

**Nota de investigación de
gestión de RSU 4**



**LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN
UNIVERSIDADES DE LA CIUDAD DE
COCHABAMBA**

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.....	7
4.1. GENERACIÓN, COMPOSICIÓN Y PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN UNIVERSIDADES DE COCHABAMBA.....	7
4.2. GENERACIÓN PER CÁPITE Y GENERACIÓN TOTAL DE RSU POR UNIVERSIDADES.....	9
4.3. PRODUCCIÓN PER CAPITE POR DÍA DE GENERACIÓN DE RSU.....	11
4.4. COMPOSICIÓN DE RSU POR UNIVERSIDADES.....	12
4.5. RESIDUOS SÓLIDOS DE UNIVERSIDADES POR FUENTE DE GENERACIÓN.....	14
5. CONCLUSIONES.....	15
6. ASPECTOS INNOVATIVOS DE INTERÉS PARA RESALTAR.....	15

Las universidades, constituyen el estrato de unidades educativas (UE's) con mayor número de estudiantes después de los colegios, por tanto, conocer el volumen y las características de los Residuos Sólidos Urbanos-RSU generados en sus recintos será muy importante para las consideraciones en la elaboración de una propuesta de sistema de gestión integrada de residuos sólidos para Cochabamba, dando oportunidad a la interacción de la universidad con la sociedad y siendo que la práctica en la formación académica es uno de los mejores métodos para la retención del conocimiento. Fue muy importante, también, lograr la participación de los estudiantes en el estudio de generación y caracterización de RSU de su universidad, cuyos resultados podrán ser la base para la elaboración de una propuesta para el mejoramiento de la gestión de residuos sólidos.

After schools, universities constitute the educative units level with the greatest number of students; therefore, to know the volume and the characteristics of the Urban Solid Waste generated in their fields will be very important aspects to consider at the time to design a proposal of a solid waste integrated management system for Cochabamba, besides opening the opportunity to the interaction between the university and the society and proving that practice in the academic education is one of the best methods to acquire knowledge. It was very important too, to obtain the students' participation in the generation and characterization of RSU study of their university, which results could be the basis to design a new proposal to improve the solid waste management.

LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN UNIVERSIDADES DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Las universidades, constituyen el estrato de unidades educativas (UE's) con mayor número de estudiantes después de los colegios, por tanto, conocer el volumen y las características de los Residuos Sólidos Urbanos-RSU generados en sus recintos será muy importante para las consideraciones en la elaboración de propuesta de sistema de gestión integrada de residuos sólidos para Cochabamba.

Dando oportunidad a la interacción de la universidad con la sociedad y siendo que la práctica en la formación académica es uno de los mejores métodos para la retención del conocimiento, es muy importante lograr la participación de los estudiantes en el estudio de generación y caracterización de RSU de su universidad, además los resultados podrán ser la base para la elaboración de una propuesta para el mejoramiento de la gestión de residuos sólidos.

1.1. OBJETIVO GENERAL.

Determinar la influencia de las características de dependencia administrativa (fiscal o particular) de las universidades en la generación y composición de los residuos sólidos.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Calcular la generación, composición y peso volumétrico de los RSU producidos en universidades por dependencia administrativa.

Calcular la generación de RSU por fuentes principales al interior de los establecimientos de educación superior (aula, patio, baños, administración, laboratorios).

Realizar el análisis comparativo de los resultados por tipo de universidades.

2. HIPÓTESIS.

Las características de dependencia administrativa de las universidades influyen en los aspectos técnicos de la generación de residuos sólidos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

Diseño. Por la poca cantidad de universidades, se ha empleado el muestreo No Probabilístico eligiendo de manera directa a todas las universidades que acepten participar en el estudio.

Población. Se ha tomado como población a todas las universidades asentadas en el municipio de Cochabamba que son en 9 universidades en total, de las cuales 7 son privadas: EMI, UCATEC, UDABOL, UPAL, ULAT, UNICEN, UNIFRANZ, UNIVALLE y USIP) y 2 fiscales:

UMSS y UCB¹, Las 9 universidades tienen 66.444 personas generadoras (estudiantes, docentes y administrativos), este dato fue estimado a partir de las encuestas al personal administrativo de las universidades que participaron en el estudio.

Por los pocos volúmenes generados y motivos de mejor ejecución de la fase de campo toda la población de universidades se ha dividido en 3 grupos de estudio: Universidades Privadas (engloba las 7 universidades privadas), UCB y UMSS.

Muestra. Por el reducido tamaño de la población se tomó la decisión de hacer el estudio en todas las universidades que acepten participar en él. Solo una universidad privada negó su participación. Se trabajó con una muestra de 8 universidades con un total de 58.467 personas generadoras que representa el 88% de las personas generadoras en las universidades asentadas en la ciudad de Cochabamba.

Cuadro 1. Personal en la población y muestra de las universidades de Cochabamba, 2008

Grupo (Universidades)	Personal en la Población		Personal en la Muestra	
	Cantidad	Participación	Cantidad	Participación en el Grupo
Privadas (7Us.)	5.775	9%	5.003	87%
UCB	4.972	7%	4.972	100%
UMSS	55.697	84%	48.492	87%
Total	66.444	100%	58.467	88%

FUENTE: SGAB-Ciudades Focales, 2008

La imagen satelital de Google Earth con marcas de las universidades seleccionadas y sus diferentes unidades académicas se muestra en la siguiente figura.

¹ La UCB depende de la iglesia católica, es particular, pero a pesar de ello, el INE lo considera fiscal para fines estadísticos.

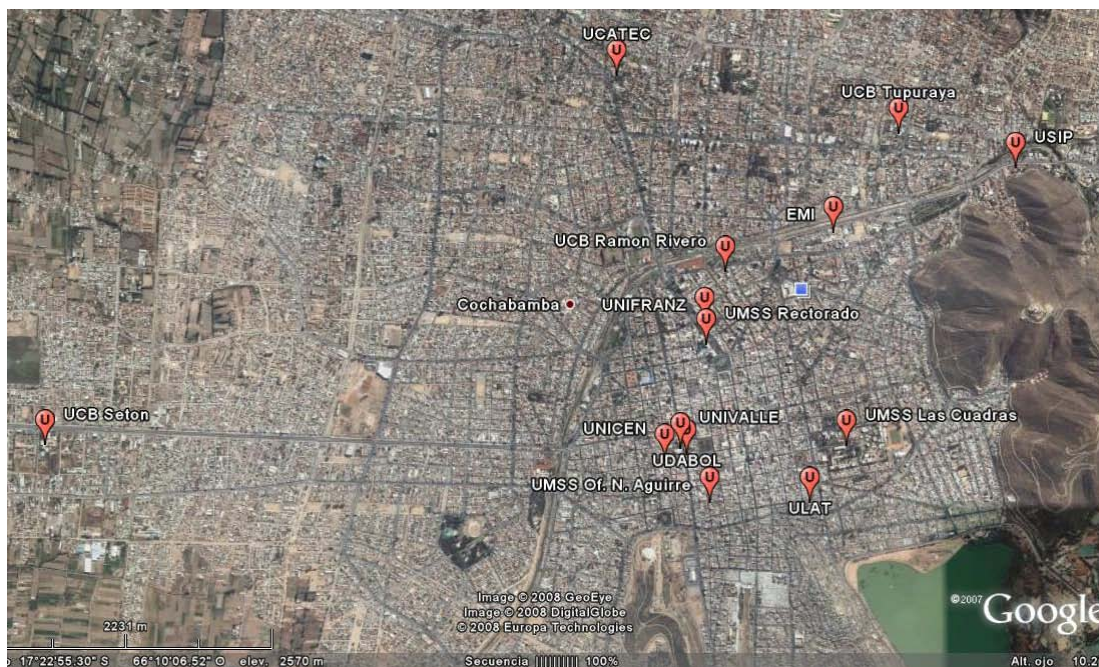


Figura 1: Ubicación de las universidades seleccionados para el estudio de generación y caracterización.

Procedimiento del trabajo. El trabajo se hizo conforme a la Norma Boliviana NB 743, en la que se ha cubierto todos los días en la que las universidades están en funcionamiento, y la mayoría de los casos son cinco días a la semana, de lunes a viernes.

La fase de campo del estudio en las universidades privadas se hizo con personal contratado para tal efecto, mientras que en las dos universidades fiscales se contó con la participación de 166 alumnos de las mismas universidades y de carreras relacionadas al tema, considerando esta fase del estudio como práctica académica.

La recolección y análisis de muestras de la UCB se hizo por separado en las 3 unidades académicas: Elizabeth Seton, R. Rivero y Tupuraya con 3 grupos de trabajo, en tanto que en la UMSS se hizo por Facultades y Unidades Administrativas con 14 grupos de trabajo en total.

La recolección de muestras de residuos en las universidades fiscales se llevó a cabo en recipientes diferentes por fuente de generación: Administración, Aulas, Patios, Baños, Laboratorios y Bio-infecciosos. Nótese que esto permite hacer un análisis comparativo de producción por fuente al interior de las universidades.

El análisis de la composición, al igual que el estudio en hogares, tomó en cuenta 24 subproductos considerados por su abundancia y la recuperación/comercialización actual de materiales.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

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

Del estudio de generación y caracterización realizado en septiembre y octubre de 2008, se tienen los siguientes resultados como promedio para todas las universidades.

Cuadro 2. Parámetros de los RSU de Universidades de Cochabamba, 2008

Producción per cápita (PPC): 0,007 Kg/pers-día
Peso volumétrico: 43,6 Kg/m ³

Materiales	Generación total (Kg/día)	Tipos de Materiales	Composición (% peso)	
Reciclables	204	Plásticos	26,2%	45,5%
		Papeles y cartones	15,9%	
		Vidrios	3,0%	
		Metales	0,3%	
Biodegradables	72	Compostables	15,9%	16,0%
		Madera	0,1%	
No Aprovechables (Basura)	173	Textiles y Mat.Sintet.	0,4%	38,5%
		Sanitarios	15,1%	
		Peligrosos	3,2%	
		Barreduras	15,8%	
		Otros	4,0%	
Total	449	Total	100,0%	100,0%

FUENTE: SGAB-Ciudades Focales, 2008

La baja generación per cápita y bajo peso volumétrico de RSU en las universidades, al igual que en los colegios, refleja el consumo generalizado de golosinas (galletas y dulces) y raciones líquidas, cuyos empaques son muy livianos.

El cálculo del PPC en las universidades toma en cuenta el total de estudiantes matriculados en el año.

Al estar las universidades dedicadas a la formación superior de adultos, la asistencia a las clases por lo general, es un aspecto no obligatorio ni evaluable, razón por la que no todos los estudiantes asisten diariamente y con regularidad. Es muy difícil determinar la cantidad de personal que asistió en los días de muestreo, razón por la cual se tomó como generadores el total de matriculados y el personal docente y administrativo en la gestión, hay que notar también que éste es uno de los motivos del bajo nivel de PPC que alcanza solamente a 1/3 de lo que se produce en colegios, donde la asistencia es obligatoria y con tiempo de permanencia fija durante el día y horarios para recreo definidos.

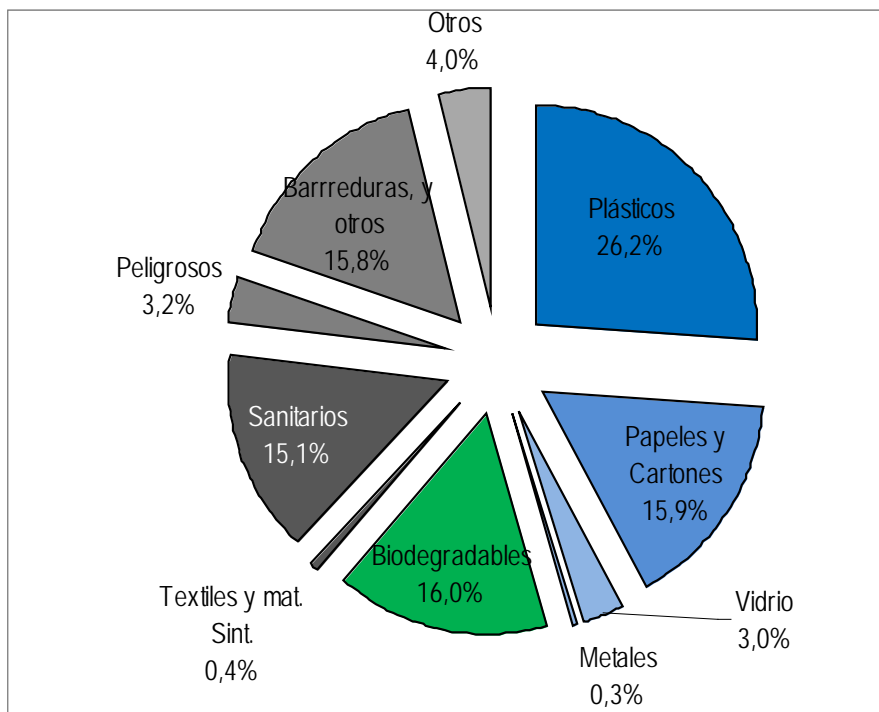


Figura 2. Composición de los RSU en Universidades de Cochabamba

La composición de los residuos de las universidades es bastante similar a lo de los institutos² pero, la PPC es inferior coincidente a la tasa de asistencia inferior que generalmente se da en las universidades respecto a los institutos, en las que la asistencia puede ser evaluable.

El contenido importante de residuos reciclables (45%) y biodegradables (16%) hace atractivo el aprovechamiento de residuos, sin embargo, la poca cantidad total producida por todo el estrato de universidades debe ser tomado en cuenta en la elaboración de la propuesta de un nuevo sistema de gestión de residuos.

El 39% de materiales no aprovechables actualmente, están compuestos de residuos sanitarios, bio-infecciosos y principalmente barrreduras compuestos de materiales menudos que se produce en las universidades.

² Según estudio similar, los institutos tienen una composición de 43% de Reciclables, 19% de Biodegradables y 38% de No Aprovechables

Cuadro 3. Composición de RSU en Universidades de Cochabamba, 2008

Material	Composición (%peso)
Plásticos	26,2%
PET	2,7%
PEAD	4,0%
PVC	0,0%
PEBD Envases	0,6%
PEBD Bolsas	13,0%
PP	3,6%
PS y otros	2,4%
Papeles y Cartones	15,9%
Papel periódico y otros	5,5%
Papel Blanco (bond)	5,7%
Cartones	4,1%
Otros Papel Cartón	0,6%
Vidrios	3,0%
Vidrio Claro	1,8%
Vidrio De color	1,0%
Vidrio Plano y otros	0,2%
Metales	0,3%
Aluminio	0,1%
Cobre	0,1%
Otros metales	0,1%
Biodegradables	16,0%
Compostables	15,9%
Madera	0,1%
No Aprovechables	38,5%
Textiles y mat. Sint.	0,4%
Sanitarios	15,1%
Peligrosos	3,2%
Barreduras, y otros	15,8%
Otros	4,0%
Total	100,0%

FUENTE: SGAB-Ciudades Focales, 2008

4.2. GENERACIÓN PER CÁPITA Y GENERACIÓN TOTAL DE RSU POR UNIVERSIDADES.

A fin de conocer las diferencias en la generación y composición de los residuos por la dependencia administrativa de las universidades, se ha conformado 3 grupos para hacer un análisis diferenciado.

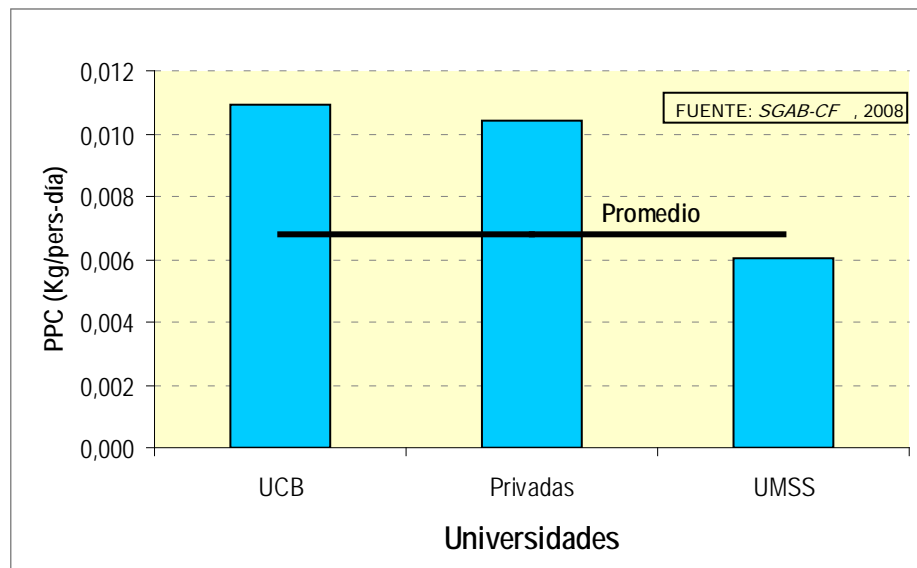


Figura 3. Generación per cápita por universidades

Las universidades privadas y la UCB, que en realidad es también privada, tienen mayor PPC que la fiscal UMSS, esta diferencia, está directamente relacionada al mayor poder adquisitivo de los estudiantes para consumir alimentos durante su permanencia en los establecimientos y la asistencia a clases de los estudiantes matriculados, que en el caso de la universidad fiscal es menor respecto a las particulares. El mayor costo de inversión que tienen que cubrir los estudiantes de la universidad privada, es factor de presión para la mayor asistencia y aprovechamiento respecto de la universidad fiscal en la que los estudiantes solo pagan matrícula y no mensualidades.

En las universidades públicas y grandes como UMSS, existen unidades de bienestar estudiantil destinadas a la cooperación de alumnos, el mejor ejemplo es el comedor universitario y la guardería, internado y otros. Los RSU generados en éstos, al no estar relacionadas a la actividad principal de formación académica de la unidad educativa, no fueron tomados en cuenta en el estudio, y deben ser considerados en otros grupos de generadores de la ciudad como por ejemplo gastronómicos en el caso del comedor universitario.

El nivel de PPC de las universidades privadas (entre 0,010 y 0,011 Kg/pers-día) es muy próximo al nivel promedio de los institutos (0,010 Kg/pers-día), que por lo general son también privados. Esto es una coincidencia entre dos estratos bastante diferentes, el primero, como las universidades privadas, principalmente está compuesta de estudiantes que por lo general provienen de familias pudientes que pueden costear de manera particular una educación superior, mientras que el de institutos está compuesto de estudiantes de familias de ingresos más bajos que no están capaces de costear los gastos de una educación superior larga, inclusive en una fiscal, y optan por carreras técnicas cortas ofertadas por los institutos.

La universidad fiscal (UMSS) tiene un nivel de PPC (0,006 Kg/pers-día) bastante próximo al de los institutos del área de enseñanza en Administración e Informática (0,007 Kg/pers-día).

Cuadro 4. Producción per cápita y generación total por universidades

Universidad	PPC (Kg/pers- día)	Generación (Kg/día)	Participa. en Generación
UCB	0,011	54,2	12,1%
Privadas	0,010	60,1	13,4%
UMSS	0,006	335,0	74,6%
Promedio, Totales	0,007	449,3	100,0%

FUENTE: SGAB-Ciudades Focales, 2008

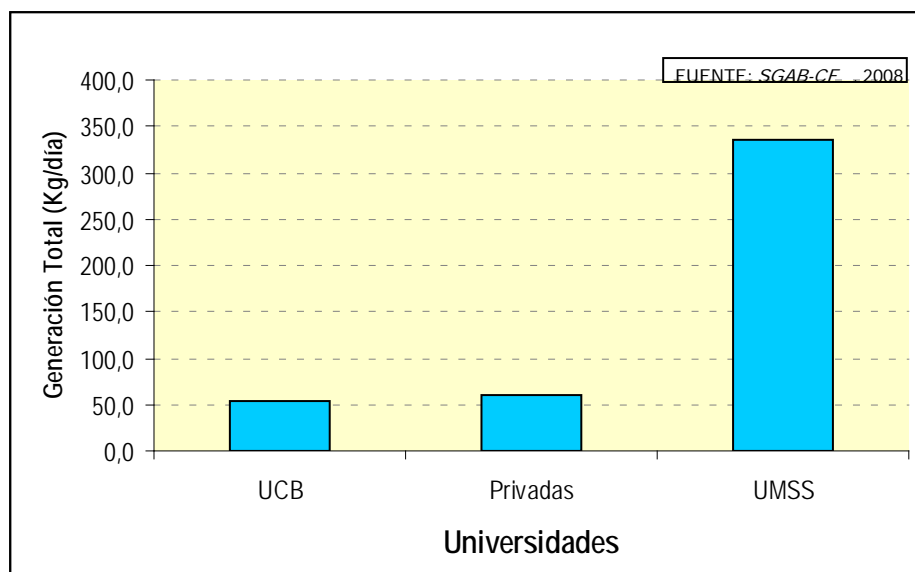


Figura 4. Generación diaria de RSU por Universidades.

La UMSS que es responsable de la formación del 84% de los estudiantes de la educación superior y genera el 75% del total de RSU, es el generador más importante de las universidades de Cochabamba a pesar de que tiene el más bajo nivel de PPC, el resto de las universidades genera poca cantidad de residuos comparado con UMSS, debido a la poca población estudiantil y a pesar de los mayores niveles de PPC.

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

El análisis de la PPC por día de generación de la semana, demuestra que no hay similitudes entre las universidades, pero la tendencia general es la baja diaria del primer al último día de la semana. Las variaciones diarias están dadas principalmente por los programas de limpieza y mantenimiento que difieren entre las universidades.

El más bajo nivel del PPC es el de los días sábado que ocurre en todas las universidades y se debe a que las clases están programadas solo hasta media jornada, por lo general.

Cuadro 5. PPC por día de generación

Universidad	Generación per cápita (Kg/pers-día)					
	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb
Privadas	0,012	0,010	0,012	0,011	0,009	0,008
UCB	0,013	0,012	0,013	0,009	0,012	0,006
UMSS	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,003

FUENTE: SGAB-Ciudades Focales, 2008

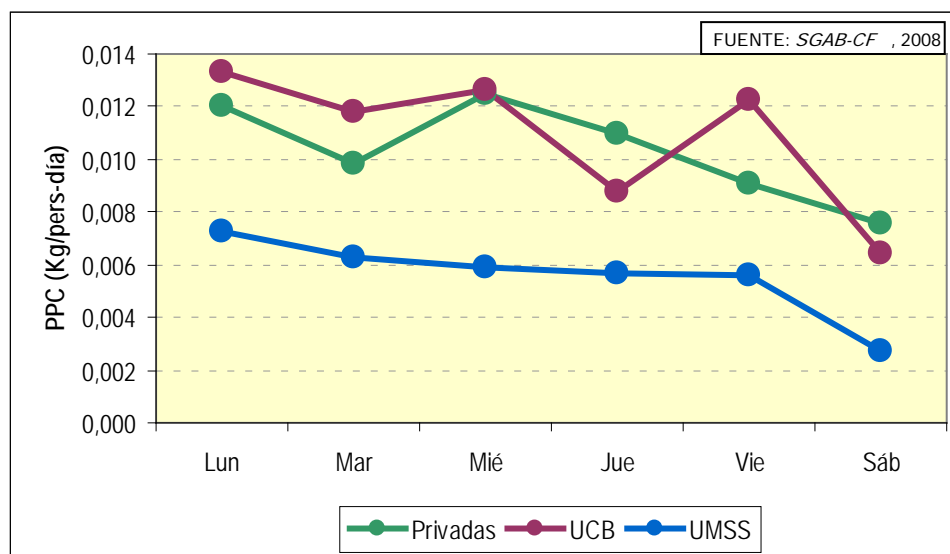


Figura 5. Variaciones de PPC de universidades por día de generación.

4.4. COMPOSICIÓN DE RSU POR UNIVERSIDADES.

A continuación se presenta los resultados de composición general, resumido por tipos de material, y la composición específica de los materiales reciclables por universidades.

Cuadro 6. Composición de RSU de colegios por grupos y estratos.

Estrato (Nivel Enseñanza)	Composición por Tipo de Material			Composición de Reciclables			
	Reciclables	Biodegradables	No Aprovechables	Plástico	Papel Cartón	Vidrio	Metal
UMSS	47,4%	15,5%	37,1%	27,8%	16,2%	3,3%	0,2%
UCB	46,1%	20,2%	33,8%	27,8%	13,6%	3,8%	0,8%
Privadas	33,9%	15,4%	50,7%	16,2%	16,7%	0,5%	0,5%
Promedio	45,5%	16,0%	38,5%	26,2%	15,9%	3,0%	0,3%

FUENTE: SGAB-Ciudades Focales, 2008

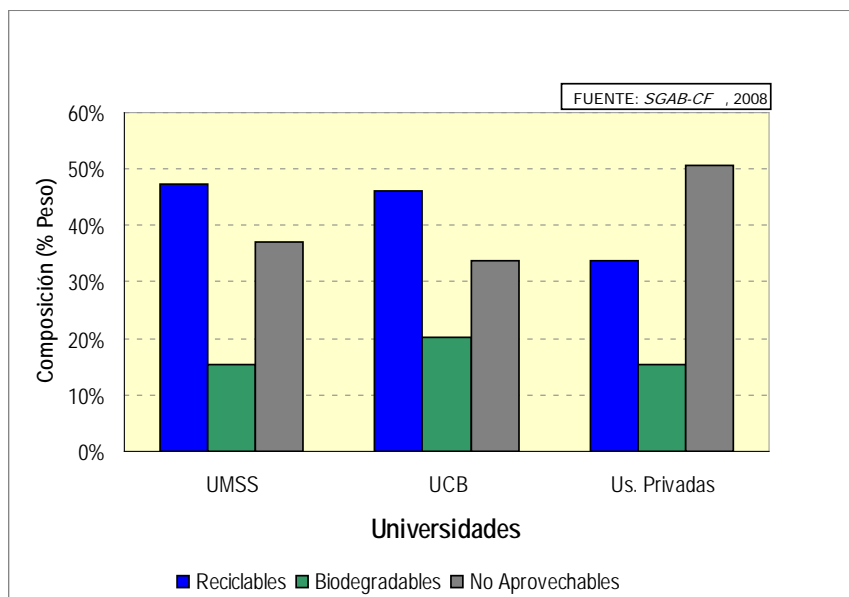


Figura 6. Composición de RSU por nivel de enseñanza, dependencia y turno.

La UMSS y UCB tienen una proporción de Reciclables mayor respecto a los No Aprovechables y Biodegradables. En promedio, las universidades privadas tienen mayor proporción de materiales No Aprovechables, esta situación se debe a la mayor producción de barreras y particularmente a la mayor generación de bio-infecciosos de UNIVALLE por sus carreras de medicina y odontología que son las únicas de esta institución que se incluyeron en el estudio por su localización en el área de estudio.

Para fines de aprovechamiento de los materiales de los residuos, es necesario analizar la composición de los residuos reciclables en las universidades; a continuación se incluye un gráfico que permite distinguir las diferencias.

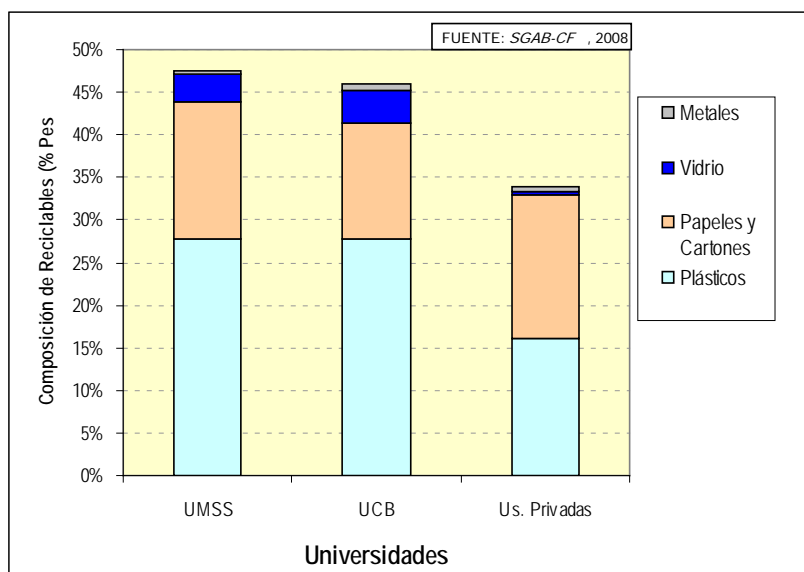


Figura 7. Composición de residuos reciclables por distrito.

El contenido mayoritario de plásticos y papeles en los residuos reciclables de las universidades expresa el consumo generalizado de jugos en bolsa plástica y desecho de papeles del material académico de los estudiantes, muy similar a lo que ocurre en otras UE's como institutos y colegios.

La fracción de todos los materiales reciclables entre UMSS y UCB es bastante similar, en tanto que en las universidades privadas, las fracciones de plástico, vidrio y metales son inferiores.

4.5. RESIDUOS SÓLIDOS DE UNIVERSIDADES POR FUENTE DE GENERACIÓN.

La medición de los RSU por fuente de generación permite observar la conducta de los estudiantes en el manejo de residuos sólidos al interior del establecimiento.

Aprovechando la participación numerosa de estudiantes en la fase de campo de los estudios realizados en UCB y UMSS, se hizo la recolección diferenciada de residuos en seis fuentes importantes identificadas: Aulas, Patios, Oficinas, Baños, Laboratorios y Bio-infecciosos. En el presente estudio se ha considerado como residuos de laboratorio a los no bio-infecciosos generados en los laboratorios de química y biología.

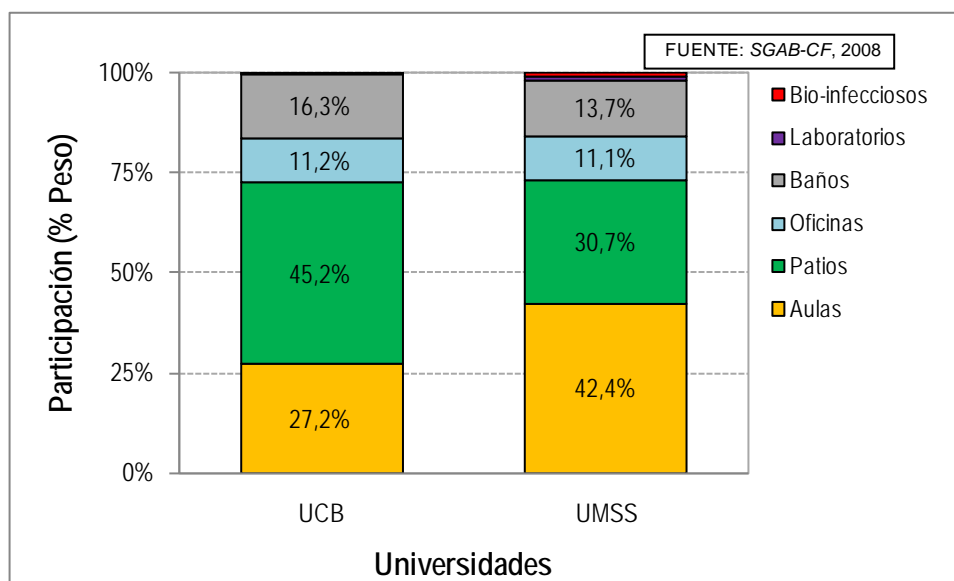


Figura 8. Participación de las fuentes de residuos en la generación total de universidades.

La mayor cantidad de RSU de las universidades se generan en las aulas y patios, en promedio esto representa el 73% del total de residuos, la administración de la UE's genera el 11%, y el resto se genera en los baños y laboratorios.

La generación de residuos en las aulas depende de las reglas que establece cada institución y principalmente de las normas de conducta que aplica cada docente en su aula. Los resultados obtenidos son un indicador de la aplicación de esas normas y permite aproximarnos a saber la importancia que le dan los docentes al manejo de residuos en sus aulas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, los alumnos de la UMSS no guardan una conducta apropiada en las aulas ya que allí producen la mayor cantidad de residuos durante su

permanencia en la institución, en tanto que la UCB, la conducta es mejor ya que producen más residuos en el patio que en aula.

5. CONCLUSIONES.

El estudio de generación y caracterización de RSU en Universidades, complementa la información requerida de un estrato importante como las UE's, para ser utilizada en el desarrollo de la propuesta del Sistema de Gestión Integrado de Sólidos para Cochabamba. Los valores promedio obtenidos para las universidades de Cochabamba son: PPC 7 g/pers-día, generación total 449 Kg/día, peso volumétrico 43,6 Kg/m³, composición Reciclables 45,5%, Biodegradables 16,0% y No Aprovechables 38,5%.

El contenido importante de residuos aprovechables (62%) (Reciclables y biodegradables) hace atractivo el aprovechamiento de residuos, sin embargo la poca cantidad total producida por todo el estrato de universidades debe ser tomada en cuenta en la elaboración de la propuesta.

Las universidades tienen un PPC promedio que es 1/3 al de los colegios, esto refleja principalmente la tasa de ausencia que tienen los estudiantes matriculados en la educación superior en las que la asistencia a clases no es evaluable. Se ha comprobado que los estudiantes matriculados de la universidad fiscal producen 6 g/pers-día, aproximadamente 40% menos de residuos por persona que los estudiantes matriculados de la universidad privada (10 g/pers-día), y la composición de los RSU producidos en las universidades son bastante similares independientemente si son fiscales o particulares.

Del total de los RSU generados por las universidades, la UMSS genera el 75%, la UCB el 12%, y el 13% restante es generado por las universidades privadas.

Los estudiantes de UMSS (fiscal) producen 42% de sus residuos en aulas, 31% en los patios y el 27% en las oficinas, baños y otros, en tanto que, los alumnos de la UCB (privada) producen 27% de sus residuos en aulas, 45% en patios y el 28% en otros. La mayor proporción de residuos en patios de UCB se debe a la mayor importancia que se le da al manejo de residuos sólidos en relación a la UMSS en las que la mayor proporción de RSU se produce en aulas en lugar de patios.

6. ASPECTOS INNOVATIVOS DE INTERÉS PARA RESALTAR.

Este es el primer estudio de generación y caracterización de RSU realizado específicamente en universidades de Cochabamba con la participación en la fase de campo, como práctica académica, de los estudiantes de las dos universidades con mayor número de personal de la jurisdicción municipal. El apoyo decisivo de los docentes ha permitido lograr el éxito de la práctica académica realizado en sus asignaturas.