

ESCENARIOS PARA UN PROGRAMA DE RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

- **Director :** Ing. Augusto Pescuma
- **Ing. Marcela De Luca:** Coordinador y responsable de Ingeniería Sanitaria
- **Arq. María Elena Guaresti:** Coordinador y responsable de Planific. Urbano- Ambiental
- **Colaboradores:** Ing. Néstor Giorgi – Ing. Ariadna Gudewort – Ing. Angela Khmelevska - Ing. Fernando Schifini

1 INTRODUCCIÓN

La evolución y modificación en el tiempo del término “residuo”, y del concepto acerca de “ qué es un residuo o qué debe considerarse un residuo”, se verifica con énfasis desde hace algunos años a nivel mundial, en relación al manejo alternativo de los mismos (separación, reciclaje, etc), y de manera acuciante en nuestro país desde la crisis 2001/2002, donde la actividad de recuperadores o “cartoneros” ha pasado a ser una de las fuentes de subsistencia de amplios sectores de población desempleada en todos los aglomerados urbanos y en especial en el Área Metropolitana de Buenos Aires.

Reconociendo y aceptando esta realidad, la legislatura del gobierno porteño, legitimó esta actividad, hasta ese momento prohibida en el territorio de la Ciudad de Buenos Aires, sancionando la ley 992 que, además de declarar como servicio público a los Servicios de Higiene Urbana, incorpora en esta categoría a los recuperadores de residuos reciclables, siendo por ello vulgarmente denominada “Ley de Cartoneros”.

Esta circunstancia y la preocupación ambiental, económica y social acerca del tema de reciclaje instalada en las “representaciones sociales” de los gobernantes, los operadores de servicios y los habitantes de la ciudad , determina el interés de analizar y evaluar la factibilidad del reciclado que se desarrolla en esta síntesis del estudio particularizado que forma parte del Estudio de Calidad y Gestión de Residuos Sólidos de la Ciudad de Buenos Aires, realizado por el Instituto de Ingeniería Sanitaria, en virtud del Convenio Específico N° 20 suscripto entre el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

Cabe señalar que los resultados sobre Generación y Calidad de los RSU según características urbanas y socioeconómicas pueden consultarse en la Revista *Ingeniería Sanitaria y Ambiental N° 66, Enero-Febrero; AIDIS 2003.*

Así, en el presente trabajo el objetivo se focaliza en la determinación de la factibilidad de implementación de un programa de recolección diferencial de los RSU, tendiente al reciclaje de los mismos, en la Ciudad de Buenos Aires.

2 ALGUNAS CONSIDERACIONES PREVIAS ACERCA DEL RECICLAJE

El reciclaje de materiales implica la separación y recolección selectiva de éstos, y su posterior acondicionamiento para su reutilización, procesamiento y transformación en nuevos productos.

El reciclaje es internacionalmente aceptado debido a que reduce la demanda de recursos y la cantidad de residuos que deben ser dispuestos en rellenos sanitarios. Sin embargo, cabe señalar que para que un programa de reciclaje sea exitoso debe tenerse en cuenta la existencia de consumidores del material a ser reciclado y los precios de mercado de este material, los que deberían ser suficientes para cubrir los costos de recolección y transporte, mano de obra y energía para su procesamiento.

Asimismo, la planificación e implementación de un programa de reciclaje requiere contar con información sobre los siguientes aspectos: Composición de los residuos de la ciudad, Puntos de alta generación dentro de la ciudad, Mercado potencial para dichos materiales, Precios de mercado del material, Especificaciones del material para su comercialización. En este caso la base de esta información la constituye el Estudio de Calidad y Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de Buenos Aires, llevado a cabo durante el año 2001, por el Instituto de Ingeniería Sanitaria – UBA, la que se ha complementado con otros relevamientos, análisis y procesamiento de datos aplicables a la temática específica del reciclaje de RSU.

3 DETERMINACIÓN DE MATERIALES RECICLABLES EN LA CBA

3.1 Generación Total de RSU para la Ciudad y por Barrios

La determinación de la cantidad de materiales potencialmente reciclables en los residuos domiciliarios generados según los barrios de la ciudad, fue realizada considerando la información sobre características de generación y calidad del 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 UBA-2001), y de acuerdo a los datos de generación suministrados por el CEAMSE.

Los cálculos de generación y calidad de los residuos sólidos se realizaron teniendo en cuenta los valores estadísticos promedio y límites superiores e inferiores, encontrados en el Estudio anteriormente mencionado, actualizando los datos de población y densidad en función del último Censo (INDEC de 2001).

Los datos de la producción per cápita de Residuos Sólidos Domiciliarios (PPC), calculados según la población residente en cada ruta de recolección y su correlación con los datos de recolección diaria de residuos, permitieron luego determinar la PPC y la generación promedio por barrios. Los valores de generación diaria fueron determinados analizando 18 (dieciocho) meses de pesadas del CEAMSE, durante los años 1999-2002.

En la **Tabla 1** se presentan los valores de generación de residuos sólidos domiciliarios recolectados por barrios, que fueron utilizados como base para la determinación de la producción de materiales potencialmente reciclables, presentes en éstos.

Barrio		Generación RSU		
Barrio	Población 2001	PPC kg/ hab d	Total	
	Hab.		ton/día	ton/Ha día
Almagro	39.047	1,039	40,6	0,32
Balvanera	130.477	1,141	148,9	0,42
Barracas	67.851	0,975	66,1	0,17
Constitución	47.606	1,149	54,7	0,32
La Boca	33.828	0,912	30,9	0,15
Montserrat	58.322	1,285	74,9	0,36
Palermo	13.767	1,069	14,7	0,51
Recoleta	173.106	1,095	189,6	0,57
Retiro	26.496	1,280	33,9	0,29
San Nicolás	44.645	1,304	58,2	0,31
San Telmo	22.998	1,011	23,2	0,24
Belgrano	97.266	1,191	115,9	0,39
Chacarita	14.899	0,922	13,7	0,18
Colegiales	49.828	1,028	51,2	0,24
Núñez	72.607	1,069	77,6	0,29
Palermo	204.537	1,041	212,8	0,30

Tabla 1: Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios total y por Barrios-Ciudad de Bs. As.—1999-2002				
Barrio		Generación RSU		
Barrio	Población 2001	PPC	Total	
	Hab.		kg/ hab d	ton/día
V.Crespo	2.967	0,911	24,6	0,28
Almagro	89.269	1,022	91,2	0,37
Barracas	9.770	0,867	8,5	0,12
Boedo	50.139	0,955	47,9	0,24
Caballito	114.895	1,113	127,9	0,43
Flores	18.647	0,932	17,4	0,10
N.Pompeya	67.111	0,718	48,2	0,08
P.Chacabuco	58.906	0,891	52,5	0,19
P.Patricios	25.992	0,706	18,3	0,07
San Cristobal	34.490	0,913	31,5	0,19
V.Soldati	16.402	0,719	11,8	0,12
Caballito	42.151	1,202	50,6	0,27
Devoto	85.709	1,064	91,2	0,17
Flores	105.342	1,088	114,7	0,26
Floresta	31.680	1,028	32,6	0,20
M. Castro	28.331	0,992	28,1	0,15
P.Avellaneda	35.177	0,857	30,1	0,15
P.Chacabuco	4.474	1,069	4,8	0,20
V.del Parque	18.902	0,972	18,4	0,50
V.Luro	19.889	0,972	19,3	0,15
V. Real	16.055	1,055	16,9	0,11
V.Sarfield	46.224	0,974	45,0	0,22
V.Sta Rita	18.902	0,972	18,4	0,50
Versalles	13.703	1,069	14,6	0,11
Flores	2.398	0,705	1,7	0,06
Liniers	56.304	1,018	57,3	0,15
Mataderos	58.115	0,917	53,3	0,10
P.Avellaneda	19.025	0,705	13,4	0,11
V.Lugano	110.649	0,902	99,8	0,20
V.Luro	5.732	0,972	5,6	0,11
V.Riachuelo	20.273	1,028	20,8	0,20
V.Soldati	12.470	0,705	8,8	0,17
Agronomía	30.657	1,050	32,2	0,14
Belgrano	13.447	1,069	14,4	0,15
Chacarita	14.604	0,924	13,5	0,27
Coghlan	19.762	0,987	19,5	0,25
Gral. Mitre	36.267	0,972	35,2	0,14
Nuñez	3.848	1,069	4,1	0,11
Paternal	18.150	0,742	13,5	0,11
Saavedra	46.070	0,992	45,7	0,23
V.del Parque	33.421	1,008	33,7	0,21
V.Ortuzar	22.679	0,968	21,9	0,13
V.Sta Rita	11.665	0,972	11,3	0,35
V.Urquiza	62.945	0,999	62,9	0,21
V.Crespo	50.296	1,145	57,6	0,29
V. Pueyrredón	43.589	1,022	44,6	0,15
TOTAL	2.768.772	1,027	2.842	0,227

3.2 Generación de materiales reciclables en la Ciudad de Buenos Aires

Del total de componentes y subcomponentes determinados en el “Estudio de Calidad y Gestión de los Residuos de la Ciudad de Buenos Aires” y de la Evaluación del Mercado de Materiales de la Argentina, se determinó que los considerados como los potencialmente reciclables son: Papeles y Cartones (Diarios y Revistas, Papel de Oficina y Cartón); Plásticos (PET, PEAD y PEBD); Vidrio (Verde, Ámbar y Blanco) y Metales (Latas de Aluminio y Metales Ferrosos)

Para los materiales considerados anteriormente, en la **Tabla 2** se determinó la generación diaria mínima, promedio y máxima, para el total de la Ciudad de Buenos Aires.

El valor promedio de materiales potencialmente reciclables encontrados en los residuos sólidos domésticos es de aproximadamente el 30 % del total de residuos en peso generados diariamente en la ciudad de Buenos Aires.

Tabla 2: Generación de Materiales Potencialmente Reciclables en la CBA (Tn/día)			
Materiales Potencialmente Reciclables	Mínimo	Promedio	Máximo
Diarios y Revistas	110,71	234,16	350,91
Papel de Oficina	2,01	26,02	49,90
Cartón	68,46	129,02	185,89
Total Papeles y Cartones Potencialmente Reciclables	181,19	389,20	586,69
PET	58,70	79,39	97,62
PEAD	67,29	97,61	125,97
PEBD	96,52	134,08	168,09
Total Plásticos Potencialmente Reciclables	222,51	311,08	391,68
Vidrio Verde	39,28	67,14	99,74
Vidrio Ambar	5,09	24,43	46,33
Vidrio Blanco	33,87	55,54	79,44
Total Vidrios Potencialmente Reciclables	78,24	147,11	225,51
Latas de Aluminio	5,48	13,19	21,47
Metales Ferroso	21,89	44,73	65,43
Total Metales Potencialmente Reciclables	27,37	57,92	86,90
Total de Materiales Potencialmente Reciclables	509,31	905,31	1290,79

3.3 Evaluación por tipo de material

3.3.1 Papeles y Cartones

Del análisis de los datos sobre la generación de papeles y cartones según barrios, se destaca que:

- Los barrios de mayor generación de papeles y cartones son: Palermo (8%), Recoleta (7%), Caballito (6%), Balvanera (6%), Flores (5%) y Belgrano (5%), dadas sus marcadas características de UDS: 3, residencial-comercial.
- 26 barrios de la ciudad generan el 80% del total de papel y cartón potencialmente reciclables producidos en la misma.
- La generación de diarios y revistas promedio por barrio es menor a 10 Tn/día.
- La generación por barrio promedio de papel de oficina y cartones, es menor a 2,5 Tn/día y 10 Ton/día, respectivamente.

3.3.2 Plástico

Del análisis de los datos sobre la generación de plásticos según barrios, se destaca que:

- Los barrios de mayor generación de plásticos potencialmente reciclables son: Palermo (9%), Recoleta (7%), Caballito (6%), Balvanera (6%), Flores (5%), Almagro (5%) y Belgrano (5%), dadas sus marcadas características de Uso del Suelo (UDS) de tipo residencial-comercial.

- Del total de barrios de la ciudad, 26 barrios de ellos representan el 80% del total de plásticos potencialmente reciclables producidos.
- La generación de PET y PEAD por barrios es menor a 5 Tn/día por barrio, en más del 95% de los barrios de la CBA.
- La generación promedio por barrio de PEBD es menor a 10 Tn/día.

3.3.3 Vidrio

Del análisis de los datos sobre la generación de vidrios según barrios, se observa que:

- Los barrios de mayor generación de plásticos potencialmente reciclables son: Retiro (8%), Palermo (7%), San Nicolás(6%), San Telmo(6%), La Boca(5%), dadas sus marcadas características de Uso del Suelo de tipo central y residencial-comercial, con gran cantidad de establecimientos tipo bares, confiterías y restaurantes.
- Del total de barrios de la ciudad, 26 barrios de ellos representan el 80% del total de vidrios potencialmente reciclables producidos.
- La generación promedio por barrio de vidrios es menor a 10 Tn/día por barrio.

En las Figuras 1, 2, 3 y 4, se pueden observar la generación de materiales potencialmente reciclables, tales como: papeles y cartones, plásticos, vidrios y latas de aluminio, para los Barrios de la Ciudad de Buenos Aires.

4 FACTIBILIDAD SEGÚN ESCENARIOS Y METAS DIFERENCIALES DE RECICLAJE

4.1 Criterios para la definición de objetivos de reciclaje

En función del análisis de distintas experiencias internacionales puede afirmarse que es difícil comenzar un programa de reciclaje con ambiciosos objetivos de desviación de materiales para recuperación y reciclaje. En efecto, debe comenzarse con metas (%) alcanzables para motivar a la comunidad a participar de los mismos.

Un alto objetivo hace al programa difícil de cumplir, generando decepción en los responsables de la gestión de RSU y en la comunidad en general, la cual dejará paulatinamente de participar en el programa. En todos los países con más de 20 años de experiencia en programas de reciclaje y recuperación los objetivos de reciclaje fueron aumentando en forma gradual con metas a corto, mediano y largo plazo.

Sobre la base de estas consideraciones, se llevo a cabo la determinación de los valores de los porcentajes de material potencialmente reciclables, que podrían ser recuperados del flujo de residuos en la Ciudad de Buenos Aires, teniendo en cuenta:

- Generación del material potencialmente reciclable, calculada para los materiales considerados: papeles y cartones: diarios y revistas, papel de oficina y cartones; plásticos: PET, PEAD y PEBD; vidrios: verde, ámbar y blanco; y metales (latas de aluminio y metales ferrosos)
- Porcentaje de inertes y contaminantes presentes en los mismos (que disminuyen el % real a ser recuperado). Los porcentajes de inertes y contaminantes considerados se definieron en función de cada material, para papeles y cartones: 50%; plásticos: 20%; vidrios: 30%; Aluminio: 10% y metales: 20%.
- Porcentaje de participación comunitaria: se definió como participación comunitaria, un porcentaje de la población que interviene en un programa de reciclaje en un barrio o comunidad. Los valores establecidos para la misma van de un valor máximo del 70% de participación (valores de participación extrapolados de otros países) y un mínimo del 20% de participación.
- Planteo de los escenarios factibles de generación: Mínima (con valores de límite inferior de confianza del 95%), Promedio (valor medio) y Máximo (con valores de límite superior de confianza del 95%).

4.2 Determinación de la cantidad de materiales reciclables según Escenarios

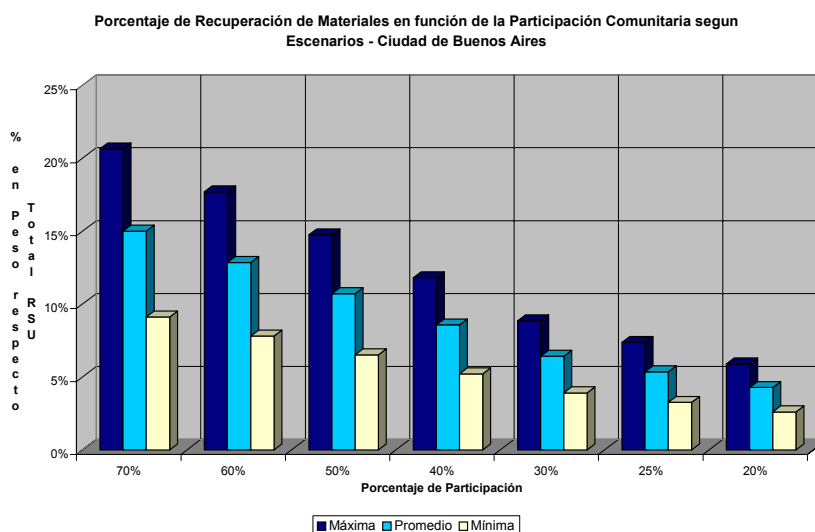
La factibilidad se ha evaluado planteando los siguientes escenarios:

- **Escenario de mínima:** Los porcentajes factibles de establecerse como objetivos de reciclaje van de: 2 al 7%, dependiendo del porcentaje de participación comunitaria, e incluyendo a la totalidad de los materiales potencialmente reciclables considerados.
- **Escenario promedio:** con objetivos de reciclaje que oscilan entre el 4 al 15%.
- **Escenario de máxima:** con objetivos de reciclaje van de: 6 al 21%.

Sobre la base de esos escenarios se determinó la cantidad de material reciclable, calculando el tonelaje diario según los distintos objetivos de reciclaje factibles de implementar y el grado de participación comunitaria a ser esperado. Los valores se presentan en la **Tabla 3**.

Escenarios Planteados	Grado de Participación						
	70%	60%	50%	40%	30%	25%	20%
	Ton/día	Ton/día	Ton/día	Ton/día	Ton/día	Ton/día	Ton/día
Mínimo	259,05	222,04	185,03	148,03	111,02	92,52	74,01
Promedio	426,16	365,28	304,40	243,52	182,64	152,20	121,76
Máximo	586,65	502,84	419,04	335,23	251,42	209,52	167,61

En el **Gráfico 1** se presenta observan los valores (en Tn/día) de generación de materiales potencialmente reciclables en función de los porcentajes de participación comunitarias según escenarios de recuperación Mínima, Promedio y Máxima



4.3 Determinación de objetivos de reciclaje según materiales

En la **Tabla 4** se presentan respectivamente, los valores diarios en porcentajes, Mínimos, Promedio y Máximos, de factibilidad de recuperación de cada material del flujo total de residuos, teniendo en cuenta los materiales, el porcentaje de participación comunitaria esperado y los escenarios propuestos.

Tabla 4: Objetivos de Reciclado según el porcentaje de participación de la Población									
Objetivos de Reciclado			Porcentaje de Participación						
Material	%Cont. ⁽¹⁾		70%	60%	50%	40%	30%	25%	20%
Papeles y cartones	50%	Promedio	4,79%	4,11%	3,42%	2,74%	2,05%	1,71%	1,37%
		Mínimo	2,23%	1,91%	1,59%	1,27%	0,96%	0,80%	0,64%
		Máximo	7,22%	6,19%	5,16%	4,13%	3,10%	2,58%	2,06%
Plásticos	80%	Promedio	6,13%	5,25%	4,38%	3,50%	2,63%	2,19%	1,75%
		Mínimo	4,38%	3,76%	3,13%	2,51%	1,88%	1,57%	1,25%
		Máximo	7,72%	6,61%	5,51%	4,41%	3,31%	2,76%	2,20%
Vidrio	70%	Promedio	2,90%	2,48%	2,07%	1,66%	1,24%	1,04%	0,83%
		Mínimo	1,95%	1,67%	1,39%	1,11%	0,83%	0,70%	0,56%
		Máximo	3,93%	3,37%	2,81%	2,25%	1,69%	1,40%	1,12%
Aluminio	90%	Promedio	0,29%	0,25%	0,21%	0,17%	0,13%	0,10%	0,08%
		Mínimo	0,12%	0,10%	0,09%	0,07%	0,05%	0,04%	0,03%
		Máximo	0,48%	0,41%	0,34%	0,27%	0,20%	0,17%	0,14%
Metales Ferrosos	80%	Promedio	0,88%	0,76%	0,63%	0,50%	0,38%	0,31%	0,25%
		Mínimo	0,43%	0,37%	0,31%	0,25%	0,18%	0,15%	0,12%
		Máximo	1,29%	1,11%	0,92%	0,74%	0,55%	0,46%	0,37%
TOTAL		Promedio	14,99%	12,85%	10,71%	8,57%	6,43%	5,35%	4,28%
		Mínimo	9,11%	7,81%	6,51%	5,21%	3,91%	3,25%	2,60%
		Máximo	20,64%	17,69%	14,74%	11,79%	8,85%	7,37%	5,90%

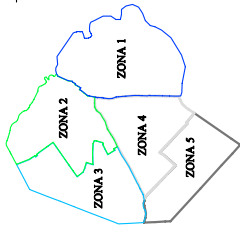
4.- El % Contaminación según "Handbook of Solids Waste Management" 2ª Edición- 1993- G. Chobanoglous y F. Kreith

5 GENERACIÓN SUPERFICIAL DE MATERIALES RECICLABLES SEGÚN BARRIOS

Con el objeto de contar con la información que permita hacer operativos los datos anteriormente calculados, se determinó la generación de materiales potencialmente reciclables por unidad de superficie y en cada Barrio. Se adoptó como unidad de superficie la hectárea (Ha) debido a que aproximadamente representa una manzana urbana y ello facilita la rápida interpretación y aplicación de los datos.

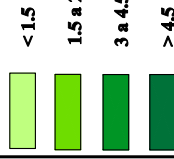
En la **Tabla 5** se presentan los valores de generación total de materiales potencialmente reciclables en los barrios de mayor producción, por unidad de superficie y según distintos coeficientes de participación comunitaria.

Tabla 5: Generación Superficial de Materiales Potencialmente Reciclables según Barrios y Participación			
Barrio	Porcentaje de Participación		
	70%	50%	20%
	kg/día x Ha	kg/día x Ha	kg/día x Ha
Recoleta	76,93	54,95	21,98
V.Sta Rita	67,23	48,02	19,21
Balvanera	62,67	44,76	17,90
Almagro	54,01	38,58	15,43
Caballito	52,14	37,24	14,90
Montserrat	50,41	36,01	14,40
Belgrano	49,26	35,18	14,07
Constitución	44,66	31,90	12,76
San Nicolás	44,32	31,66	12,66
V.Crespo	42,20	30,14	12,06
V.del Parque	40,01	28,58	11,43
Retiro	38,93	27,81	11,12
Coghlan	38,82	27,73	11,09
Núñez	37,38	26,70	10,68
Palermo	36,13	25,81	10,32
Colegiales	35,92	25,66	10,26
Boedo	35,17	25,12	10,05



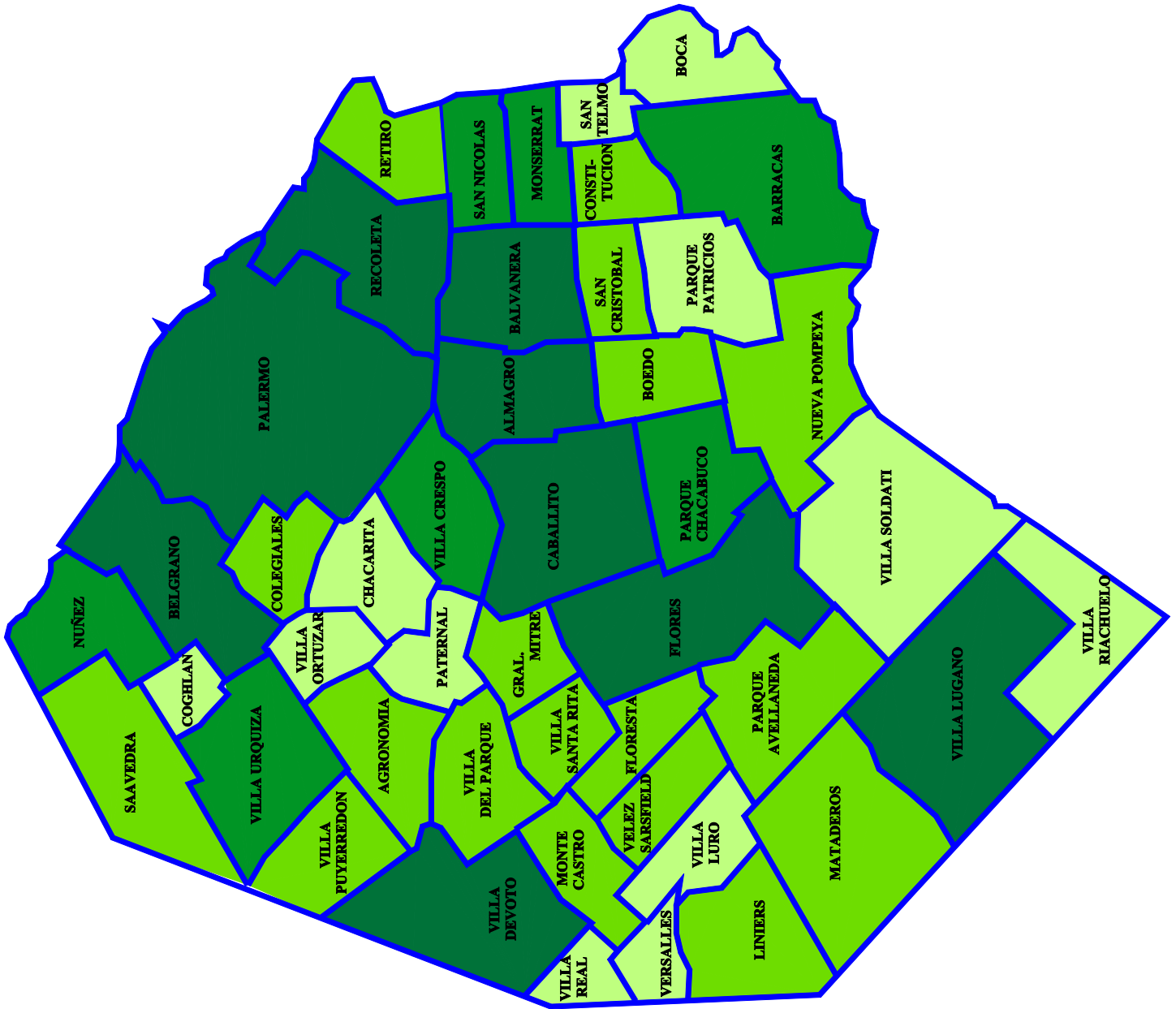
REFERENCIAS:

Tn / día por Barrio

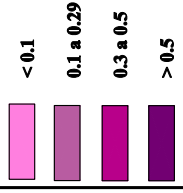


FUENTE: Elab. propia.

Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires	
Secretaría de Obras y Servicios Públicos	
Subsecretaría de Mantenimiento Urbano	
Dirección General de Higiene Urbana	
ESTUDIO DE CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	
Generación Subcomponentes reciclables	
VIDRIO	
INSTITUTO DE INGENIERÍA SANITARIA Facultad de Ingeniería - U.B.A.	
DIRECTOR DEL ESTUDIO: Ing. AUGUSTO PESQUINA	FECHA: ABRIL 2007
ESCALA: R-2	

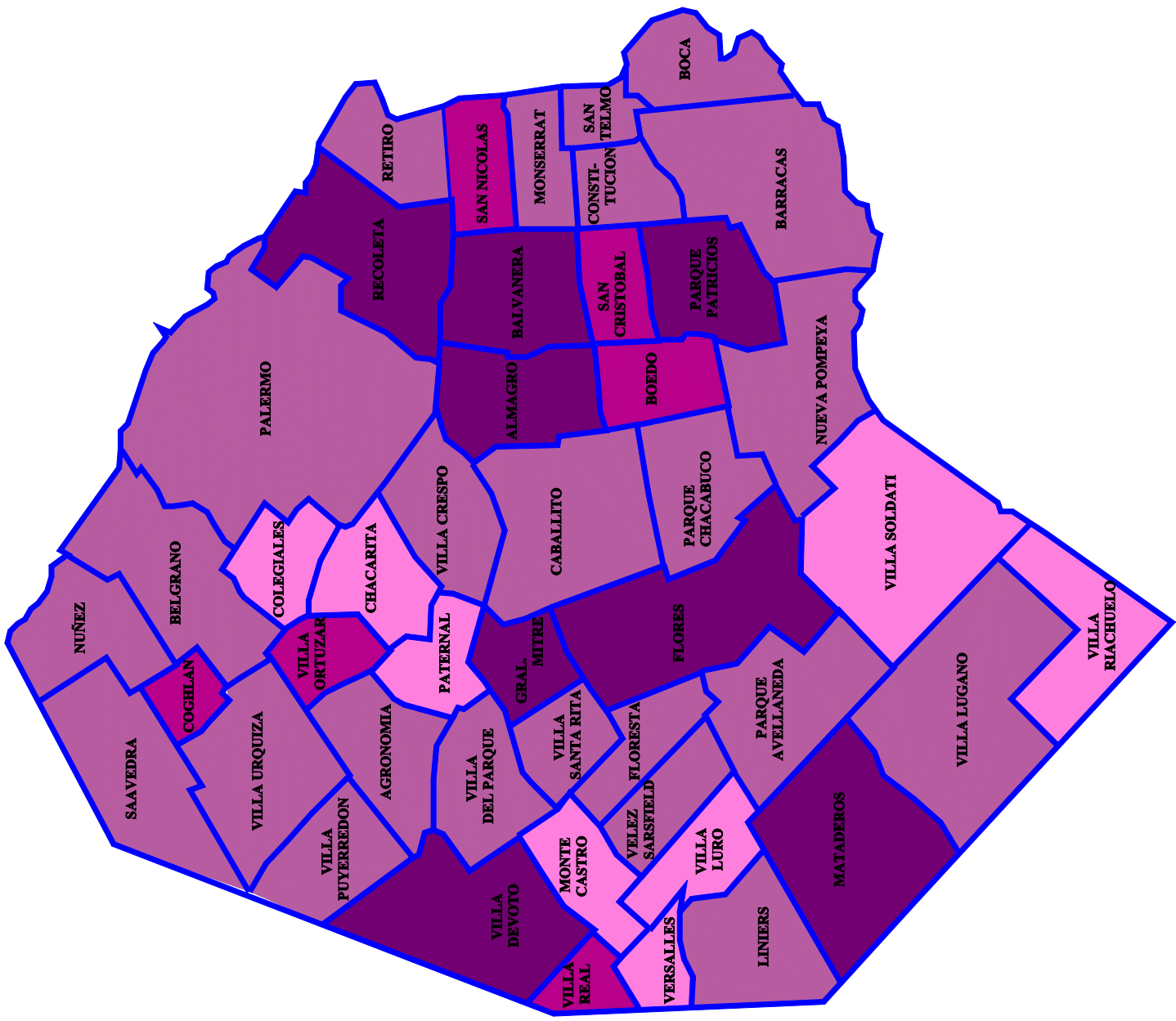


REFERENCIAS:
Tn / día por Barrio



FUENTE: Elab. propia.

Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires	
Secretaría de Obras y Servicios Públicos	
Subsecretaría de Mantenimiento Urbano	
Dirección General de Higiene Urbana	
ESTUDIO DE CALIDAD Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	
Generación Subcomponentes reciclables	
LATAS DE ALUMINIO	
INSTITUTO DE INGENIERÍA SANITARIA	
Facultad de Ingeniería - U.B.A.	
DIRECTOR DEL ESTUDIO: Ing. AUGUSTO PESQUERA	PROYECTO: ANEXO 201
	ESCALA: R-3



6 MERCADO DE LOS MATERIALES RECICLABLES

6.1 Consideraciones generales

Es importante destacar el rol de los consumidores quienes serán los que determinen con su participación el destino final de los residuos domésticos. Estos deben estar involucrados dentro del Programa de reciclaje, conociendo cuales son los beneficios ambientales y para la salud que implican este tipo de programas. Los programas de recolección selectiva y reciclaje a ser implementados deben basarse en la segregación en origen a fin de obtener materiales de alta calidad, disminuir el contenido de inertes y mejorar los precios de mercados de dichos materiales.

Cualquier comunidad puede implementar un programa de recolección selectiva y reciclaje, pero el éxito del mismo consiste en conseguir el apoyo de industrias existentes o desarrollar nuevas actividades industriales que consuman los materiales recuperados dentro del mismo. Existen probados ejemplos de ciudades que tienen un programa de estas características, pero no logran contar con un mercado para los materiales recuperados. Es así como dichos materiales son almacenados en forma poco sanitaria en galpones o son finalmente dispuestos en los basurales a cielo abierto o en el mejor de los casos en los rellenos sanitarios. Por ello, no es aconsejable implementar un programa de este tipo sin conocer el mercado en el cual se va a desarrollar el programa de recolección selectiva y reciclaje.

Los factores a tener en cuenta sobre el mercado son:

- a) Determinar cuales son los materiales factibles de reciclaje: conocer la cantidad y establecer la forma en que estos materiales deberán ser recolectados.
- b) Determinar si existen posibles compradores de los materiales recuperados luego de su procesamiento.
- c) Definir claramente los costos de transporte desde los puntos de generación hasta la planta de procesamiento, y desde la planta de procesamiento hasta los consumidores del material.
- d) Determinar cuales son las especificaciones técnicas con las cuales son recibidos los materiales por los posibles consumidores.
- e) Establecer los valores de venta de los materiales recuperados y cuales son los costos del procesamiento para alcanzar las especificaciones técnicas requeridas por los consumidores.
- f) Determinar los costos de inversión y operación de una planta de reciclaje comparativamente con los costos del sistema actual de residuos, para establecer la necesidad de subsidiar el programa o aumentar (en caso de ser necesario), los impuestos municipales para solventar dicho programa, tal cual se realiza en todos los países del mundo.

6.2 Evaluación de los precios de los materiales reciclados

Dentro del marco de la evaluación del mercado se determinaron los precios de los distintos materiales factibles de reciclaje encontrados en los residuos sólidos de la Ciudad de Buenos Aires. Cabe destacar que estos precios corresponde al mes de Noviembre de 2001 (con un de cambio peso/dólar 1:1). Cabe destacar que dichos materiales son considerados “commodities”, que fluctúan según los valores internacionales.

6.2.1 Precios de materiales reciclados en Argentina

En la **Tabla 6** se presentan los precios de mercado de los distintos materiales reciclables, en el mercado local, estableciéndose además las especificaciones técnicas de los mismos dada por los compradores.

TABLA 6: Precios Materiales Reciclables (Segundo Semestre 2002)

Material	Precio Unitario	Unidad	Especificaciones Técnicas Materiales
PET enfardado	0.12	\$/Kg	Clasificado por color, el precio del virgen menos un 25 - 30 % lo haría rentable para el reciclaje.
Aluminio	0.80	\$/Kg	Más de 50 Kg y hasta 100 Kg (retirado a domicilio)
	0.85		Más de 100 Kg (retirado a domicilio)
	0.90		Más de 100 Kg (entregado en depósito)
	0.70		Latas de cerveza o gaseosa limpias sin enfardar
Cartones	90.00	\$/Tn	Cartón corrugado (enfardado en planta)
	70.00	\$/Tn	Recortes de 2da (sin revistas ni diarios (enfardado en planta)
Vidrio	50 - 60	\$/ Tn	sin separar

Fuente: Los precios fueron suministrados por las empresas recicladoras

7 PAUTAS PARA UN PROGRAMA DE RECOLECCIÓN SELECTIVA Y RECICLAJE

7.1 Consideraciones generales

Un Programa de Recolección Selectiva y Reciclaje de Residuos Sólidos constituye uno de los instrumentos aplicables a la gestión de residuos sólidos urbanos que permitiría, coyunturalmente o a corto plazo dar respuesta a un sector de la sociedad que actualmente realiza esas tareas de manera no sanitaria y, a largo plazo, obtener beneficios ambientales tales como la extensión de la vida útil de los rellenos sanitarios y conservación de recursos renovables y no renovables.

Cabe señalar que un Programa de esta naturaleza requiere de manera imprescindible la implementación de un Programa de Participación y Educación Comunitaria a fin de obtener no sólo el apoyo de la población sino también asegurar las correctas prácticas de segregación por parte de los trabajadores involucrados.

Las hipótesis sobre las que se basan los Programas de Recolección Selectiva y Reciclaje son:

1. los materiales reciclables siempre formarán parte de los residuos urbanos,
2. las industrias siempre estarán interesadas en obtener estos materiales, y
3. la participación de la población tenderá a aumentar.

Asimismo, las características socioeconómicas de la población también contribuyen a que tengan interés en explorar diversas iniciativas, ya que no hay otras oportunidades de conseguir un empleo y obtener ingresos a corto plazo. Otro factor que contribuye a este interés es el tipo de estructura y el grado de informalidad del mercado de trabajo local para un número cada vez más creciente de la población.

El Programa de Reciclaje, adecuadamente planificado, sería factible de ser implementado ya que en la ciudad de Buenos Aires casi 10.000 familias sobreviven gracias a la recolección informal de residuos, siendo explotadas por intermediarios y expuestas al contacto diario con los residuos que son potencialmente riesgosos para su salud.

7.2 Alternativas de implementación

7.2.1 Tipo de proyectos

El Programa podría estar integrado con algunos de los siguientes Proyectos:

1. **ENTREGA VOLUNTARIA EN PUNTOS LIMPIOS:** la entrega voluntaria en puntos determinados de la ciudad, o "puntos limpios", consiste en la colocación de contenedores especiales para la recolección separada de residuos reciclables, principalmente en los barrios de ingresos altos.
2. **RECOLECCIÓN PUERTA A PUERTA:** la recolección puerta a puerta se realiza con vehículos y personal del servicio de higiene urbana que recolecta especialmente papel y cartón de embalajes en áreas céntricas y comerciales en un horario determinado.

3. CENTROS DE RECOMPRA: en puntos específicos de la ciudad, denominados genéricamente centros de recompra (supermercados, shoppings, etc) se entregan materiales reciclables, y de acuerdo al peso de material correctamente segregado y limpio, se canjea el valor por cupones o vales que podrían ser utilizados por ejemplo como parte de pago de los impuestos municipales de limpieza urbana.
4. RECOLECCIÓN DIFERENCIADA COMUNITARIA: se realizaría en los barrios de ingresos medios-bajos y bajos. Para estimular a las familias a separar los materiales, se les podría dar la posibilidad de cambiar estos materiales por alimentos, vales de comida, o materiales de construcción para edificaciones colectivas, o trueque de latas de aluminio por útiles escolares o pasajes de transporte subterráneo, etc. El intercambio lo hace cada familia o varias familias colectivamente. Se podría dar prioridad a los barrios en los que la recolección de basura de un modo convencional resulta difícil (villas de emergencia). La participación local, especialmente la de las mujeres, reduce el volumen de los residuos y los costos de funcionamiento que en las zonas de difícil acceso son relativamente caros. Durante los primeros tres meses el gobierno de la ciudad, a través de sus concesionarios del servicio de higiene urbana, podría recibir y vender los residuos reciclables al sector privado y también organizar la educación ambiental y para la higiene. Luego, si la receptividad de los residentes es buena, el GCBA debería dar ayuda a los grupos a organizarse para conseguir una capacidad de gestión propia y a registrarse como una asociación, microempresa o cooperativa y poder transferirles la ejecución del proyecto. Se ha obtenido información respecto a que cada grupo genera ingresos para cerca de 8 personas. El programa podría colaborar con las industrias locales para comprar y trasladar los materiales reciclables. Las líderes del proceso debería tratarse que en su mayoría fuesen mujeres, ya que la experiencia de otros países y en otras actividades de tipo comunitario, demuestra su gran efectividad.
5. APOYO A LA RECOLECCIÓN SELECTIVA DEL SECTOR INFORMAL: el apoyo a la recolección selectiva que realiza el sector informal estaría dirigido al sector de actuales clasificadores callejeros específicamente. El proyecto pretende mejorar la situación de estos grupos teniendo en cuenta sus antecedentes y su contexto específico, ya que es conocida la explotación de los intermediarios (compradores de residuos y propietarios de los depósitos en ciertos barrios). Por ello deben analizarse las alternativas a través de la organización de los recolectores (cartoneros) y del desarrollo de iniciativas colectivas. Ello también contribuiría a generar efectos positivos sobre la calidad del medio ambiente urbano y las condiciones sanitarias y sociales de este sector de la población. Las cooperativas deberían tener un tamaño promedio de 16 miembros cada una. Se podría, con apoyo de los servicios formales, es decir con los vehículos de los distintos concesionarios, realizar la recolección selectiva de materiales previamente separados por los generadores, pero entregando luego dichos materiales reciclables a estas cooperativas para su acondicionamiento y comercialización. Asimismo el GCBA podría proveer de sitios específicos en distintas zonas de la ciudad (estaciones de transferencia, relleno sanitarios, u otros lugares mediante convenio con asociaciones comunitarias que dispongan de terrenos adecuados). Estos sitios deberían acondicionarse con elementos tales como áreas cubiertas, piso de cemento, equipamientos tales como cintas transportadoras, compactadores, contenedores, etc. Cabe señalar que estas acciones deben ir acompañadas de programas de capacitación para promover una recolección más higiénica y métodos de clasificación apropiados. Las consecuencias positivas estimadas son: la disminución del contacto directo con la basura contaminada, la reducción del número de basurales “clandestinos” a cielo abierto, mejoramiento del medio ambiente urbano y la minimización de materiales a depositar en los rellenos sanitarios. La existencia de un 30 % de hogares con jefas de familia mujeres, en la Ciudad de Buenos Aires estimulan y justifican la identificación de las prácticas y necesidades básicas de las mujeres, relacionadas con su participación en los procesos de toma de decisiones, el establecimiento de nuevas políticas y el desarrollo de actividades que les generen ingresos. No obstante el programa deberá utilizar mecanismos de motivación dirigidos tanto a hombres como mujeres. Se identificarán los cometidos y las prácticas relacionadas con la gestión, recolección y reciclaje de residuos en razón del género, y se desarrollaron métodos para superar las limitaciones culturales a la participación de las mujeres.

7.2.2 Restricciones para la implementación del Programa

Las dificultades que se observa se pueden presentar para estos programas estarían relacionadas con:

- a) Falta de incentivo para la participación en el programa de la comunidad en general y/o de los potenciales implicados en los trabajos de reciclaje,
- b) Falta de capacidad de gestión organizativa y descentralización por parte de los organismos gubernamentales,
- c) Las fuertes fluctuaciones de los precios en el mercado de materiales reciclables
- d) Los costos de recolección y transporte de los residuos sólidos diferenciados a los lugares donde se recicla.
- e) Los costos asociados al procesamiento y acondicionamiento de los materiales para su introducción en el mercado

Asimismo, la continua colaboración entre los sectores público y privado es un elemento vital del programa, y los intereses comerciales deberían proporcionar la continuidad a esta colaboración.

7.3 Programa de Participación y Educación Comunitaria

Como fuera expresado anteriormente, un Programa de Recolección Selectiva y Reciclaje requiere de manera imprescindible la implementación previa de un Programa de Participación y Educación Comunitaria a fin de obtener principalmente el apoyo de la población. Serían objetivos generales del Programa modificar el comportamiento de la población para reducir la producción de residuos sólidos, promover la segregación en origen y la comercialización de materiales reciclables y la generación de ingresos para ciertos sectores de la población, concientizando a la vez sobre los riesgos para la salud que implican las prácticas no sanitarias de los sistemas informales de recolección y clasificación que se realizan actualmente en la Ciudad. El programa debería ser descentralizado por Barrios o por Centros de Gestión y Participación (CGP), e integrado con las áreas de Educación y Promoción Social del GCBA. Asimismo el Programa debería desarrollarse con la organización de Talleres de Participación y Educación dedicados a diversos temas relacionados con la práctica del reciclado. Los métodos de concientización y movilización social deberían incluir, además de cursos, seminarios y talleres de discusión, métodos no convencionales tales como: representaciones musicales y teatrales, tiendas de venta de productos reciclados, videos, publicidad gráfica, etc.

8 CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

8.1 Objetivos de desvío

El estudio de Calidad y Gestión de los residuos sólidos de la Ciudad de Buenos Aires determinó que los residuos sólidos presentes contendrían más de un 30% de materiales considerados potencialmente reciclables. Esta afirmación tiene en cuenta solamente a los componentes y subcomponentes presentes en el flujo de residuos, pero no la voluntad de participación de la comunidad en el programa de recolección selectiva y reciclaje, que les implica realizar tareas adicionales, tales como: algún tipo de tratamiento previo (como por ejemplo: lavado y enjuague de envases y latas de gaseosas) segregación del material en origen, almacenamiento en contenedores diferenciales específicos, etc. ; y tampoco tiene en cuenta que estos materiales pueden estar mezclados con otros que podrían contaminarlos (el caso del papel de oficina mezclado con papel carbónico o papel de fax). Ambos factores determinan que la cantidad de material a ser recuperado será mucho menor que los porcentajes encontrados en el Estudio de Calidad.

Por lo antedicho, la definición de objetivos de desvío de materiales para su reciclado debería comenzar teniendo en cuenta los escenarios de mínima, con baja participación comunitaria, con porcentajes de recuperación bajos, de aproximadamente 2% sobre el total de residuos. Estos se incrementarán en forma gradual con valores de porcentaje de desvío mayores dependiendo del

grado de compromiso de la comunidad y las necesidades del mercado de consumo de materiales reciclables.

Los objetivos de reciclaje de materiales (porcentaje de desvío) planteados deberán ser claros, alcanzables y de fácil cumplimiento. La comunidad participante no puede ser defraudada, por lo tanto los objetivos de desvío de materiales no deberían ser sobrestimados. Asimismo, la comunidad involucrada, es decir la que va a participar en áreas específicas, debe ser informada sobre cual es el destino de sus residuos, ya sea: su transformación en otros materiales, o en que forma serán reutilizados. Las experiencias en otros países demuestran que los objetivos de reciclaje impuestos comenzaron con valores pequeños y se incrementaron en forma gradual, estableciéndose horizontes a mediano y largo plazo, entre 5 a 10 años y 10 a 25 años, respectivamente. En el caso de los EEUU las metas de desvío fueron del 5% al 25% en 20 años.

8.2 Condiciones sanitarias

Los residuos sólidos de la Ciudad de Buenos Aires contienen determinados compuestos con características de peligrosidad, tales como inflamabilidad, corrosividad, reactividad y toxicidad. Asimismo, poseen altos niveles de bacterias coliformes de origen fecal, *Escherichia Coli*, enterococos y colifagos, etc., por lo tanto, deberá evaluarse cuidadosamente cualquier alternativa de gestión de RSU que incluya tareas de separación manual, segregación o procesamiento para reducción de volumen, debido al potencial riesgo para la salud de los trabajadores. Las operaciones de reciclaje implican una manipulación de los residuos sólidos en las plantas de reciclaje que deberá realizarse en condiciones de higiene y seguridad. Se estima conveniente, como mínimo, la utilización de elementos de protección personal, áreas de trabajo con ventilación forzada, elementos de resguardo y defensa de maquinarias, tales como cintas transportadoras, trituradores, etc., que pudieran causar accidentes a los trabajadores implicados en dichas tareas.

8.3 Mercado

Cabe aclarar que la implementación de un programa de reciclaje no implica solamente poseer el material, sino también desarrollar los mercados para este material, así como evaluar meticulosamente en qué condiciones éstos dejan de ser residuos para convertirse en recursos codiciados por los potenciales consumidores. Esta es una condición importantísima a tener en cuenta para establecer metas realistas, estableciendo razonables porcentajes de recuperación para el corto y mediano plazo. Debe tenerse en que los precios de los materiales recuperados serán variables dentro de los mercados internacionales fluctuantes (commodities). Ello traerá aparejado que determinados materiales sean atractivos de recuperación en un determinado momento, pero quizás dejen de serlo en uno o dos años y viceversa. Por lo tanto, la planta y los equipamientos utilizados para el reciclaje de materiales deberán ser lo suficiente flexibles como para adecuarse a dichos cambios. Las transformaciones necesarias para introducir los materiales al mercado tienen un costo, que en la mayoría de los casos es elevado. Ello es así debido a que para que un programa de reciclaje sea exitoso, debe llevarse a cabo la segregación en origen (recolección diferenciada), a los efectos de minimizar la contaminación de los materiales y para evitar grandes inversiones en el equipamiento de procesamiento y transformación necesario para alcanzar las especificaciones técnicas que permitan que estos materiales sean considerados insumos por los consumidores. Cabe señalar que “*todos*” los programas de reciclaje implementados en otros países están subvencionados por el estado o entes gubernamentales, implicando un costo y beneficio ambiental.

8.4 Programa de Participación y Educación Comunitaria

El programa de recolección diferencial y reciclaje deberá ser implementado en áreas piloto antes de su implementación general (en barrios o grandes zonas). Este programa deberá evaluar la receptividad de los pobladores sobre el tema del reciclaje y la generación de materiales por superficie (deberán ser de alta y media generación por Ha), para que los datos obtenidos del mismo puedan ser extrapolados a otros barrios o áreas mayores. Luego, el programa deberá llevarse a cabo en forma

permanente y continua para concientizar a la comunidad participante e informarla sobre los resultados del mismo.

8.5 Consideraciones Finales

Debido a que la sociedad sufre cambios continuos de hábitos de consumo, implicando cambios en la calidad y cantidad de RSU, el desafío a futuro será reducir las cantidades de residuos sólidos procedentes del consumo indiscriminado de recursos, cambiando hábitos de consumo y modificando las tecnologías de producción, de modo tal de priorizar la conservación de los recursos naturales, maximizando la reutilización de los materiales reciclables para la fabricación de nuevos productos. Todas estas premisas deberán estar acompañadas con un marco legal que tenga en cuenta, entre otros aspectos, la exigencia de un porcentaje de material reciclado en cada producto fabricado, el reuso de envases y la reducción del “packaging”.

Dado que la evaluación sobre la factibilidad de implementación de un programa de recolección selectiva y reciclaje de los residuos sólidos de la Ciudad de Buenos Aires, traerá aparejada la utilización de nuevas tecnologías de manipulación y procesamiento de los mismos, habrá que considerar las condiciones sanitarias, el mercado de los productos de conversión y energía, así como la legislación necesaria para el fortalecimiento de la regulación y control de la utilización de estas tecnologías, no perdiendo de vista el objetivo del cuidado de la salud pública, la minimización de los impactos sobre el medio ambiente y la rentabilidad económica de los insumos a ser producidos.

Tal como fuera expresado en el Estudio de Calidad de los residuos sólidos, se reitera que la utilización de cualquier tecnología, por más novedosa o innovadora que parezca, siempre producirá materiales de rechazo, inertes o contaminantes, que deberán ser dispuestos en un relleno sanitario. Se debe concluir que todos los tratamientos, sean estos físicos, químicos o biológicos, generan residuos que deben ser ambientalmente dispuestos y controlados, ya que no existe “*tecnología de producción de residuos = cero*”.

9 BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES CONSULTADAS

1. CEAMSE, Tonelaje operativo recibido, Depto de Transporte (1997-2002).
2. CONSERJERIA DE MEDIO AMBIENTE DE LA COMUNIDAD DE MADRID. Plan Autonómico de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (1997-2005). 1997.
3. De Luca, Marcela; 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.
4. EPA (1995), Code of Federal Register 40 Parts -258 Municipal Solid Waste, USA.
5. EPA (1990), Decision Makers Guide to Solid Waste Management, Volume I and II ,USA
6. España (2000); Plan Nacional de Residuos Urbanos. Ministerio de Medio Ambiente-BOE
7. GCBA - Zonas y rutas de recolección de RSU – Dirección General de Higiene Urbana
8. Instituto de Ingeniería Sanitaria-UBA (2001); Estudio de Calidad y Gestión de Residuos Sólidos en la Ciudad de Buenos Aires- Director: A. Pescuma; Coord.: Ing. M De Luca-Arq. ME Guaresti
9. Landreth R. Rebers P, Municipal Solid Waste: Problems and Solutions, CRC Lewis.
10. Lund H. (1996), The McGraw Hill Recycling Handbook, Mc Graw-Hill.1997
11. Manser A.G.R, Keeling A. (1996) Practical Handbook of Processing and Recycling Municipal Waste, CRC Lewis.
12. Tchnobanoglus, G. (1994), Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues, Mc Graw-Hill.