

EVOLUCION DE LA CALIDAD DE LOS RSU (1972-2005) CIUDAD DE BUENOS AIRES

Autores

Director del Estudio: Ingeniería Sanitaria Marcela Sandra De Luca (*)

Coordinación Ingeniería Sanitaria: Nestor Giorgi (*)

Coordinación Planificación Urbano-Ambiental: María Elena Guaresti (*)

Colaboradores: Jorge Ferreyra, Ariane Gudewort, y Agostina Meneguzzi

INSTITUTO DE INGENIERIA SANITARIA: Paseo Colón 850 4° Piso (1063) – Buenos Aires – ARGENTINA - TEL/FAX: 54-11-4331-5362 – email: mdeluca@arnet.com.ar

mdeluca@arnet.com.ar y meg@impsat.net

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado por el Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (IIS) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (UBA). El Estudio tiene como objetivos, recopilar la información existente y resultados de los diferentes Estudios de Calidad de RSU desarrollados por éste Instituto, durante el periodo 1972 a 2005. Asimismo, evaluar la relación de los cambios socioeconómicos producidos en la Ciudad con la composición de los residuos, a través de la búsqueda de indicadores en común, que permitan establecer correlaciones entre las variables de importancia que afecten la composición y generación de RSU.

Asimismo, se definirán hitos cronológicos, estableciendo los principales factores que pudiesen haber afectado a la calidad y generación de los residuos sólidos urbanos en dichos períodos históricos .

Palabras Claves: Residuos Sólidos, Caracterización, Composición Física y Química, Generación.

EVOLUCION DE LA CALIDAD DE LOS RSU (1972-2005)

CIUDAD DE BUENOS AIRES

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo fue realizado por el Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, tomando como base los Estudios de Calidad de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), que este Instituto viene desarrollando desde 1972 hasta la fecha.

En el año 1972, se realizó un primer estudio que permitió conocer la composición física y química promedio para toda la ciudad y sus barrios, antecedente invaluable al momento de la planificación y creación del Relleno Sanitario de Villa Domínico.

En el año 1991, el Instituto, con apoyo económico de CEAMSE, la dirección del Ing Augusto Pescuma, y la participación de la Ing Marcela De Luca, desarrolló un nuevo estudio¹, en el que los resultados de la generación y calidad de los residuos sólidos de la Ciudad de Buenos Aires fueron doblemente estratificados, por Nivel Socioeconómico y por tipo de Uso del suelo.

Una década después, en el año 2001, el Instituto volvió a realizar un Estudio de Calidad y Gestión de los Residuos Sólidos de la Ciudad de Buenos Aires, a través del convenio específico suscripto en virtud del convenio marco de asistencia técnica, celebrado entre la Secretaría de Obras y Servicios Públicos del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (1999). En esa oportunidad se realizó un estudio de calidad física, química y microbiológica, a través de una muestra representativa equivalente al 30 % de la población de Buenos Aires. Los resultados también se presentaron doblemente estratificados por Nivel Socioeconómico (SE) y Tipo de Uso del Suelo (UDS), como elementos de descripción y evaluación de las conclusiones elaboradas.

Cabe señalar que el convenio específico mencionado, suscripto a fines del año 2000, integró además un conjunto de estudios particularizados con el objetivo de realizar la evaluación de la factibilidad técnico-económica, social y ambiental de implementación de alternativas de gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) para la ciudad de Buenos Aires (Viabilidad de la contenedorización de los servicios de recolección de RSU, Factibilidad de aplicación de políticas de minimización y reciclaje, Recolección neumática de RSU, etc.). Dichos Estudios se complementaron luego con el Diagnóstico y Evaluación de la Gestión de los Servicios de Higiene Urbana (Licitación 14/97) de la Ciudad de Buenos Aires, en rigor una auditoría de las actuaciones y desvíos del pliego de Higiene Urbana vigente en ese momento.

En el año 2005, sobre la base metodológica y de experiencia concreta en campo sobre trabajos de caracterización de residuos, es que CEAMSE decidió realizar el esfuerzo conjunto que permitiera conocer la calidad promedio de toda la ciudad, haciendo consistentes los resultados que incluyen la identificación de zonas de generación diferenciales, clasificadas según el Uso y Ocupación del Suelo, Densidad Poblacional y el Nivel Socioeconómico (NSE) predominante y dichas zonas.

Ese trabajo, Estudio de Calidad de los Residuos Sólidos de la Ciudad de Buenos Aires, fue realizado por el Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental a través del convenio de asistencia técnica celebrado entre la Coordinación Ecológica Metropolitana (CEAMSE) y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, a fines del año 2005. En este trabajo se ha

¹ Con la coautoría del Ing A. Sarubbi e Ing. Martín Ronnow, también del Instituto de Ingeniería Sanitaria.

muestreado el 44.4 % de las rutas, el 41.2% de la población de la ciudad y 38.7% del total de toneladas.

El acuerdo mencionado tuvo como finalidad integrar y potenciar, por un lado la capacidad operativa de CEAMSE y, por el otro, la experiencia y rigor científico del Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Universidad Nacional de Buenos Aires, institución pionera en este tipo de estudios.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El presente trabajo tiene por objetivo determinar la evolución histórica (1972/2005) de la composición física y química de los RSU en la Ciudad de Buenos Aires. Consecuentemente, se realiza también el análisis y evaluación de los cambios socioeconómicos producidos en la Ciudad – y en el país- y su relación con la composición de dichos residuo, a los efectos de identificar indicadores que permitan establecer correlaciones entre las variables Nivel Socioeconómico (NSE) y Usos Predominantes del Suelo (UDS), que afecten la composición y generación de RSU.

2.1. Objetivos específicos

Los objetivos específicos del presente trabajo consideraron la determinación de la evolución de Calidad de los RSU, según el análisis de:

- Evolución de la Composición Física promedio de los RSU de la CBA para los años de estudio (1972, 1991, 2001 y 2005)
- Evaluación y análisis de los datos de composición de RSU, con la determinación de las causas de los cambios producidos durante el periodo de estudio (1972-2005)
- Evolución del Potencial Contenido de Materiales Reciclables para la CBA.
- Evolución de la Composición Química promedio de los RSU de la CBA para los años de estudio (1972, 1991, 2001 y 2005).

▪

2.2. Área de Estudio

El área de Estudio se integra con la totalidad de la Ciudad de Buenos Aires (aproximadamente 3.000.000 habitantes)

3. RESEÑA METODOLÓGICA

3.1. Descripción de los Trabajos de Caracterización de RSU realizados

Los Estudios de Calidad de los residuos sólidos desarrollados por el Instituto de Ingeniería Sanitaria, se caracterizaron por el desarrollo de:

- **Trabajo de Campo**, que incluye la delimitación en un mapa de la Ciudad de Buenos Aires del conjunto de Rutas de Recolección de Residuos Sólidos Domiciliarios; la clasificación de las Rutas según Uso y Ocupación del Suelo y Niveles Socioeconómicos predominantes
- **Determinación y Selección del número de muestras representativas** para los análisis físicos y químicos, y la selección de las Rutas de Recolección de RSU, abarcando los distintos sectores geográficos de la ciudad, de modo tal de conocer el comportamiento diferencial de la población.
- **Desarrollo del Muestreo Aleatorio**, doblemente estratificado (según Uso del suelo y Nivel socioeconómico), y multietápico (considerándose como universo de muestreo al conjunto de

rutas de recolección en que se encuentra dividida la ciudad de Buenos Aires). La metodología del muestreo utilizada es la determinada por la Norma ASTM 5231-92 - "Standard Test of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Wastes" y la Norma IRAM 29523 - "Determinación de la composición de residuos sólidos urbanos sin tratamiento previo" - Calidad ambiental - Calidad del suelo

- **Tratamiento estadístico de la información:** evaluación estadística de los datos del muestreo y determinación de la Composición Física y Química, Peso Volumétrico, Peso per cápita, Promedio Total y según la clasificación de UDS y NSE, de los RSU de la Ciudad de Buenos Aires. Este procesamiento incluyó la obtención de los siguientes parámetros estadísticos: promedio, cuartiles, desvío standard, Coeficiente de variación (Cv) e Intervalo de Confianza.
- **Desarrollo de Conclusiones y Recomendaciones:** definiéndose las características más importantes de la composición, su comparativa respecto a estudios anteriores y la correlación de los valores de composición y generación encontrados con hitos económicos y sociales que ocurrieron en la Ciudad y el País durante el periodo en estudio. Definición de recomendaciones para la gestión de residuos en la CBA, teniendo en cuenta la optimización de los costos operativos y de inversión, así como para la implantación de nuevas tecnologías.

3.2. Recopilación de la Información

Se llevó a cabo la recopilación y análisis de los cuatro Estudios de Calidad de los RSU desarrollados por el IIS-FIUBA durante el periodo 1972 a 2005.

- Estudio de la Basura de la Ciudad de Buenos Aires - (1972) - Instituto de Ingeniería Sanitaria (IIS) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA).
- Estudio de Calidad de los Residuos Sólidos de la Ciudad de Buenos Aires - (1991) - IIS/FIUBA - CEAMSE.
- Estudio de Calidad y Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de Buenos Aires - (2001/2002) - IIS/FIUBA - DHU/GCBA.
- Estudio de Calidad de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de Buenos Aires - (2005/6) - IIS/FIUBA - CEAMSE.

3.3. Adecuación y Análisis de la Información a la metodología de trabajo

La información fue digitalizada, compatibilizando algunos aspectos distintivos de los diferentes estudios (tales como componentes presentes). Este análisis y evaluación consistió en:

- Determinación de la composición física promedio de los RSU de la Ciudad para los años 1972, 1991, 2001 y 2005.
- Determinación de la composición química promedio de los RSU de la Ciudad para los años 1972, 1991, 2001 y 2005.
- Determinación de los valores de peso volumétrico de los RSU de la Ciudad para los años 1991, 2001 y 2005.
- Cálculo de la Producción per Cápita (PPC) promedio de la Ciudad para los años 1972, 1991, 2001 y 2005, teniendo en cuenta los registros de población (INDEC y extrapolaciones desarrolladas ad-hoc por el equipo de trabajo) y los datos de registros del GCBA y CEAMSE.
- Comparativa de los valores promedios de los componentes más importantes encontrados en los RSU. Estos son: desechos alimenticios, papeles y cartones, plásticos y vidrios (estos componentes representan más del 80% del total de los RSU). Asimismo, se destaca la

realización del análisis en peso de estos componentes –significan analizar los kilogramos promedio diario recolectados de cada uno de ellos.

- Adecuación de los resultados obtenidos oportunamente en cada uno de los estudios a la metodología de análisis utilizadas por el grupo de trabajo para la determinación de la composición según los factores más determinantes: UDS (Uso predominante del Suelo) y NSE (Nivel Socioeconómico)
- Determinación de la composición física de los RSU según UDS para los estudios realizados en los años 1972, 1991, 2001 y 2005.
- Determinación de la composición física de los RSU según NSE para los estudios realizados en los años 1991, 2001 y 2005.
- Determinación de la composición física de los RSU según los factores UDS y NSE para los estudios realizados en los años 2001 y 2005.
- Comparativa de la Producción Per Cápita de la CBA, según UDS y NSE para los estudios realizados en los años 2001 y 2005.

3.3.1 Compatibilización de la información recopilada

Para el desarrollo de las comparativas de la composición física se tuvieron en cuenta algunos agrupamientos de componentes realizados durante el muestreo por los responsables de acuerdo a las distintas situaciones coyunturales en cada período. Estos son:

Para el Estudio del año 1972

- Los plásticos fueron analizados en conjunto con los materiales: cuero y corcho. Estos representaban en conjunto un valor del 2,42%.
- Se definió como componente a las latas, sabiendo que estas en su mayoría estaban compuestas de hierro y/o sus aleaciones, este fue considerado para este análisis como metales ferrosos.
- Este estudio no incluyó la realización de la determinación de Peso Volumétrico (kg/m³) de los RSU sueltos.

Para el Estudio del año 1991

- El componente plástico incluía a los pañales y apósitos dentro de su composición, dado que estos se fabrican en Polipropileno. Cabe destacar que su presencia en el mencionado estudio era despreciable comparativamente con otros componentes plásticos.
- Dentro del componente desechos alimenticios se incluyó en este estudio los residuos de poda y jardín. Se destaca que su presencia era despreciable en contraste con los valores de desechos alimenticios propiamente dichos.
- Se incluyó dentro de este análisis al componente huesos, dentro de desechos alimenticios. Los valores del huesos en los RSU representaban el 1.01% del total.
- En este Estudio se agruparon los componentes madera, goma, cuero y corcho.

Para los Estudios del 2001 y 2005

- Se realizó una desagregación por sub-componentes para los componentes principales, tales como: papeles y cartones, plásticos, vidrio y metales no ferrosos, para evaluar la factibilidad de reciclaje de los componentes.
- Para estos estudios se incluyeron componentes tales como: pañales descartables y apósitos (aproximadamente el 4%); residuos de poda y jardín; residuos peligrosos y patogénicos (aproximadamente el 1%) y materiales misceláneos -partículas menores a 12.7

mm, que dado su tamaño son de difícil segregación- (aproximadamente el 4%), debido a que su presencia en el flujo de residuos sólidos analizado ameritaba su segregación e inclusión en una categoría particular.

- Asimismo, en el estudio del año 2005, se desagregó como categoría particular los aerosoles, que representan el 0,35% del total de RSU.

4. COMPARATIVA DE CALIDAD FÍSICA Y QUÍMICA

4.1. Introducción

Las actividades de Muestreo de los RSU de la Ciudad de Buenos Aires se llevaron a cabo en los años: 1972, 1991, 2001 y 2005, por el Instituto de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Buenos Aires, a través del trabajo de alumnos, docentes e investigadores mediante la firma de Convenios Específicos con CEAMSE y GCBA.

Con los datos de los muestreos realizados se llevó a cabo una comparativa de la Evolución de la Composición Física y Química de los RSU para un periodo mayor a 30 años, teniendo en cuenta los valores promedio totales de la CBA, así como los resultantes del análisis según los factores que influyen en la calidad de ésta, tales como el Uso del Suelo (UDS) y Nivel Socioeconómico (NSE) predominantes (para los estudios en los cuales se contaba con esta información).

Se destaca que la composición de los RSU evoluciona con el tiempo, dependiendo ésta, no solo de los factores de la población, tales como: crecimiento vegetativo y NSE, y las actividades que se desarrollan en la ciudad (Usos del Suelo predominantes), sino también de los usos y costumbres de la sociedad en el intervalo temporal estudiado. En este enfoque se evalúan procesos internos, tales como políticas económicas nacionales, y además, se analizan los efectos de la globalización sobre la calidad de los RSU.

4.2. Composición Física

De las muestras de composición física de los Estudios de Calidad analizados, se realizó una comparativa de los componentes que se enumeran a continuación:

- ✓ Papeles y Cartones
- ✓ Plásticos
- ✓ Metales Ferrosos y No Ferrosos
- ✓ Vidrios
- ✓ Materiales Textiles
- ✓ Pañales Descartables
- ✓ Materiales de Demolición y Construcción
- ✓ Madera, goma, cuero y corcho
- ✓ Desechos Alimenticios
- ✓ Peso Volumétrico

En la **Tabla 1**, se presentan los valores de la composición promedio total de la CBA (en porcentaje peso en peso) de los principales componentes de los RSU, así como los valores de peso volumétrico (PV) y Producción per Cápita para los años 1972, 1991, 2001 y 2005. En el **Gráfico 1**, se presentan la composición promedio para los años en estudio.

Tabla 1 - Composición Promedio Total de la CBA				
Componentes	1972	1991	2001	2005
<i>Papeles y Cartones</i>	20,30%	17,42%	24,10%	18,24%
<i>Plásticos</i>		14,44%	13,75%	19,14%
<i>Vidrio</i>	4,94%	6,00%	5,19%	5,59%
<i>Metales Ferrosos</i>	3,64%	2,51%	1,57%	1,29%
<i>Metales No Ferrosos</i>	0,09%	0,64%	0,90%	0,35%
<i>Materiales Textiles</i>	3,02%	2,71%	2,51%	2,74%
<i>Madera</i>	1,89%	1,80%	1,30%	1,15%
<i>Goma, cuero, corcho</i>			0,70%	0,75%
<i>Pañales Descartables y Apositos</i>			4,05%	4,58%
<i>Materiales de Construcción y Demolición</i>	0,00%	1,98%	1,70%	1,08%
<i>Residuos de Poda y Jardín</i>			4,97%	1,38%
<i>Residuos Peligrosos</i>			1,24%	0,73%
<i>Residuos Patógenos</i>			0,41%	0,28%
<i>Desechos Alimenticios</i>	63,45%	52,50%	33,39%	37,74%
<i>Miscelaneos Menores a 12,7 mm</i>			4,22%	4,59%
<i>Aerosoles</i>				0,35%
<i>Plástico, Cuero, Caucho</i>	2,42%			
TOTAL	100%	100%	100%	100%
PESO VOLUMETRICO PROMEDIO				
Peso Volumetrico (kg/m3)		245,68	184,51	258,80
PRODUCCION PER CAPITA				
PPC (kg/hab x día)	0,693	0,697	0,882	0,979

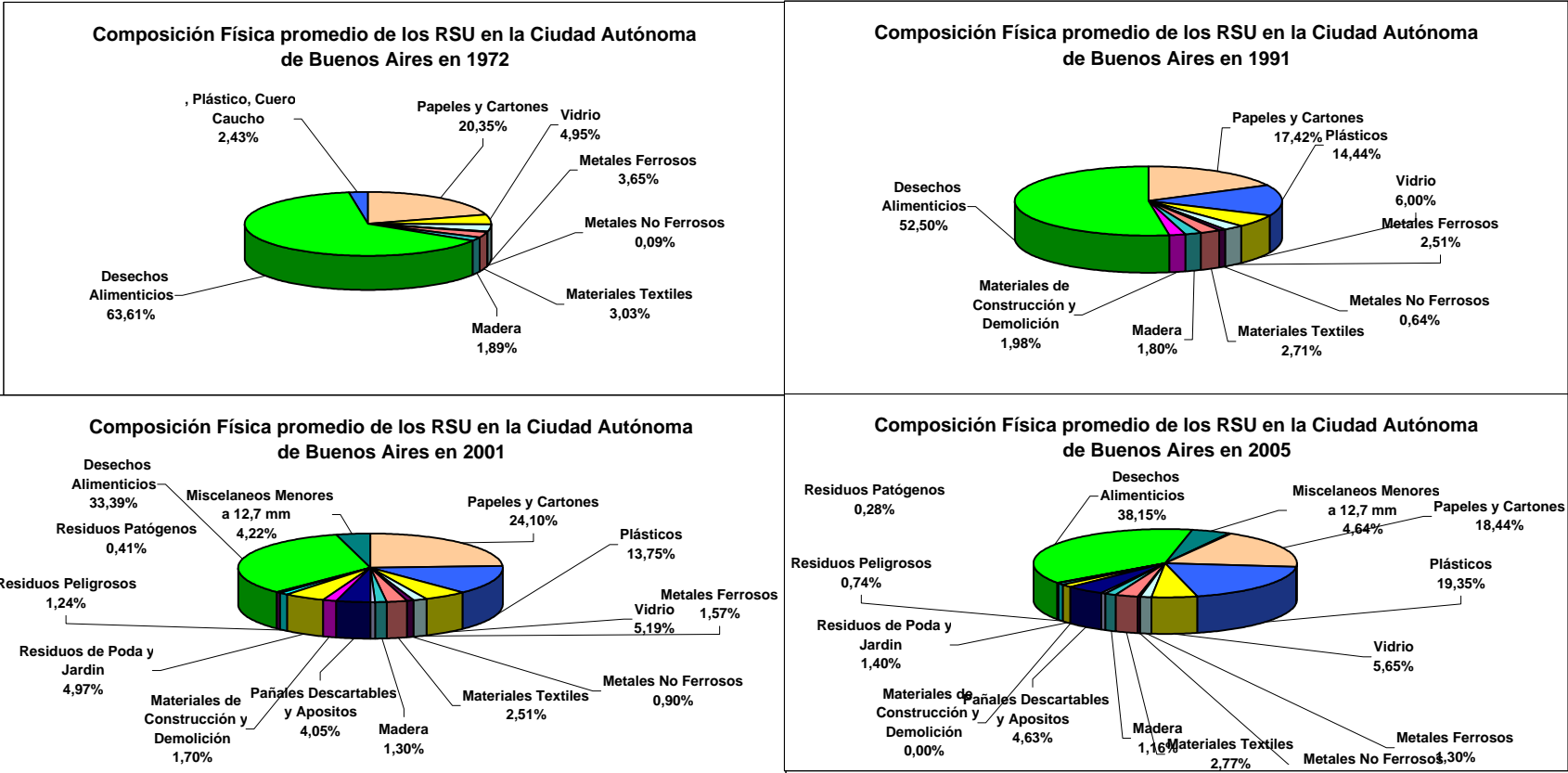


Gráfico 1 - Composición promedio total de la CBA - 1972/1991/2001/2005

En las **Tablas 2 y 3**, se presentan los valores de la composición promedio según UDS y NSE (en porcentaje peso en peso) de los principales componentes de los RSU, para los años 1972, 1991, 2001 y 2005, respectivamente.

Asimismo, se destaca la evaluación realizada de los principales componentes: desechos alimenticios, papeles y cartones, plásticos y vidrio para el intervalo analizado, no solamente en porcentaje en peso, sino la evaluación de los pesos de cada componente teniendo en cuenta las cantidades de RSU recolectadas. Los resultados del análisis se presentan en los **Gráficos 2 y 3**, para porcentual en peso y pesos de materiales respectivamente.

4.2.1 Composición Química

Con respecto a la composición química, se evaluó los cambios de composición durante el periodo en estudio, se han analizado los parámetros de importancia relacionados con la factibilidad de implementación de diferentes tratamientos para la gestión de los RSU.

Dado los cambios tecnológicos en las metodologías de análisis químicos, en año 1972 mediante utilización solamente de métodos calorimétricos y a partir del año 90 la utilización de metodologías de análisis más sofisticadas y precisas, resulta imposible la comparación de la mayoría de los parámetros químicos. Solamente pueden ser comparados los valores de:

- ✓ **Parámetros relacionados con la posibilidad de realización de tratamientos térmicos:** Poder Calorífico Inferior (en base húmeda y seca) y Superior (en base húmeda y seca)
- ✓ **Compuestos que pueden afectar la operación:** pH y Humedad
- ✓ **Metales Pesados:** Arsénico, Bario, Cadmio, Cobre, Cromo Total, Hierro, Mercurio, Níquel, Plomo, Zinc, Talio, Selenio y Vanadio (Analizados en los estudios de los años: 2001 y 2005)
- ✓ **Compuestos Peligrosos:** Pesticidas Clorados (Aldrin + Dieldrin, Clordano, Heptacloro + Heptacloroepoxi y Lindano), Bifenilos Policlorados (PCB's), Compuestos fenólicos, Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares y BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno) (analizados solamente en los estudios de 2001 y 2005)

Caben las siguientes aclaraciones:

- No se han tenido en cuenta los valores de parámetros químicos analizados en los estudios de los años 1972 y 1991, debido a la variación de la precisión de las metodológicas analíticas utilizadas.
- Solamente son comparables los valores de Poder Calorífico dado que el método analítico utilizado en todos los casos es el mismo, mediante Bomba Calorimetrica. Igualmente se pueden comparar los valores de pH y Humedad.

Los valores comparativos de los parámetros químicos promedio de los RSU de los estudios analizados se presentan en la **Tabla 4**.

Tabla 2 - Resumen Composición RSU según UDS 1972-2005

Componentes	Central				Residencial				Residencial-Comercial				Mixta			
	1972	1991	2001	2005	1972	1991	2001	2005	1972	1991	2001	2005	1972	1991	2001	2005
Papeles y Cartones	19,83%	30,12%	24,86%	21,68%	20,77%	14,50%	18,18%	23,50%	22,28%	22,50%	17,68%	25,89%	18,78%	22,94%	14,87%	24,26%
Diarios y Revistas			4,60%	4,48%			4,30%	8,84%			3,76%	8,84%			2,92%	6,08%
Papel de Oficina (Alta Calidad)			1,40%	2,34%			0,67%	0,95%			0,59%	0,83%			0,70%	0,87%
Papel Mezclado			12,83%	10,43%			8,14%	8,67%			7,95%	10,38%			7,59%	10,66%
Cartón			5,23%	3,87%			4,13%	4,11%			4,63%	4,80%			2,79%	5,75%
Envases Tetrabrick			0,79%	0,56%			0,94%	0,93%			0,76%	1,04%			0,88%	0,91%
Plásticos		8,53%	15,99%	18,79%		13,30%	19,53%	13,58%		19,20%	19,27%	13,05%		16,24%	16,13%	12,94%
PET (1)			2,15%	2,59%			2,84%	2,89%			2,75%	2,46%			2,54%	2,82%
PEAD (2)			3,52%	1,78%			1,93%	3,52%			1,88%	3,40%			1,73%	2,72%
PVC (3)			0,59%	1,00%			0,84%	0,37%			0,77%	0,44%			0,53%	0,30%
PEBD (4)			6,91%	8,36%			10,49%	4,27%			10,93%	4,45%			8,37%	4,94%
PP (5)			1,93%	0,90%			1,00%	1,48%			0,71%	1,11%			0,82%	1,10%
PS (6)			0,43%	3,13%			1,88%	0,46%			1,80%	0,52%			1,47%	0,30%
Otros (7)			0,47%	1,03%			0,55%	0,59%			0,43%	0,66%			0,67%	0,76%
Vidrio	5,62%	11,55%	5,27%	6,22%	4,89%	5,60%	5,72%	5,60%	5,29%	6,70%	5,32%	4,82%	4,46%	6,03%	4,07%	3,35%
Verde			2,12%	2,34%			2,57%	2,67%			2,57%	2,16%			2,21%	1,78%
Ambar			0,81%	1,74%			0,80%	0,92%			0,64%	0,84%			0,19%	0,29%
Blanco			2,34%	2,15%			2,25%	2,01%			2,10%	1,82%			1,65%	1,28%
Plano				0,00%			0,11%				0,00%				0,02%	
Metales Ferrosos	3,73%	0,50%	1,94%	0,95%	3,44%	2,40%	1,37%	1,44%	3,64%	3,00%	1,32%	1,69%	2,88%	3,37%	1,05%	1,89%
Metales No Ferrosos	0,32%	0,50%	1,21%	0,29%	0,00%	0,54%	0,39%	1,03%	0,21%	1,15%	0,31%	0,60%	0,00%	0,50%	0,27%	0,55%
Latas de Aluminio			0,51%	0,00%			0,00%	0,47%			0,00%	0,42%			0,00%	0,35%
Aluminio			0,48%	0,00%			0,04%	0,30%			0,00%	0,18%			0,04%	0,19%
Bronce			0,13%	0,00%			0,00%	0,00%			0,00%	0,00%			0,00%	0,00%
Plomo			0,00%	0,00%			0,00%	0,07%			0,00%	0,00%			0,00%	0,00%
Otros Metales no ferrosos			0,11%	0,29%			0,23%	0,20%			0,26%	0,00%			0,23%	0,00%
Materiales Textiles	2,87%	2,01%	1,51%	1,65%	2,88%	2,80%	3,08%	2,71%	2,74%	1,61%	1,61%	2,31%	3,60%	3,87%	3,60%	2,96%
Madera	3,12%	4,02%	1,59%	0,61%	1,49%	1,60%	1,27%	1,31%	1,99%	2,40%	0,99%	0,86%	1,62%	3,56%	1,18%	2,16%
Goma, cuero, corcho	2,26%		0,81%	0,43%	2,28%		0,84%	0,65%	2,28%		0,76%	0,58%	2,70%		0,49%	1,25%
Pañales Descartables y Apositos			2,22%	3,37%			4,57%	4,25%			5,11%	3,76%			5,33%	4,69%
Materiales de Construcción y Demolición		0,00%	0,88%	0,26%		2,50%	0,85%	1,52%		0,71%	0,23%	2,26%		1,56%	5,91%	2,62%
Residuos de Poda y Jardín			2,87%	1,10%			1,15%	5,16%			2,76%	6,77%			1,18%	2,30%
Residuos Peligrosos			1,15%	0,56%			0,79%	1,28%			0,65%	0,87%			0,67%	1,33%
Residuos Patógenos			0,89%	0,24%			0,31%	0,44%			0,22%	0,14%			0,17%	0,32%
Desechos Alimenticios	61,74%	42,77%	34,56%	38,48%	63,87%	56,74%	37,39%	33,46%	61,08%	42,80%	38,47%	32,08%	65,37%	41,93%	38,26%	34,59%
Organicos Varios no Identificados			0,00%	0,00%			0,00%	0,00%			0,00%	0,00%			0,00%	0,00%
Miscelaneos Menores a 12,7 mm			4,24%	5,19%			4,22%	4,08%			4,89%	4,31%			6,40%	4,77%
Aerosoles				0,18%			0,36%				0,42%				0,41%	

Tabla 3 - Resumen Composicion RSU según NSE 2001-2005

Componentes	Alto y Medio-Alto			Medio			Medio Bajo			Bajo		
	1991	2001	2005	1991	2001	2005	1991	2001	2005	1991	2001	2005
Papeles y Cartones	18,69%	24,26%	17,80%	15,11%	23,65%	18,80%	21,05%	25,14%	18,56%	14,48%	23,81%	16,56%
Diarios y Revistas		8,33%	4,12%		7,62%	4,51%		8,33%	4,16%		6,95%	2,82%
Papel de Oficina (Alta Calidad)		0,84%	0,93%		0,99%	0,70%		1,43%	0,87%		0,55%	1,08%
Papel Mezclado		9,30%	7,66%		9,72%	8,35%		10,42%	9,02%		10,10%	8,13%
Cartón		4,78%	4,28%		4,45%	4,46%		4,01%	3,72%		5,40%	3,08%
Envases Tetrabrick		1,02%	0,81%		0,87%	0,78%		0,95%	0,79%		0,81%	1,46%
Plásticos	13,79%	14,36%	19,28%	14,91%	14,03%	20,60%	16,55%	13,71%	18,37%	11,74%	12,21%	15,64%
PET (1)		2,79%	2,56%		2,94%	3,14%		2,50%	2,71%		2,41%	2,15%
PEAD (2)		3,72%	1,84%		3,35%	2,17%		3,37%	1,65%		2,94%	1,60%
PVC (3)		0,48%	0,87%		0,37%	0,93%		0,44%	0,76%		0,28%	0,50%
PEBD (4)		4,92%	10,80%		4,97%	10,94%		4,83%	9,24%		4,01%	8,13%
PP (5)		1,24%	0,72%		1,52%	0,79%		1,50%	1,33%		1,54%	0,98%
PS (6)		0,58%	1,99%		0,44%	1,94%		0,41%	2,17%		0,28%	1,63%
Otros (7)		0,63%	0,51%		0,44%	0,69%		0,66%	0,51%		0,75%	0,65%
Vidrio	6,15%	4,93%	6,38%	5,50%	5,16%	5,92%	7,29%	5,00%	5,22%	4,18%	5,74%	3,55%
Verde		2,17%	2,84%		2,16%	2,81%		2,47%	2,02%		3,07%	1,90%
Ambar		0,77%	1,15%		1,03%	0,70%		0,79%	0,93%		0,57%	0,35%
Blanco		1,99%	2,23%		1,97%	2,33%		1,74%	2,26%		2,10%	1,30%
Plano			0,16%			0,07%			0,02%			0,00%
Metales Ferrosos	1,78%	1,67%	1,65%	2,78%	1,48%	1,25%	3,35%	1,87%	1,09%	2,26%	1,32%	1,07%
Metales No Ferrosos	0,52%	0,69%	0,25%	0,71%	1,01%	0,41%	0,52%	1,10%	0,40%	0,78%	0,93%	0,27%
Latas de Aluminio		0,45%	0,00%		0,59%	0,00%		0,71%	0,00%		0,34%	0,00%
Aluminio		0,24%	0,02%		0,36%	0,05%		3,97%	0,02%		0,50%	0,00%
Bronce		0,00%	0,00%		0,00%	0,00%		1,35%	0,00%		0,00%	0,00%
Plomo		0,00%	0,00%		0,00%	0,00%		2,91%	0,00%		0,00%	0,00%
Otros Metales no ferrosos		0,01%	0,17%		0,06%	0,25%		1,20%	0,27%		0,08%	0,30%
Materiales Textiles	2,57%	2,08%	1,44%	2,91%	2,69%	2,41%	2,59%	2,68%	4,04%	2,19%	2,60%	3,82%
Madera	1,81%	1,18%	1,49%	1,74%	1,48%	0,80%	1,33%	1,51%	1,55%	5,45%	1,27%	0,66%
Goma, cuero, corcho		0,44%	0,76%		0,89%	0,91%		0,71%	0,62%		1,04%	0,50%
Pañales Descartables y Apositos		3,96%	4,57%		3,90%	4,53%		3,97%	4,76%		3,75%	4,34%
Materiales de Construcción y Demolição	0,32%	1,85%	0,68%	2,71%	1,25%	0,40%	1,61%	1,35%	1,19%	3,56%	2,71%	4,08%
Residuos de Poda y Jardín		5,57%	1,20%		6,46%	1,28%		2,91%	1,24%		3,63%	2,51%
Residuos Peligrosos		1,41%	0,86%		1,05%	0,73%		1,20%	0,65%		0,96%	0,66%
Residuos Patógenos		0,52%	0,46%		0,31%	0,27%		0,23%	0,17%		0,80%	0,18%
Desechos Alimenticios	54,36%	32,92%	38,43%	53,64%	32,17%	36,97%	45,62%	34,37%	37,15%	55,40%	35,34%	40,15%
Organicos Varios no Identificados		0,00%	0,00%		0,00%	0,00%		0,00%	0,00%		0,00%	0,00%
Miscelaneos Menores a 12,7 mm		4,15%	4,38%		4,48%	4,37%		4,24%	4,65%		3,89%	5,73%
Aerosoles			0,39%			0,35%			0,36%			0,25%

Variación de los componentes principales de los RSU en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires durante el período 1972-2005

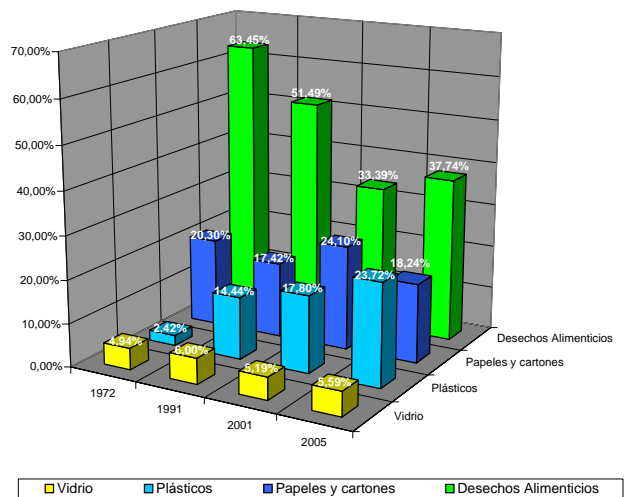


Gráfico 2 - Porcentual en peso de principales materiales

Variación en peso de los componentes principales de los RSU en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires durante el período 1972-2005

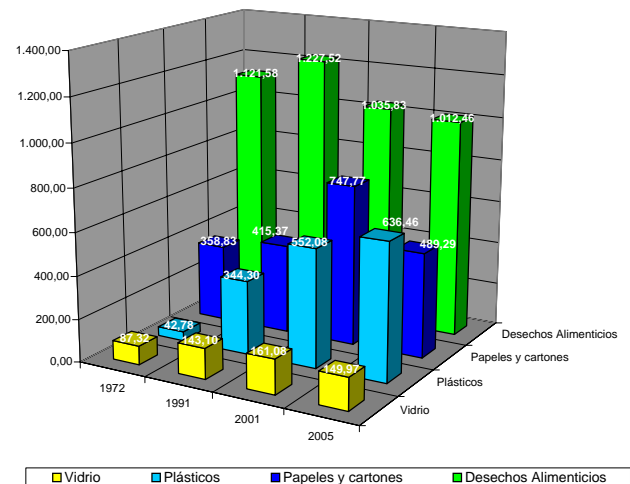


Gráfico 3 - Pesos de materiales principales

Tabla 4 - Parámetros químicos promedio de los RSD					
Parámetro	Unidades	1972	1991	2001	2005
pH	UpH		5,24	4,95	5,26
Humedad	%	51,40	53,13	54,70	54,69
Materia Orgánica	%	79,91	76,23	81,11	
NTK	mg/l	1,50	2,55	18,72	12,08
Fósforo	mg/l	1,07	0,61	1,05	0,41
Poder Calorífico Superior Ms	Kcal/kg	3966	4229	4600	3179
Poder Calorífico Superior Mh	Kcal/kg			4265	2815
Poder Calorífico Inferior Ms	Kcal/kg		3933	2129	
Poder Calorífico Inferior Mh	Kcal/kg		1530	1624	

Con respecto a los contenidos de metales pesados solamente se ha observado altas concentraciones de Plomo, tanto en masa como en lixiviado (en el Estudio del año 2001), comparados con la Ley Nacional de Residuos Peligrosos N° 24051. Con respecto al resto de los metales se ha observado concentraciones, pero estas no superan los valores establecido –en caso específico de la Ley de Residuos Peligrosos-.

Con relación a los compuestos orgánicos en el estudio del año 2001 no se detectaron, no así en el realizado en el año 2005, en el que pudo observarse la presencia de concentraciones de: Compuestos Fenólicos, Benceno, Tolueno y HAP's (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares).

4.3. Producción Per Capita

Se llevo a cabo el cálculo de la Producción per Cápita (kilogramos x Habitantes x día) generados en la Ciudad de Buenos Aires con los datos de población de los Censos Nacionales (INDEC), y los datos sobre generación de RSU suministrados por el G.C.B.A y CEAMSE, para el período en estudio, desarrollándose así mismo una correlación para evaluar la tendencia de generación a futuro. En la **Tabla 1**, se observan los valores de PPC para los distintos estudios de RSU realizados.

Por otra parte, para los años 2001 y 2005, se realizó una comparativa de la producción per capita diaria según los distintas variables que afectan la generación, estas son: UDS y NSE. Esta se presenta en las **Tablas 5 y 6**, según UDS y NSE, respectivamente.

Tabla 5 – Producción Per Cápita por Uso del Suelo predominante por zona (UDS)

Clasificación según UDS	2001	2005	Porcentaje Incremental
	Kg/Hab x día	Kg/Hab x día	%
Áreas Centrales	1,040	1,335	28%
Áreas Residenciales	0,826	0,927	12%
Áreas Residencial-Comercial	1,004	1,136	13%
Áreas Residencial Mixta	0,789	0,609	-23%

Tabla 6 – Producción Per Cápita por Nivel Socioeconómico predominante por zona (NSE)

Clasificación según NSE	2001	2005	Porcentaje Incremental
	Kg/Hab x día	Kg/Hab x día	%
Alto y Medio-Alto	0,960	1,225	28%
Medio	0,916	0,935	2%
Medio-Bajo	0,852	0,928	9%
Bajo	0,749	0,694	-7%

En el **Gráfico 4**, se aprecia la fuerte correlación entre las curvas de generación y de evolución del PBI², identificándose las distintas crisis económicas que ha sufrido el país en el periodo 1993-2005³. Este **Gráfico**, fue elaborado a partir de los datos estadísticos de toneladas anuales ingresados en las Estaciones de Transferencia de CEAMSE y datos de PBI. Se observan dos hitos económicos de importancia. El llamado “Efecto Tequila”, la cuasi entrada en cesación de pagos de México que impactó indirectamente en nuestro País, generando una pequeña depresión económica, y los incidentes de diciembre de 2001, que fueron el corolario de la depresión económica que se inició en el año 1999. Como puede apreciarse en la curva, estos incidentes afectaron directamente la generación de residuos.

² *Producto Interno Bruto a precios de mercado, serie trimestral y anual, desde 1993 en adelante - INDEC*

³ *Los valores de PBI para los años 2000-2005 fueron extrapolados - CUADRO A1.9: Oferta y Demanda Globales a valores constantes - Datos desestacionalizados – Nivel de Actividad - Información Económica – Ministerio de Economía y Producción.*

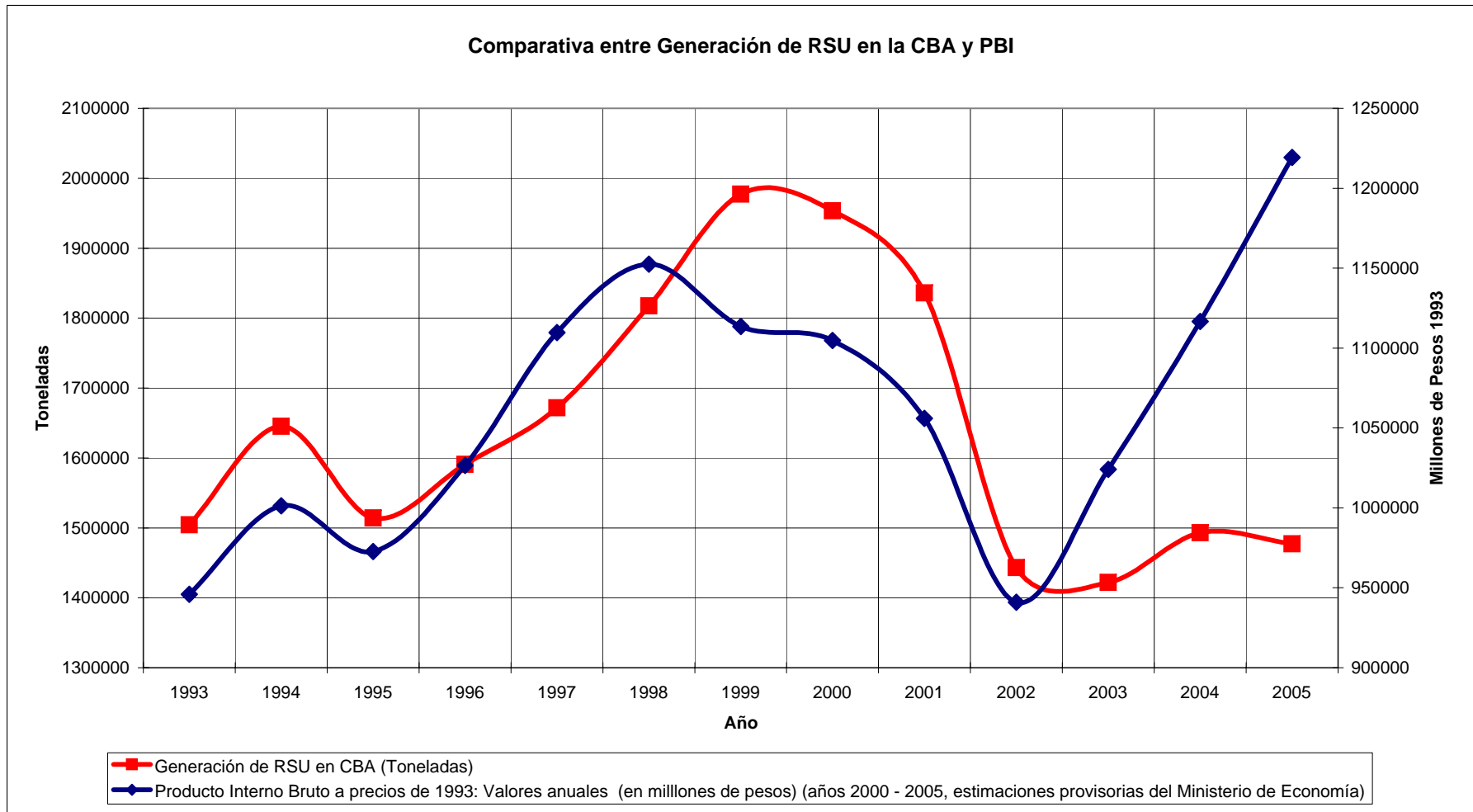


Gráfico 4 - Comparativa entre curvas de Recolección anual de RSU en la CBA y el Producto Bruto Interno de la República Argentina

5. ANALISIS

A continuación se desarrolla el análisis particularizado de la Evolución de la Calidad de los RSU de la Ciudad de Buenos Aires:

5.1. Componentes Físicos

Desechos Alimenticios

- Los desechos alimenticios son el primer componente en el flujo de residuos sólidos.
- Los valores porcentuales de los desechos alimenticios presentan una tendencia decreciente comenzando en 1972 con un valor del 63,45% y en 2005 del 37,74%.
- Por otra parte los valores en peso del componente desechos alimenticios se encuentran valores que oscilan de 1300 Tn/día en 1972 a 1000 Tn/día en 1991 y 2001.
- Se ha desarrollado una correlación para determinar los posibles porcentuales de desechos alimenticios, observándose que su participación continuara en disminución. Se estiman que las probables causas de esta disminución son cambios de hábitos de consumo relacionados con el uso extendido de abastecimiento en cadenas de supermercados, así como la extensión de la utilización de alimentos preelaborados y congelados, así el mayor consumo de alimentos preparados (rotiserías, restaurantes, pizzerías), con entrega mediante delivery.

Papeles y Cartones

- Los papeles y cartones es el segundo componente más importante en el flujo de residuos sólidos.
- Este componente ha tenido una presencia en flujo de residuos oscilantes, encontrándose durante el periodo 1972 a 1991 –previo a la convertibilidad- en valores del 17 al 20%. En el año 2001, los porcentajes de papel representaban el 24,1%, volviendo a bajar en el año 2005 a los porcentajes históricos.
- Cabe destacar que siempre existió un circuito informal de recolección diferencial de papeles y cartones en las zonas de alta generación (Macro y Microcentro, alineamientos comerciales de Caballito y Flores, así como las áreas comerciales de Belgrano y Palermo). Dado que el papel reciclado es un commodity, durante el periodo de la convertibilidad no resultaba atractivo para su segregación en origen –realizado en el circuito informal-, por lo tanto en el año 2001, este representaba el 24% del total de los RSU. En la actualidad, y debido a la suba del precio internacional del papel reciclado así como la devaluación del peso, resulta atractivo su recuperación y posterior reciclado. Los precios actuales del mercado mayorista son de U\$S 100 por Tonelada de Cartón⁴ –enfardado-, U\$S 50-60 por Tonelada para Papel de diarios y papeles de oficina mezclados⁵. Para el papel mezclado⁶ -de varios tipos de grados y/o fibras- y revistas, los valores de comercialización oscilan entre U\$S 15 a 20 por tonelada.

⁴ *Recycler's World USA – Baled Corrugated Cardboard – March 31-2006*

⁵ *Recycler's World USA – Baled Corrugated Cardboard – March 31-2006*

⁶ *Recycler's World USA – Baled Corrugated Cardboard – March 31-2006*

- Los valores de papeles y cartones recolectados son de aproximadamente 500 Ton/día en la actualidad, llegando a 600 Ton/día en el año 2001 y en durante los años 1972 y 1991, era de 400 Ton/día.
- Con respecto a los subcomponentes particulares: Diarios y Revistas, Papel de Oficina (Alta Calidad), Papel Mezclado, Cartones y Envases Tetrabrick han disminuido su participación porcentual respecto del año 2001.

Plásticos

- El componente de mayor crecimiento durante el intervalo del estudio es el Plástico, que en año 1972, no era significativo y fue creciendo en forma exponencial hasta alcanzar un valor del 19.14%, en el 2005.
- Del análisis de la composición se observa que componente plástico presenta un crecimiento sostenido durante los últimos 33 años reemplazando materiales de embalaje y envases, tales como metales ferrosos y vidrios, debido a su peso, seguridad y versatilidad.
- Al respecto cabe destacar que más del 85% del total de los plásticos corresponden a envases y embalajes, según datos del Estudio de Calidad 2005. Destacándose que para el PET (98% de este material son botellas), para el PEAD (el 58% de este son botellas y bolsas) y para el PEBD (99% de material son bolsas y envoltorios).
- El contenido en peso del componente plástico, fue variando desde 334 Tn/día (1991) hasta 636 Tn/día (2005).
- Al respecto se ha evaluado que en el año 2001, aproximadamente el 80 % del total de los plásticos sería potencialmente reciclables (PET + PEAD + PEBD), en la actualidad este valor alcanzaría al 74%, por lo antes expuesto y de la diferencia en los valores encontrados en estos sub-componentes, se podría inferir que los “recuperadores informales”, están separando PET y PEAD, que son los componentes que presentaron una disminución en su participación porcentual y en peso.
- En la actualidad los “recuperadores informales” segregan por lo menos 41 Toneladas diarias de PEAD y 100 Toneladas diarias de PET⁷, del flujo de residuos recolectados, según la comparativa de los valores encontrados en peso de plásticos,
- Con relación a las nuevas modalidades de comercialización utilizadas por las cadenas de supermercados aumentaron la utilización de packaging para la comercialización de alimentos: bandejas de PS-6 (que representan 25 Tn/día y están compuestas por: 44% de botellas y recipientes, 28% de bandejas de telgopor y 28% de envoltorios), envolturas con films de PEBD (en el flujo de residuos contiene 272 Tn/día, compuesto por Bolsas: 59% y Envoltorios de productos: 41%).
- Debido a que los precios internacionales de los materiales plásticos, en la actualidad se encuentran en alza y existe una gran demanda de PET para la fabricación de hilados tipo polar. Los precios⁸ de este commodity oscilan entre U\$S 40 a 75 por tonelada de material mezclado no embalado, y hasta valores de: U\$S 70 a 125 por tonelada separada por color y embalada.
- Para el caso del PEAD, los valores del material reciclado oscilan entre U\$S 30 por tonelada para contenedores y botellas mezcladas (no embalados); hasta valores de U\$S 30 a 65 por

⁷ Según datos suministrados por RECICLAR S.A., teniendo en cuenta la producción de botellas de gaseosas y aceites y los porcentajes de material recuperado en el circuito informal (que es de aproximadamente el 25% del total producido anual).

⁸ Recycler's World USA – Baled Corrugated Cardboard – March 31-2006

tonelada para contenedores y botellas clasificadas según colores, y U\$S 50 a 100 en caso de PEAD claro (no embalados). Si el material es embalado y separado por colores los valores ascienden hasta U\$S 150 por tonelada.

Vidrio

- El componente vidrio presenta un valor porcentual sostenido en el tiempo que oscila entre el 5 al 6% en peso del total de los RSU de la ciudad. Este material es el cuarto material en importancia dentro del flujo de residuos, asimismo se observa que este se encuentra presente en todos los estudios, dada su generalizada utilización para la fabricación de envases y botellas.
- Sin embargo, su participación en peso presenta un crecimiento sostenido desde 1972 (102 Ton/día) a la fecha (en 2005 es 150 Ton/día), siendo un de los componentes de mayor crecimiento (como participación en peso) dentro del flujo de residuos durante el intervalo del estudio, aproximadamente 50% en peso respecto del total.
- Este componente presenta un aumento en su incidencia en peso, en los 5 años, debido a la vuelta de su utilización como material de fabricación de envases, debido a los altos costos de las resinas plásticas, tales es el caso de las botellas descartables de 330 cm³ de gaseosas.
- Por otra parte, se ha observado que a partir de la crisis del 2001, se ha comenzado a generalizar la utilización de envases retornables para la comercialización de gaseosas y cervezas, en un mayor grado.
- Con respecto a los subcomponentes del atributo vidrio, estos participan con los siguientes porcentajes: Verde: 45-46%, Ámbar: 15-16%, Blanco: 37-39% (según el análisis de los estudios del año 2001 y 2005). Asimismo, se destaca que aproximadamente el 1% del total de vidrio corresponde a vidrio plano.
- Dado que las botellas de vidrios son reciclables y teniendo en cuenta que para su fabricación se importa la materia prima (sosa), el vidrio reciclado tendría un mercado para su consumo como materia prima en la fabricación de nuevos envases y botellas, con el consiguiente ahorro no solo de materia prima sino también de energía. Pero debido a que su segregación es muy laboriosa y los precios de mercado son bajos (U\$S 2,25 a 4,50⁹ por tonelada de material de vidrio mezclado recuperado. Para el material recuperado de botellas blancas segregadas –rotas o enteras-, pero libres vidrios de color y contaminantes), los precios de ventas oscilan entre: U\$S 12 a 24¹⁰ y para el caso de vidrio de color: U\$S 4,5 a 13,50¹¹

Pañales y Apósitos Descartables:

- El componente pañales y apósitos descartables¹² presenta un valor porcentual del 4%, en 2001 y de 4,5% en 2005. Este material es el quinto material en importancia dentro del flujo de residuos. Estos representan en peso más de 100 Ton/día.

⁹ *Recycler's World USA – Mixed Scrap Glass – March 31-2006*

¹⁰ *Recycler's World USA – Mixed Scrap Glass – March 31-2006*

¹¹ *Recycler's World USA – Mixed Scrap Glass – March 31-2006*

¹² *Cabe aclarar que este material no fue considerado como un componente específico, en el estudio de 1991, sino en forma conjunta con los plásticos (los pañales están fabricados con polipropileno).*

- Cabe destacar que en ambos estudios se ha encontrado este material en todas las zonas de la Ciudad independientemente de los niveles socioeconómicos de estas.

Metales Ferrosos y No Ferrosos

- Los componentes metales ferrosos y No ferrosos presentan valores porcentuales de: 3,73% (1972), 3,15% (1991), 2,47% (2001) y 1,64% (2005)
- Cabe destacar que el componente metales ferrosos verifica un importante decrecimiento porcentual durante el intervalo de estudio. Los motivos de la disminución en su participación en el flujo de residuos debido son por el reemplazo de los metales ferrosos en la fabricación de envases, por materiales tales como: tetrabrick y plásticos.
- Pero dado que los metales ferrosos son reciclables en su totalidad y su reciclaje es muy fácil (pues sólo deben ser separados del flujo de residuos mediante separación magnética y no necesitan procesamiento adicional). Los valores internacionales de comercialización de las latas¹³ de alimentos oscilan entre: U\$S 43 a 61 por tonelada, pero implica su segregación y limpieza.
- Con respecto a los metales no ferrosos (compuestos en su gran mayoría por latas de Aluminio para bebidas), presentaron valores porcentuales cercanos al 1% en 2001, pero en 2005, debido al alto costo de los envases su participación disminuyó al 0,35%.
- Se destaca que el componente metales no ferrosos verifica un incremento en su porcentaje sostenido durante el período en estudio.
- Por otra parte el subcomponente más importante de los metales no ferrosos que son las latas de aluminio¹⁴, que son fácilmente reciclables con un alto valor económico en el mercado, estos oscilan entre: U\$S 127 a 400 (dependiendo del procesamiento, el precio mas bajo corresponde a las latas sueltas y el mas alto a las trituradas y embaladas).

Residuos Domésticos Peligrosos y Patógenos

- Estos componentes (residuos domésticos peligrosos y patógenos) presentan un porcentaje en el flujo de residuos de: 1,65 % (2001) y 1,01 % (2005). Cabe aclarar que este material no fue considerado en los estudio de calidad anteriores.
- Cabe aclarar que la totalidad de las muestras extraídas para determinaciones físicas presentaba residuos domésticos con características peligrosas, tal cual lo estipulado en la ley 24051 y Dec. Reglamentario 831/93.
- Por otra parte, aproximadamente el 50% del total de las muestras presentaba residuos patógenos según lo establecidos por la legislación nacional vigente, de orígenes variados, que en algunos casos no correspondían a la atención domiciliaria de enfermos, sino a consultorios y/o clínicas.
- Los residuos patogénicos representan el 25 a 30% del total de los residuos peligrosos y patogénicos considerados en dichos estudios.
- El total de estos residuos dispuestos en las estaciones de transferencia es más de: 20 a 30 Tn/día.

Materiales Textiles

- El componente materiales textiles presenta valores porcentuales de: 3,02% (1972), 2,71% (1991), 2,51% (2001) y 2,74% (2005)

¹³ Recycler's World USA – Mixed Scrap Glass – March 31-2006

¹⁴ Recycler's World USA – Mixed Scrap Glass – March 31-2006

- El total de estos residuos dispuestos en las estaciones de transferencia es más de 60 a 70 Tn/día, durante todo el período de estudio.

Madera, Goma, Cuero y Corcho

- El componentes madera, goma, cuero y corcho presentan valores porcentuales de: 4,31% (1972), 1,80% (1991), 1,99% (2001) y 1,90% (2005)
- Se puede inferir del conocimiento de los residuos que dicho material ha sido reemplazado por otros materiales, tales como cartón y plástico para embalajes de frutas y verduras, y fue sustituido en algunos casos en la fabricación de juguetes, mobiliario pequeño, utensilios de cocina, etc. por plásticos diversos.

Materiales de Construcción y Demolición

- El componente materiales de construcción y demolición presenta valores porcentuales de: 1,98% (1991), 1,70% (2001) y 1,08% (2005). Este componente representa en peso de 30 a 40 Ton/día durante el periodo en estudio.

5.2. Peso Volumétrico

Los valores de Peso Volumétrico (kg/m^3) encontrados de los RSU sueltos, son los siguientes: 245,68 (1991), 184,51(2001) y 258,80% (2005).

Este valor se encuentra dentro del rango de valores típicos de los RSU en el ámbito internacional

5.3. Producción Per Cápita (PPC)

La producción per Cápita ($\text{kg} \times \text{Habitante} \times \text{día}$) según lo recolectado¹⁵ por el sistema, varió según el siguientes esquema: 0,693 (1972), 0,697 (2001), 0,882 (2001) y 0,979% (2005).

Cabe destacar que la PPC presenta un crecimiento sostenido y constante, observándose una tendencia hacia el aumento. Se estima que las principales causas del aumento de generación per cápita de RSU en la ciudad de Buenos Aires son, entre otras, la mayor utilización de envases y embalajes y dentro de éstos, la disminución de la utilización de envases reciclables.

Por otra parte, se observa que debido a los cambios en los hábitos de consumo introducidos por las cadenas de supermercados, es decir la utilización de alimentos fraccionados, procesados o semielaborados, también ha introducido dentro del flujo de residuos un gran número de envases y embalajes.

Asimismo, se observa un crecimiento del consumo siguiendo la tendencia mundial de mayor consumo de productos, en algunos casos superfluos, debido a la influencia masiva de la publicidad, que exige la compra de productos para demostrar que el consumidor es una persona exitosa o feliz.

Del análisis de la PPC en función de los factores de incidencia UDS y NSE, se concluyen:

- Con respecto a la relación entre PPC y Uso del Suelo (UDS), en los estudios de 2001 y 2005, se puede observar claramente, un aumento de ésta en los UDS clasificados en el estudio: Centrales (UDS = 1), Residencial (UDS = 2), y Residencial- Comercial (UDS = 3), siendo el mayor incremento en las zonas Centrales (a pesar de la actividades de recolección realizadas por los “recuperadores urbanos”) y una marcada disminución en las

¹⁵ Se considera solo los residuos domiciliarios recolectados por el sistema formal y registrados por el GCBA y CEAMSE.

zonas categorizadas como vivienda-industrial (en general correspondientes a las zonas de más bajo Nivel Socioeconómico(NSE)).

- Con relación a la evaluación de la PPC y el NSE de la población, se puede inferir que:
 - ✓ Las áreas de NSE más alto (Tipo A), han presentado un incremento de la PPC del 28%
 - ✓ Las áreas de NSE medio y medio-bajo (categorizadas como Tipo B y C), presentan valores muy similares, pudiéndose inferir que éstas tienen similares hábitos y costumbres y no presentarían características de consumo diferentes, o evidencian que su poder adquisitivo no se ha incrementado. Esta situación es diferente a la que se presentaba en el año 2001, donde los NSE medios-medios eran más similares a los clasificados como A(NSE Alto y Medio-Alto).
 - ✓ Las áreas definidas como NSE bajo (categorizadas como D), presentan una disminución en la PPC de aproximadamente el 7% respecto del período en estudio, en relación a un probable menor consumo.
 - ✓ La generación per cápita según niveles socioeconómicos es diferencial. Las zonas de categoría Alta y Medio-Alta (NSE A), son las que muestran mayor producción por habitante, pudiéndose afirmar que es directamente proporcional al poder adquisitivo de los habitantes de la zona
 - ✓ Se concluye que durante el período 2001/2005, la población con mayor poder adquisitivo, ha aumentado su consumo y por lo tanto, la generación de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD). Por otra parte, las zonas de niveles medio-medio y medio -bajo – que antes tenían un consumo diferente- podrían ser asimiladas en una sola. Como corolario, parecería que los pobres son más pobres y que generan menor cantidad de RSD.
 - ✓ En todas las zonas se observan prácticas de recolección informal de residuos con alto valor económico, tales como: cartones, papeles, latas de aluminio y algunos plásticos (PEAD y PET), Este desvío representa un porcentaje considerable de la generación de las zonas, estimándose aproximadamente entre un 5 a un 15%.

5.4. Evolución del Potencial Contenido de Materiales Reciclables para la CBA.

La proporción de materiales potencialmente reciclables determinada en el flujo de RSD de la CBA, se presenta la **Tabla 7**.

Tabla 7 – Determinación de la Recuperación de materiales reciclables en la CBA				
	1972	1991	2001	2005
Materiales Potencialmente Reciclables ¹⁶	18,05%	15,49%	17,75%	14,38%
Porcentaje de participación de la Comunidad ¹⁷ (%)	70,00%			

¹⁶ Se consideran como materiales potencialmente reciclables a los siguientes materiales presente en el flujo de residuos: papeles y cartones, plásticos (PET y PEAD), vidrios y metales ferrosos y no ferrosos. Se le asigna a los valores porcentuales de cada material encontrado, un coeficiente que determina los reales valores que podrán ser recuperados debido a la probable presencia de contaminantes en el flujo de RSD. Asimismo, se consignan un porcentaje de participación de la población, tomada de experiencias internacionales (los valores máximos encontrados de participación en ciudades con programas de reciclaje que funcionan hace más de 25 años).

Tabla 7 – Determinación de la Recuperación de materiales reciclables en la CBA				
	1972	1991	2001	2005
Porcentaje máximo esperable a recuperarse en un programa de reciclaje (%)	12,63%	10,85%	12,43%	10,07%
Tonelaje máximo esperable a recuperarse en un programa de reciclaje (Ton/día)	372	320	477	386

6. CONCLUSIONES

6.1. Cambios en la Estructura

Se verifica un cambio en la estructura de participación de los componentes de los RSU en el análisis diacrónico de los mismos.

- Los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Bs.As. tiene una estructura de componentes que mantiene a los *desechos alimenticios* en primer lugar con tendencia a la disminución desde un 63,45% del total de desechos en 1972 hasta un 37,74% en el 2005
- En el flujo de residuos sólidos el componente *papeles y cartones* mantiene una constante entre el 17,0% y 20,0% del total con un pico del 24,0% en el 2001 pero que regresa a sus valores históricos del orden del 20,0% en el 2005.
- El hecho observable que ciertos subcomponentes disminuyan su participación como es el caso de *diarios y revistas, papel de oficina, y envases tetrabrick* esta hablando de un cambio por reemplazo en los usos y costumbres y un adelanto de nuevas tendencias.
- La disminución de *diarios y revistas* resulta preocupante por lo que implica: menor lectura y menor reflexión ciudadana. Su *reemplazo* se orienta con mayor probabilidad hacia los medios electrónicos (televisión e internet) Existen grupos etarios masivos (mayoritariamente jóvenes) que abandonan el uso del medio escrito como fuente de información, de cultura general y/o entretenimiento a favor de medios electrónicos.
- El menor uso de papel de oficina se vincula también con su *reemplazo* por el soporte magnético que brinda menor costo y capacidad de uso por múltiples actores en simultaneo.
- En cuanto al envase tetrabrick resulta claro que el plástico es el elegido por las empresas y en menor medida el vidrio como materiales de reemplazo. El cambio hacia otro tipo de envases puede ser inducido en los usuarios por las empresas a favor de su costo, menor peso, higiene, presentación, etc.
- El componente *plásticos* que de ser insignificante en 1972 (del orden del 2,0 a 3,0%) pasa a representar en el 2005 casi el 20,0% del total esta indicando una tendencia creciente de las empresas hacia un uso diversificado del mismo.
- El *vidrio* mantiene una presencia constante con un valor sostenido en el tiempo del orden del 5,0% al 6,0% en el peso de RSU de la ciudad de Buenos Aires.
- Los *pañales y apósitos descartables* mantiene también una presencia constante desde 2001 con el 4,0% y el 4,5% en el 2005 siendo el quinto en importancia.

¹⁷ Este valor de porcentaje de participación es el que en la actualidad tiene la Ciudad de Chicago con un programa de reciclaje de mas de 25 años (The Blue Bag)

- La participación de los materiales *ferrosos* y *no ferrosos* disminuye en la evolución histórica de la composición de los RSU pasando de 3,7% en 1972 a 2,4% en 2001 y 1,6% en 2005 lo que indica un fuerte reemplazo de los mismos por otros componentes que aumentan su participación como es el caso del plástico
- Un análisis sincrónico indica que ocho (8) componentes explican cerca del 95,0% de la estructura de los RSU en la ciudad de Buenos Aires en el momento actual 1) *desechos alimenticios* (37,4%) 2) *papeles y cartones* (20,0%) 3) *plásticos* (19,1%) 4) *vidrios* (6,0%) 5) *pañales y apósitos* (4,5%) 6) *materiales textiles* (2,74%) 7) *madera, goma, cuero y corcho* (1,90) 8) *materiales ferrosos y no ferrosos* (1,6%). Los residuos domésticos *peligrosos* y *patogénicos* en tanto no superan el 1,0% en el 2005.
- Las tendencias a futuro parecen indicar que: a) continuará la *baja* en la participación de los *desechos alimenticios* como resultado de cambios en los hábitos de consumos y en las nuevas formas de comercialización b) *papeles y cartones* se mantendrá *estable* en su participación con posibles cambios en los subcomponentes c) *aumento sostenido* en el componente *plásticos* por el uso *continuo* y *extensivo* que la industria realizará de dicho material d) *pañales y apósitos* y *materiales textiles* tienden a ser componentes *estables* en tanto no se verifiquen nuevas tecnologías que aumenten su uso por mayor durabilidad e) se puede acentuar la *baja* participación en *metales ferrosos y no ferrosos* por *reemplazo* en varias industrias alimenticias a favor de plásticos y cartones.

Los cambios en la estructura de RSU representan un *cambio cualitativo*, un salto en el comportamiento de los habitantes de Buenos Aires que nos habla acerca de sus preferencias, y sus hábitos de consumo pero también de las influencias que ejercen los estudios de mercado que definen los target o estratos de consumo y las campañas de publicidad que orientan preferencias a través de medios de comunicación masiva.

Al respecto es importante conocer que cerca del 80,0% de la información que reciben los habitantes de Buenos Aires la obtienen y la procesan desde su permanencia frente a la Televisión y/o Internet Esta información que procesan incluye política, economía, deportes, entretenimientos y también en una pauta importante *publicidad* de productos y servicios.

6.2. Cambios en el Volumen

El análisis realizado en 5 de la evolución histórica en los volúmenes de los componentes de RSU permite establecer las siguientes conclusiones

- Los *desechos alimenticios* desde un valor de cerca de 1300 Tn/día en 1972 muestran una tendencia oscilante alrededor de las 1.000 Tn/día en la década que va de 1991 a 2001. Esta estabilidad indicaría una meseta producto de nuevos hábitos de consumos en sectores de NSE alto y medios. También se puede plantear la hipótesis de un aumento en *desechos alimenticios* a futuro en la medida que disminuyan los índices de pobreza e indigencia y se mitigue la brecha de ingresos.
- Los *papeles y cartones* se mantuvieron en alrededor de 400 Tn/día durante dos (2) décadas (1972/1991) de evolución histórica de los RSU con un pico de 600 Tn/día en 2001 que se explica por el poco valor de comercialización que tenía para los recolectores informales al momento de la depresión económica asociada a la convertibilidad En el 2005 ese volumen se encuentra en expansión si se toman los valores históricos y oscila en alrededor de las 500 Tn/día lo que supone un salto del orden del 25,0% de su patrón histórico. (1972 -1991) Aquí la explicación deviene de los indicadores macroeconómicos que indican que desde hace 36 meses Argentina crece a un ritmo del 9,0% en su PBI los que implica mayor cantidad de bienes y servicios y mayor consumo.

- El *plástico* resulta el componente de mayor crecimiento con un estimado de 334 Tn/día en 1991 hasta llegar a los 636 Tn/día en el 2005. Este salto cuantitativo del orden del 90,0% en el volumen diario está indicando una clara opción de la industria como material multiuso y una proyección de crecimiento a futuro.
- El *vidrio* si bien mantiene una participación constante en cuanto a estructura de RSU en la ciudad de Bs.As. , presenta sin embargo, un crecimiento significativo en cuanto a volumen. En 1972 era del orden de las 100 Tn/día mientras que en el 2005 se acerca a las 150 Tn/día es decir un aumento del 50,0% en la evolución histórica.
- Tanto el material de *pañales y apósitos descartables* con un volumen de alrededor de 100 Tn/día, como de *materiales textiles* con 60/70 Tn/día mantienen un *comportamiento estable* en sus volúmenes durante todo el periodo en estudio.
- Los residuos domésticos *peligrosos y patogénicos* representan un volumen del orden de las 20/30 Tn/día, con una participación en la estructura del 1,0% en el 2005. Su no inclusión en los estudios anteriores no permite conclusiones al respecto

6.3. Cambios en la Producción Per Cápita

- Los cambios en la producción per cápita de RSU (ver ítem 5.3) permiten conclusiones paradójicas.
- De acuerdo a los datos censales (INDEC 1991 /2001) la población residente en la ciudad de Buenos Aires ha disminuido en el orden de los 150.000 habitantes por primera vez desde el año 1947 que se mantenía estable (ver Censos 1947/60/70/80/91) Sin embargo, la producción per cápita de RSU aumenta de 0,693 kg/hab/día (1972) a 0,882 (2001) y a 0,979 (2005) lo que muestra como se indica en el análisis una tendencia en crecimiento sostenido y constante en su evolución histórica. Es decir que la ciudad esta produciendo más basura al mismo tiempo que disminuye su población.
- Cuando se analiza por Uso del Suelo (UDS) se comprueba que aumenta la Producción Per Cápita (PPC) en las áreas centrales y residenciales en desmedro de las categorizadas como vivienda – industrial. De igual forma sucede cuando se vincula la PPC con los niveles socioeconómicos (NSE) de la población residente. Las áreas NSE alto y medio alto presentan un aumento del orden del 28,0% en la producción per cápita mientras que los NSE medio y medio bajo permanecen estable y los NSE bajos disminuyen en un 7,0%. Aumenta la brecha en la producción per cápita de RSU en tanto la mayoría de la población migrante hacia el Gran Buenos Aires pertenece a los sectores categorizados como NSE alto y medio alto que son los que producen el salto cuantitativo de aumento en la PPC de RSU en la ciudad de Bs.As.
- Si bien ha disminuido la cantidad de pobres (40,0%) e indigentes (15,0%) (INDEC Encuesta de Hogares) si se toman como referencia Años 2002/2003/2004 y parecería comenzar a mitigarse la brecha de ingresos (27 veces cuarto trimestre 2005 contra 32 veces tercer trimestre 2005 INDEC) es indudable que la situación social y económica medida a través de los indicadores de coyuntura mantiene una acentuada dispersión entre los distintos grupos de habitantes residentes en la ciudad de Buenos Aires.
- Existe una (1) variable que aumenta sus valores de manera sostenida en el tiempo: la producción per cápita (PPC) de RSU en la CBA y existen dos (2) variables que tienden a disminuirla: 1) la migración de población de NSE alto y medio alto de la CBA 2) el 40,0% de pobres y 15% de indigentes residentes en la CBA que decrecen su participación en el consumo global y con ello en la producción per cápita de RSU
- Si bajo estas condiciones que podemos denominar “extremas” aumenta la PPC de RSU ¿que escenarios y prospectivas se pueden imaginar en condiciones más “normales”? Es

decir, si continúa la disminución de la pobreza e indigencia, hay un crecimiento de los sectores medios, la ciudad de Buenos Aires pasa a ser un “atractor” de población (y no un “expulsor”) a favor de nuevos emprendimientos urbanísticos, ambientales, de transporte urbano etc. Es importante señalar que desde hace 20 meses aproximadamente se verifica un fuerte incremento en la construcción residencial en la ciudad en especial en los barrios de nivel socioeconómico alto y medio alto. Este indicador es una fuerte señal para observar hacia donde están apuntando sus ofertas los grupos de inversores inmobiliarios.

- El escenario futuro parecería indicar entonces que la producción per cápita de residuos sólidos en la ciudad de Buenos Aires *umentará* y que esa tendencia se *acelerará* en los próximos años. Este hecho puede también incrementar el debate y la acción colectiva de actores institucionales y sociales hacia estrategias de minimización de residuos, localización de nuevos sitios de disposición final, legislación y normas de producción de envases y embalajes etc.

6.4. Cambios en el Potencial de Materiales Reciclables

En el análisis de la evolución que ha sufrido el potencial de los materiales reciclables en la ciudad de Buenos Aires (ver ítem 5.4 y tabla 7) se pueden mencionar las siguientes cuestiones:

- Los materiales potencialmente reciclables disminuyen y también el porcentaje máximo esperable a recuperarse en un programa de reciclado. Esto no debería significar el abandono de una estrategia de valoración energética, mediante la separación en origen y el reciclado de materiales. Lo que sí aparece como importante a considerar es la necesidad de estudiar el mercado de los distintos materiales (plásticos, cartón, papel, metales etc.) y la evolución de sus costos para asumir la conveniencia o no de su reciclado en determinados momentos y coyunturas favorables.
- La participación de la comunidad en cualquier programa de reciclado de RSU resulta clave para su efectiva instrumentación. En la tabla 7, se ha indicado un valor máximo de participación del orden del 70,0% tomado de experiencias de ciudades que funcionan con programas de reciclado desde hace 25 años. Cualquier estrategia que se quiera implementar a futuro requerirá de las autoridades políticas avanzar en la ejecución de programas y proyectos orientados a: 1) la promoción de la participación comunitaria 2) la comunicación social masiva e institucional 3) la educación ambiental en los sistemas formal y no formal de la ciudad.

7. RECOMENDACIONES

- Del análisis de la evolución en la generación y composición de los RSU de la ciudad de Buenos Aires y sus conclusiones surge la importancia que tienen las evaluaciones periódicas de los mismos. La recomendación es entonces a mantener y sistematizar estudios de evaluación de la calidad de los RSU en la ciudad de Buenos Aires como forma de obtener información precisa y consistente que permita planificar acciones futuras relacionadas con prácticas sociales y ambientales más sustentables de recolección, tratamiento y disposición final de RSU, a medida que se verifican cambios socioeconómicos y de comportamiento en los grupos de consumidores.
- Los cambios de estructura de los RSU y la evolución del potencial de materiales reciclables muestran que los mismos tienden a disminuir. Esto remite al desarrollo de estrategias flexibles de largo plazo en la *valoración energética*, el *reciclado de materiales* y la *separación en origen*. Para ello se debería trabajar con criterios y estudios de mercado que permitan adaptaciones flexibles a cambios en los distintos mercados de materiales y en

los costos ya que estas variables condicionan fuertemente la conveniencia o no del esfuerzo colectivo que implican las actividades de valoración de RSU.

- El estudio de evaluación de calidad de los RSU en la ciudad de Buenos Aires permite asumir escenarios futuros en el comportamiento macro regional (Area Metropolitana de Buenos Aires (AMBA)). Los cambios de volumen y las proyecciones de crecimiento y aceleración en la producción per cápita de RSU en la ciudad de Buenos Aires, a poco que se mantengan condiciones de crecimiento del PBI y disminución de la pobreza, representan un cambio cuantitativo que define tendencias de largo plazo muy importantes para los planificadores de los servicios de higiene urbana en cuanto a estrategias de 1) *localización de sitios de disposición final* 2) *compensaciones locales a la población* y 3) *minimización de residuos sólidos*.
- Como surgen de las conclusiones las acciones que los actores político-institucionales deberían tomar en un escenario futuro de crecimiento acelerado de los RSU en la ciudad de Buenos Aires incluyen la incorporación activa de los ciudadanos de Bs.As. como los actores sociales relevantes para el debate y el consenso acerca de todas las cuestiones que tienen que ver con la recolección, el transporte y la disposición final de los residuos sólidos de la ciudad de Buenos Aires. La recomendación es entonces impulsar el involucramiento y participación ciudadana a través de programas y proyectos específicos de a) promoción de la participación comunitaria b) comunicación social masiva, institucional e interactiva c) educación ambiental orientada a los distintos grupos etarios de la ciudad, como formas de informar y formar al ciudadano, generar conocimiento y conciencia ambiental, estimular la preocupación y la acción ciudadana hacia el cuidado, la preservación, y la calidad urbano-ambiental de la ciudad y con ello al mejoramiento de la calidad de vida.

8. BIBLIOGRAFIA Y FUENTES MENCIONADAS

- Alegre, M., Bach, R., Levy, N., et al., (1972), Estudio de la Basura de la Ciudad de Buenos Aires, Instituto de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.
- De Luca M.S., Sarubi A.J, Ronnow M.E., (1991), Estudio de Calidad de los Residuos Sólidos de la Ciudad de Buenos Aires, Instituto de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.
- De Luca M.S., Guaresti M.E., Pescuma A., (2001/2002), Estudio de Calidad y Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de Buenos Aires – Instituto de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.
- De Luca M.S., Guaresti M.E., Giorgi N.F., M. Rosso, C. Fontan (2005/6), Estudio de Calidad de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de Buenos Aires – Instituto de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires – CEAMSE.
- De Luca M.S., Guaresti M.E., Pescuma A., (2001), Estudio de Evaluación de la Gestión de Residuos Sólidos de la Ciudad de Buenos Aires según Pliego de la Licitación 14/97 - Instituto de Ingeniería Sanitaria – Facultad de Ingeniería – Universidad de Buenos Aires – 2003.
- De Luca M.S., Guaresti M.E., Pescuma A., (2001), Evaluación del Proyecto de Licitación de Servicios de Higiene Urbana de la Ciudad De Buenos Aires - Instituto de Ingeniería Sanitaria – Facultad de Ingeniería – Universidad de Buenos Aires – 2003.
- INDEC – Ministerio de Economía y Producción.
- Recycler's World USA Magazine – March 2006