

**Nota de investigación de
gestión de RSU 1**



**LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS
HOGARES DEL AREA URBANA DE COCHABAMBA
POR ZONAS Y DISTRITOS**

EQUIPO CIUDADES FOCALES COCHABAMBA 2008

Cochabamba, Enero del 2009

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
2. HIPÓTESIS.....	4
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4.1. GENERACIÓN, COMPOSICIÓN Y PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE COCHABAMBA.....	6
4.2. EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES DE RSU EN COCHABAMBA.....	10
4.3. GENERACIÓN PER CAPITE Y GENERACION TOTAL DE RSU POR DISTRITOS MUNICIPALES.....	13
4.4. PRODUCCIÓN PER CAPITE POR DÍA DE GENERACIÓN DE RSU.....	17
4.5. COMPOSICIÓN DE RSU POR DISTRITOS MUNICIPALES.....	18
4.6. PARTICIPACIÓN DE LOS HOGARES EN LA CLASIFICACIÓN EN ORIGEN.....	19
5. ASPECTOS INNOVATIVOS DE INTERÉS PARA RESALTAR.....	23

El desarrollo de la propuesta de un sistema de Gestión Integrado de Residuos Sólidos para Cochabamba (SGIRS-Cbba.), requiere el conocimiento de parámetros técnicos actualizados de la gestión de residuos sólidos, estos parámetros no fueron determinados oficialmente por el operador EMSA, Empresa Municipal de Servicios de Aseo, ni por la alcaldía desde 1998.

Para evaluar el actual sistema de manejo de Residuos Sólidos Urbanos-RSU y planificar sus mejoras es necesario conocer la cantidad, los volúmenes y las diferencias entre zonas y distritos.

Por ello, es importante realizar el Estudio de Generación y Caracterización de RSU en los hogares cochabambinos. Este estudio también será aprovechado para probar y medir la predisposición de los hogares para la separación de residuos en origen.

The development of the proposal of a Solid Waste Integrated Management System for Cochabamba (SGIRS-Cbba), requires the knowledge of solid waste management updated technical parameters. These parameters were not officially determined, since 1998, neither by the operator (EMSA Municipal Cleaning Service Company), nor by the municipality of Cochabamba.

In order to evaluate the present Urban Solid Waste Management System and to plan improvements, it is necessary to know the amount, the volumes, and the differences between zones and districts.

For that reason, it is important to carry out the Generation and Characterization of RSU Study in households of Cochabamba. This study will also be useful to prove and to measure the households disposition to separate solid waste in origin..

LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS HOGARES DEL AREA URBANA DE COCHABAMBA POR ZONAS Y DISTRITOS

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la propuesta de un sistema de Gestión Integrado de Residuos Sólidos para Cochabamba (SGIRS-Cbba.), requiere el conocimiento de parámetros técnicos actualizados de la gestión de residuos sólidos, estos parámetros no fueron determinados oficialmente por el operador EMSA, Empresa Municipal de Servicios de Aseo, ni por la alcaldía desde 1998.

Para evaluar el actual sistema de manejo de Residuos Sólidos Urbanos-RSU y planificar sus mejoras es necesario conocer la cantidad, los volúmenes, y las diferencias entre zonas y distritos.

Por ello es importante realizar el Estudio de Generación y Caracterización de RSU en los hogares cochabambinos, este estudio también será aprovechado para probar y medir la predisposición de los hogares para la separación de residuos en origen.

1.1. OBJETIVO GENERAL.

Determinar la cantidad, composición y volumen de residuos sólidos generados en hogares; sus indicadores y los niveles de participación de la población en la clasificación en origen en los distritos del municipio de Cochabamba.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Calcular la generación, composición y peso volumétrico de los RSU producidos en hogares, por distritos municipales.

Realizar el análisis comparativo de los resultados por distritos municipales.

Medir la predisposición de los hogares para la separación de residuos en origen.

2. HIPÓTESIS.

Los aspectos técnicos de la generación de RSU difieren entre las zonas y comunas del municipio de Cochabamba. Con el uso de recipientes señalizados e instrucciones claras, la población cochabambina puede participar activamente en la clasificación de RSU en origen.

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

Diseño. Se ha empleado el muestreo aleatorio simple, en el que se ha considerado toda la población de jurisdicción Municipal de Cochabamba.

Debido a la falta de estudios de la estratificación socio-económica de los hogares cochabambinos, se ha tomado a toda la población en su conjunto y sin estratos para el cálculo de las muestras.

Es común ver que en todos los barrios existen familias de diferentes niveles socio-económicos desde los más altos hasta los más bajos. Por supuesto que, las proporciones de las cantidades de

familias de niveles altos y bajos son diferentes en cada distrito. Pudiendo apreciarse que en los distritos centrales tienen mayores concentraciones de niveles altos, respecto a los del norte, oeste y sur en ese orden.

Población. Se ha tomado como población a 603.342 habitantes en 137.762 viviendas para el año 2008 habiendo empleado la información publicada por el Instituto Nacional de Estadística, INE.

Muestra. El tamaño de muestra fue calculado de acuerdo a lo sugerido por Kunitoshi¹, para un nivel de confianza del 95%, error de 50 g/hab-día y una varianza de 480 g/hab-día.

Se ha calculado una muestra de 392 viviendas que incluye un incremento adicional de 11% de reserva por las familias que pudieran abandonar el estudio, las 392 viviendas muestra consideran una población de 1.717 habitantes. La distribución de muestras se hizo en los 13 distritos municipales, el 50% de las cuales fue por participación poblacional y 50% por participación en superficie urbana. Para un análisis diferenciado, cada distrito fue subdividido a su vez hasta en 3 zonas, cada uno de ellas consideradas como un conjunto de OTB's de características similares. Las subdivisiones dieron lugar a un conjunto de 33 zonas en las que se hizo la distribución de 392 muestras.

La selección de predios (hogares) se hizo utilizando una grilla de coordenadas con una escala conveniente cuya cantidad de intersecciones es ligeramente superior a la cantidad de muestras a identificar. Se empleó las imágenes satelitales y la grilla de Google Earth (Ejemplo de Distrito 11 Zona A se muestra en Figura 1). Se eligieron los predios que corresponden a residencias que coinciden o son los más próximos a las intersecciones de las coordenadas. Para la identificación precisa de cada predio-residencia en terreno, se empleó planos en AutoCad a nivel de predio. En el caso de rechazo a la participación en el estudio por parte de los hogares seleccionados "gráficamente" se procedió a la entrevista del siguiente más próximo hasta lograr la aceptación.

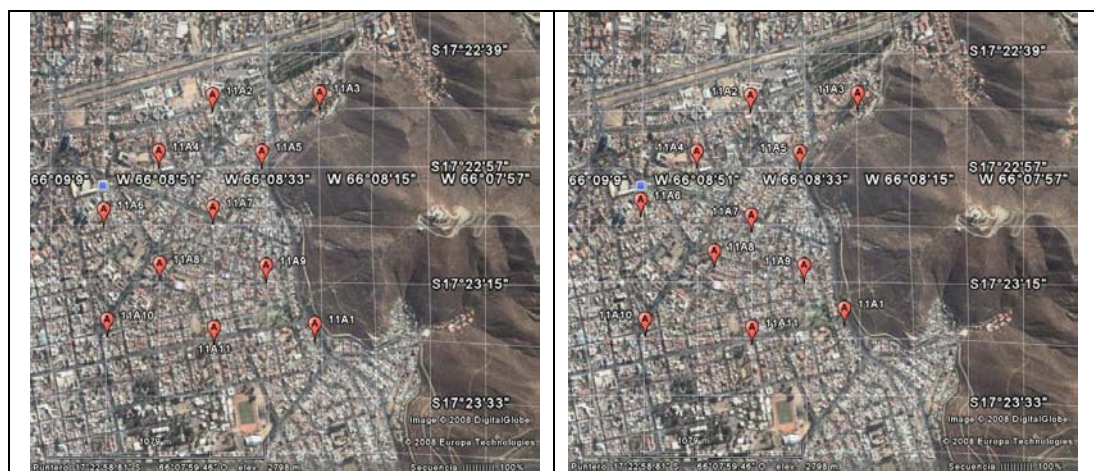


Figura 1: Predios seleccionados en Distrito 11, Zona A (inicial y corregida después de la aceptación de participación)

¹ METODO SENCILLO DEL ANALISIS DE RESIDUOS SOLIDOS, Dr. Kunitoshi Sakurai, CEPIS/OPS

Procedimiento del trabajo. El procedimiento de trabajo se hizo conforme a la Norma Boliviana NB 743 en la que se cubre 8 días consecutivos, descartando el primer día por desconocer el tiempo de almacenamiento.

La ejecución del estudio fue aprovechada para determinar la respuesta de las familias seleccionadas a la tarea de clasificación RSU en origen, para ello se usaron bolsas de colores impresas con indicaciones para 3 tipos de materiales: Reciclables, Biodegradables y No Aprovechables.

El análisis de la composición tomó en cuenta 24 subproductos considerados por su abundancia y la recuperación/comercialización actual de materiales, los 24 tipos de materiales fueron agrupados en tres grupos de materiales por color de bolsa usada:

- Reciclables (Bolsas Azul): 1. PET, 2. PEAD, 3. PVC, 4. PEBD Envases, 5. PEBD Bolsas, 6. PP, 7. PS y otros plásticos; 8. Papel periódico y otros, 9. Papel Bond Blanco, 10. Cartones, 11. Otros papeles cartones, 12. Vidrio Claro, 13. Vidrio de Color, 14. Vidrio Plano y otros, 15. Aluminio, 16. Cobre, 17. Otros metales.
- Biodegradables (Bolsas Verde): 18. Compostables y 19. Madera.
- No Aprovechables (Bolsa Negra): 20. Textiles y material sintéticos, 21. Sanitarios, 22. Peligrosos, 23. Barreduras y otros de limpieza, 24. Otros materiales

A fin de tener datos más precisos y averiguar las diferencias por zona, el análisis de la composición física de los residuos fue realizado del 100% de las muestras recolectadas de las 33 zonas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. GENERACIÓN, COMPOSICIÓN Y PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE COCHABAMBA.

Del estudio de generación y caracterización realizado en mayo de 2008, se tienen los siguientes resultados como promedio para toda la jurisdicción Municipal.

Cuadro 1. Parámetros de los RSU de Cochabamba, 2008

Producción per cápita (PPC):	0,505 Kg/hab-día
------------------------------	------------------

Materiales	Generación total (Tn/día)	Tipos de Materiales	(% peso)	
Reciclables	41	Plásticos	5,5%	13,3%
		Papeles y cart.	3,5%	
		Vidrios	3,3%	
		Metales	1,1%	
Biodegradables	185	Compostables	60,5%	60,6%
		Madera	0,1%	
No Aprovechables (Basura)	79	Textiles y Mat.Sintet.	4,1%	26,1%
		Sanitarios	7,8%	
		Peligrosos	0,4%	
		Barreduras	13,3%	
		Otros	0,4%	
Total	305	Total	100,0%	100,0%

FUENTE: SGAB-Ciudades Focales, 2008

La mayor cantidad de materiales biodegradables y reciclables (74%) permite vislumbrar posibilidades de reducir el problema de contaminación ambiental minimizando los residuos destinados a la disposición final. El aprovechamiento de los materiales biodegradables y reciclables disminuirían drásticamente los volúmenes destinados a disposición final, quedando esencialmente materiales inertes y secos (barreduras) con muy poca generación de lixiviados y gases en disposición final.

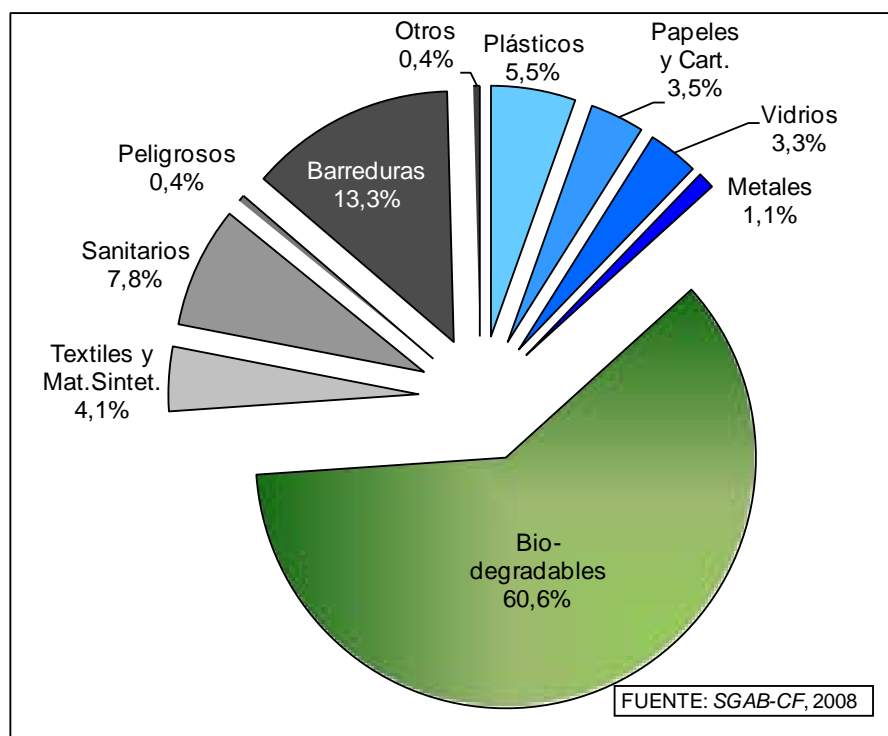


Figura 2. Composición de los RSU de Cochabamba

Cuadro 2. Composición de RSU en Cochabamba

Material	Composición (% peso)
Plásticos	5,5%
PET	1,2%
PEAD	1,2%
PVC	0,3%
PEBD Envases	0,3%
PEBD Bolsas	1,1%
PP	0,8%
PS y otros	0,7%
Papeles y Cartones	3,5%
Papel perdidó. y otros	1,0%
Papel Blanco (bond)	0,8%
Cartones	1,6%
Otros Papel Cartón	0,1%
Vidrios	3,3%
Vidrio Claro	1,7%
Vidrio De color	1,1%
Vidrio Plano y otros	0,4%
Metales	1,1%
Aluminio	0,1%
Cobre	0,0%
Otros metales	0,9%

Biodegradables	60,6%
Compostables	60,5%
Madera	0,1%
No Aprovechables	26,1%
Textiles y mat. Sint.	4,1%
Sanitarios	7,8%
Peligrosos	0,4%
Barreduras, y otros	13,3%
Otros	0,4%
Total	100,0%

FUENTE: *SGAB-Ciudades Focales, 2008*

Del 100% de los RSU producidos en hogares, el 74% puede ser aprovechado actualmente ya sea por reciclaje o procesos de compostaje de los residuos biodegradables, quedando solamente una cuarta parte que actualmente no se aprovechan y tendrían como destino la disposición final.

La basura de Cochabamba es, principalmente de origen vegetal y contiene todavía muchas barreduras y escombros que son parte de los residuos no aprovechables.

La fracción mas reducida de los reciclables en la basura de los Cochabambinos y el alto contenido de residuos vegetales, refleja el reducido consumo de bienes elaborados con empaque y la preferencia del consumo de alimentos frescos. En conjunto todos los materiales reciclables como plásticos, papeles, vidrios y metales apenas tienen la misma proporción que los residuos menudos provenientes de la limpieza de los hogares considerados como barreduras en el análisis de composición.

La cantidad de compostaje, considerados así a los residuos de origen vegetal como cáscaras y desechos de frutas, verduras, recortes de jardín y desperdicios de alimentos, constituyen la fracción más significativa en los RSU, el aprovechamiento de éstos podría ser de impacto en la solución de los problemas de gestión de residuos que afronta actualmente el municipio de Cochabamba principalmente en disposición final.

La mitad de los residuos considerados actualmente como No Aprovechables, son tierra y escombros de barrido cuya disposición final no conlleva dificultades y por el contrario podría ayudar a conformar el material de cobertura del resto de residuos como sanitarios y los materiales sintéticos que no se aprovechan.

Cuadro 3. Peso volumétrico por tipo de residuos

Tipo de residuos	Peso Volumétrico (Kg/m³)
Mezcla de residuos	172
Reciclables	33
Biodegradables	275
No Aprovechables	114

FUENTE: *SGAB-Ciudades Focales, 2008*

Los materiales biodegradables, por su alto contenido de humedad son los de mayor peso volumétrico por lo que éstos niveles deben ser tomados muy en cuenta, en su manejo dentro del sistema de gestión de RSU que se proponga, por otra parte el peso volumétrico de los residuos reciclables es un dato muy importante en el cálculo de las dimensiones del equipamiento e instalaciones para la gestión de estos residuos.

La relación inversa proporcional del peso volumétrico y la capacidad de compactación de los RSU, y los resultados obtenidos nos permite afirmar que el transporte de los residuos ofrece oportunidades de optimización por compactación de residuos.

Un análisis comparativo de la composición en el siguiente punto permite precisar la evolución en la composición de los residuos de Cochabamba.

4.2. EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES DE RSU EN COCHABAMBA

En la perspectiva del aprovechamiento de materiales de los residuos, es muy importante conocer la evolución de composición de los RSU y los parámetros técnicos, para ello se han obtenido datos del último estudio formal de generación y caracterización de residuos sólidos en Cochabamba y se han incluido en el siguiente cuadro para analizar diferencias.

Cuadro 4. Parámetros de RSU 1998 y 2008 en Cochabamba.

Indicadores- Materiales	Valores		Variación
	1998*	2008	
PPC (Kg/hab-día)	0,600	0,505	-16%
Peso Vol. mezcla (Kg/m ³)	354	172	-54%
Composición Física (peso):			
Reciclables	5,8%	13,3%	130%
Biodegradables	71,2%	60,6%	-15%
No Aprovechables	23,0%	26,1%	13%
Reciclables			
Plásticos	2,6%	5,5%	112%
Papel Cartón	1,8%	3,5%	100%
Vidrios	0,8%	3,3%	297%
Metales	0,6%	1,1%	73%
No Aprovechables			
Telas Cueros, Mat. Sintéticos	1,4%	4,1%	201%
Sanitarios	0,8%	7,8%	830%
Peligrosos		0,4%	
Barreduras	20,8%	13,3%	-36%
Otros		0,4%	

FUENTE: *Elaboración propia en base a resultados de EMSA 1998 y SGAB-CF*

2008.

*Datos obtenidos de EMSA y reordenados de acuerdo a la terminología empleada en presente estudio.

El último estudio oficial de generación y caracterización realizado por el operador de servicios de aseo EMSA, fue en 1998, los resultados del estudio son incluidos en algunos documentos antiguos elaborados en esa empresa, de los que se ha extractado lo siguiente que fue empleado en el cuadro anterior.

Cuadro 5. Parámetros de los RSU de Cochabamba, 1998

PPC: 0,600 Kg/hab-día	
Peso Volumétrico: 354 Kg/m ³	
Composición física:	
Materiales	%(Peso)
Materia orgánica	70,9%
Materia inerte	20,8%
Papel-cartón	1,8%
Plástico (recipientes)	0,5%
Plásticos (bolsas)	2,1%
Vidrio	0,8%
Metales	0,6%

Huesos	0,3%
Telas-gomas-cueros	1,4%
Pañales-toallas higiénicas	0,8%
Total	100,0%

FUENTE: EMSA, 1998

Una agrupación de materiales y reordenamiento de los resultados permite ver más claramente las diferencias.

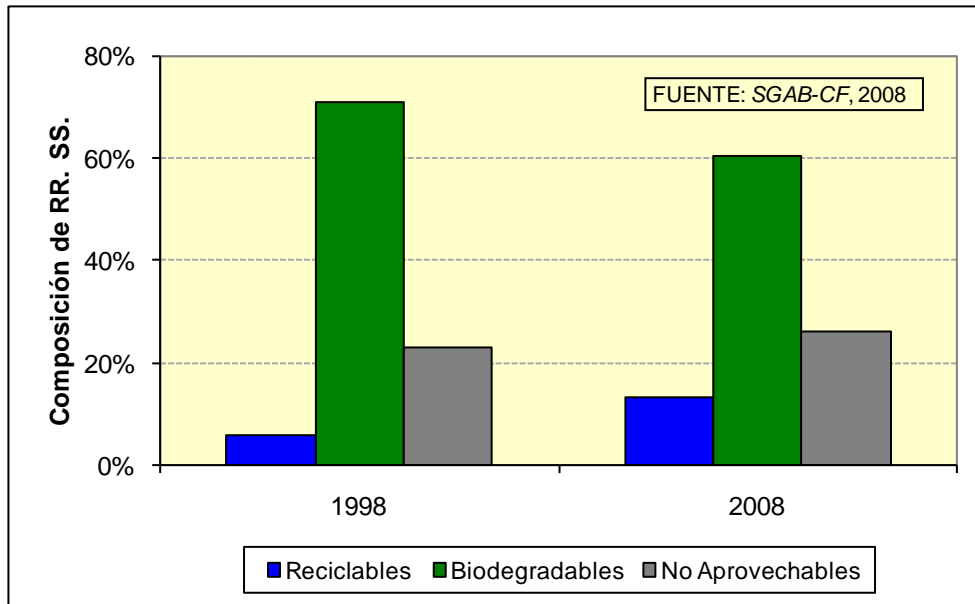


Figura 3. Evolución de la composición de RSU en Cochabamba.

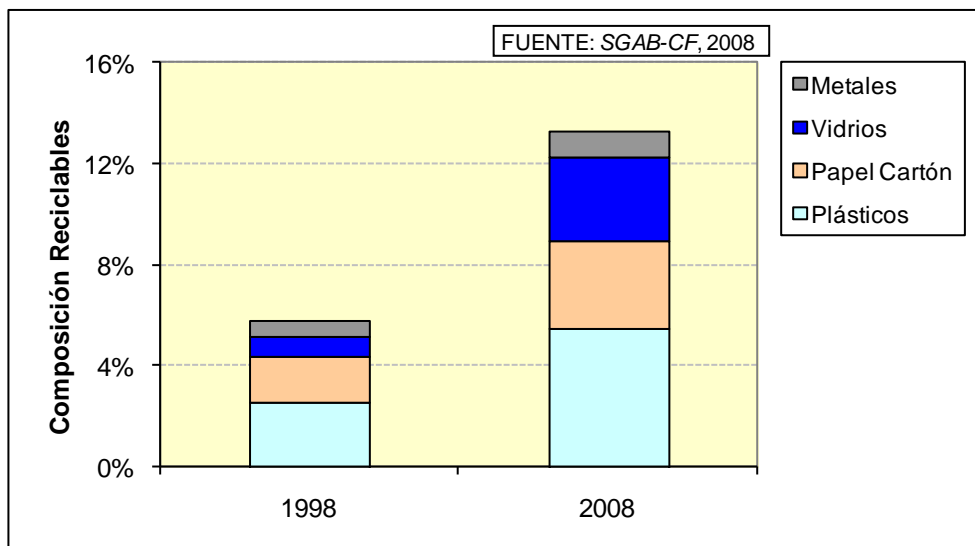


Figura 4. Evolución de la composición de residuos reciclables en Cochabamba

En 10 años, los indicadores de RSU en Cochabamba, han variado significativamente:

- La generación per cápita y el peso volumétrico han disminuido, la basura de ahora es más liviana que antes, ocupa el doble de espacio por unidad de peso, las familias producen ligeramente menos en peso pero el doble en volumen, esto se debe al incremento de materiales más livianos en la basura (plásticos, papeles, materiales sintéticos, sanitarios y otros) y a la disminución de materiales húmedos y pesados (materia orgánica y barreduras).
- El incremento de residuos reciclables a una tasa aproximada del 13% anual, hace que la basura de ahora tenga más del doble de materiales reciclables que hace 10 años, que por el aumento en el valor de éstos, y la falta de fuentes de empleo, actualmente los reciclables se constituyen en una opción de sobre-vivencia de cada vez más personas que se dedican al segregado de materiales.

La disminución en la PPC y el incremento en PV de los residuos de Cochabamba, ha permitido que la empresa operadora de servicios de aseo pueda seguir prestando los servicios de recolección casi con la misma calidad, a pesar de que su capacidad operativa no haya incrementado significativamente desde hace diez años. La disminución del peso volumétrico y por consiguiente el incremento de la capacidad de compactación es aprovechado para maximizar el uso de vehículos compactadores, factor importante que ha permitido la continuidad de los servicios del operador.

4.3. GENERACIÓN PER CAPITE Y GENERACION TOTAL DE RSU POR DISTRITOS MUNICIPALES.

Es importante conocer la organización de Cochabamba, por distrito y comunas para relacionar los resultados a la ubicación geográfica y características. A continuación se presenta el plano de ubicación y el cuadro de las características generales de los distritos y comunas.

Cuadro 6. Características de distritos y comunas de Cochabamba.

Comuna	Distrito	Ubicación	Características Generales (en orden de mayor frecuencia)
Tunari	1	Norte-Este	Residencial, ingresos bajos y medios
	2	Norte-Oeste	Residencial, Ingresos medios, bajos y altos
Molle	3	Oeste-Norte	Residencial, Ingresos medios, bajos y altos
	4	Oeste-Sud	Residencial, Ingresos bajos y medios
A. Calatayud	5	Sud	Residencial, Ingresos bajos y medios
Valle Hermoso	6	Sud-Este	Residencial, comercial, Ingresos bajos y medios
	7	Sud-Este	Residencial, Ingresos bajos
	14	Sud-Este	Residencial, Ingresos bajos
	8	Sud-Este	Residencial, Ingresos bajos
Itocta	9	Sud	Agrícola, residencial, Ingresos bajos
Adela Zamudio	10	Centro	Comercial, Ingresos altos
	11	Centro-Este	Residencial, Ingresos medios y altos
	12	Centro-Norte-Oeste	Residencial, comercial, Ingresos medios y altos

FUENTE: SGAB-Ciudades Focales, 2008

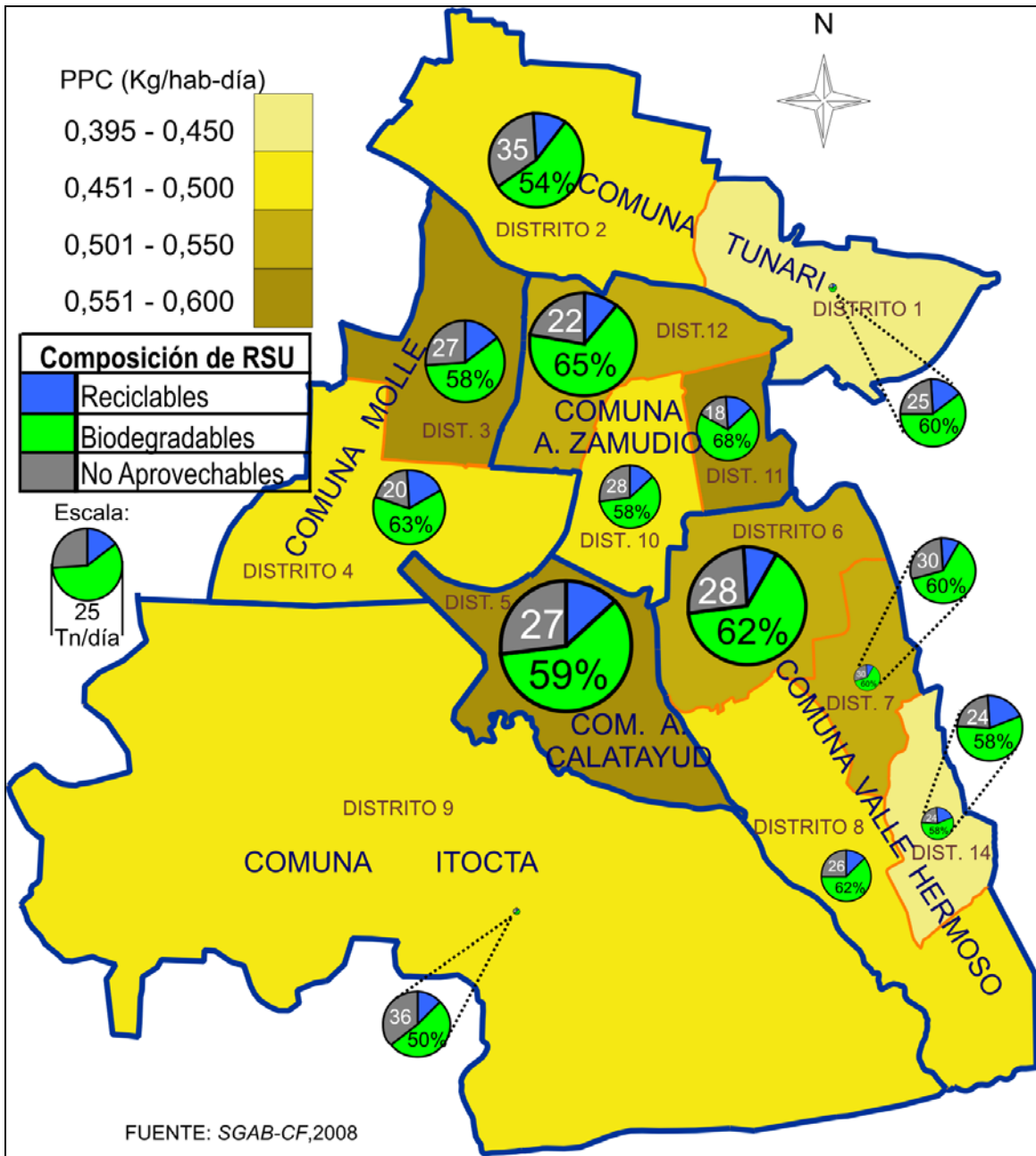


Figura 5. Generación per cápita, total y composición de RSU por distritos en el Municipio de Cochabamba

Los resultados del estudio por distritos, permite ver las diferencias que pueden existir entre las zonas que se consideran diferentes, como el Centro y Este de la ciudad con mayor cantidad de familias pudientes y aquellas zonas más alejadas como los del Norte, Oeste y Sud con mayores concentraciones de familias de bajos niveles de ingresos.

De acuerdo a la Figura 5, existen diferencias en la PPC al interior de las comunas apreciándose hasta tres niveles de PPC entre los distritos de la misma comuna.

Cuadro 7. Producción per cápita y generación total por distritos y comunas municipales

Comuna	Distrito	PPC (Kg/ha-día)	Generación Total (Tan/día)	
Tunari	1	0,395	5,6	39,4
	2	0,474	33,8	
Molle	3	0,590	28,3	54,0
	4	0,459	25,7	
A. Calatayud	5	0,593	46,8	46,8
V. Hermoso	6	0,524	42,3	80,9
	7	0,506	9,3	
	14	0,404	11,5	
	8	0,477	17,8	
Itocta	9	0,479	2,2	2,2
Adela Zamudio	10	0,452	21,8	81,3
	11	0,565	22,3	
	12	0,518	37,1	
Media, Totales		0,505	304,6	304,6

FUENTE: *SGAB-Ciudades Focales, 2008*

Los resultados de PPC por distritos municipales muestran los siguientes resultados:

Comuna Tunari. El Distrito 2 por su mayor concentración de familias acomodadas en barrios como El Mirador, Lomas de Aranjuez y sus alrededores, presenta un PPC superior al del Distrito 1 que tiene mayor cantidad de familias de bajos ingresos.

Comuna Molle. En esta comuna, compuesta por el Distrito 3 que contiene mayor cantidad de familias de ingresos medios en barrios como el Profesional y condominios cerrados y el Distrito 4, con mayor cantidad de urbanizaciones de sindicatos como profesores, voceadores de periódicos y otros; se presenta la mayor diferencia en la PPC.

Comuna Alejo Calatayud. Constituida por uno de los distritos más poblados, presenta el mayor valor en PPC, hecho que es afectado por las numerosas actividades económicas informales principalmente de los rubros de la construcción y gastronomía con la elaboración de alimentos que son comercializados masivamente en los mercados públicos.

Comuna Valle Hermoso. Presenta un PPC con pocas variaciones entre distritos, excepto por el 14 constituido principalmente por familias migrantes que se dedican en su mayoría al comercio y en consecuencia desarrollan sus actividades fuera de sus hogares lo que repercute en la baja generación de residuos.

Comuna Itocta. Comprende el distrito de mayor extensión geográfica y considerada como la zona agrícola de Cochabamba. El nivel de PPC obtenido es superior al de otros distritos considerados residenciales, este hecho se atribuye al mayor contenido de tierra de barrido en sus residuos como se puede ver en la Figura 8.

Comuna Adela Zamudio. La generación per cápita difiere poco entre las zonas residenciales como el 11 y 12 debido a la similitud de sus características, mientras que el bajo PPC del Distrito 10 refleja la intensa actividad comercial de sus habitantes que producen pocos residuos al interior de sus hogares. Tómese en cuenta que el estudio abarcó únicamente a los hogares.

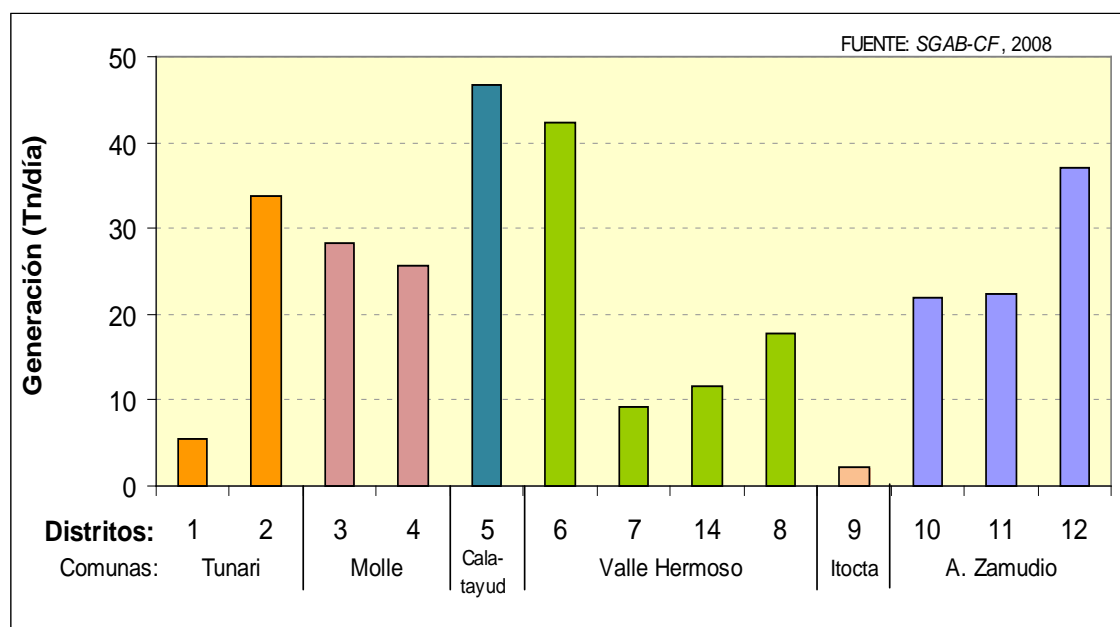


Figura 6. Generación diaria de RSU por distritos.

Un aspecto importante a considerar en la gestión de RSU es la participación de los distritos en la generación total de residuos, siendo ésta proporcional a la población de cada distrito.

La Comuna Valle Hermoso al igual que la de A. Zamudio presentan los mayores niveles de generación total de residuos logrando en conjunto el 53% del total de la ciudad, pero que para los aspectos técnicos de la gestión son muy diferentes, ya que la densidad demográfica de las comunas se diferencian en aproximadamente en el 100%, siendo la comuna A. Zamudio la de mayor concentración.

La Comuna Agrícola Itocta con la menor generación total de RSU, presenta la población mas dispersa que es un hecho a tomar muy en cuenta la propuesta de la gestión integrada de residuos sólidos.

Es importante hacer notar que los resultados de los distritos de menor generación de residuos no corresponden a la realidad debido a que la población considerada en ellos, para el cálculo, no está actualizada por problemas de conflicto de límites con otro municipio en el Distrito 1 y por se considerada zona agrícola en el Distrito 9. En una estimación tomando en cuenta la capacidad de recolección destinada actualmente por el operador de servicios, se puede afirmar que se tiene una generación adicional de 5 y 6 Tan/día en los distritos 1 y 9 respectivamente, con lo que la generación total de hogares en Cochabamba, alcanzaría a 316 Tan/día.

4.4. PRODUCCIÓN PER CAPITE POR DÍA DE GENERACIÓN DE RSU.

Un aspecto necesario a considerar en el desarrollo de propuestas de Gestión de Residuos Sólidos son la variaciones de generación en ciclos semanales para lo que se muestra los resultados correspondientes.

Cuadro 8. PPC por día de generación

Distrito	PPC (Kg/hab-día)						
	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom
1	0,414	0,350	0,377	0,507	0,444	0,324	0,332
2	0,483	0,494	0,458	0,454	0,466	0,424	0,550
3	0,567	0,482	0,561	0,750	0,540	0,593	0,649
4	0,465	0,415	0,416	0,638	0,465	0,399	0,410
5	0,572	0,534	0,650	0,782	0,589	0,532	0,471
6	0,497	0,547	0,547	0,555	0,536	0,453	0,536
7	0,481	0,549	0,475	0,480	0,564	0,522	0,459
8	0,553	0,543	0,445	0,505	0,447	0,457	0,401
9	0,436	0,489	0,469	0,373	0,479	0,625	0,419
10	0,434	0,479	0,453	0,397	0,498	0,383	0,520
11	0,513	0,749	0,683	0,439	0,474	0,484	0,626
12	0,503	0,553	0,593	0,585	0,521	0,418	0,448
14	0,392	0,453	0,359	0,338	0,451	0,525	0,331
Prom.	0,501	0,519	0,523	0,565	0,508	0,466	0,497

FUENTE: SGAB-Ciudades Focales, 2008

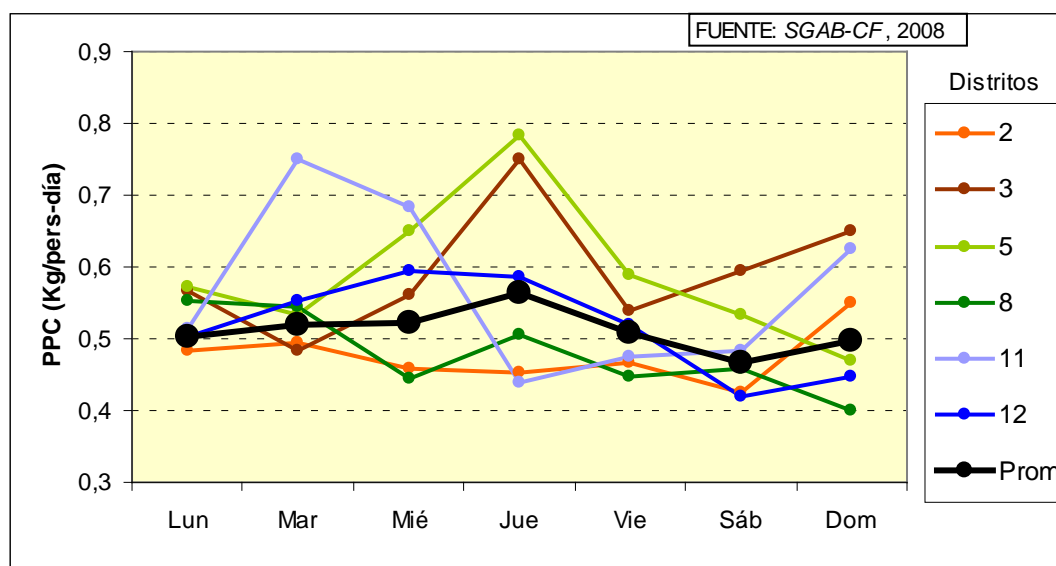


Figura 7. Variaciones de PPC por día de generación.

Un análisis de PPC por día de generación sugiere que existe variaciones de día a día y por distrito, las variaciones no son similares por distritos ni por comunas, con la información disponible es difícil encontrar los orígenes de estas diferencias pero en promedio se puede afirmar que la generación va aumentando ligeramente los primeros días hábiles de la semana hasta jueves y que va disminuyendo el fin de semana hasta un mínimo del sábado, el

incremento de los días domingos concuerda a la costumbre generalizada de aprovechar el día para labores extraordinarias de limpieza que se hace en los hogares cochabambinos.

Al tratarse el estudio solamente de hogares y sin inclusión de las tiendas comerciales y mercados, no se ve la influencia de los días de feria en la ciudad como son los miércoles y sábado, que el caso de mercados tiene diferencias sustanciales respecto de los demás días.

4.5. COMPOSICIÓN DE RSU POR DISTRITOS MUNICIPALES.

Es importante analizar las diferencias en la composición de RSU en los distritos y zonas para ver las potencialidades de aprovechamiento de residuos, por lo que a continuación se presenta los resultados de composición general, resumido por tipos de material, y la composición específica de los materiales reciclables.

Cuadro 9. Composición de RSU de Cochabamba por distritos.

Distrito	Composición X Tipo de Material			Composición de Reciclables			
	Reciclables	Vio-degradables	No Aprovechables	Plástico	Papel Cart.	Vidrio	Metal
1	15%	60%	25%	7%	4%	3%	0%
2	11%	54%	35%	5%	3%	3%	1%
3	15%	58%	27%	5%	4%	5%	1%
4	17%	63%	20%	6%	5%	5%	1%
5	13%	59%	27%	6%	3%	2%	2%
6	10%	62%	28%	4%	3%	2%	1%
7	10%	60%	30%	6%	3%	1%	1%
8	12%	62%	26%	5%	4%	2%	1%
9	14%	50%	36%	4%	2%	5%	3%
10	14%	58%	28%	5%	4%	4%	1%
11	14%	68%	18%	7%	3%	4%	1%
12	13%	65%	22%	5%	4%	3%	0%
14	19%	58%	24%	6%	4%	5%	3%
Promedio	13%	61%	26%	5%	3%	3%	1%

FUENTE: SGAB-Ciudades Focales, 2008

Las comunas conformados por distritos periféricos son los que, por lo general, tienen mayor composición de materiales No Aprovechables compuesto principalmente de tierra de barrido y escombros que tienen su origen en las deficiencias de pavimento de vías públicas y patios de los vecinos. También en estos distritos y principalmente en el Distrito 9 de comuna Itocta (zona agrícola), se presenta la menor composición de residuos biodegradables, ya que con frecuencia son aprovechados en la crianza de algunos animales domésticos. Las diferencias en la composición por distritos, las proporciones respecto a la generación total y su ubicación geográfica en la ciudad pueden apreciarse en la Figura 5

Las más altas proporciones de de residuos biodegradables se presenta en los distritos 11 y 12 en las que se da la mayor concentración de zonas residenciales de los niveles socioeconómicos altos en las que se presenta mayor vegetación ya sea en áreas públicas como jardines de las residencias

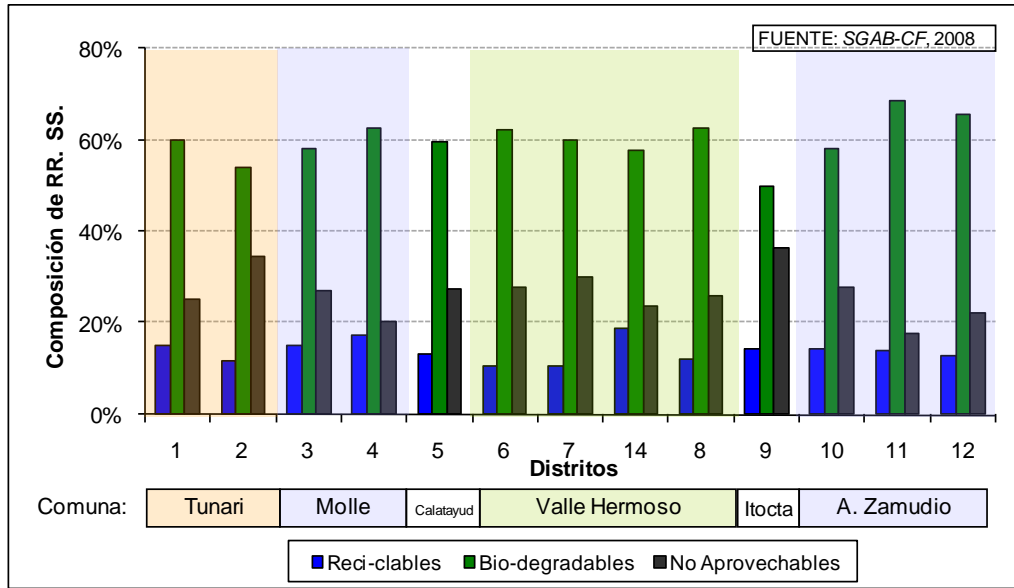


Figura 8. Composición de RSU por distritos.

Un aspecto importante que se debe tener en cuenta para la propuesta de aprovechamiento de materiales es la composición de residuos reciclables por distrito, hecho que se incluye la Figura 9.

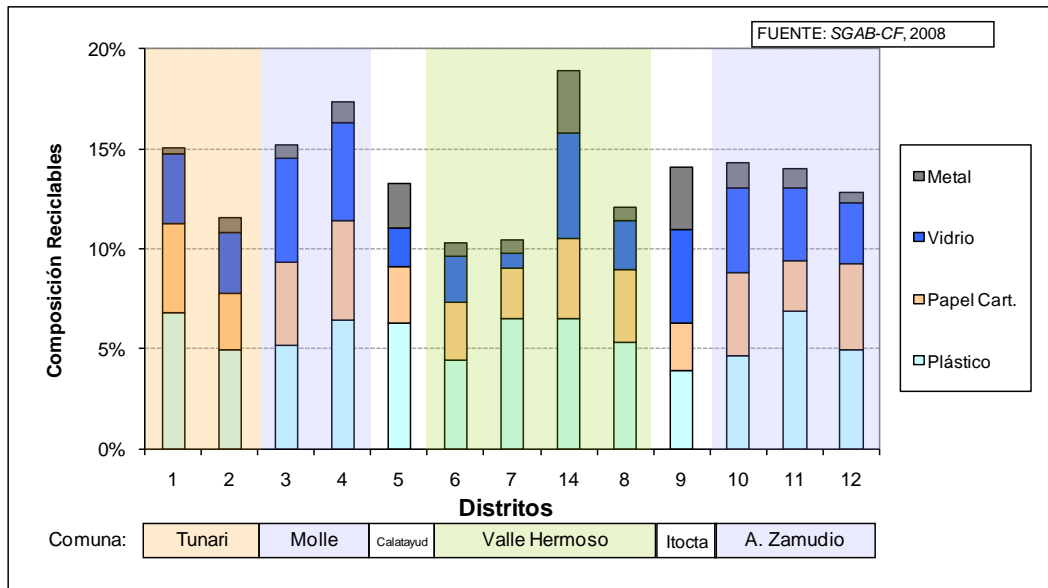


Figura 9. Composición de residuos reciclables por distrito.

Los distritos más periféricos (14, 9 y 5) presentan mayor proporción de metales y vidrio, que por su mayor peso volumétrico han incrementado en la proporción de reciclables, sin embargo, por el poco valor por unidad de peso del vidrio y los metales ferrosos hacen que los distritos centrales son de mayor preferencia por los segregadores de materiales.

4.6. PARTICIPACIÓN DE LOS HOGARES EN LA CLASIFICACIÓN EN ORIGEN.

La ejecución del estudio de generación y caracterización también fue aprovechada para probar la respuesta de las familias seleccionadas en la tarea de clasificación de RSU en origen, considerando para ello tres tipos de materiales, se emplearon bolsas de colores impresas con

indicaciones: Reciclables (bolsa azul), Biodegradables (verde) y No Aprovechables (negra), los resultados fueron positivos y con muy buena clasificación por color de bolsa.

La evaluación del grado de clasificación de los residuos en los hogares sigue un criterio visual con el siguiente patrón de evaluación:

Cuadro 10. Criterio de calificación para la clasificación de RSU en origen

Calificación	Grado de Correcta Clasificación
Excelente	Del 81 al 100%
Buena	Del 61 al 80%
Regular	Del 41 al 60%
Mala	Del 21 al 40%
Pésima	Del 0 al 20%

FUENTE: SGAB-Ciudades Focales, 2008

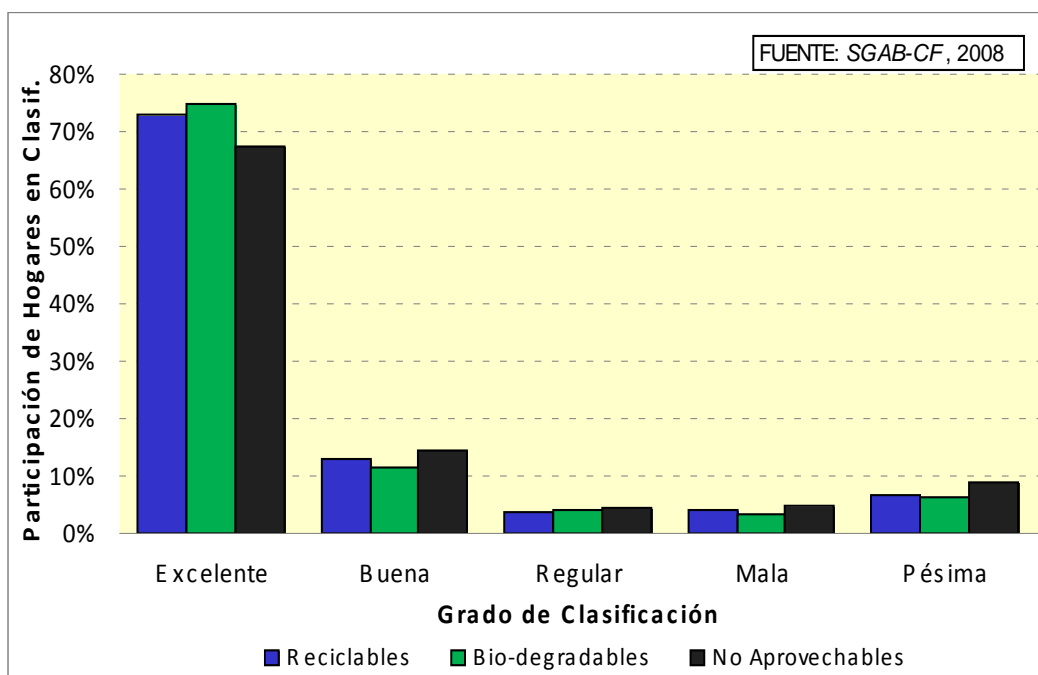


Figura 10. Participación de los hogares en clasificación de RSU en origen, por tipo de material.

Cuadro 11. Participación de los Cochabambinos en clasificación de RSU en origen.

Grado de Clasificación	Participación de Hogares en la Clasificación			
	Reciclables	Bio-degradables	No Aprovechables	Promedio
Excelente	73%	75%	67%	72%
Buena	13%	12%	14%	13%
Regular	4%	4%	4%	4%
Mala	4%	3%	5%	4%
Pésima	7%	6%	9%	7%
Total	100%	100%	100%	100%

FUENTE: SGAB-Ciudades Focales, 2008

Los resultados demuestran que lo más fácil de clasificar en los hogares son los materiales biodegradables, que por su origen vegetal y las indicaciones impresas en las bolsas verdes son fáciles de identificar.

Los resultados en general, para los tres tipos de materiales se consideran muy positivos ya que más del 80% de los hogares clasificaron correctamente sus residuos en los tres colores de bolsa en una calidad de 61% al 100%.

Es muy importante saber también la respuesta de los hogares en los diferentes distritos y la evolución de los resultados en el transcurso del tiempo, los resultados se muestran en las siguientes figuras.

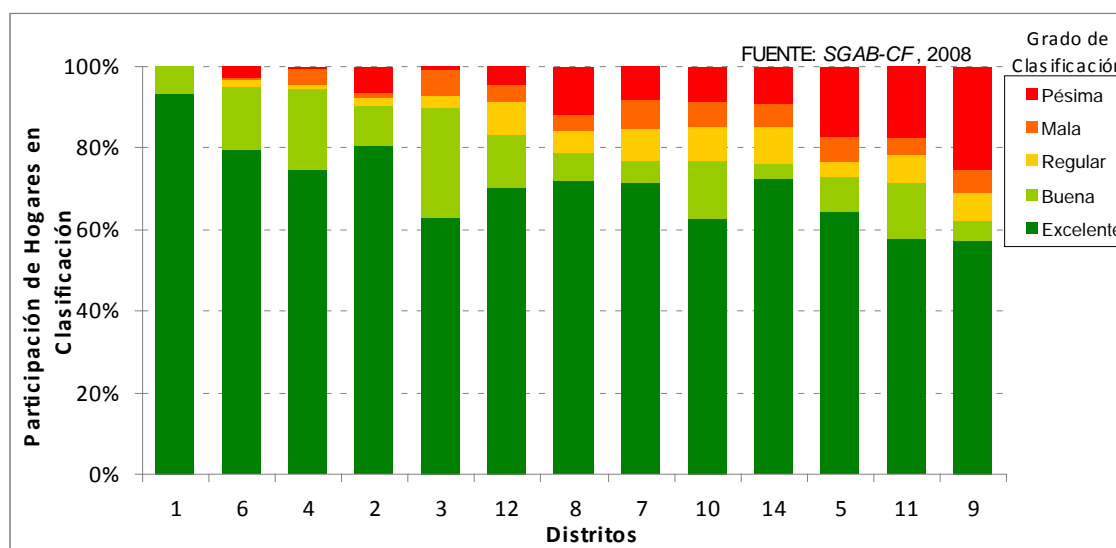


Figura 11. Participación en clasificación en origen por distrito.

La ordenación de los resultados tomando en cuenta la calificación desde Buena hasta Excelente, nos demuestra que las familias de los distritos periféricos, clasificaron mejor los residuos que en los distritos centrales. Es importante hacer notar que en la fase de recolección de muestras se ha observado un mayor entusiasmo en los niños para la clasificación de residuos en las tres bolsas de color.

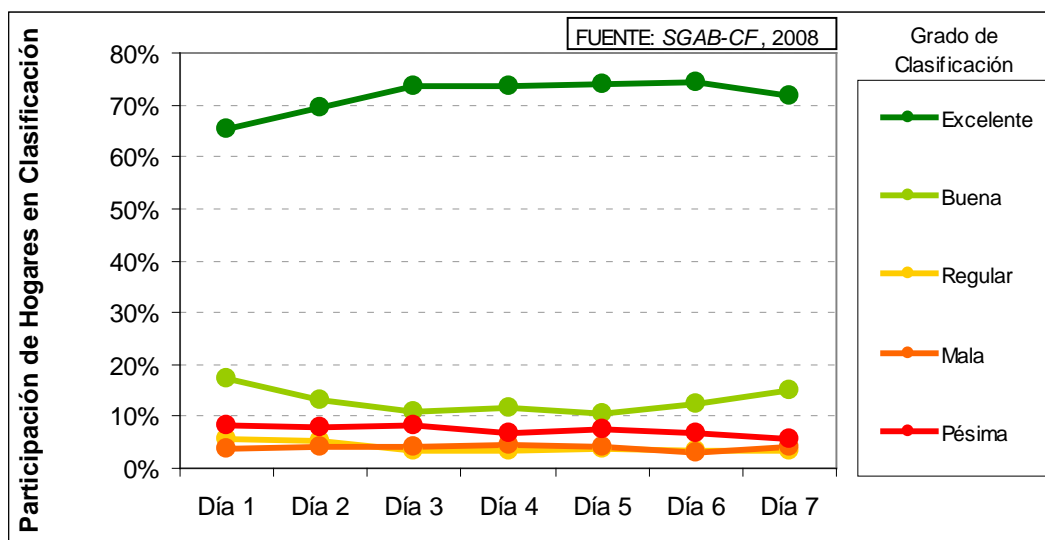


Figura 12. Participación de hogares en clasificación por día de recolección.

Los resultados demuestran que a medida que transcurren los días, la calidad de clasificación mejora y que el último día de recolección disminuye ligeramente, éste hecho podría deberse al cansancio que algunas familias expresaron directamente a los encuestadores. Si se toma en cuenta la calificación Buena y Excelente, la calidad de la clasificación es prácticamente constante durante la semana con una participación mayor al 82 % de hogares que ha seleccionado sus residuos con esmero.

5. CONCLUSIONES.

La realización de estudio de generación y caracterización de RSU en hogares, cubre las necesidades de información actualizada (PPC, generación total, peso volumétrico y composición por distritos) para el desarrollo de la propuesta del Sistema de Gestión Integrado de Sólidos para Cochabamba. Los valores promedio obtenidos para Cochabamba son: PPC 505 g/hab-día, generación total 305 Tn/día, peso volumétrico 172 kg/m³, composición Reciclables 13%, Biodegradables 61% y No Aprovechables 26%.

La fracción mas reducida de los reciclables en la basura de los Cochabambinos y el alto contenido de residuos vegetales, refleja el reducido consumo de bienes elaborados con empaque y la preferencia del consumo de alimentos frescos, situación que debe ser tomado en cuenta en las propuestas de solución.

Del total de basura de Cochabamba, el 74% pueden ser aprovechados por reciclaje o procesos de compostaje, la implementación de proyectos de aprovechamiento de estos residuos es una opción de mucho impacto en la solución de los problemas de gestión de residuos que afronta actualmente el municipio de Cochabamba principalmente en disposición final.

El bajo nivel del peso volumétrico, inversamente proporcional a la capacidad de compactación de los RSU, ofrece oportunidades de optimización por compactación en el transporte de los residuos.

Un análisis de la evolución de los indicadores técnicos de los RSU desde 1998 a 2008, demuestran que: La generación per cápita y el peso volumétrico han disminuido, las familias

producen ligeramente menos en peso pero el doble en volumen debido al incremento de materiales más livianos en la basura (plásticos, papeles, materiales sintéticos, sanitarios y otros) y a la disminución de materiales húmedos y pesados (materia orgánica y barreduras). Los residuos reciclables se incrementaron a tasa aproximada del 13% anual, la basura de ahora contiene más del doble de materiales reciclables que hace 10 años, esto se constituyen en una opción de sobre-vivencia de cada vez más personas que se dedican al segregado de materiales.

El aprovechamiento del estudio para probar la respuesta de las familias seleccionadas en la tarea de clasificación de RSU en tres tipos de materiales usando tres bolsas de colores: Reciclables (bolsa azul), Biodegradables (verde) y No Aprovechables (negra), ha logrado resultados muy positivos: Más del 80% de los hogares clasificaron correctamente sus residuos en los tres colores de bolsa en una calidad de 61% al 100%.

6. ASPECTOS INNOVATIVOS DE INTERÉS PARA RESALTAR.

El testeo de la respuesta de la población Cochabambina a la clasificación de los residuos sólidos en origen, ha demostrado que con ayudas visuales claras y pocos tipos de materiales por clasificar (Reciclables, Bio-degradables y No Aprovechables), la población puede responder muy bien a un nuevo sistema de gestión integral de residuos que incluya la clasificación en origen.