

Producción de residuos sólidos domésticos en base a factores socio económicos en la ciudad de Puno

Production of domestic solid waste based on socio-economic factors in the city of Puno

Silvia Ingaluque Arapa
s_leonor@hotmail.com - Universidad Nacional del Altiplano
Edwin Medina Alvarez
edujam14@hotmail.com - Universidad Nacional del Altiplano

Resumen

El estudio tiene por objetivo evaluar los factores socio económicos que determinan el incremento de producción per cápita (ppc) de residuos sólidos domésticos (RSD) para los habitantes de la ciudad de Puno, para ello se evalúa la relación que existe entre la ppc de RSD con el consumo de energía eléctrica (CEE). El método utilizado en la presente investigación consistió en la recolección de muestras de residuos sólidos domésticos tomados durante 8 días en 115 viviendas, las mismas que fueron pesadas para determinar su producción per cápita; asimismo se obtuvo el consumo de energía eléctrica de los recibos de pago por servicio de energía eléctrica emitidos por Electro Puno S.A. para las viviendas seleccionadas. Los resultados muestran que la producción per cápita de residuos sólidos domésticos para la ciudad de Puno es de 0.54 kg/hab/día, advirtiéndose que existe un incremento en la producción per cápita de residuos sólidos domésticos por la influencia de factores socio económicos, siendo el consumo de energía eléctrica una variable significativa de acuerdo a la prueba estadística "t" utilizada en el estudio (p valor=0.000). Asimismo, se advierte que existe una relación directamente proporcional entre el consumo de energía eléctrica y la producción per cápita de residuos sólidos domésticos en la ciudad de Puno, observándose que existe una correlación positiva considerable entre dichas variables ($R=0.7803$).

Palabras claves: *Domésticos, energía eléctrica, per cápita, producción, residuos sólidos y socio económico.*

Abstract

The objective of this study is to evaluate the socioeconomic factors that determine the increase of per capita production (ppc) of domestic solid waste (RSD) for the population of Puno city; for that, the relationship between ppc and RSD has been evaluated with electrical energy consumption (CEE). The method used in the present research involved the samples collection of domestic solid waste taken during 8 days in 115 houses, the samples were weighed to define their per capita production; the energy consumption was established based on the electric service invoice issued by Electro Puno S.A. for the selected houses. The results show that the per capita production of domestic solid waste for the city of Puno is 0.54 kg/habitant/day, it being noticed that there is an increase in the per capita production of domestic solid waste due to the influence of socioeconomic factors, and the energy consumption is a significant variable according to the statistical test "t" used in the research (p value=0.000). It is also noticed that there is a direct proportional relationship between the consumption of electric energy and the per capita production of domestic solid waste in Puno city, with a significant positive correlation between these variables ($R = 0.7803$).

Keywords: *Domestic, electrical energy, per capita, production, solid waste and socioeconomic.*

Introducción

Se entiende como residuos sólidos a cualquier basura, desperdicio y otros materiales sólidos de desecho resultantes de las actividades industriales, comerciales y de la comunidad (Cantanhede, 1995). La gran cantidad de actividades humanas generadoras de residuos supone la existencia de gran diversidad de éstos, según López (1994), los residuos se puede clasificar en: Urbanos, agrarios, clínicos, radiactivos, e industriales; al respecto, los residuos sólidos urbanos son los conocidos con el término de "basura", siendo materiales de abandono, producto de un proceso de utilización y/o consumo (CAM, 1987).

Según la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (2009), los residuos sólidos se clasifican considerando su origen, gestión y su peligrosidad; en relación a su origen, tenemos a residuo domiciliario, comercial, de limpieza de espacios públicos, de establecimientos de salud, industrial, de las actividades de construcción, agropecuario y de instalaciones o actividades especiales, concordante con lo establecido en el artículo 15° de la Ley General de los Residuos Sólidos del Perú Ley N° 27314 (2000), la misma que define como residuo domiciliario a aquellos residuos generados en las actividades domésticas realizadas en los domicilios que comprenden los restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas, embalajes en general, latas, cartón, pañales descartables, restos de aseo personal y otros similares; constituyendo en elementos, objetos o sustancias que a consecuencia de procesos de consumo y actividades humanas son desechados o abandonados (Pinto, 2009)

La cantidad y características de los residuos sólidos domésticos dependen principalmente de los hábitos de consumo y actividades productivas que eventualmente desarrolle cada familia (Arellano, 1982). La producción de residuos sólidos domésticos es una variable que depende básicamente del tamaño de la población y de sus características socio económicas. Este parámetro asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo, siendo la unidad de expresión el kilogramo por habitante por día Kg/hab/día, (Orccosupa, 2002), También, se ha observado que cuanto mayor es la cantidad de residuos sólidos domiciliarios producidos por habitante, el costo del servicio de aseo y limpieza aumenta (PNUD, 1992).

La generación de residuos se incrementa aceleradamente en las últimas décadas contribuyendo a un costo ambiental que tiene que ser asumido por nosotros (Cruz y Ojeda, 2013), siendo uno de los problemas ambientales de carácter multisectorial más grave que enfrentan los gobiernos (Urbina y Zúñiga, 2016). En cada casa del mundo occidental se produce aproximadamente 1 tonelada de residuos sólidos al año, sin incluir cantidades inmensas de productos desechados del sector agrícola, industrial, minero y comercial (Kiely, 1999).

La problemática de la basura en municipios urbanos radica en la creciente cantidad de residuos sólidos urbanos que se desechan y que demandan mayor presupuesto (Bernache, 2015), el cual, si bien ha

estado presente en toda la organización social, adquiere mayor relevancia con la aparición de concentraciones y asentamientos importantes de población, llegando hoy día a reconocerse como un aspecto crítico en todas las ciudades del mundo (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2005), el crecimiento de las ciudades incrementa el volumen de materiales residuales, debido a la velocidad con que esta se genera (Pineda, 2006).

Las municipalidades en el Perú tienen limitada capacidad financiera para servicios de aseo urbano, su financiamiento es por el cobro municipal de tasas o arbitrios (con alto grado de morosidad), por subvenciones y por recursos otorgados por el gobierno central mediante el FONCOMUN (DIGESA, 1998); las actuales bajas tarifas y la morosidad de los pagos obligan a muchas municipalidades a subsidiar el servicio de la gestión de los residuos sólidos (MINAM, 2013). En la ciudad de Puno, la inadecuada gestión de los residuos sólidos se ha visto agravada por el crecimiento poblacional, hábitos de consumo, flujos migracionales, factores que inciden en una mayor generación de residuos sólidos, aunado a ello, el índice de morosidad es significativo (Municipalidad Provincial de Puno, 2013).

En relación a los antecedentes, se advierte que, en la ciudad de Juliaca la mayoría de la población con poder adquisitivo consume mayor cantidad de productos envasados que tienen volumen y poco peso (Cahua, 2005), en el 2003 en la ciudad de Puno la producción per cápita fue de 0.74 kg/día producidos por viviendas, instituciones, comercio, hoteles, colegios, mercados (Rojas, 2004), y siguiendo la metodología propuesta por el CEPIS, se determinó que la generación per cápita de residuos sólidos domésticos del distrito de Puno para el año 2013 de 0.53 kg/hab/día, (Municipalidad Provincial de Puno, 2013); en el distrito de Desaguadero, provincia de Chucuito departamento de Puno la producción per cápita de residuos sólidos domésticos fue de 0.50 kg/hab/día (Sarmiento, 2008), asimismo, se ha determinado que la producción per cápita de residuos sólidos domésticos para la ciudad de Ayaviri es de 0.359 Kg/hab/día, existiendo una relación directamente proporcional entre el ingreso económico y la producción per cápita de residuos sólidos domésticos, asimismo, existe una relación directamente proporcional ente el consumo de energía eléctrica y la producción per cápita de residuos sólidos domésticos (Medina, 2011).

En la región metropolitana de Santiago de Chile, se demostró que la producción per cápita de los residuos sólidos domésticos está fuertemente asociada al ingreso económico y consecuentemente al consumo de electricidad por usuario (Orccosupa, 2002), en Costa Rica, se evidenció una correlación significativa entre el consumo de electricidad y la producción per cápita de residuos sólidos domésticos, determinándose tarifas para el servicio de aseo municipal basado en el consumo de electricidad, con el fin de influir, a través de la tarifa, sobre el manejo sostenible de los residuos municipales (Pujol, 1994), y en Quito, Ecuador la tarifa de servicio de aseo se establece como un porcentaje de la tarifa eléctrica, cobrando el 10% de lo que se gasta en electricidad, sobre la base de estudios de correlación estadística

entre ingreso per cápita, generación de residuos y el consumo eléctrico (CEPAL, 1996).

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la ciudad de Puno, es la capital del departamento y de la provincia de Puno, ubicada a orillas del Lago Titicaca a 3,827 m.s.n.m., lago navegable más alto del Mundo, se encuentra en la región de la sierra a los 15°50'26" de latitud sur, 70°01'28" de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

La división de la población para fines de caracterización de residuos sólidos domésticos fue dividida en 3 estratos: Zona residencial (Estrato 1), viviendas de ingresos altos, zona residencial (Estrato 2), viviendas de ingresos medios y zona residencial (Estrato 3), viviendas de ingreso bajo, generalmente el criterio para la estratificación está determinado por la capacidad económica de la población (Cantanhede *et al*, 2005), en ciudades consolidadas la zonificación se realiza de acuerdo a los estratos socio económicos (MINAM, 2015), con el fin de determinar la población para la investigación, se ha tomado en cuenta los estudios de caracterización de residuos sólidos del distrito de Puno realizado por la Municipalidad Provincial de Puno durante los años 2010 y 2013, y se ha proyectado la población para el año 2016 véase (Tabla 1).

Tabla 1.
Distribución de la población por estratos socio económicos en el distrito de Puno para el año 2016

Zonas	2010	2013	Tasa de crecimiento %	2016	Porcentaje
Zona A	3,46	4,216	10.25	5,650	8.16%
Zona B	21,254	26,776	8.00	33,733	48.70%
Zona C	17,971	23,176	8.85	29,889	43.15%
Total	42,371	54,168		69,271	100.00%

Asimismo, se utilizó el muestreo estratificado proporcional, que asegura que cada unidad muestral (vivienda) de un estrato tiene la misma probabilidad de ser seleccionada (Cantanhede *et al*, 2005), la cual también es considerada en la Guía Metodológica para el Desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales - EC-RSM (MINAM, 2015), considerando una población de 69,271 viviendas, con un nivel de confianza del 95%, un $E=0.053$ kg/hab/día y $\sigma = 0.25$, se obtuvo un resultado de 86 viviendas como se puede apreciar a continuación:

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 (69271)(0.025)^2}{(69,271-1)(0.053)^2 + (1.96)^2 (0.025)^2} \cong 85.37 = 86$$

Al número de muestra calculado, se recomienda adicionar entre 10% y 20% como contingencia (MINAM, 2015), para el presente estudio se considera el mayor valor recomendado de 20% equivalente a 18

viviendas adicionales ($20\% \cdot 86 = 17.20$ viviendas), en tal sentido, la muestra incluyendo el 20% de contingencia sería de 104 viviendas (86 viviendas de la fórmula utilizada + 18 viviendas para contingencia); sin embargo, para la zona A solamente se contaba con 9 viviendas de acuerdo al porcentaje correspondiente al estrato socio económico, razón por la cual para la investigación se consideró 11 viviendas adicionales, a fin de contar con resultados con un mayor respaldo; por lo cual, la muestra final fue de $n=115$ viviendas (Zona A=20 viviendas, Zona B=50 viviendas y Zona C=45 viviendas)

Para el cálculo de la producción per cápita, se pesó las bolsas recogidas diariamente (w_i), durante los ocho días que dura el muestreo, descartando el primer día. Este peso representa la cantidad de basura diaria generada en cada vivienda (Kg/vivienda/día). Para esto se utilizó una balanza pequeña de 5 Kg, para obtener la producción per cápita de cada vivienda muestreada (Kg/hab/día), se dividió el peso de las bolsas (w_i) entre el número de habitantes (r_i) multiplicado por 7 días que es el tiempo considerado en la muestra; Para el cálculo del consumo de energía eléctrica - CCE (KWh/mes) se obtuvo dividiendo el total de energía consumida en un mes, entre el número de habitantes que componen la familia muestreada (KWh/mes/hab).

La investigación corresponde a un *diseño no experimental (descriptivo)*, dado que las variables utilizadas no fueron manipuladas y no se realizaron experimentos; y de tipo transversal o transeccional, el análisis de la investigación es correlacional, siendo el propósito estudiar la relación que existe entre la producción per cápita (ppc) de residuos sólidos domésticos (RSD) con el consumo de la energía eléctrica (CEE). El modelo matemático utilizado es el siguiente:

$$y = a + b * x$$

Donde:

y = Producción per cápita (ppc) de residuos sólidos domésticos (RSD) – variable dependiente.

x = Consumo de energía eléctrica (CEE) – variable independiente.

Resultados y discusión

Según los estratos socio económicos, se aprecia que conforme desciende el consumo de energía eléctrica (CEE), también disminuye la producción per cápita (ppc) de residuos sólidos domésticos (RSD); en el estrato socio económico bajo (Zona C) cuando el promedio de CEE es 13.18 KWh/mes/hab la ppc de RSD es de 0.49 Kg/hab/día; para el estrato socio económico medio (Zona B) cuando el promedio de CEE es 22.89 KWh/mes/hab la ppc de RSD es de 0.54 Kg/hab/día y en el estrato socio económico alto (Zona A) cuando el promedio de CEE es 46.41 KWh/mes/hab, la ppc de RSD es 0.68 Kg/hab/día véase (Tabla 2).

Tabla 2.

Resultados del promedio de consumo de energía eléctrica y producción per cápita de residuos sólidos domésticos por estratos socio económico

Estrato socio económico	Promedio de producción per cápita de RSD ppc - Kg/hab/día	Promedio de consumo de energía eléctrica CEE - KWh/mes/hab
Zona A	0.68	46.41
Zona B	0.54	22.89
Zona C	0.49	13.18
Promedio	0.54	23.18

Nota: El promedio final de 0.54 Kg/hab/día corresponde al promedio de las 115 viviendas de la muestra seleccionada para la investigación.

De la relación que existe entre los valores de producción per cápita (ppc) de residuos sólidos domésticos (RSD) y valores de consumo de energía eléctrica (CEE) véase (Figura 1); se observa que, a mayor nivel socio económico aumenta la ppc de RSD así como el CCE, lo que se puede traducir que a mayor estrato socio económico es mayor el consumo de energía eléctrica y mayor la producción de residuos sólidos domésticos.

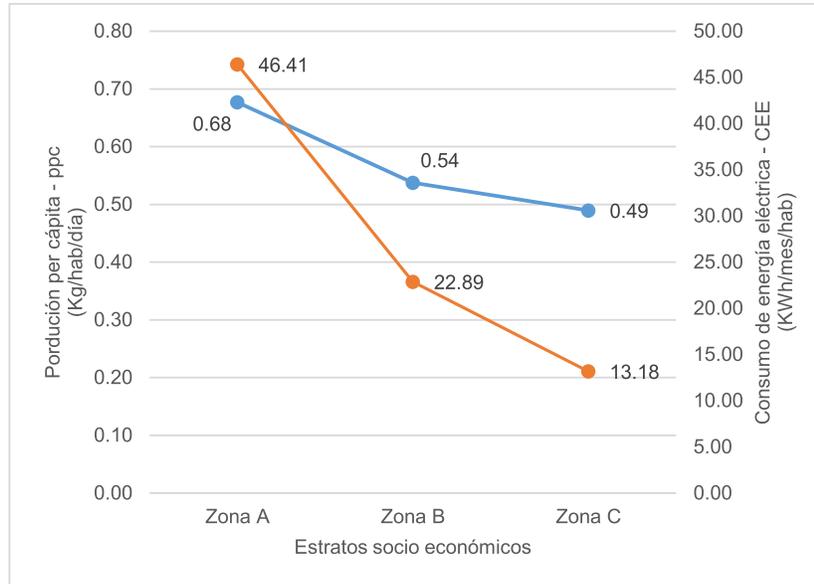


Figura 1. Variación de ppc de RSD y CEE, según estratos socioeconómicos (valores promedio).

De otro lado, con los valores determinados en terreno, se ha realizado una regresión lineal, considerando que la variable dependiente "Y" es la producción per cápita (ppc) de residuos sólidos domésticos RSD y la variable independiente "X" es el consumo de energía eléctrica (CEE) véase (Figura 2), en el cual se obtuvo un coeficiente de correlación de Pearson de $R = 0.7803$, que se interpreta como una correlación positiva considerable (Hernández *et al*, 2014), en tal sentido, se puede afirmar que a un aumento del CEE existe un aumento de la ppc de RSD.

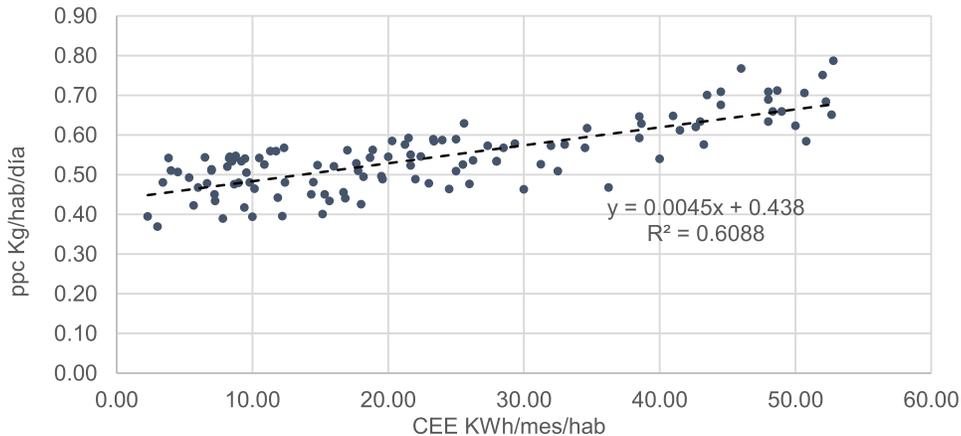


Figura 2. Regresión lineal de la ppc de RSD en función del CEE
Nota: Correlación gráfica con datos de terreno en Excel 2013

Adicionalmente, se ha practicado una regresión lineal y prueba estadística “t” con ayuda del paquete estadístico E-views, considerando como variable dependiente “Y” a la producción per cápita (ppc) de residuos sólidos domésticos RDS, y la variable independiente “X” al consumo de energía eléctrica (CEE) véase (Tabla 3), donde se aprecia que el consumo de energía eléctrica (CEE), el cual es un factor socio económico de la población, es una variable significativa sobre la producción per cápita (ppc) de residuos sólidos domésticos (RSD) dado que en la prueba “t” se obtuvo un coeficiente de 13.36, valor que resulta muy superior al indicado en la tabla estadística para un 95% de confianza (1.6611) para un valor de p valor = 0.000.

Tabla 3.
Resultados de regresión lineal de ppc de RSD y el CEE en la ciudad de Puno

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.437680	0.009378	46.67297	0.0000
CEE	0.004560	0.000341	13.36005	0.0000
R-squared	0.612338	Mean dependent var		0.543391
Adjusted R-squared	0.608907	S.D. dependent var		0.086307
S.E. of regression	0.053974	Akaike info criterion		-2.983381
Sum squared resid	0.329194	Schwarz criterion		-2.935643
Log likelihood	173.5444	Hannan-Quinn criter.		-2.964004
F-statistic	178.4910	Durbin-Watson stat		1.686821
Prob(F-statistic)	0.000000			

Nota: Regresión lineal con datos de terreno en E-views.

Con relación a la cantidad de residuos sólidos domésticos presentan variaciones con respecto a cada uno de los estratos socio económicos de las familias de la ciudad de Puno véase (Tabla 4), la producción per cápita (ppc) promedio de residuos sólidos domésticos (RSD) para la ciudad de Puno es de 0.54 Kg/hab/día, siendo para Zona A (Estrato socio económico alto) de 0.68 Kg/hab/día, para la Zona B (Estrato socio económico medio) de 0.54 Kg/hab/día y para la Zona C (Estrato socio económico bajo) de 0.49 Kg/hab/día, en tal sentido, la producción per cápita (ppc) de residuos sólidos domésticos disminuye conforme desciende el estrato socio económico. En relación a la desviación estándar, el valor promedio de la producción per cápita (ppc) de residuos sólidos domésticos es de ± 0.086 Kg/hab/día, valor que se encuentra dentro del rango calibrado para determinar el tamaño de la muestra (± 0.25 Kg/hab/día), de esta manera se da validez a la muestra utilizada en la presente investigación.

Tabla 4.
Producción per cápita (ppc) de residuos sólidos domésticos en la ciudad de Puno por estratos socio económicos

Estrato Socio económico	Cantidad de muestras analizadas	Promedio ppc Kg/hab/día	Desviación Estándar σ	Varianza σ^2
Zona A	20	0.68	0.0551	0.003
Zona B	50	0.54	0.0518	0.0027
Zona C	45	0.49	0.0613	0.0038
Promedio		0.54	0.086	0.0074

Nota. El promedio final de 0.54 Kg/hab/día corresponde al promedio de las 115 viviendas de la muestra seleccionada para la investigación.

Asimismo, en el estrato socio económico alto (Zona A) el promedio de producción per cápita RSD supera en 0.14 Kg/hab/día (25.93%) al promedio de la ciudad de Puno (0.54 Kg/hab/día), el estrato socio económico medio (Zona B) el promedio de producción per cápita de RSD es similar al promedio de la ciudad, mientras que en el estrato socio económico bajo (Zona C) se generan 0.05 Kg/hab/día (9.26%) menos que el promedio de la ciudad de Puno véase (Figura 3).

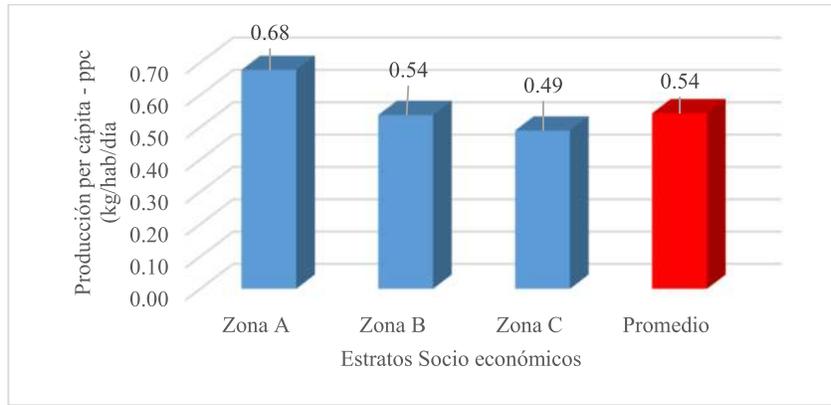


Figura 3. Promedio de la producción per cápita por estratos socio económicos

Discusión con otros autores

Medina (2011) determinó que la producción per cápita de residuos sólidos domésticos para la ciudad de Ayaviri es de 0.359 Kg/hab/día, el estrato Alto con 0.384, el estrato Medio con 0.369 y el estrato Bajo con 0.325 Kg/hab/día; en tal sentido, en el estrato Alto la producción per cápita de residuos sólidos domésticos es mayor a la cantidad del estrato medio, y ésta última mayor al del estrato bajo, aspecto que guarda relación con los resultados obtenidos en la presente investigación donde se advierte que la producción per cápita (ppc) de residuos sólidos domésticos (RSD) disminuye conforme desciende el estrato socio económico.

También, siguiendo la metodología propuesta por el CEPIS, se determinó que la generación per cápita de residuos sólidos domésticos del distrito de Puno, para el año 2013 es 0.53 kg/hab/día (Municipalidad Provincial de Puno, 2013), para la presente investigación se obtuvo que la producción per cápita de promedio de residuos sólidos domésticos para la ciudad de Puno es de 0.54 kg/hab/día; en tal sentido, los resultados obtenidos guardan relación con los determinados por la Municipalidad Provincial de Puno. Finalmente, Orccosupa (2002) determinó que en la Región Metropolitana de Santiago de Chile, la producción per cápita disminuye conforme decrece el estrato socio económico, situación similar a los obtenido para la ciudad de Puno.

Propuesta de sistema tarifario

La correlación encontrada entre el consumo de energía eléctrica y la producción per cápita de residuos sólidos domésticos ($R=0.7803$, $t=13.36$ y p valor = 0.0000), permite la posibilidad de proponer un sistema de cobranza por el servicio de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos domésticos para la ciudad de Puno, esto a partir de la lectura del consumo de energía eléctrica reflejado en los recibos de pago emitidos por Electro Puno S.A.

Con los valores de producción per cápita de residuos sólidos domésticos y el consumo de energía eléctrica por cada una de las 115 viviendas, se ha realizado una regresión lineal, considerando que la variable dependiente “Y”, es la producción per cápita de residuos sólidos domésticos por vivienda (ppcv), y la variable independiente “X” es el consumo de energía eléctrica mensual por vivienda (CEEv), el gráfico se muestra en el Anexo 5, y la ecuación obtenida es la siguiente:

$$ppcv = 0.0101 * CEEv + 1.5344$$

Donde:

ppcv = Producción per cápita de residuos sólidos domésticos por vivienda.

CEEv = Consumo de energía eléctrica por vivienda.

Según Costa (1995), la tarifa por el servicio de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos domésticos correspondiente a cada vivienda o usuario “i”, está dada por los costos fijos (es decir, los costos que no dependen en forma directa de la cantidad de residuos sólidos, se puede considerar los costos de arriendo de equipos y locales, depreciación de bienes, mantenimiento de vehículos, etc...), y los costos variables (Costo por disposición de residuos en relleno sanitario, sueldos del personal, combustibles y costos operativos), siendo así la tarifa por el servicio de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos domésticos de la vivienda “i” estará dada por:

$$T_i = K_1 + K_2$$

Donde:

T_i = Tarifa por el servicio de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos domésticos de la vivienda “i”.

K_1 = Costo fijo por el servicio de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos domésticos de la vivienda “i” (S/).

K_2 = Costo variable por el servicio de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos domésticos de la vivienda "i" (S/).

Adicionalmente se tiene que:

$$K_1 = \frac{Q_1}{V}; \text{ y } K_2 = Q_2 * \frac{RSD_i}{RSD_r}$$

Donde:

V = Total de viviendas (usuarios).

Q_1 = Costo total fijo por el servicio de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos de la Municipalidad Provincial de Puno (S/).

Q_2 = Costo total variable por el servicio de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos de la Municipalidad Provincial de Puno (S/).

RSD_i = $365 * ppcv$ – Cantidad de residuos sólidos domésticos de la vivienda "i" por año (Kg/año/vivienda).

RSD_r = Cantidad de residuos sólidos domésticos depositados anualmente en el relleno sanitario (Kg/año).

A manera de aplicación, se presenta el cálculo de la tarifa diferenciada para el habitante promedio de los tres estratos socio económicos de la ciudad de Puno.

Donde:

$RSD_r = 33'996,100$ kg (Se consideró 93,140 Kg/día por 365 días que se produce de residuos sólidos al año según estudio de caracterización del año 2013).

$Q_1 = S/ 235,094$ (Se consideró un 10% del costo variable).

$Q_2 = S/ 2'350,940$ (Costo por mano de obra, bienes y servicios según estudio de pre inversión elaborado por la Municipalidad Provincial de Puno en el año 2013).

$V = 69,271$ (Total de viviendas en el 2016)

Se pudo apreciar que considerado el consumo promedio mensual por vivienda de consumo de energía eléctrica, la tarifa por el servicio de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos domésticos sería de S/ 6.56 para el estrato socio económico A, S/ 5.86 para el estrato socio económico B y S/ 4.80 para el estrato socio económico C véase (Tabla 5).

Tabla 5.
Cálculo de la tarifa por estrato socio económicos

Estrato	CEEv promedio KWh/mes/vivienda	ppcv=0.0101*CEEv+1.5344	RDRi=365*ppcv Kg/año/vivienda	K1= Q1/V	K2=Q2*(RSDi/RSDr)	Ti año S/	Ti mes S/
A	143.75	2.99	1,089.99	3.39	75.38	78.77	6.56
B	110.52	2.65	967.49	3.39	66.90	70.30	5.86
C	60.51	2.15	783.13	3.39	54.16	57.55	4.80

Nota: El CEEv promedio corresponde a promedio de consumo de energía eléctrica mensual por vivienda para cada estrato socio económico.

Finalmente, se propone que la tarifa sea cargada al recibo de pago por servicio de energía eléctrica previo convenio entre Electro Puno S.A. y la Municipalidad Provincial de Puno a fin de recaudar los costos con mayor facilidad; considerando que en caso de no pagar por el servicio de energía eléctrica implicaría el corte de suministro, situación que no es del agrado del usuario, con ello, la Municipalidad Provincial de Puno no subvencionaría el costo de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos domésticos, y dicho presupuesto podría servir para invertir en otros proyectos de inversión pública en mejora de la población.

Conclusiones

Para la ciudad de Puno ha quedado demostrado que existe un incremento en la producción per cápita de residuos sólidos domésticos por influencia de factores socio económicos, advirtiéndose que el consumo de energía eléctrica es una variable significativa ($t=13.36$ y p valor + 0.000), asimismo existe una relación directamente proporcional entre el consumo de energía eléctrica y la producción per cápita de residuos sólidos domésticos en la ciudad de Puno, observándose que existe una correlación positiva considerable entre dichas variables ($R= 0.7803$).

Existe una diferencia entre las cantidades de producción per cápita de residuos sólidos domésticos que se generan en cada uno estratos socio económicos en la ciudad de Puno, para el estrato socio económico alto alcanzó un valor de 0.68 kg/hab/día, para el estrato socio económico medio un valor de 0.54 kg/hab/día y para el estrato socio económico bajo un valor de 0.49 kg/hab/día, asimismo, la muestra utilizada en la investigación tiene validez en vista que se obtuvo una desviación estándar para la producción per cápita de residuos sólidos domésticos de ± 0.086 Kg/hab/día que es inferior al considerado para determinar el tamaño de la muestra (± 0.25 Kg/hab/día).

Referencias bibliográficas

- Bernache, G. (2015). *La gestión de los residuos sólidos: Un reto para los gobiernos locales*. Sociedad y Ambiente, Año 3, 1, (7), 72-101. México DF, México.
- Cahua, R. (2005). *Determinación de la Composición Física Promedio de los Residuos Sólidos Municipales del Vertedero de la Ciudad de Juliaca (tesis de título profesional)*. Escuela Profesional Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Cantanhede, A., Sandoval L., Monge, G., y Caycho, (2005). Procedimientos Estadísticos para los Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos. Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental - Hoja de Divulgación Técnica N° 97. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/cdrom-repi86/fulltexts/bvsair/e/hdt/hdt97/hdt97.pdf> . 8 pág.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. (2005). Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos. SINIA. Lima, Perú. Recuperado de http://www.sinia.cl/1292/articles-26270_pol_rsd
- Cruz, S. y Ojeda S. (2013). Gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 29 (3), 7-8.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista M. (2014). *Metología de la Investigación*. México DF, México: MC Graw Hill.
- Kiely, G. (1999). *Ingeniería Ambiental Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión*. Madrid, España: McGRAW-HILL.
- Ley General de Residuos Sólidos. (2000). *Ley N° 27314*. Lima, Perú.
- Medina, L. (2011). *Caracterización de los Residuos Sólidos Domésticos en función de actores socioeconómicos de la ciudad de Ayaviri – Puno (tesis de maestría)*. Escuela de Posgrado, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- MINAM. (2013). Informe: Diagnóstico de los Residuos Sólidos en el Perú. *Programa para el apoyo a las acciones de mitigación dentro del sector de manejo de residuos sólidos en el Perú*. Lima, Perú.
- MINAM. (2015). Ministerio del Ambiente. *Guía Metodológica para el Desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM)*. Lima, Peru. Recuperado de <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302182233.pdf>
- Municipalidad Provincial de Puno. (2010). *Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos (Domésticos y No Domésticos) del Distrito de Puno*. Puno Perú: Municipalidad Provincial de Puno.
- Municipalidad Provincial de Puno. (2013). *Ampliación y Mejoramiento de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales en la ciudad de Puno, provincia de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales en la ciudad de Puno, provincia de Puno*. Puno Perú: Municipalidad Provincial de Puno.
- Municipalidad Provincial de Puno. (2013). *Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos del Distrito de Puno*. Puno Perú: Municipalidad Provincial de Puno.
- Orccosupa, J. (2002). *Relación entre la producción per cápita de residuos sólidos domésticos y factores socioeconómicos, Provincia de Santiago de Chile (tesis para optar al título de Magister en Gestión y Planificación)*. Departamento de Postgrado y Postítulo., Univesidad de Chile. Santiago de Chile, Chile.
- Pineda, M. (2006). *Educación Ambiental y Gestión de Residuos Sólidos*. Puno,Perú: SAGITARIO.
- Pinto. (2009). *Régimen jurídico y ambiental de los residuos sólidos*. Bogotá, Colombia: Universidad Externado de Colombia.
- Rojas, B. M. (2004). *Cantidad y Disposición Final de Residuos Sólidos en la Ciudad de Puno (tesis de título profesional)*. Escuela Profesional Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Sarmiento, S. (2008). *Contaminación Ambiental Generado por los Residuos Sólidos Municipales y su Influencia en la Calidad de Vida de la Ciudad de Desaguadero (tesis de maestría)*. Escuela de Posgrado, Universidad Nacional del Altiplano. Puno Perú.
- Sociedad Peruana de derecho Ambiental – SPDA. (2009). *Manual de Residuos Sólidos*. Lima, Perú: Biblioteca Nacional del Perú No. 2009-15321.
- Urbina, M., y Zuñiga, L. (2016). Metodología para el ordenamiento de los residuos sólidos domiciliarios. *Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba*, 1, 15-29. Santiago de Cuba, Cuba.