX-AA-61-1985)
- Norma de Selección y Cuantificación de subproductos (NMX-AA-022-1985)
- Norma de Determinación de Peso Volumétrico in situ (NMX-AA-019-1985)
- Norma de Muestreo – Método de Cuarteo (NMX-AA-015-1985)
- Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para la recolección selectiva en comunidades urbanas
- Estudio de Calidad de los Residuos Sólidos Urbanos 2009
- Reglamento de la Comunidad Europea. El Reglamento de la Comunidad Europea Nº
- Norma ASTM D 5231-92 (American Society for Testing and Materiales). Las normas ASTM D 5231-92 “Método de Ensayo Estándar para la Determinación de la Composición de Residuos Sólidos Municipales sin Procesar”,
- Waste Characterization Study. City of Chicago. Department of Environment. April 2, 2010
- Characterization of Municipal Solid Waste in the United States: 1998.

Del análisis realizado a las metodologías utilizadas a nivel internacional para la determinación de la PPC, fundamentalmente se pueden resumir en las siguientes:

- **Balance de Masas:** es una metodología que una muestra representativa del objeto de estudio, se analiza el flujo de materiales que ingresan y en función de esto establece el flujo de residuos que se generan, requiere de gran cantidad información y variables a ser analizadas pero los resultados son de gran confiabilidad si se cuenta con la información necesaria.
- **Muestreo Directo:** consiste en el pesaje de los residuos sólidos en la fuente generadora para lo cual es necesario determinar una muestra que sea representativa mediante un análisis estadístico, de tal manera que tenga una confiabilidad adecuada.
- **Pesaje Total:** consiste en el pesaje de los residuos sólidos en el Vehículo Recolector de una ruta determinada cuando ingresa a la estación de transferencia o en la disposición final.
- **Peso-Volumen:** esta metodología consiste en el pesaje de los residuos sólidos, tanto cuando se encuentran compactados en el vehículo recolector respectivo, así como, una vez que se procede a su descarga, lo cual permite determinar a más del peso de los residuos también el peso volumétrico.

De las observaciones efectuadas a las metodologías mencionadas se presenta el resumen de calificación de los aspectos analizados para priorizar la metodología a seguirse para la realización de los estudios de campo y gabinete en el DMQ, en el Cuadro No. 1.

Por lo tanto del análisis de cada una de las variables y la valoración respectiva, se puede observar que la que tiene mayor puntaje general tiene es la metodología de Muestreo Directo. En la práctica, como se observó en el análisis de los estudios existentes y de las experiencias de otros estudios realizados a nivel de país y la región, es el método más utilizado, sobre todo por la cantidad de resultados que se pueden obtener en una sola intervención o gasto, respaldando la validez de estos en base a porcentajes de confiabilidad, por la aplicación de la

metodología de muestreos estadísticos, de amplia aplicación en varias áreas del conocimiento y la investigación. Por otro lado el método de pesada total, para la presente consultoría, ofrece una ventaja fundamental, que consiste en contar con datos duros, consistentes en el pesaje histórico de los sectores de recolección implementados por EMASEO en el DMQ, esto aunado a los datos poblacionales actualizados producto del último Censo Nacional del 2010, de donde se puede obtener la población y las coberturas del servicio, situación que permite obtener datos directos de la PPC total.

Cuadro No. 1 Resumen de la matriz de calificación de metodologías

PARAMETRO	PESO PONDERADO	PESO EFECTIVO	CALIFICACIÓN SOBRE PESO EFECTIVO				METODOLOGÍA				
			PESADA TOTAL	PESO - VOLUMEN	BALANCE DE MASAS	MUESTREO DIRECTO	PESADA TOTAL	PESO - VOLUMEN	BALANCE DE MASAS	MUESTREO DIRECTO	
ASPECTOS TÉCNICOS	50										
Nivel de tecnología necesaria	10	5	5	5	8	9	2,50	2,50	4,00	4,50	
Nivel de información requerida	10	5	7	8	3	6	3,50	4,00	1,50	3,00	
Tiempo requerido	10	5	9	8	3	6	4,50	4,00	1,50	3,00	
Facilidad de acceso a la información	10	5	9	8	3	7	4,50	4,00	1,50	3,50	
Utilidad de los resultados	50	25	3	3	10	8	7,50	7,50	25,00	20,00	
Adaptabilidad a la realidad nacional	10	5	7	6	3	9	3,50	3,00	1,50	4,50	
ASPECTOS ECONÓMICOS	25										
Costos	100	25	8	8	4	6	20,00	20,00	10,00	15,00	
ASPECTOS SOCIALES E INSTITUCIONALES	25										
Respuesta de las instituciones	40	10	9	9	3	7	9,00	9,00	3,00	7,00	
Confiabilidad de la información de los actores sociales	60	15	9	9	3	7	13,50	13,50	4,50	10,50	
TOTAL	100	100					68,50	67,50	52,50	71,00	

Elaboración: Ing. Marcelo Castillo P.

Por lo indicado, para la presente consultoría y en el cumplimiento de los objetivos y alcances esperados, se utilizará una combinación de las dos metodologías mencionadas, esto es: el método de Pesada Total para la obtención de la PPC total, en base a los cálculos y estimaciones que se detallan en los capítulos siguientes y el método de muestreo directo, basado en las normas mexicanas, para la determinación de la PPC domiciliaria y comercial, así mismo se desarrollarán métodos basados en la normas mexicanas para los otros generadores a ser estudiados, tales como: mercados, centros educativos, instituciones. Así mismo en base a la aplicación de la normatividad mexicana, se utiliza el método de cuarteo y de clasificación de subproductos, peso volumétrico y humedad.

6. GUÍA METODOLÓGICA

La generación de residuos sólidos está influenciada tanto por la estacionalidad de la determinación como por el nivel socioeconómico de los generadores. Por esta razón no sería adecuada la realización de este tipo de estudios en meses pico de producción como diciembre, donde se da una mayor generación de residuos. Así mismo se requerirá establecer inicialmente la estratificación socioeconómica del DMQ y definir en base a que agrupación territorial se realizarían los estudios de campo a realizarse.

Inicialmente, se determinó como área de análisis las rutas de recolección, debido a los siguientes aspectos principales:

- Son espacios geográficos debidamente limitados. Si bien se sabe que los sectores y rutas de recolección son dinámicos, esto es, cambian para adaptarse a las nuevas demandas de la población contenida en su interior, estos mantienen una vigencia de algunos años, sobre todo en zonas consolidadas.
- Existen datos de pesajes históricos que permiten obtener valores reales del tonelaje recolectado en cada uno de ellos, obteniendo indicadores con una alta confiabilidad.

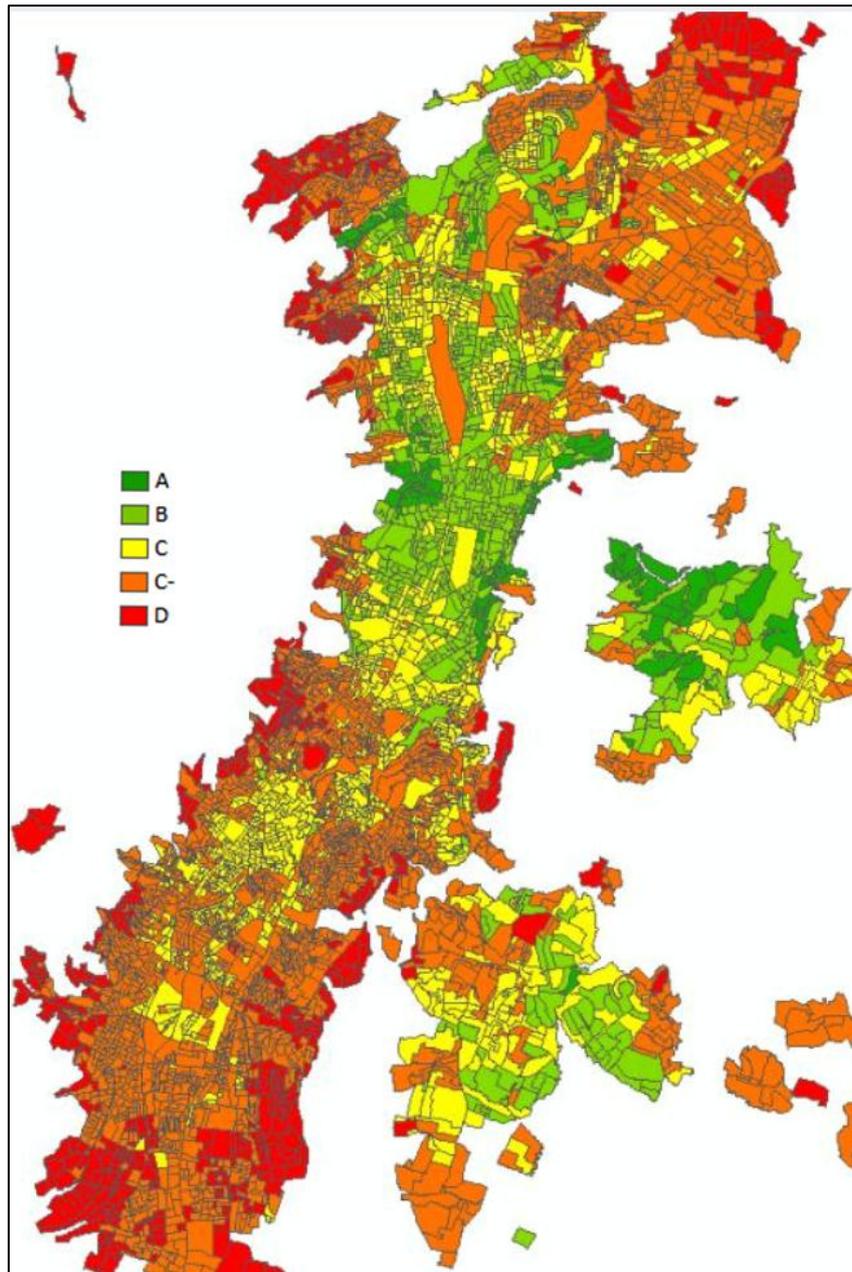
Con este fin se realizó un estudio de estratificación socioeconómica del DMQ, basado en la metodología utilizada por el INEC para este tipo de estudios (NSE – niveles socio económicos³), con una variante, debido a la disponibilidad información. Las variables utilizadas por el INEC para realizar la determinación de los NSE se basa a más de los datos obtenidos en el censo, en encuestas directas realizadas a una muestra poblacional. Dado que solamente se dispone para la presente consultoría los datos censales, se ha realizado la determinación de los NSE con las variables disponibles ponderando los factores de análisis de la metodología del INEC.

Entonces, se ha obtenido la estratificación socioeconómica a nivel de cada sector censal del DMQ, por lo que al suministrar esta base de datos a un sistema GIS, ha permitido obtener un mapa temático de los NSE, a su vez se ha realizado la superposición del layer NSE con el layer de rutas de recolección, lo que ha permitido llegar a establecer el NSE predominante para cada ruta de recolección en el DMQ.

Los resultados obtenidos de este análisis de manera gráfica se muestran en los gráficos siguientes:

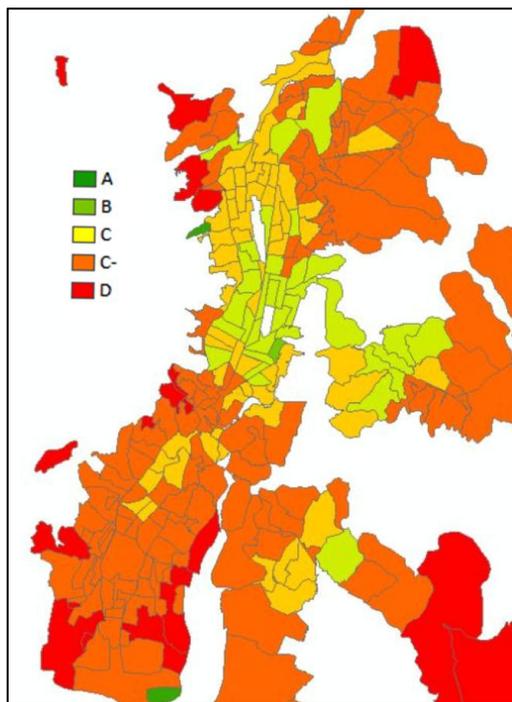
Gráfico No. 2. NSE a nivel de sector censal

³ Niveles socioeconómicos: A: Alto, B: Medio Alto, C+: Medio, C-: Medio Bajo, D: Bajo.



Elaboración: Ing. Marcelo Castillo P.

Gráfico No. 3. NSE a nivel de ruta de recolección



Elaboración: Ing. Marcelo Castillo P.

Una ciudad se define como un conglomerado de personas, donde desarrollan sus actividades de vida y de soporte para la misma, por lo tanto los residuos que se generan y en especial los residuos sólidos urbanos (RSU), responden a las diferentes actividades desarrolladas en la misma, de manera simplificada, se muestra en el gráfico siguiente las diferentes fuentes de producción de residuos sólidos⁴.

Gráfico No. 4 Principales generadores de RSU domésticos y asimilables a domésticos en una ciudad



Elaboración: Ing. Marcelo Castillo P.

⁴ Informe de Consultoría. Ing. Fernando Paraguassú de Sá. Unidad Ejecutora del Proyecto. DMH. 1990.

De manera simplificada las fuentes de generación de residuos sólidos urbanos (RSU) domésticos y asimilables a domésticos⁵, corresponden a la suma de los diferentes generadores existentes:

Ecuación 1. Peso total generado

$$Wt = W_{dom} + W_{com} + W_{ind} + W_{bar} + W_{par} + W_{edu} + W_{hos} + W_{mer} + W_{ins} + W \dots$$

Donde:

Wt:	Peso total de residuos sólidos.
Wdom:	Peso total de residuos sólidos domiciliarios.
Wcom:	Peso total de residuos sólidos comerciales.
Wind:	Peso total de residuos sólidos de tipo domiciliarios en industrias.
Wbar:	Peso total de residuos sólidos de barrido.
Wpar:	Peso total de residuos sólidos en parques.
Wedu:	Peso total de residuos sólidos en establecimientos educativos.
Whos:	Peso total de residuos sólidos de tipo domiciliarios en hospitales.
Wmer:	Peso total de residuos sólidos en mercados.
Wins:	Peso total de residuos sólidos en instituciones.

Por tanto, lo que plantea para la determinación de la generación de los residuos, es la determinación de la producción per cápita de residuos, esto es la cantidad de basura que cada habitante en un día, conforme lo siguiente:

Ecuación 2. PPC

$$PPC = \frac{W}{P}$$

Donde:

PPC:	Producción per cápita de residuos sólidos en Kg/hab*día.
W:	Peso generado de residuos sólidos en un día en Kg.
P:	Población que generó esos residuos sólidos.

De lo descrito y en base a las ecuaciones 1 y 2, se describe a continuación la ecuación que representa la generación per cápita total.

Ecuación 3. Composición de la PPC

$$PPC_{TOT} = PPC_{DOM} + PPC_{COM} + PPC_{MER} + PPC_{INS} + PPC_{EDU} + \dots$$

Donde:

PPC _{TOT} :	Generación per cápita de residuos sólidos total.
PPC _{DOM} :	Generación per cápita de residuos sólidos domésticos.
PPC _{COM} :	Generación per cápita de residuos sólidos comerciales.
PPC _{MER} :	Generación per cápita de residuos sólidos de mercados.
PPC _{INS} :	Generación per cápita de residuos sólidos institucionales.
PPC _{EDU} :	Generación per cápita de residuos sólidos educativos.

⁵ Se consideran residuos sólidos domésticos a todos aquellos generados en cualquier generador, que mantiene características similares a los desarrollados en las casas habitación, esto es no incluyen residuos peligrosos, radiactivos, especiales.

De lo indicado, la PPC_{DOM} , se la obtiene aplicando la norma mexicana NMX-AA-061-1985, obteniéndose con una confiabilidad estadística definida el peso promedio generado por las casa habitación en la zona en estudio.

Las otras generaciones mencionadas, si bien no son generadas directamente por la población de un sector, se asumen, que esta generación se asocia a la población de la zona en estudio. Por Ejemplo: el peso total de los centros educativos del sector en estudio será dividido para la población de ese sector, si bien en estricto sentido, no necesariamente todos los alumnos pertenecerían a ese sector. Por tanto todos estos generadores, se consideran como una producción de residuos asociada a la población y que sumada a la producción domiciliar, daría la producción total de residuos.

Ecuación 4. Cálculo PPC total

$$PPC_{TOT} = PPC_{DOM} + PPC_{ASO}$$

Por lo descrito en campo se determinarán la generación de comercios, centros educativos, mercados. Para los otros generadores, presentes, se realiza una simplificación metodológica – por lo difícil en la práctica que pretendería caracterizar a cada uno de ellos-, consistente en asumir un porcentaje adicional que caracteriza a estos “otros generadores”. Por ejemplo para determinar la cantidad de residuos de barrido u otros usuarios como medianos generadores, etc., que son atendidos con otro tipo de vehículos diferentes a los vehículos recolectores, se toma en cuenta el porcentaje de residuos recolectados por estos vehículos y se los añade a la generación determinada en campo. El porcentaje adoptado, depende del reporte del indicador 1.1.6 de EMASEO para mayo del 2012 (ver cuadro siguiente), donde se determina que los vehículos Canter que atienden al servicio de barrido representan el 1% del peso total recolectado. Por tanto luego de determinarse la PPC_{DOM} , $PPCCOM$, $PPCEDU$, $PPCMER$, para considerar otros generadores en este caso barrido se añade un 1% a la PPC total determinada. De existir usuarios adicionales con servicio de carga frontal, se añadiría un 6% adicional.

Cuadro. No. 2. Recolección mensual por tipo de vehículo

TIPO DE VEHÍCULO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PROMEDIO 2012
CARGA POSTERIOR	84,12%	82,69%	81,74%	82,00%	82,00%	82,00%	82,43%
CARGA FRONTAL	6,08%	5,70%	3,12%	6,00%	6,00%	6,00%	5,48%
CARGA LATERAL	0,54%	2,79%	5,85%	3,00%	3,00%	3,00%	3,03%
VOLQUETA + ROLL OFF	7,99%	7,66%	8,09%	8,00%	8,00%	8,00%	7,96%
BARREDORA, CANTER	1,27%	1,15%	1,22%	1,00%	1,00%	1,00%	1,11%
TOTAL	100,00%	99,99%	100,02%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

FUENTE: www.emaseo.gob.ec. Indicador 1.1.6. Mayo 2012

Elaboración: Ing. Marcelo Castillo P.

De lo expuesto se obtendría los valores de las PPC de acuerdo a los trabajos de campo (lado derecho de la ecuación 3), pero resulta imposible, llegar a cubrir con un estudio de caracterización a todos los generadores de residuos. Por lo mencionado, se utilizaría los pesajes reales reportados por los sistemas de pesaje de las estaciones de transferencia (método de pesada total), para realizar las correcciones o ajustes a los valores obtenidos en el lado derecho de la ecuación 3 (solo a los componentes de la generación asociada, dado que los resultados de la PPC doméstica tienen una confiabilidad estadística superior al 95%).

Se trató de realizar esta corrección o ajuste a nivel de ruta, pero la información disponible no es precisa, dado que el listado de pesajes, en muchos casos no coincide con los shapefiles de las rutas. Este es un aspecto es gravitante, dado que para la obtención de la población actual de las rutas, se utilizó la sobre posición de los layers sectores censales proporcionados por el INEC, con las rutas de recolección proporcionados por EMASEO, en un sistema GIS y estas

inconsistencias no permitieron determinar valores reales de población para todas las rutas, por lo que no se pudieron realizar los ajustes mencionados.

Por tanto, si se aplican los valores obtenidos en los trabajos de campo, para el cálculo del tonelaje total, se obtienen valores menores a la realidad, por lo que se requiere realizar el reajuste en base al método de pesada total, igualando con los valores de tonelaje pesado. Por tal razón se elevó el nivel de ajuste a nivel del DMQ, para lo cual se utilizó el reporte de las toneladas que llegan al relleno sanitario de El Inga, según reportes de la EMGIRS.

A nivel de ruta, se planteó la obtención de un factor f , que permitía realizar la corrección de la ppc. Por tanto para realizar la corrección a nivel de DMQ y obtener un factor de ajuste, se plantean las siguientes ecuaciones, que igualan los dos lados de la ecuación y reparten proporcionalmente la diferencia pero solo en la PPC asociada, dado que la ppc doméstica tiene una confiabilidad suficiente para ser considerada como real.

Ecuación 4. Composición de la PPC

$$PPC_{TOT} = PPC_{DOM} + PPC_{COM} + PPC_{EDU} + PPC_{MER} + PPC_{OTROS}$$

De estos valores se deben reajustar los valores correspondientes a $PPC_{COM} + PPC_{EDU} + PPC_{MER} + PPC_{OTROS}$, ya que el dato PPC_{DOM} muestreado tiene una confiabilidad del 95%, de acuerdo con el método t de Student.

El valor ajustado de la PPC es:

Ecuación 5. PPC TOTAL AJUSTADA

$$PPC_{AJUS} = PPC_{DOM} + f_2 \times (PPC_{COM} + PPC_{EDU} + PPC_{MER} + PPC_{OTROS})$$

Donde:

Ecuación 6. PPC TOTAL AJUSTADA

$$f_2 = 1 + \frac{PPC_{real} - PPC_{calc}}{PPC_{calc} - PPC_{dom}}$$

Siendo:

- PPC real el valor de correspondiente al promedio diario de toneladas recolectadas en el año 2012 dividido para la población del 2012, afectado por la cobertura estimada del servicio.
- PPC calc es la PPC calculada considerando el nivel de agrupación del cantón Quito.

El correspondiente estudio de la calidad de los residuos, consistente en la composición de subproductos, así como el peso volumétrico, se han seguido los procedimientos de las normas mexicanas: NMX-AA-015-1985 y NMX-AA-022-1985. Por lo tanto para cada ruta analizada y con el promedio de las rutas representativas de cada estrato, se calculan los valores representativos por estrato socioeconómico.

Durante la realización de la encuesta de generación per cápita, se levantó información que se procesa para cada ruta estudiada, con las conclusiones del caso para los diferentes estratos.

En cuanto a las parroquias rurales se seleccionó conjuntamente con EMASEO, a la parroquia de Zámbriza que representa a la tipología socioeconómica más representativa del sector rural (C-). Para complementar los datos de línea base, se utilizará los resultados de los estudios de caracterización de los residuos sólidos, realizado bajo las normas mexicanas y con una confiabilidad sobre el 90%. Estos muestreos fueron realizados el año 2011 como parte de la consultoría de Modelos de Gestión en Parroquias Rurales del DMQ, realizada por el Consultor para EMASEO. Los datos disponibles son para las parroquias:

- Parroquia San José de Minas.
- Parroquia Nanegalito.
- Parroquia Píntag.
- Parroquia Guayllabamba.
- Parroquia Tumbaco.

La propuesta de selección de rutas de recolección a caracterizarse, en función del nivel socio económico representativo de cada ruta, se muestra en el cuadro siguiente. Adicionalmente las rutas a caracterizarse en campo, guardan una proporción con el % de NSE en Quito:

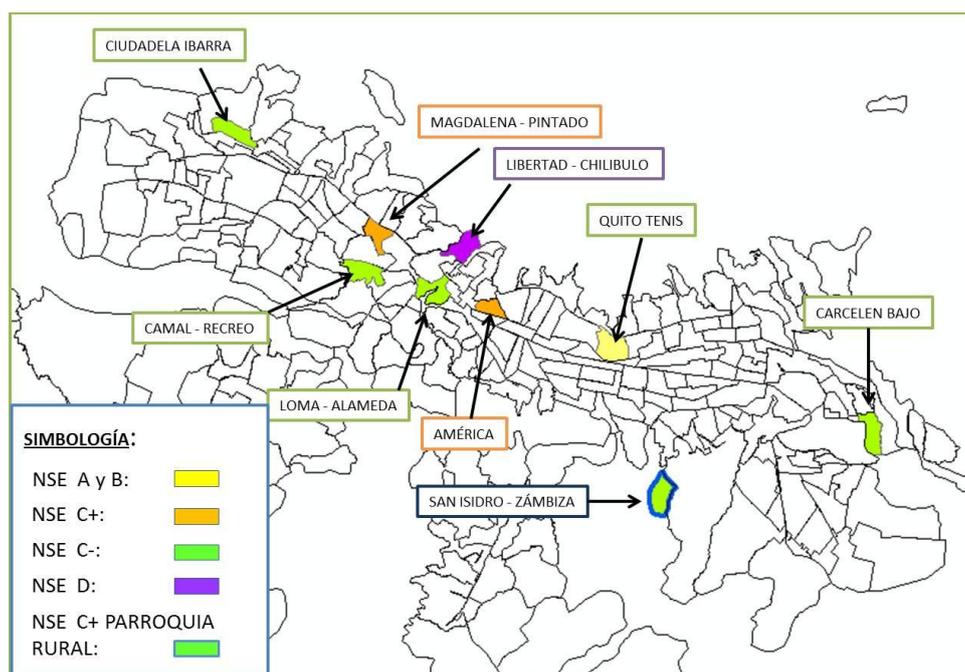
Cuadro. No. 3. Distribución de zonas de muestreo y NSE

ESTRATO	ZONAS INTEGRALES DE MUESTREO	% DE ZONAS A MUESTREARSE	% NSE NACIONAL (*)	% NSE DMQ (*)
A Y B	1	12,5%	13,1%	13,3%
C+	2	25,0%	22,8%	28,2%
C-	4	50,0%	49,2%	50,0%
D	1	12,5%	14,9%	8,5%
	8	100,0%	100,0%	100,0%

Elaboración: Ing. Marcelo Castillo P.

Como se observa, se caracterizarán 8 rutas o sectores integrales de muestreo, más una caracterización en una junta parroquial rural de Zámbriza.

Gráfico No. 5. Ubicación de rutas a muestrearse



Elaboración: Ing. Marcelo Castillo P.

En el plano anterior, se muestra la distribución de las zonas integrales de muestreo (rutas), a ser estudiadas. De la propuesta originalmente presentada a EMASEO, se cambiaron las siguientes rutas:

- En la propuesta inicial como ruta representativa de NSE C+ estaba el sector La Luz al norte de Quito, se sugirió el cambio a la ruta Magdalena – Pintado, al sur de Quito.
- Asignado inicialmente para estrato bajo, se sugirió el sector Camal Metropolitano – Manuela Sáenz, al extremo sur occidental del DMQ. Este sector fue cambiado por pedido de EMASEO al sector Libertad – Chilibulo en el centro de Quito, por tener mayor consolidación que el elegido inicialmente.

7. RESULTADOS DE LAS DETERMINACIONES REALIZADAS:

7.1. Resultados del estudio de generación per cápita

Los trabajos de campos realizados, mismos que se detallan ruta por ruta en el informe 3 de la consultoría, una vez procesados los valores obtenidos, en base a las metodologías planteadas, se resumen en el cuadro siguiente, que refleja los valores de PPC para los diferentes usuarios muestreados, por tipo de nivel socio económico. Con estos valores, se ha alimentado el modelo matemático, que trabaja a nivel de sector censal y realiza los cálculos para obtener la PPC ponderada a todo nivel de agregación, esto es: a nivel de ruta, nivel de parroquia, nivel de administración zonal y nivel del DMQ. A nivel urbano y rural se tienen los siguientes resultados:

Cuadro. No. 4. Resumen de resultados de los valores de PPC de las parroquias urbanas de los sectores muestreados

ANÁLISIS DE PPC MUESTREO DIRECTO PARROQUIAS URBANAS									
ESTRATO	SECTOR	PPC DOM	PPC COM	PPC EDU	PPC MER	PPC OTROS	PPC TOT	PPC ASO	f
A y B	QUITO TENIS	0,618	0,087	0,009	0,000	0,050	0,764	0,146	1,220
AYB	PROMEDIO	0,618	0,087	0,009	0,000	0,05	0,764	0,146	1,220
C+	AMERICA	0,498	0,208	0,029	0,199	0,065	0,999	0,501	2,006
C+	MAGDALENA - PINTADO	0,546	0,083	0,017	0,000	0,006	0,652	0,106	1,265
C+	PROMEDIO	0,522	0,146	0,023	0,100	0,036	0,8255	0,304	1,581
C-	CARCELEN BAJO	0,497	0,080	0,008	0,000	0,006	0,591	0,094	1,190
C-	LA LOMA - ALAMEDA	0,601	0,053	0,029	0,000	0,048	0,731	0,130	1,216
C-	CAMAL RECREO	0,478	0,151	0,007	0,257	0,063	0,956	0,478	1,963
C-	CIUDADELA IBARRA	0,556	0,023	0,004	0,000	0,006	0,589	0,033	1,060
C-	PROMEDIO	0,533	0,077	0,012	0,064	0,031	0,717	0,184	1,357
D	LA LIBERTAD - CHILIBULO	0,465	0,028	0,012	0,064	0,006	0,575	0,110	1,117
D	PROMEDIO	0,465	0,028	0,012	0,0643	0,006	0,5753	0,110	1,117

Elaboración: Ing. Marcelo Castillo P.

Cuadro. No. 5. Resumen de resultados de los valores de PPC de las parroquias rurales

ANÁLISIS DE PPC MUESTREO DIRECTO PARROQUIAS RURALES									
ESTRATO	SECTOR	PPC DOM	PPC COM	PPC EDU	PPC MER	PPC OTROS	PPC TOT	PPC ASO	f
AYB	PROMEDIO	0,618	0,087	0,009	0,000	0,05	0,764	0,146	1,220
C+	PROMEDIO	0,522	0,146	0,023	0,100	0,036	0,8255	0,304	1,581
C-	SAN ISIDRO - ZAMBIZA	0,529	0,022	0,012	0,064	0,006	0,633	0,104	1,076
C-	TUMBACO	0,452							
C-	GUAYLLABAMBA	0,630							
C-	NANEGALITO	0,389							
C-	PROMEDIO	0,500	0,022	0,012	0,064	0,006	0,604	0,104	1,076
D	SAN JOSE DE MINAS	0,488							
D	PINTAG	0,466							
D	PROMEDIO	0,477	0,028	0,012	0,0643	0,006	0,5873	0,110	1,231

Elaboración: Ing. Marcelo Castillo P.

Dado que no se realizó muestreos directos en estrato A y B y C⁺ en parroquias rurales, se adoptó los valores obtenidos en los muestreos directos en la zona urbana, y para completar los otros valores, se utilizó los resultados del muestreo realizado en la parroquia de Zámbez y de otras parroquias realizado en el año 2011 como parte del estudio de modelo de gestión para las 33 parroquias rurales del DMQ. Se utiliza estos valores, por ser obtenidos utilizando una misma metodología y con confiabilidad superior al 90%.

Con los valores de los últimos cuadros mostrados, se realizó el cuadro siguiente, donde se calcula el valor de las toneladas generadas en base a los valores de PPC obtenidos en los trabajos de campo y la población por NSE.

Cuadro. No. 6. Cálculo de toneladas por NSE en base a PPC de campo

CANTON QUITO														
VALORES DE PPC CALCULADAS POR NIVEL SOCIOECONÓMICO SECTOR URBANO EN BASE A LOS TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS														
VALORES DE PPC CALCULADAS POR NIVEL SOCIOECONÓMICO SECTOR URBANO														
NIVEL SOCIO ECONÓMICO	AREA	POBLACION AÑO 2012	PPC POR TIPO DE GENERADOR (KG/DIA/HAB)					PPC TOTAL	TONELADAS/DIA POR TIPO DE GENERADOR					TOTAL (TON)
			PPC DOMESTICA	PPC COMERCIAL	PPC EDUCATIVA	PPC MERCADOS	PPC OTROS		DOMESTICA	COMERCIAL	EDUCATIVO	MERCADO	OTRAS	
A	URBANA	25.311	0,6180	0,0870	0,0090	0,0000	0,0500	0,7640	15,64	2,20	0,23	0,00	1,27	19,34
B	URBANA	173.868	0,6180	0,0870	0,0090	0,0000	0,0500	0,7640	107,45	15,13	1,56	0,00	8,69	132,83
C+	URBANA	395.977	0,5220	0,1460	0,0230	0,1000	0,0360	0,8270	206,70	57,81	9,11	39,60	14,26	327,48
C-	URBANA	875.526	0,5330	0,0770	0,0120	0,0640	0,0310	0,7170	466,66	67,42	10,51	56,03	27,14	627,76
D	URBANA	204.794	0,4650	0,0280	0,0120	0,0640	0,0060	0,5750	95,23	5,73	2,46	13,11	1,23	117,76
TOTAL	URBANA	1.675.476	0,5322	0,0885	0,0142	0,0649	0,0314	0,7312	891,68	148,29	23,87	108,74	52,59	1225,17

VALORES DE PPC CALCULADAS POR NIVEL SOCIOECONÓMICO SECTOR RURAL														
NIVEL SOCIO ECONÓMICO	AREA	POBLACION AÑO 2012	PPC POR TIPO DE GENERADOR (KG/DIA/HAB)					PPC TOTAL	TONELADAS/DIA POR TIPO DE GENERADOR					TOTAL (TON)
			PPC DOMESTICA	PPC COMERCIAL	PPC EDUCATIVA	PPC MERCADOS	PPC OTROS		DOMESTICA	COMERCIAL	EDUCATIVO	MERCADO	OTRAS	
A	RURAL	13.369	0,6180	0,0870	0,0090	0,0000	0,0500	0,7640	8,26	1,16	0,12	0,00	0,67	10,21
B	RURAL	50.751	0,6180	0,0870	0,0090	0,0000	0,0500	0,7640	31,36	4,42	0,46	0,00	2,54	38,78
C+	RURAL	101.674	0,5220	0,1460	0,0230	0,1000	0,0360	0,8270	53,07	14,84	2,34	10,17	3,66	84,08
C-	RURAL	319.810	0,5000	0,0220	0,0120	0,0640	0,0060	0,6040	159,91	7,04	3,84	20,47	1,92	193,18
D	RURAL	183.151	0,4770	0,0280	0,0120	0,0640	0,0060	0,5870	87,36	5,13	2,20	11,72	1,10	107,51
TOTAL	RURAL	668.755	0,50835	0,04873	0,01340	0,06334	0,01479	0,64861	339,96	32,59	8,96	42,36	9,89	433,76

VALORES DE PPC CALCULADAS A NIVEL DE CANTON														
	POBLACION AÑO 2012	PPC PROMEDIO POR TIPO DE GENERADOR (KG/DIA/HAB)					PPC TOTAL	TONELADAS/DIA POR TIPO DE GENERADOR					TOTAL (TON)	
		PPC DOMESTICA	PPC COMERCIAL	PPC EDUCATIVA	PPC MERCADOS	PPC OTROS		DOMESTICA	COMERCIAL	EDUCATIVO	MERCADO	OTRAS		
TOTAL CANTONAL	2.344.231	0,5254	0,0772	0,0140	0,0645	0,0267	0,7077	1.231,6400	180,8800	32,8300	151,1000	62,4800	1,658,9300	

Elaboración: Ing. Marcelo Castillo P.

Como se puede observar los valores de tonelaje tanto a nivel urbano, rural como total, difieren de la realidad del DMQ, conforme se puede observar en el cuadro siguiente, proporcionado por la EMGIRS. Estos datos son reportados por la estación de pesaje del relleno sanitario de El Inga.

En el cuadro siguiente, los valores en color rojo corresponden a los pesos reales pesados de residuos que llegan al relleno. Se realiza una estimación de los valores para el resto de meses en base a un factor de reajuste obtenido al comparar los pesajes de enero a abril entre el 2011 y el 2012. Luego se multiplica por el factor los pesajes de los meses del 2011. Se calcula el valor promedio en toneladas por día, así como los valores depositados en el relleno, depositados en el Inga.

Al observar el tonelaje estimado con los valores inicialmente obtenidos de PPC, se observa que los tonelajes obtenidos son menores que los reales, por lo que se requiere realizar un reajuste de los valores de PPC obtenidos.

Cuadro. No. 7. Tonelajes en relleno sanitario El Inga

Mes	En toneladas		
	Ingreso 2011	% RESPECTO AL TOTAL	Ingreso 2012
ENERO	54.473,52	8,61%	56.458,96
FEBRERO	49.483,71	7,82%	51.049,59
MARZO	54.782,58	8,65%	56.560,88
ABRIL	55.893,25	8,83%	54.425,88
MAYO	55.905,70	8,83%	56.911,70
JUNIO	53.090,49	8,39%	54.045,84
JULIO	51.537,39	8,14%	52.464,79
AGOSTO	52.165,65	8,24%	53.104,35
SEPTIEMBRE	49.844,84	7,87%	50.741,78
OCTUBRE	51.432,30	8,13%	52.357,81
NOVIEMBRE	49.556,92	7,83%	50.448,68
DICIEMBRE	54.871,79	8,67%	55.859,19
TOTAL	633.038,14	100,00%	644.429,45
SUMATORIA 2011 ENERO A ABRIL (TON):			214.633,06
SUMATORIA 2012 ENERO A ABRIL (TON):			218.495,31
FACTOR REAJUSTE 2011 A 2012:			1,01799466
PROMEDIO ESTIMADO DEL 2012 (TON)			53.702,45
PROMEDIO DIARIO ESTIMADO 2012 (TON/DÍA)			1790,0818
PROMEDIO DEPOSITADO POR CANTÓN RUMIÑAHUI EN EL RELLENO DEL INGA:			
TON/MES:			2.821,93
TON/DÍA:			94,06

Elaboración: Ing. Marcelo Castillo P.

Para realizar este reajuste se realiza solamente en la generación asociada, esto es PPC comercial, educativa, mercados y otros. La ppc domiciliaria no se reajusta, dado que los valores obtenidos responden a una confiabilidad superior al 95%. Por lo descrito, se realiza el proceso de reajuste, repartiendo la diferencia del tonelaje generado versus el estimado, repartíéndolo proporcionalmente en la ppc comercial, educativa, de mercados y otros generadores.

Para el cálculo del tonelaje total generado, se parte de los valores reportados en el relleno del Inga, adicionalmente, se debe tomar en cuenta los valores de los tonelajes recuperados tanto de manera formal como informal, que son generados en el DMQ, pero no llegan al relleno del Inga. Si bien no existen datos sistematizados y actuales de la cantidad total de recuperados que permita determinar la totalidad de residuos generados en el DMQ, de todas formas se realizó la revisión de varios documentos relacionados con el tema de separación en la fuente en el DMQ, donde se tienen varias estimaciones respecto a este valor. Entre las principales estimaciones de este parámetro se tienen los siguientes:

- Emaseo realizo unas estimaciones de este porcentaje en 1998 y posteriormente actualizada en el 2003, donde se estima que para el 2010, se reciclarían 9,73% del total generado.
- La Consultora Advance en 2009, estimó que en la zona urbana del DMQ, se recuperó el 12,5% e los residuos generados.

Por lo indicado, entonces, se ha diseñado una hoja electrónica para realizar el ajuste de las PPCs de campo obtenidas, en base a la cantidad total de residuos generados. Se resalta nuevamente que el valor de ajuste afecta solamente a la PPC asociada, dado que la PPC doméstica representa valores de confiabilidad superiores al 95%. Los valores de PPC se han ajustado para la generación total de residuos sólidos estimada en: 1993,2 Ton/día (al incrementar el 12,5% el valor del tonelaje receptado en el Inga).

Cuadro. No. 8. Cálculo del reajuste de las PPC de campo

CANTON QUITO															
AJUSTE DE PPC															
PARAMETROS:		1790,1	PESO EN TONELADAS QUE LLEGA AL RELLENO DEL INGA												
		94,1	PESO EN TONELADAS RUMIÑAHUI												
		13,7	PESO PROMEDIO DEPOSITADO PARTICULARES INDUSTRIALES												
		96,5%	PORCENTAJE DE COBERTURA												
		12,5%	% ESTIMADO DE RECICLAJE ANTES DE ENVIO AL INGA												
		1993,2	TOTAL ESTIMADO (TON/DIA)												
VALORES DE PPC CALCULADAS POR NIVEL SOCIOECONÓMICO SECTOR URBANO															
NIVEL SOCIO ECONOMICO	AREA	POBLACION AÑO 2012	PPC POR TIPO DE GENERADOR (KG/DIA/HAB)					PPC TOTAL	TONELADAS/DIA POR TIPO DE GENERADOR					TOTAL (TON)	
			PPC DOMICILIAR	PPC COMERCIAL	PPC EDUCATIVA	PPC MERCADOS	PPC OTROS		DOMICILIAR	COMERCIAL	EDUCATIVO	MERCADO	OTRAS		
A	URBANA	25311	0,618	0,179	0,018	0,000	0,103	0,918	15,64	4,53	0,47	0,00	2,60	23,24	
B	URBANA	173868	0,618	0,179	0,018	0,000	0,103	0,918	107,45	31,07	3,21	0,00	17,86	159,59	
C+	URBANA	395977	0,522	0,226	0,036	0,155	0,056	0,994	206,70	89,40	14,08	61,23	22,04	393,47	
C-	URBANA	875526	0,533	0,137	0,021	0,114	0,055	0,861	466,66	120,35	18,76	100,03	48,45	754,25	
D	URBANA	204794	0,465	0,057	0,025	0,131	0,012	0,691	95,23	11,77	5,05	26,91	2,52	141,49	
TOTAL	URBANA	1675476	0,532	0,154	0,025	0,113	0,055	0,8786	891,68	258,06	41,54	189,23	91,52	1472,04	
VALORES DE PPC AJUSTADAS POR NIVEL SOCIOECONÓMICO SECTOR RURAL															
NIVEL SOCIO ECONOMICO	AREA	POBLACION AÑO 2012	PPC POR TIPO DE GENERADOR (KG/DIA/HAB)					PPC TOTAL	TONELADAS/DIA POR TIPO DE GENERADOR					TOTAL (TON)	
			PPC DOMICILIAR	PPC COMERCIAL	PPC EDUCATIVA	PPC MERCADOS	PPC OTROS		DOMICILIAR	COMERCIAL	EDUCATIVO	MERCADO	OTRAS		
A	RURAL	13369	0,618	0,179	0,018	0,000	0,103	0,918	8,2620	2,3867	0,2469	0,0000	1,3717	12,2673	
B	RURAL	50751	0,618	0,179	0,018	0,000	0,103	0,918	31,3641	9,0753	0,9388	0,0000	5,2157	46,5940	
C+	RURAL	101674	0,522	0,226	0,036	0,155	0,056	0,994	53,0738	22,9521	3,6157	15,7206	5,6594	101,0217	
C-	RURAL	319810	0,500	0,048	0,026	0,139	0,013	0,726	159,9050	15,2731	8,3308	44,4307	4,1654	232,1049	
D	RURAL	183151	0,477	0,058	0,025	0,133	0,012	0,705	87,3630	10,6425	4,5611	24,3257	2,2805	129,1728	
TOTAL	RURAL	668755	0,508	0,085	0,023	0,110	0,026	0,779	339,9600	56,7148	15,5926	73,7170	17,2111	521,1607	
VALORES DE PPC AJUSTADAS A NIVEL CANTONAL															
NIVEL SOCIO ECONOMICO	AREA	POBLACION AÑO 2012	PPC POR TIPO DE GENERADOR (KG/DIA/HAB)					PPC TOTAL	TONELADAS/DIA POR TIPO DE GENERADOR					TOTAL (TON)	
			PPC DOMICILIAR	PPC COMERCIAL	PPC EDUCATIVA	PPC MERCADOS	PPC OTROS		DOMICILIAR	COMERCIAL	EDUCATIVO	MERCADO	OTRAS		
		2.344.231	0,525	0,138	0,025	0,115	0,048	0,850	1.231,6400	314,7766	57,1324	262,9519	108,7309	1993,20	

Elaboración: Ing. Marcelo Castillo P.

Como se observa, en el cuadro anterior, se ajustan los valores de PPC asociada, tanto a nivel urbano como rural y global del DMQ. Con esto valores se alimenta el modelo informático que permite obtener los valores de PPC a diferentes niveles de agregación. Dado que como se detalla en el Manual de Usuario de la herramienta informática desarrollada, los cálculos que realiza el modelo los hace a nivel de sector censal, realizando las ponderaciones y acumulación de valores para cada nivel de agregación, esto es: rutas, parroquias, administraciones zonales y DMQ.

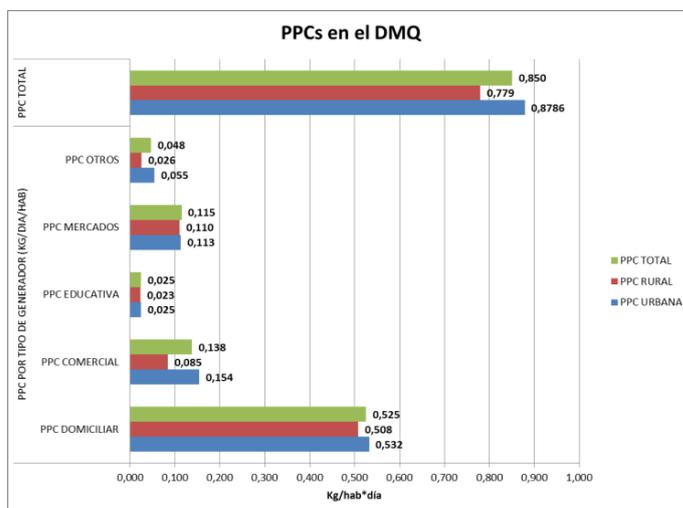


Gráfico No. 6. Valores PPC DMQ

En resumen por tanto se considera, que la PPC global del DMQ es del orden de 0,850 Kg/hab*día, teniendo un valor de 0,879 Kg/hab*día a nivel urbano y de 0,779 Kg/hab*día a nivel rural.

Los valores encontrados, se reflejan en el gráfico adjunto.

Las proyecciones de población y tonelajes generados, se muestran en el cuadro a continuación generado por la herramienta informática:

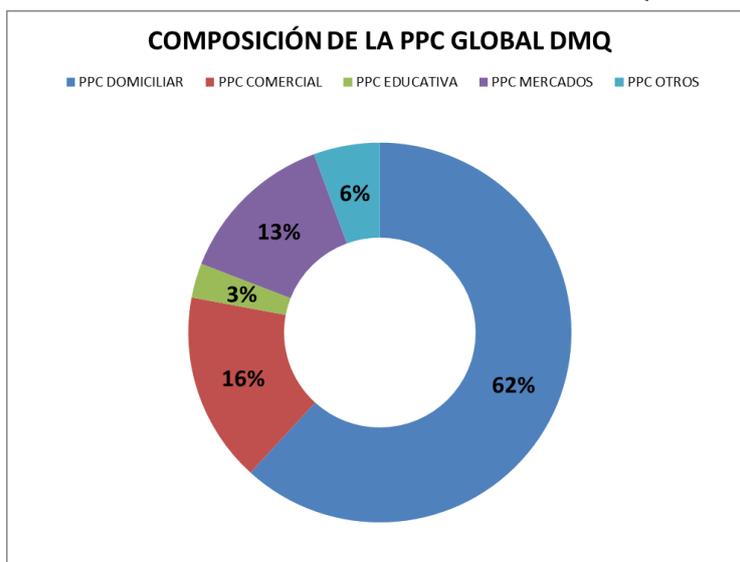
Cuadro. No. 9. Cálculo del reajuste de las PPC de campo

CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES A DOMÉSTICOS		CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES A DOMÉSTICOS					
SECRETARÍA DE AMBIENTE		EMASEO					
AREA: URBANA Y RURAL		CANTON QUITO					
CANTIDADES		SUBPRODUCTOS DE RESIDUOS SOLIDOS POR AÑO					
AÑO	POBLACION	CANTIDADES POR TIPO DE GENERADOR (EN TON/DIA)					TOTAL
		DOMESTICA	COMERCIAL	EDUCATIVA	MERCADOS	OTROS	
	PPC (kg/dia/hab)	0,5254	0,1353	0,0253	0,1166	0,0476	0,8503
2012	2.344.231	1.231,645	317,210	59,346	273,410	111,581	1.993,192
2013	2.382.343	1.251,305	321,443	60,287	278,039	113,059	2.024,133
2014	2.421.817	1.271,671	325,838	61,261	282,833	114,594	2.056,197
2015	2.462.715	1.292,772	330,400	62,271	287,801	116,186	2.089,431
2016	2.505.063	1.314,625	335,136	63,317	292,944	117,838	2.123,861
2017	2.548.928	1.337,264	340,050	64,401	298,271	119,553	2.159,539
2018	2.594.346	1.360,708	345,149	65,524	303,784	121,332	2.196,496
2019	2.641.393	1.384,996	350,442	66,686	309,494	123,180	2.234,798
2020	2.690.028	1.410,105	355,921	67,889	315,396	125,091	2.274,402
2021	2.740.364	1.436,095	361,602	69,133	321,505	127,073	2.315,409

Fuente: Modelo informático.

En cuanto a la composición de la PPC global del DMQ, se observa como el 62% de la misma tiene como origen los residuos domiciliarios, seguido del 16% de los usuarios comerciales, 13% de la generación de mercados, otros generadores con 6% y educativos con el 3%.

Gráfico. No. 7. Valores de las PPCS del DMQ



Elaboración: Ing. Marcelo Castillo P.

Con la herramienta informática, se puede obtener resultados para todo nivel de agregación, a manera de ejemplo se ha capturado la pantalla siguiente, para el nivel de agregación de administración zonal.

Cuadro. No. 10. Captura de pantalla de la herramienta informática para generación de datos la generación de RS a nivel de administración Zonal

AÑO	POBLACION	CANTIDADES POR TIPO DE GENERADOR (EN TON/DIA)					TOTAL
		DOMESTICA	COMERCIAL	EDUCATIVA	MERCADOS	OTROS	
PPC (kg/día/hab)		0,5348	0,1552	0,0248	0,1095	0,0570	0,8814
2012	292.764	156,577	45,448	7,267	32,052	16,688	258,032
2013	298.655	159,692	46,256	7,404	32,696	16,997	263,045
2014	304.712	162,893	47,086	7,546	33,358	17,314	268,198
2015	310.946	166,188	47,940	7,692	34,041	17,640	273,500
2016	317.353	169,574	48,818	7,842	34,742	17,976	278,951
2017	323.948	173,058	49,721	7,996	35,464	18,320	284,559
2018	330.733	176,643	50,649	8,155	36,206	18,675	290,328
2019	337.734	180,342	51,607	8,318	36,973	19,041	296,281
2020	344.922	184,139	52,589	8,487	37,760	19,415	302,390
2021	352.330	188,052	53,601	8,660	38,571	19,802	308,686

Fuente: Modelo informático.

De acuerdo al informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe 2010 (BID – AIDIS – OPS), el caso del DMQ por su tamaño poblacional, está en el rango de las denominadas ciudades grandes, que tienen como medias a nivel de la región en 1,14 Kg/Hab por día para los RSU y con 0,74 Kg/hab*día para los RSD. Los valores obtenidos en el DMQ son bastante inferiores a la media regional, pero se encuentran dentro del rango de la media del país que oscila entre 0,85 Kg/hab*día para los RSU y es menor la RSD estimada en 0,73 Kg/hab*día comparado con los 0,53 obtenidos.

Como se ve en el cuadro siguiente, los países de la región con mayor PPC urbana y doméstica son Chile, Argentina, Brasil, Panamá, México y Paraguay, etc., con valores superiores a la media latinoamericana estimada en 0,63 Kg/hab*día para los RSD y 0,93 para los RSU.

Ecuador, conjuntamente con Perú, Venezuela, El Salvador, Costa Rica, estaría en un segundo grupo con valores de PPC cercanos pero menores a la media regional, y los restantes países con valores de PPC por el orden de 0,60 Kg/hab*día y menores.

En el rango de ciudades grandes a las que pertenece el DMQ, el valor de PPC obtenido, está cercano al valor de PPC estimado como representativo de este tipo de ciudades en el país y se observa en el rango medio de la tabla, superior a ciudades de Bolivia, Colombia y Venezuela; es semejante a las ciudades del mismo tamaño de Perú y menor a la mayoría de las otras ciudades del mismo tamaño en la región y a la media de la región para este tamaño con valores de RSD en 0,74 Kg/hab*día y 1,14 Kg/hab*día para los RSU.

Es de especial interés los valores de PPC de las ciudades colombianas del mismo rango poblacional y a nivel país, donde se observa que aparentemente las estrategias de minimización están dando resultados con valores bajos de generación de residuos sólidos.

Cuadro. No. 11. Resultados PPC Urbana y Doméstica en LAC. EVAL 2010

PAÍS	MICRO		PEQUEÑO		MEDIANO		GRANDE		MEGA		PAÍS	
	RSD	RSU	RSD	RSU	RSD	RSU	RSD	RSU	RSD	RSU	RSD	RSU
Argentina	0,66	0,92	0,68	1,06	0,8	1,02	0,78	1,41	..	..	0,77	1,15
Belice	-	-	-	-	-	-	-	-	..	..	-	-
Bolivia	0,27	0,29	0,4	0,43	0,45	0,48	0,51	0,55	..	..	0,46	0,49
Brasil	0,49	0,87	0,54	0,86	0,66	0,85	0,78	1,31	0,91	1	0,67	1
Chile	0,75	1,28	0,76	1,43	0,8	1,21	0,86	1,12	..	..	0,79	1,25
Colombia	0,41	0,48	0,4	0,55	0,56	0,57	0,59	0,66	0,73	0,82	0,54	0,62
Costa Rica	-	1,21	-	0,75	-	0,89	-	1,2	..	..	-	0,88
Ecuador	0,41	0,54	0,45	0,66	0,59	0,68	0,73	0,85	..	..	0,62	0,71
El Salvador	0,3	0,48	0,42	0,64	0,58	0,94	0,58	1,74	..	..	0,5	0,89
Guatemala	0,36	-	0,42	0,5	0,52	0,62	0,5	0,62	..	..	0,48	0,61
Guyana	-	-	-	-	-	-	-	-	..	..	-	-
Honduras	0,27	-	0,37	-	0,67	-	0,94	-	..	..	0,61	-
Jamaica	0,6	-	0,64	-	0,83	-	0,95	-	..	..	0,71	-
México	0,32	0,53	0,47	0,78	0,49	0,83	0,75	1,1	0,65	1,34	0,58	0,94
Nicaragua	-	-	0,7	-	0,57	-	1	-	..	..	0,73	-
Panamá	0,46	0,54	0,57	1,11	0,59	0,96	0,5	1,6	..	..	0,55	1,22
Paraguay	0,63	0,72	0,63	0,86	0,72	1,02	0,83	1,28	..	..	0,69	0,94
Perú	0,33	0,53	0,41	0,63	0,51	0,67	0,48	0,85	0,43	0,81	0,47	0,75
Rep. Dom.	-	-	0,9	1	0,75	1,01	0,9	1,2	..	..	0,85	1,1
Uruguay	0,72	0,85	0,67	1,07	0,46	0,81	0,88	1,22	..	..	0,75	1,03
Venezuela	-	0,5	0,77	0,78	0,51	0,75	0,82	1,08	..	..	0,65	0,86
ALC	0,45	0,75	0,53	0,8	0,61	0,84	0,74	1,14	0,73	1,01	0,63	0,93

Fuente: Software - Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en ALC. 2010
 Micro: ≤15.000 habitantes; Pequeño: 15.001 - 50.000 habitantes; Mediano: 50.001 - 300.000 habitantes; Grande: 300.001 - 5.000.000 habitantes; Mega > 5.000.000 habitantes
 - Información no disponible
 .. Sin población de ese tamaño
 RSD: Residuos sólidos domiciliarios; RSU: Residuos sólidos urbanos o municipales.

Los autores de la Evaluación 2010, califican de curioso, el comportamiento del crecimiento de la generación de RSU en ALC en el 2010, comparado con el año 2002, dado que los valores obtenidos son ligeramente superiores en los RSU y más bajos en el caso de los RSD, a pesar de que el PIB per cápita se incrementó sustancialmente en ese período. Así mismo concluyen:

“En general, las tasas de generación calculadas guardan relación directa con indicadores de actividad, tamaño poblacional y desarrollo de los distintos países”

Los indicadores de generación de RSD y RSU de los distintos países presentan valores que oscilan entre los estimados para Bolivia (0,46 Kg/hab/día y 0,49 Kg/ hab/día respectivamente) y los presentados por Chile (0,79 kg/hab/día para RSD y 1,25 kg/hab/día para RSU). En la EVAL 2002, la tasa de generación de RSD constituía aproximadamente entre el 50% y el 75% de la tasa de generación de RSU. En la EVAL 2010, la mayoría de los valores de generación per cápita de RSD calculados para los países de ALC representa entre el 60% y el 75% de los valores de RSU obtenidos. En el DMQ esta relación está en el orden del 62%.

7.2. Resultados del estudio de subproductos

Los estudios de caracterización han sido realizados para los usuarios domésticos, comerciales, educativos, mercados y en dos sectores de muestreo se realizó la caracterización de los residuos de barrido de calles.

Como metodología seguida para las determinaciones de los valores representativos, se determinó inicialmente los porcentajes de los subproductos de los residuos sólidos en cada zona de estudio para los principales generadores, posteriormente se establecen los promedios representativos de cada NSE para cada tipo de generador estudiado.

Al igual que para la PPC, en el modelo matemático se han alimentado los valores obtenidos, representativos de tal forma que se generan reportes de los porcentajes y tonelajes generados para cada tipo de residuos, agregándose los resultados para cada nivel de análisis deseado, obteniéndose medias ponderadas a nivel de: ruta, parroquia, administración zonal y del DMQ. Se debe indicar que dado que no se pudo muestrear una muestra significativa de la PPC OTROS, no se ha podido desglosar los componentes de este tipo de generador.

En el gráfico siguiente, se muestra la captura de pantalla de la herramienta informática, agrupada a nivel del DMQ.

Los resultados de composición para los diferentes NSE y para cada tipo de usuario estudiado se muestran a continuación. Al respecto se debe hacer una aclaración, si bien en los formularios de campo y a lo largo de todo este documento, se han clasificado los subproductos en 21 tipos, a saber:

- Papel,
- Cartón,
- Compuestos,
- Peligrosos (pilas, baterías, medicamentos),
- Botellas PET (1)⁶,
- Plásticos alta densidad (2),
- Fundas plásticas (baja densidad - 4),
- Polipropileno (5),
- Poliestireno (6),
- Inertes (losa, cerámica, tierra),
- Orgánicos de jardín orgánicos de cocina rechazos (papel higiénico, pañales),
- Electrónicos,
- Textiles,
- Metálicos ferrosos,
- Metálicos no ferrosos,
- Vidrio,
- Madera,
- Menor a 1 cm (lo que cae luego del zarandeo)
- Otros

⁶ El número junto al tipo de plástico, corresponde al asignado por la Sociedad de Industria del Plástico (SPI) aplicado internacionalmente.

INFORME EJECUTIVO – ESTUDIO CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES A DOMÉSTICOS EN EL DMQ

Cuadro. No. 12. Captura de pantalla de la herramienta informática para generación de datos de la composición de RS en una administración zonal del DMQ

CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES A DOMÉSTICOS												
CANTON QUITO												
AREA: URBANA Y RURAL												
CANTIDADES SUBPRODUCTOS DE RESIDUOS SOLIDOS POR AÑO												
AÑO: 2012												
POBLACION: 2.344.231												
CANTIDADES POR TIPO DE GENERADOR (EN TON/DIA)												
SUBPRODUCTO:	% PR.	DOMESTICA	% PR.	COMERCIAL	% PR.	EDUCATIVA	% PR.	MERCADOS	% PR.	OTROS	% GEN.	TOTAL
PPC (kg/dia/hab)		0,525		0,135		0,025		0,117		0,048		0,850
TOTAL (ton/día)		1.231,645		317,210		59,346		273,410		111,581		1.993,192
01 PAPEL:	5,29%	65,215	7,65%	24,275	14,42%	8,558	1,96%	5,365	7,73%	8,624	5,62%	112,038
02 CARTÓN:	2,37%	29,204	5,18%	16,418	3,14%	1,865	2,77%	7,568	3,37%	3,761	2,95%	58,817
03 COMPUESTOS:	0,40%	4,924	0,23%	0,731	11,14%	6,609	0,00%	0,000	2,98%	3,329	0,78%	15,593
04 PELIGROSOS (PILAS, BAT. ...):	0,29%	3,544	0,25%	0,788	0,04%	0,025	0,00%	0,000	0,15%	0,172	0,23%	4,529
05 BOTELLAS PET:	1,70%	20,943	2,78%	8,818	4,07%	2,418	1,28%	3,502	2,59%	2,893	1,94%	38,572
06 PLÁSTICOS ALTA DENSIDAD	2,13%	26,187	2,06%	6,549	4,21%	2,499	0,97%	2,654	2,40%	2,674	2,04%	40,564
07 FUNDAS PLÁSTICAS :	5,53%	68,151	9,67%	30,667	5,23%	3,102	3,88%	10,618	6,11%	6,823	5,99%	119,361
08 POLIPROPILENO	1,54%	18,916	2,55%	8,080	5,45%	3,237	0,00%	0,000	2,46%	2,750	1,65%	32,982
09 POLIESTIRENO:	0,73%	8,961	1,41%	4,477	2,88%	1,708	0,00%	0,000	1,30%	1,447	0,83%	16,593
10 INERTES (LOSA, CERÁMICA)	0,63%	7,748	0,08%	0,259	0,36%	0,212	0,00%	0,000	0,28%	0,312	0,43%	8,531
11 ORGÁNICOS DE JARDIN	2,58%	31,749	1,06%	3,369	0,24%	0,212	0,00%	0,000	1,04%	1,162	1,83%	36,492
12 ORGÁNICOS DE COCINA	51,36%	632,604	49,07%	155,643	24,47%	14,521	83,62%	228,623	50,79%	56,668	54,59%	1.088,059
13 RECHAZOS (PAPEL HIGIENI)	12,61%	155,297	6,82%	21,640	9,73%	5,772	5,39%	14,741	8,63%	9,633	10,39%	207,083
14 ELECTRÓNICOS	0,23%	2,879	0,19%	0,604	0,07%	0,041	0,00%	0,000	0,13%	0,141	0,18%	3,664
15 MADERA, TEXTILES, OTROS	2,83%	34,816	2,73%	8,654	4,89%	2,902	0,12%	0,328	2,76%	3,079	2,50%	49,780
16 METÁLICOS	1,05%	12,873	0,79%	2,493	1,41%	0,835	0,00%	0,000	0,86%	0,958	0,86%	17,159
17 VIDRIO	2,55%	31,383	1,65%	5,249	4,10%	2,433	0,00%	0,000	2,19%	2,449	2,08%	41,514
18 MENOR A 1 CM	6,19%	76,234	5,83%	18,494	4,16%	2,467	0,00%	0,000	4,22%	4,704	5,11%	101,899

Fuente: Modelo informático.

El reporte del modelo para el resumen global del DMQ, se muestra en el cuadro siguiente generado por el modelo informático:

Cuadro. No. 13. Subproductos resumen DMQ

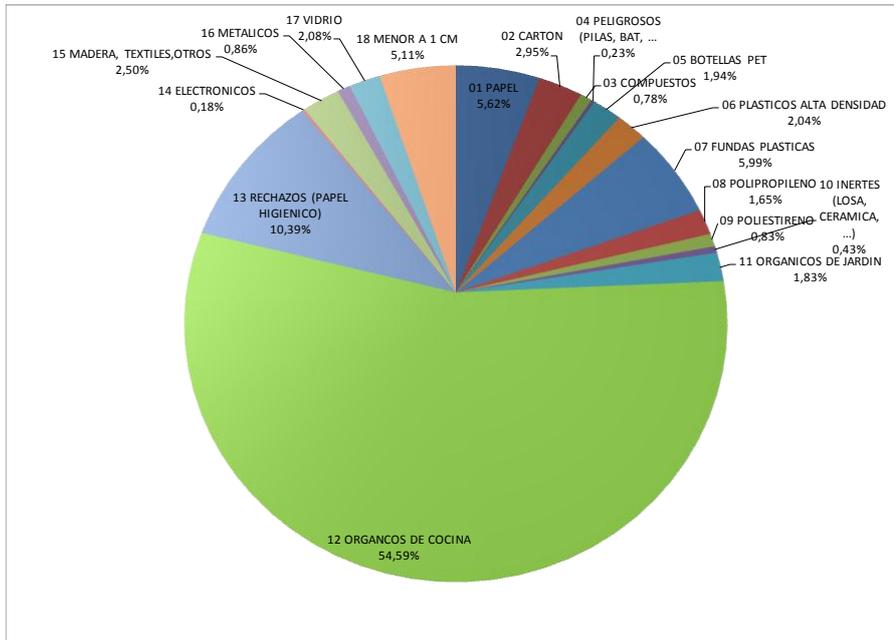
CARACTERIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS.- NIVEL CANTONAL												
CANTON QUITO.- URBANA Y RURAL												
Año: 2012 Población: 2.344.231												
CANTIDADES POR TIPO DE GENERADOR												
Subproducto	% Prom.	DOMESTICA	% Prom.	COMERCIAL	% Prom.	EDUCATIVA	% Prom.	MERCADOS	% Prom.	OTROS	% Promedio	TOTAL
PPC (kg/dia/hab)		0,525		0,135		0,025		0,117		0,048		0,850
TOTAL (Ton/dia/)		1231,645		317,210		59,346		273,410		111,581		1993,192
01 PAPEL	5,29%	65,215	7,65%	24,275	14,42%	8,558	1,96%	5,365	7,73%	8,624	5,62%	112,038
02 CARTON	2,37%	29,204	5,18%	16,418	3,14%	1,865	2,77%	7,568	3,37%	3,761	2,95%	58,817
03 COMPUESTOS	0,40%	4,924	0,23%	0,731	11,14%	6,609	0,00%	0,000	2,98%	3,329	0,78%	15,593
04 PELIGROSOS (PILAS, BAT, ...)	0,29%	3,544	0,25%	0,788	0,04%	0,025	0,00%	0,000	0,15%	0,172	0,23%	4,529
05 BOTELLAS PET	1,70%	20,943	2,78%	8,818	4,07%	2,418	1,28%	3,502	2,59%	2,893	1,94%	38,572
06 PLASTICOS ALTA DENSIDAD	2,13%	26,187	2,06%	6,549	4,21%	2,499	0,97%	2,654	2,40%	2,674	2,04%	40,564
07 FUNDAS PLASTICAS	5,53%	68,151	9,67%	30,667	5,23%	3,102	3,88%	10,618	6,11%	6,823	5,99%	119,361
08 POLIPROPILENO	1,54%	18,916	2,55%	8,080	5,45%	3,237	0,00%	0,000	2,46%	2,750	1,65%	32,982
09 POLIESTIRENO	0,73%	8,961	1,41%	4,477	2,88%	1,708	0,00%	0,000	1,30%	1,447	0,83%	16,593
10 INERTES (LOSA, CERAMICA, ...)	0,63%	7,748	0,08%	0,259	0,36%	0,212	0,00%	0,000	0,28%	0,312	0,43%	8,531
11 ORGANICOS DE JARDIN	2,58%	31,749	1,06%	3,369	0,24%	0,212	0,00%	0,000	1,04%	1,162	1,83%	36,492
12 ORGANOS DE COCINA	51,36%	632,604	49,07%	155,643	24,47%	14,521	83,62%	228,623	50,79%	56,668	54,59%	1088,059
13 RECHAZOS (PAPEL HIGIENICO)	12,61%	155,297	6,82%	21,640	9,73%	5,772	5,39%	14,741	8,63%	9,633	10,39%	207,083
14 ELECTRONICOS	0,23%	2,879	0,19%	0,604	0,07%	0,041	0,00%	0,000	0,13%	0,141	0,18%	3,664
15 MADERA, TEXTILES, OTROS	2,83%	34,816	2,73%	8,654	4,89%	2,902	0,12%	0,328	2,76%	3,079	2,50%	49,780
16 METALICOS	1,05%	12,873	0,79%	2,493	1,41%	0,835	0,00%	0,000	0,86%	0,958	0,86%	17,159
17 VIDRIO	2,55%	31,383	1,65%	5,249	4,10%	2,433	0,00%	0,000	2,19%	2,449	2,08%	41,514
18 MENOR A 1 CM	6,19%	76,234	5,83%	18,494	4,16%	2,467	0,00%	0,000	4,22%	4,704	5,11%	101,899

Fuente: Modelo informático.

El gráfico desarrollado por el modelo, para el análisis global del DMQ, se muestra a continuación:

Gráfico. No. 8. Composición de los RSU en el DMQ

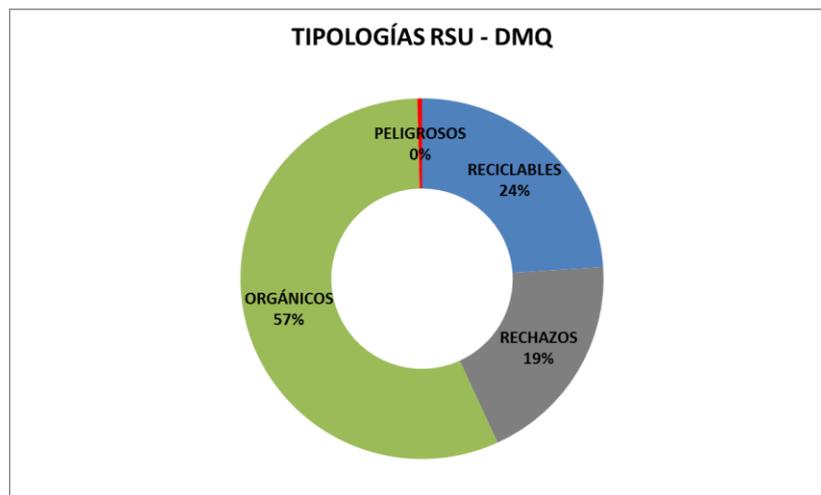
CARACTERIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS.- NIVEL CANTONAL
 CANTON QUITO.- URBANA Y RURAL
 Año: 2012
 Población 2344231



Fuente: Modelo informático.

Agrupando por tipologías de residuos los resultados para el DMQ, obtenido en base a una agregación de medias ponderadas de sectores censales es la siguiente:

Gráfico. No. 9. Tipologías de los RSU en el DMQ



Elaboración: Ing. Marcelo Castillo P.

7.3. Resultados del estudio de peso volumétrico de los residuos sólidos

En el cuadro siguiente se muestra un resumen general de todas las determinaciones realizadas de peso volumétrico, por tipo NSE, sector y tipo de residuos muestreados.

Cuadro. No. 14. Peso volumétrico por Sector y usuario

NIVEL	SECTOR	DOMICILIO	COMERCIO	EDUCATIVO	INSTITUCION	MERCADO	BARRIDO
A Y B	QUITO TENIS	124,67	63,11	42,05			
C+	AMERICA	119,26	74,20	47,52			
	MAGDALENA	121,46	46,09				
C-	CARCELEN	156,39	181,82				
	LOMA - ALAMEDA	138,26	100,38	97,06	34,09		
	CAMAL	100,67	35,63	26,89		233,66	
	CDLA. IBARRA	143,59	56,29	48,11			
	ZÁMBIZA	97,88	62,80				
D	LA LIBERTAD	131,77	36,91				280,30
PROMEDIO		125,99	73,03	52,33	34,09	233,66	280,30

Elaboración: Ing. Marcelo Castillo P.

Como se puede observar, los residuos más livianos encontrados son los institucionales y educativos, debido a la mayoritaria presencia de reciclables como papel, cartón, plásticos de baja densidad principalmente, en reducidas proporciones se observan los residuos orgánicos. Los residuos comerciales son sumamente variados, el promedio obtenido de este generador es de 73,03 Kg/m³, oscilando entre valores de 181 Kg/m³ a 35 Kg/m³ valores que representan en gran parte la presencia de materia orgánica en las muestras, a través de restaurantes y comedores. Los residuos domésticos presentan un promedio de 126 Kg/m³, los residuos de mercados del estudio en el mercado del Camal, presentan un valor de 233,66 Kg/m³, debido principalmente a su composición orgánica. Finalmente los residuos de barrido tomados en el sector de La Libertad alcanzan valores de 280,3 Kg/m³ debido a la presencia de tierra de la limpieza de los bordillos y veredas del sector.

7.4. Resultados del estudio de humedad

Conforme los TdR contractuales, se realizaron determinaciones de humedad de una muestra seleccionada de los residuos sólidos. Esta muestra corresponde a una porción de 1 Kg separada el momento de realizar el método de cuarteo conforme la norma NMX-AA-052-1985.

Se debe indicar que inicialmente se tuvo mucha dificultad en la contratación de un laboratorio calificado para la realización de este ensayo, luego de varias indagaciones se realizan las determinaciones en el laboratorio CORPLAB, los resultados de las determinaciones se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro. No. 15. Resultados análisis de humedad

HUMEDAD

NIVEL	SECTOR - COD. MUESTRA	DOMICILIAR humedad (%)
A Y B	QUITO TENIS	
C+	AMERICA - M3	69,86
	MAGDALENA	
C-	CARCELEN - M4	12,26
	LOMA - ALAMEDA	
	CAMAL - M1	42,08
	CDLA. IBARRA - M2	46,67
	ZÁMBIZA	
D	LA LIBERTAD M5	23,41
	LA LIBERTAD M6	30,76
	LA LIBERTAD M7	41,59
PROMEDIO		38,09

Elaboración: Ing. Marcelo Castillo P.

En el anexo, se muestran los reportes del laboratorio. Como se observa los valores obtenidos se muestran menores a los típicos regionales que oscilan con humedades entre el 40 y el 60%. El valor del promedio de humedad encontrado en las muestras de residuos domiciliarios es del orden del 38%.

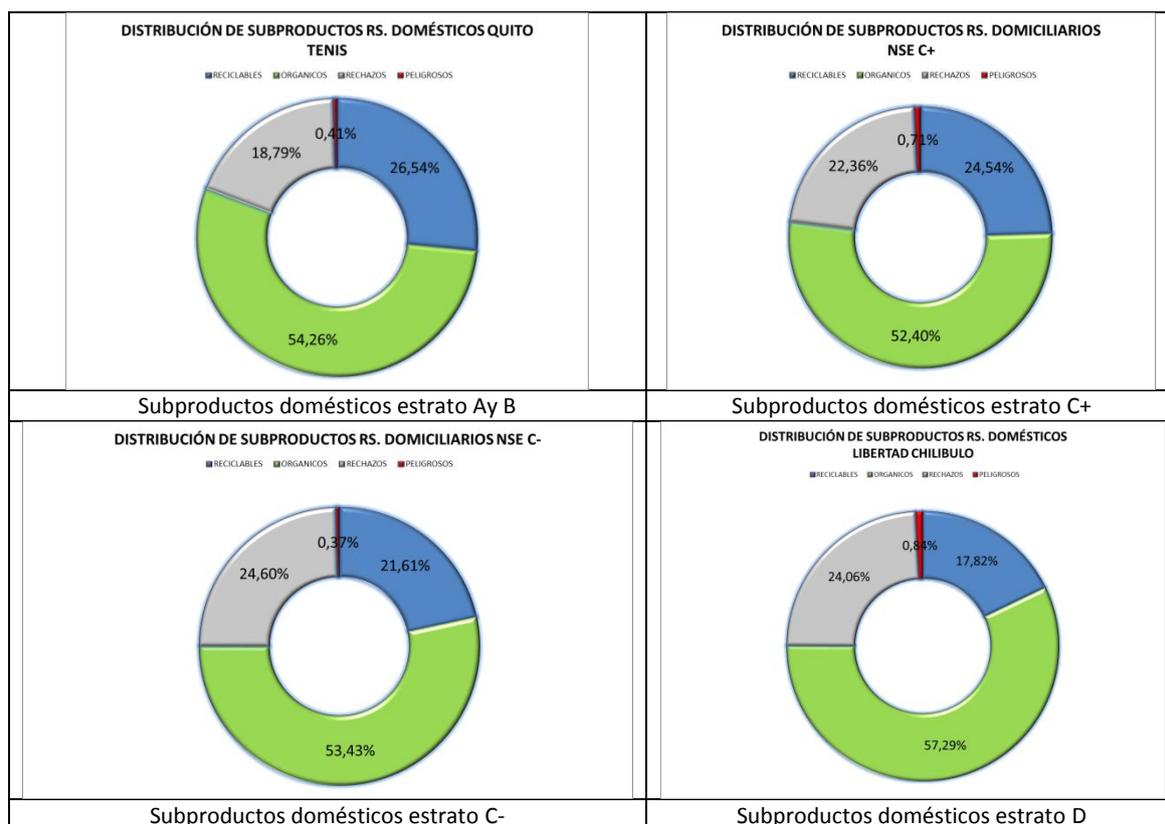
7.5. Conclusiones y recomendaciones

De la metodología planteada, los estudios de campo realizados y el procesamiento de datos respectivos, se emiten las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Los valores determinados para la generación domiciliaria, poseen un alto nivel de confiabilidad, dado que según la metodología aplicada tienen una confiabilidad superior al 95%.
- Al realizar la prueba de hipótesis nula para comprobar si la media muestral corresponde a la media poblacional, para todos los casos el valor obtenido está dentro del intervalo de seguridad por lo que se acepta la hipótesis indicada.
- Inicialmente, en la metodología se pretendió utilizar el pesaje por ruta para al igualar los dos lados de la ecuación de generación per cápita. Al lado izquierdo el correspondiente al peso determinado mediante el método de pesada, esto es, pesajes históricos en las instalaciones municipales, mientras en el lado derecho se corregía la diferencia en la PPC Asociada. Esto no se pudo realizar por la falta de coherencia entre los pesajes de las rutas y el área servida por estas, en base a la cual se obtiene la población. Por esta razón se tuvo que realizar el ajuste a nivel del pesaje total del DMQ, donde juega un papel muy importante la determinación del porcentaje real de materiales recuperados de los residuos, que influyen de manera directa en los cálculos de la PPC. De todas formas el modelo informático permite la actualización de estos valores para el cálculo de los indicadores de la PPC en sus diferentes niveles.
- El valor representativo de la PPC del DMQ es influido en aproximadamente un 40% por la generación asociada. Esta generación principalmente está dada principalmente por los generadores comerciales y mercados.
- Los valores obtenidos en el presente estudio, están dentro de los rangos establecidos para ciudades entre 300.000 y 5 millones de habitantes de la Evaluación Regional realizada en Latinoamérica y El Caribe en el año 2010, realizado por El BID, AEISA y la OPS.
- La generación per cápita domiciliar, es influenciada de manera directa por el NSE del sector, se ha establecido una tendencia de que a mayor NSE es mayor la PPC doméstica. Esta situación no se cumple para la PPC total, dado que en muchos casos en niveles residenciales de nivel A y B, no existen importantes zonas comerciales o mercados, que influyen en la PPC total.
- El modelo aplicado, al ser calculado a nivel de sector, permite realizar una correlación más precisa al momento de realizar las agregaciones de otros niveles, por lo que los resultados de las PPC de los niveles analizados permiten tener una buena aproximación.
- En concordancia con lo anterior, se debe indicar que el modelo genera el cálculo de población para cada nivel de agregación, partiendo de índices de crecimiento corregidos a nivel de parroquia del informe de la Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda del DMQ.
- En cuanto a la clasificación de subproductos, se puede mencionar que de manera general los residuos sólidos orgánicos son los predominantes en el DMQ con un 57%, seguido de

materiales aptos de reciclar (papel, cartón, plásticos, metales, vidrio) con un 24%, se tienen 19% de rechazos o materiales in uso posterior y 0,41% de peligrosos (residuos medicamentos, pilas, envases de peligrosos, electrónicos).

- En el análisis de los componentes entre los diferentes estratos socioeconómicos, se observa como varía el porcentaje de orgánicos en base al incremento de material de empaque como plástico, poliestireno, etc. Así mismo se observa como un indicador característico de NSE en los residuos sólidos al tetrapack (compuestos), que de un uso muy representativo en las muestra en el NSE A y B a casi mínimo en otros NSE como el C- y el D.
- Al comparar los resultados de las tipologías de residuos sólidos por NSE, mostrados en los gráficos siguientes, se pueden obtener las siguientes observaciones:



- No existe mayor variación en la composición de los subproductos domiciliarios en las zonas muestreadas, observándose que se cumple el supuesto que a mayor nivel socio económico mayor cantidad de material reciclable, oscilando este valor entre 18 % y 27%, los valores de orgánicos permanecen cercanos a una media del 54%.
- Los valores de orgánicos de los RS domésticos son menores que los globales, debido a la influencia de generadores como mercados que elevan el promedio al 57%.
- De los valores obtenidos, se observa la tendencia de una disminución de los residuos orgánicos comparados con determinaciones anteriores como las realizadas en el 2007 por Convenio AME, reportado en el Atlas Ambiental del 2008.
- En los residuos de tipo educativo y de instituciones se tiene una potencial fuente de materiales aptos de reciclar, que podría ser aprovechado.

- En los mercados, sobre todo en el mercado del Camal se observa la abundante presencia de materia orgánica. Esta situación se mantiene en el mercado América, pero en menor proporción.
- Los residuos comerciales, son de muy diversa composición, como lo son las actividades comerciales. Si bien se trato durante los muestreos, el seleccionar sectores enteros de comercios con sus diferentes variedades, permitió tener valores de este generador que representa el segundo generador en importancia con un 18% de peso en la generación.
- Durante la realización de la encuesta de generación per cápita, realizada aproximadamente en 80 viviendas por sector, dentro de las preguntas desarrolladas, se indagó respecto a la voluntad de separar los residuos sólidos al interior de hogar, teniéndose las siguientes respuestas por sector estudiado:

SECTOR	Estaría dispuesto a separar la basura en materiales reciclables y orgánica? RESPUESTAS SI:
Quito Tennis	98%
América	94%
Magdalena - Pintado	96%
Carcelén Bajo	83%
Loma - Alameda	73%
Camal – Recreo	98%
Ciudadela Ibarra	97%
Libertad - Chilibulo	85%
Zámbiza	83%

Como se observa aparentemente, existe una muy buena predisposición de los usuarios para un proceso de separación intradomiciliar. Se recomendaría para cualquier iniciativa en este sentido a manera de piloto, el sector de Quito Tennis, donde se tuvo muchos cuestionamientos de la ciudadanía, no sobre si se va ha separar o no, si no respecto a cuando se comenzaba con ese proceso.

- Se recomienda finalmente, realizar las corridas de la herramienta informática desarrollada como parte de la consultoría para obtener resultados con diferente nivel de agregación, de tal forma que se puedan tener datos para facilitar la planificación de actividades operativas de recolección, recuperación de residuos y de ser el caso manejo diferenciado por tipo de usuarios. Así mismo, se puede sugerir que se evalúen varios escenarios para los diseños de rutas o sectores de recolección o zonas de reciclaje, en base corridas del modelo informático a diferentes niveles de agregación. Así mismo se entregan los programas fuentes del software desarrollado para cualquier modificación que se estime pertinente.

ANEXO FOTOGRÁFICO



Foto No. 1. Realización de encuestas.



Foto No. 2. Retiro diario de la muestra (6 días).



Foto No. 3. Retiro muestra comercial.



Foto No. 4. Clasificación escuela



Foto No. 5. Clasificación RS domésticos.



Foto No. 6. Clasificación RS domésticos



Foto No. 7. Clasificación RS comerciales.



Foto No. 8. Pesaje. En la foto muestra de residuos de barrido a clasificarse.