

MUESTREO PILOTO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DE LA CIUDAD DE MAR DEL PLATA

Máximo Menna, Susana Jacob, Oscar Noguera
Grupo de Estudio de Energías Alternativas y Ambiente
Facultad de Ingeniería - UNMDP
Juan B. Justo 4302
(7600) Mar del Plata
TE: (23) 81-6600 - FAX: (23) 81-0046
Email: mamenna@fi.mdp.edu.ar

Gloria Plaza, Horacio DiVelz, Juan Carlos Cid, Osvaldo Pacheco
Laboratorio de Estudios Ambientales - CIUNSA
INENCO - Facultad de Ingeniería - UNSa
Buenos Aires 177
(4400) Salta
TE:(087) 25-5424 - FAX: (087) 25-5489
E-mail: gloria@ciunsa.edu.ar

RESUMEN

Este trabajo surge de una propuesta del GEEAA-FI-UNMDP al Consejo Deliberante del Municipio de General Pueyrredón (MGP) de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. El proyecto se transformó en Ordenanza Municipal y previo convenio entre MGP y FI-UNMDP, hoy se está ejecutando como el Muestreo de Residuos Sólidos Domiciliarios de la Ciudad de Mar del Plata. Existe una experiencia similar en la evaluación de residuos desarrollada para la comunidad de Salta (1), no obstante Mar del Plata presenta características propias distintivas.

El muestreo anual, se diseñó a partir de datos censales de población y vivienda (2). Se trata de una muestra estratificada con recambios, según variables socio-económico-culturales (2). El residuo se separa en origen en 6 grupos papel-cartón, vidrio, orgánico, plástico, metal y otros. Diariamente se obtienen los pesos de residuos generados por vivienda y fracciones componentes.

Se presenta los datos de la Primera Campaña de los cuales surgen los porcentajes de cada tipo de residuo y los resultados de los cálculos estadísticos para la fracción orgánica y para el total de los residuos.

INTRODUCCIÓN

La problemática de la disposición final de los residuos que se generan en una localidad, impone una gestión integral de los mismos y es un desafío para las autoridades municipales. Subsiste de forma generalizada la recolección y disposición no-diferenciada a cielo abierto, agudizándose para una comunidad con 520.000 habitantes con un crecimiento de 385% en 11 años, tal es el caso de Mar del Plata (2).

El residuo domiciliario responde a características propias del generador y su entorno, en general están dadas por el nivel socio-económico-cultural de los habitantes, día de la semana, estación del año, zona turística y clima.

Siendo el residuo sólido domiciliario característico de cada población no es correcto diseñar soluciones con los datos de cualquier otra localidad. En especial para el caso de la ciudad de Mar del Plata, que durante 60 días de la temporada de verano se duplica su población. Además existen picos de aumento de población que superan ampliamente esta proporción en los cambios de quincena y en los fines de semana.

Conocer en que proporción se generan algunos tipos de residuos sólidos domiciliarios es importante para detectar cantidades mínimas que puedan inducir el adecuado tratamiento, reciclado y disposición final. Afectando directamente al diseño del sistema de recolección de los mismos y al diseño del relleno sanitario que los recibirá y contendrá.

Una reducción del inevitable volumen a disponer alarga la vida útil del relleno sanitario, y una reducción del volumen generado acorta además el tiempo de recolección, permitiendo con el ahorro, aumentar el área de recolección, o mejorar el servicio de higiene urbana, o bajar costos.

Un Programa de Muestreo complementa la solución, prediciendo la viabilidad del aprovechamiento de residuos para generación de energía y bioabono, por métodos de biodegradación como digestión anaeróbica (biogas) y aeróbica (compost).

El objetivo del muestreo es determinar la producción promedio diaria y semanal de residuo sólido por vivienda ocupada y determinar su composición, considerando las fracciones: papel-cartón, vidrio, orgánico, plástico, metal y otros.

MATERIAL Y MÉTODO

El muestreo anual se ha programado en 4 Campañas de 3 meses cada una. Así cada Campaña comprende 12 semanas, durante las cuales se muestrean un total de 1386 viviendas. Considerando que el 76% de las 212.027 viviendas de Mar del Plata se encuentran ocupadas (2), se determinó un mínimo de 1053 viviendas con datos útiles para la muestra. Las viviendas se eligieron por sorteo al azar de números correspondientes a fracción, radio, manzana y número de vivienda, y se las ubicó en un plano de la ciudad para su posterior identificación.

El Programa de Muestreo se desarrolló según las siguientes etapas:

- 1 - Identificación de las viviendas que componen la muestra
- 2 - Visita explicativa e invitación a colaborar en el muestreo a las familias que habitan en los domicilios identificados como vivienda que compone la muestra. Entrega del material necesario para realizar la separación de los residuos.
- 3 - Incorporación de las viviendas al muestreo y diseño del recorrido para su recolección. Preparación de la hoja de ruta semanal.
- 4 - Recolección diferenciada de los residuos de las viviendas que componen la muestra.
- 5 - Pesada y registro de cada uno de los 6 tipos de residuos que han sido separados por los habitantes de las viviendas que componen la muestra.
- 6 - Elaboración de datos de la Primera Campaña.

La recolección puerta a puerta se realizó con dos camiones y sus correspondientes choferes provistos por el municipio.

Cada semana se muestrearon 88 viviendas, suma de los correspondientes porcentajes de cada uno de los 9 clusters en que se dividió a la ciudad (3).

Las familias de las viviendas separaron su residuo diario durante 7 días consecutivos, en 6 grupos: papel-cartón, vidrio, orgánico, plástico, metal y otros, para lo cual fueron suministradas diariamente las bolsas de distintos colores para cada grupo.

RESULTADOS OBTENIDOS

Al completar la Primera Campaña, desarrollada desde el 13 de Enero al 15 de Abril de 1997, se procesaron casi 13,897 toneladas de residuo generados por 26.606 habitantes correspondientes a 1062 familias.

Las proporciones en que está compuesto el residuo sólido domiciliario de la ciudad de Mar del Plata, corresponde a los siguientes porcentajes: papel-cartón: 10,28% , vidrio: 10,73% , orgánico: 56,35% , plástico: 8,30% , metal: 3,83% y otros: 10,50%

El valor en Kgrs. del estimador de la media estratificada $y(st)$, por vivienda y por semana como así también por día, del total de los residuos sólidos domiciliarios es:

$$y(st) = 13,081 \text{ Kgrs}/(\text{viv.semana})$$

$$y(st) = 1,869 \text{ Kgrs}/(\text{viv.día})$$

El intervalo de confianza para el estimador de la media estratificada $y(st)$ expresado en gramos, teniendo en cuenta la varianza estimada, por vivienda y por día resulta muy preciso con una probabilidad del 95

$$y(st) = 1.869 \pm 55 \text{ grs}/(\text{vivienda.día})$$

La precisión del intervalo de confianza es $\pm 2,9\%$, y el coeficiente de variación es apenas el 1,5% .

Las tablas 1 y 2, presentan información sobre totales de gramos procesados y porcentajes de los distintos tipos de residuo, para cada uno de los 9 clusters en que se estratificó el muestreo (3).

El valor de la media estratificada $y(st)$ y su intervalo de confianza, por habitante y por día del total de los residuos sólidos domiciliarios es:

$$y(st) = 467 \pm 14 \text{ grs}/(\text{habitante.día})$$

Los mismos cálculos se realizan para el tipo de residuo más significativo: la fracción orgánica (56,35%) obteniéndose:

El valor del estimador de la media estratificada de la fracción orgánica $x(st)$ de los residuos sólidos domiciliarios, y su intervalo de confianza, teniendo en cuenta la varianza estimada con una probabilidad del 95% es:

$$x(st) = 7,379 \pm 0,271 \text{ Kgrs/(vivi. semana)}$$

$$x(st) = 263 \pm 10 \text{ grs/(habitante.día)}$$

Cluster	Viv. grs	Hab grs	Papel grs	Vidrio grs	Orgánico grs	Plástico grs	Metal grs	Otros grs	TOTAL grs
1	172	3756	220257	243335	1164271	163291	71814	153467	2016435
2	134	3045	183633	197364	955266	127199	53539	121786	1638787
3	190	4614	258330	276488	1427830	187581	83267	283546	2517042
4	164	4334	255308	244253	1322386	199779	100789	272719	2395233
5	63	1507	76580	94960	415001	67157	47816	84695	786210
6	61	1568	83847	76287	443663	70197	30498	120835	825326
7	81	2294	105208	88982	626802	109764	51650	145375	1127782
8	99	2591	115270	142802	658121	112911	47437	131108	1207650
9	98	2898	130623	127203	817518	116043	45839	145689	1382915
TOTAL	1062	26606	1429058	1491674	7830858	1153920	532648	1459221	13897379
%			10,28	10,73	56,35	8,30	3,83	10,50	100,00

TABLA 1: GRAMOS TOTALES PROCESADOS DE CADA CLUSTER

Cluster	Viv. %	Hab. %	Papel %	Vidrio %	Orgánico %	Plástico %	Metal %	Otros %	TOTAL %
1	16,20	14,12	10,92	12,07	57,74	8,10	3,56	7,61	100,00
2	12,65	11,44	11,21	12,04	58,29	7,76	3,27	7,43	100,00
3	17,86	17,34	10,26	10,98	56,73	7,45	3,31	11,27	100,00
4	15,43	16,29	10,66	10,20	55,21	8,34	4,21	11,39	100,00
5	5,96	5,66	9,74	12,08	52,79	8,54	6,08	10,77	100,00
6	5,76	5,89	10,16	9,24	53,76	8,51	3,70	14,64	100,00
7	7,61	8,62	9,33	7,89	55,58	9,73	4,58	12,89	100,00
8	9,31	9,74	9,55	11,82	54,50	9,35	3,93	10,86	100,00
9	9,26	10,89	9,45	9,20	59,12	8,39	3,31	10,53	100,00
TOTAL	100,00	100,00	10,28	10,73	56,35	8,30	3,83	10,50	100,00

TABLA 2: PORCENTAJES DE CADA TIPO DE RESIDUO PARA CADA CLUSTER

Gramos por Habitante y por Día

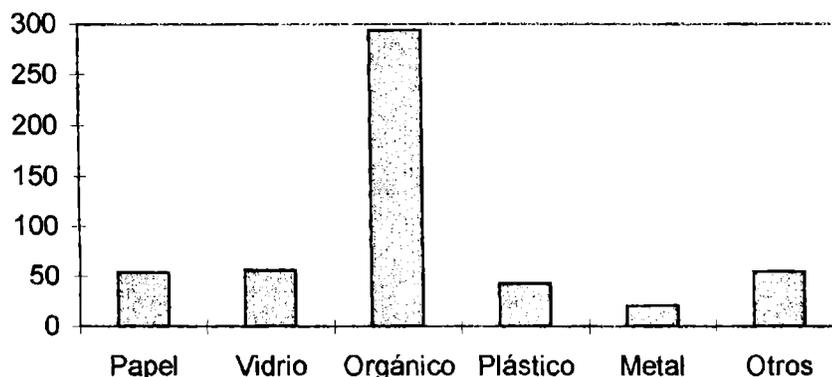


FIGURA 1: Generación de las fracciones en Grs.hab⁻¹.día⁻¹ en la Primera Campaña Verano.

CONCLUSIONES

Para la Campaña de Verano la producción total de residuos fue de 467 ± 14 grs./habitante.día, comparable con la generación de la ciudad de Salta para la campaña de invierno (1).

La precisión del intervalo de confianza de $\pm 2,9\%$, y el coeficiente de variación de $1,5\%$, son bajo significando que el control operativo y de campo fue bueno.

La Campaña con sus visitas explicativas, permite concientizar sobre la importancia de una recolección diferenciada y de la minimización de la generación de residuos.

Los datos de la Primera Campaña del Muestreo muestran el estado actual, a partir del cual con los datos de las siguientes Campañas se analizarán las variaciones estacionales.

El método de evaluación desarrollado permitirá analizar la eficiencia de una futura gestión de residuos.

REFERENCIAS:

1. G. Plaza, O. Pacheco, P. Robredo, A. Saravia Toledo. Muestreo de Residuos Municipales Clasificados. 17 Reunión ASADES. Rosario, Sta. Fe. 1994.
2. INDEC - Censo de Población y Vivienda 1991.
3. J.C. Cid y H. Di Veltz. Clasificación de Áreas (Clustering) y Diseño de Muestreo. GEEAA-MGP. 1996.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ente Municipal de Servicios Urbanos de la Municipalidad de General Pueyrredón. por la financiación del presente trabajo. Así mismo agradecemos el auspicio a los miembros del Honorable Concejo Deliberante de la Municipalidad de General Pueyrredón, y al Arq. José Fiscoletti por su significativo apoyo.

Reconocemos en forma especial al equipo que colaboró en la recolección y pesada de los residuos