



Title: Economic valuation of the proper management of municipal solid waste in an educational space

Authors: MORENO-MARTÍNEZ, Viridiana, PALACIOS-HERNÁNDEZ, Otoniel, MORENO-MARTÍNEZ, Jatziri Yunuén and GALVÁN-CHÁVEZ, Arturo

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BECORFAN Control Number: 2023-03

BECORFAN Classification (2023): 111213-0301

Pages: 19

RNA: 03-2010-032610115700-14

MARVID - Mexico

Park Pedregal Business. 3580-
Adolfo Ruiz Cortines Boulevard –
CP.01900. San Jerónimo Aculco-
Álvaro Obregón, Mexico City
Skype: MARVID-México S.C.
Phone: +52 1 55 6159 2296
E-mail: contact@marvid.org
Facebook: MARVID-México S. C.
Twitter:@Marvid México

www.marvid.org

Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Introducción

El creciente volumen y complejidad de los residuos asociados con la economía moderna está planteando un grave riesgo para los ecosistemas y la salud humana. La mala gestión de los residuos (que van desde sistemas de recogida inexistentes hasta una eliminación ineficaz) provoca contaminación del aire, del agua y del suelo (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2023).

“No derrochar para evitar la escasez”. Este viejo refrán tiene mucha validez en estos momentos en que los líderes del mundo, al igual que las comunidades locales, exhortan cada vez más a enmendar la denominada “cultura de lo descartable” (Banco Mundial, 2018). Una de las soluciones a esta problemática llega a través del reciclaje, en donde se pretende convertir algunos de los materiales que componen los residuos en materiales reusables en los procesos productivos.

Introducción

Un residuo es la “parte o porción que queda de un todo” (Rondón Toro et al., 2016), los residuos sólidos urbanos (RSU) son los generados en las casas habitación; al igual que los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2017c).

La acepción general desde el punto de vista económico de un residuo “es algo que carece de valor de uso, y, por tanto, de valor de cambio. Más aún, como los desperdicios resultan molestos estamos dispuestos a pagar para que nos libren de ellos” (André y Cerda, 2006).

Los RSU generan un gasto considerable para las municipalidades, los costos de la recolección de residuos que se reportan en los PPGIR (Programas para la Prevención y Gestión Integral de Residuos); ascienden en promedio a \$434.03 por tonelada según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (2020).

Introducción

La actividad económica que está ligada al aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos en México se le conoce como “pepena”. Generalmente estos grupos no realizan sus actividades apegadas a la legislación laboral (Pineda Pablos y Loera Burnes, 2007). Entre ellos, frecuentemente operan menores de edad y ancianos que se exponen a diversas enfermedades, infecciones y contagios. Un pepenador o pepenadora en México puede ganar desde \$350.00 hasta \$1,800.00 pesos por día recolectando basura (Grupo Fórmula, 2022).

Dado que existe un valor económico y un mercado para los RSU, desde luego subvalorado en México; el estudio busca evaluar la factibilidad económica de la gestión integral de los residuos dentro de un área determinada en la sede Juan Pablo II, del Campus Celaya-Salvatierra de la Universidad de Guanajuato.

Metodología

Se recolectó, separó y cuantificó los residuos sólidos urbanos generados durante 5 semanas comprendidas dentro del semestre enero-junio 2023; en el área de la cafetería y el edificio de laboratorios de Ingeniería Civil de la sede Juan Pablo II del campus Celaya-Salvatierra, perteneciente a la Universidad de Guanajuato. Se utilizaron dos estaciones completas de reciclaje, con rotulaciones de separación primaria y secundaria, tipo cartel en un rango visual para cualquier usuario (Figuras 1, 2 y 3) siendo: orgánicos, inorgánicos no valorizables, PET, plástico no PET, vidrio, latas, papel y cartón.



Figura 1 Contenedor orgánico e inorgánico



Figura 2 Contenedor PET



Figura 2 Contenedores plástico no PET, papel y cartón, vidrio y latas

Metodología

Durante los días del estudio se realizó la recolección de los residuos de ambas estaciones, volviendo a clasificar los depositados incorrectamente. Posterior al pesaje fueron transportados para su venta en un centro de acopio cercano a la institución, aproximadamente a 2.5 kilómetros (4 minutos en automóvil). El dinero recabado de la venta fue entregado en su totalidad al Enlace para la gestión de la sustentabilidad del Campus, al igual que los comprobantes, documento necesario para conservar el Distintivo de Buenas Prácticas Ambientales emitido por la PAOT.

Consideraciones metodológicas

Los pesos registrados se componen exclusivamente de lo recolectado en los contenedores de las dos estaciones de reciclaje, dejando fuera desechos sanitarios, aquellos que se encontraran muy contaminados por otros desperdicios o que no pertenecieran a las categorías designadas; El muestreo se llevó a cabo de lunes a viernes, acatando suspensiones oficiales.

Metodología

Consideraciones metodológicas

Las tapas de las botellas de PET, vidrio u otras encontradas, no se cuantificaron para la venta, con la oportunidad de donarlas a un centro de apoyo para niños con cáncer que auxilia en la ciudad de Celaya. Lo que disminuyó en promedio un 14.12% del peso total del envase tipo PET.

Evaluación financiera

El primer criterio de evaluación financiera a utilizar es el **Valor Presente Neto (VPN)**, donde los gastos o entradas futuras se transforman en unidades monetarias del tipo equivalente actual considerado, en el presente (Arbones Malasani, 2009).

$$VPN = \sum_{n=0}^N \frac{A_n}{(1+i)^N} = \sum_{n=0}^N \frac{A_n}{(1+TREMA)^N}$$

Donde:

VPN = Valor Presente Neto

A_n = flujo de efectivo neto al final del periodo N

i = TREMA Tasa de Retorno Mínima Aceptable

N = vida de servicio del proyecto (Moreno-Martínez et al., 2022).

Metodología

Evaluación financiera

El segundo criterio por emplear es la **Tasa Interna de Retorno** (TIR), esta hace que el valor presente neto sea igual a cero, es decir cuando la TREMA es igual a la TIR (Vidaurri Aguirre, 2013), para deducirla iteramos hasta convertir a cero el VPN, matemáticamente (Moreno-Martínez et al., 2022):

$$VPN = \sum_{n=0}^N \frac{A_n}{(1 + TREMA)^N} = 0$$

Uno de los objetivos de este estudio es identificar los escenarios posibles para actuar. Por lo que se realizará un **análisis de sensibilidad** para visualizar el efecto de la variación en la cantidad de RSU valorizables, su precio de mercado o la TREMA.

Metodología

Evaluación financiera

De igual forma se recurre a la determinación del punto de equilibrio, como Blank y Tarquin (2011) muestran, este análisis encuentra el valor de un parámetro que hace iguales a dos elementos:

$$Q = \frac{CF}{r - v}$$

Donde:

Q = cantidad de equilibrio

CF = costos fijos

r = ingreso por unidad

v = costo variable por unidad

Consideraciones financieras

La vida útil del proyecto N, se propone a 20 meses, que equivaldrían a 2 años escolares, puesto que existen 2 periodos vacacionales y días de asueto, así como cualquier otro contratiempo. Para el ingreso por kilogramo de los RSU valorizables se utilizó el promedio del precio de compra.

Metodología

Consideraciones financieras

Dentro de los egresos considerados se encuentran en la inversión inicial el costo de guantes, elaboración de carteles y los contenedores, aparentando una nueva adquisición. Dado que el trabajo de campo fue efectuado por estudiantes y profesores que voluntariamente desearon adherirse al proyecto, se omiten los salarios e impuestos aplicables; al igual que la depreciación de los contenedores y el vehículo para el transporte (Tabla 1).

Para los cálculos de la evaluación financiera se supone una TREMA igual a la de los Certificados de la Tesorería de la Federación (CETES) a un mes (28 días), con una **tasa de 11.25 %** al 14 de septiembre de 2023 (Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2023).

a) Inversión inicial	Cantidad	Precio	Total
Contenedor de 50 galones	1	\$3,388.00	\$3,388.00
Eco botella	1	\$4,516.37	\$4,516.37
Estación de reciclaje	2	\$3,702.74	\$7,405.48
Guantes de nylon (pares)	6	\$68.00	\$408.00
Carteles	12	\$15.00	\$180.00
		Suma	\$15,897.85
b) Egreso mensual	Cantidad	Precio	Total
Bolsas ecológicas	120	\$0.11	\$13.64
Gasolina (km recorridos)	10	\$2.84	\$28.37
		Suma	\$42.01

Tabla 1 Egresos generales del proyecto de inversión

Resultados

Derivado de la venta de los RSU se obtuvo un total de \$339.53 pesos (Tabla 2), siendo el envase de PET el que recabo un mayor monto \$156.96, mientras que el de mayor peso recolectado fue el cartón con 42.86 kg, sumando en conjunto 98.88 kg.

	kg	Precio	Ingreso
PET	19.62	\$8.00	\$156.96
Latas	2.12	\$18.00	\$38.16
Cartón	42.86	\$0.50	\$21.43
Papel	30.24	\$4.00	\$120.96
Vidrio	4.04	\$0.50	\$2.02
Ingreso total/mensual			\$339.53

Tabla 2 Ingresos totales de la venta de RSU valorizables

Al calcular la sumatoria del VP este muestra un comportamiento desfavorable con un valor de $-\$13,566.81 < 0$, en consecuencia, la TIR exhibe una tasa de $-7.96\% < \text{TREMA}$, adjunto se calculó el saldo pendiente (Tabla 3).

N	Flujo de efectivo	TREMA	VP
0	-\$15,897.85	11.25%	-\$ 15,897.85
1	\$297.52	11.25%	\$ 267.43
2	\$297.52	11.25%	\$ 240.39
3	\$297.52	11.25%	\$ 216.08
4	\$297.52	11.25%	\$ 194.23
5	\$297.52	11.25%	\$ 174.59
6	\$297.52	11.25%	\$ 156.93
7	\$297.52	11.25%	\$ 141.06
8	\$297.52	11.25%	\$ 126.80
9	\$297.52	11.25%	\$ 113.98
10	\$297.52	11.25%	\$ 102.45
11	\$297.52	11.25%	\$ 92.09
12	\$297.52	11.25%	\$ 82.78
13	\$297.52	11.25%	\$ 74.41
14	\$297.52	11.25%	\$ 66.88
15	\$297.52	11.25%	\$ 60.12
16	\$297.52	11.25%	\$ 54.04
17	\$297.52	11.25%	\$ 48.58
18	\$297.52	11.25%	\$ 43.66
19	\$297.52	11.25%	\$ 39.25
20	\$297.52	11.25%	\$ 35.28
TIR	-7.96%	VPN	-\$ 13,566.81

Tabla 3 Cálculo del VPN, TIR y saldo pendiente

Saldo pendiente **-\$ 13,566.81**

Resultados

Para el análisis de sensibilidad se decidió utilizar como parámetro comparativo el VPN con respecto a un incremento en la vida útil del proyecto de 20 meses a 70 meses de 2 a 7 años escolares (Gráfico 1).

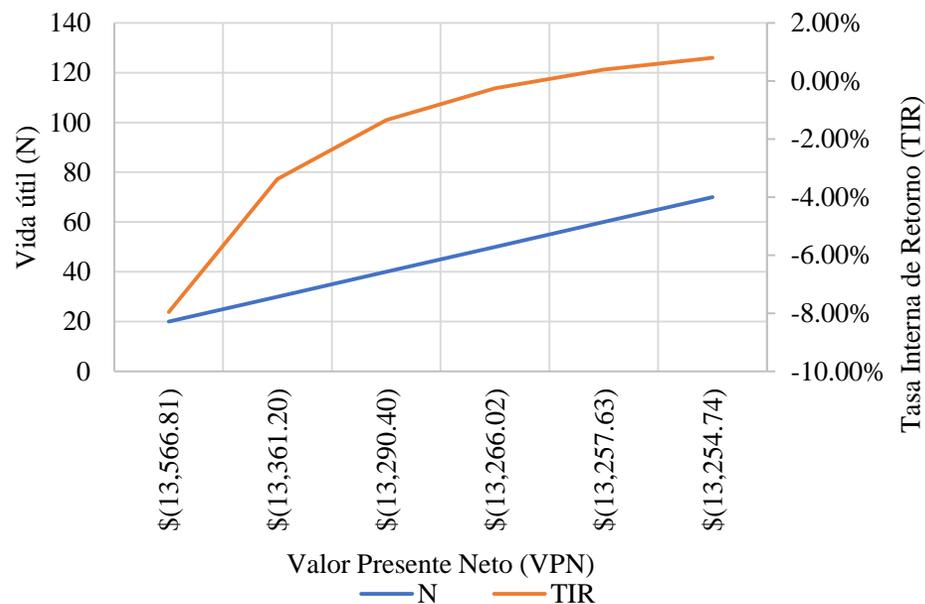


Gráfico 1 Análisis de sensibilidad VPN vs. N y TIR

Las curvas de sensibilidad indican que el tiempo N no es sensible, es decir a pesar de aumentar el tiempo de vida útil considerablemente, el VPN no se moviliza, pues solo disminuye en \$312.07, en contra parte la TIR indica sensibilidad, pasando de -7.96% a 0.8003% (Tabla 4).

N	VPN	TIR
20	-\$ 13,566.81	-7.96%
30	-\$ 13,361.20	-3.38%
40	-\$ 13,290.40	-1.34%
50	-\$ 13,266.02	-0.26%
60	-\$ 13,257.63	0.3881%
70	-\$ 13,254.74	0.8003%

Tabla 4 Cálculo del VPN y TIR con incremento de N

Resultados

Si el mercado de los RSU valorizables se siguiera comportando con los mismos precios promedio de compra (r), es posible recurrir al punto de equilibrio (Q) para conocer cuántos kilogramos aproximadamente se necesitan recolectar y vender en la misma vida útil presupuestada (20 meses), esto ascendería a 3,700.87 kg mensuales (Tabla 5).

	Q (kg)	CF	r
PET	155.50	\$823.27	\$8.00
Latas	46.49	\$823.27	\$18.00
Cartón	1646.53	\$823.27	\$0.50
Papel	205.82	\$823.27	\$4.00
Vidrio	1646.53	\$823.27	\$0.50
Total	3700.87		

Tabla 5 Cálculo del punto de equilibrio Q (kg)

Escenario favorable

Mientras se realizó el estudio, fue posible observar que los estudiantes en la mayoría de las ocasiones omitían las señalizaciones de los carteles y rótulos; preferían depositar sus residuos en el contenedor incorrecto o bien en otros contenedores fuera de las dos estaciones de servicio, estas circunstancias brindan un área de oportunidad.

Resultados

Escenario favorable

Recurriendo de al punto de equilibrio (Q) y el ingreso por unidad (r) se realizó una idealización, utilizando el valor más alto de los precios de compra en los que han llegado a mantenerse todos los valorizables (Tabla 6).

	Kg	Precio	Ingreso
PET	65	\$15.00	\$975.00
Latas	15	\$22.00	\$330.00
Cartón	84	\$3.00	\$252.00
Papel	60	\$8.00	\$480.00
Vidrio	15	\$3.00	\$45.00
Ingreso total/mensual			\$2,082.00

Tabla 6 Idealización del precio de compra y los kilogramos recolectados

Con los nuevos datos se volvió a calcular el VPN y la TIR, con la misma vida útil y TREMA, logrando visualizar en la Tabla 7, que el VPN se incrementa a $\$85.22 > 0$, lo mismo sucede con la TIR, que adquiere un valor de $11.33\% > 11.25\%$.

N	Flujo de efectivo	TREMA	VP
0	-\$15,897.85	11.25%	-\$ 15,897.85
1	\$2,039.99	11.25%	\$ 1,833.70
2	\$2,039.99	11.25%	\$ 1,648.27
3	\$2,039.99	11.25%	\$ 1,481.59
4	\$2,039.99	11.25%	\$ 1,331.77
5	\$2,039.99	11.25%	\$ 1,197.09
6	\$2,039.99	11.25%	\$ 1,076.04
7	\$2,039.99	11.25%	\$ 967.23
8	\$2,039.99	11.25%	\$ 869.42
9	\$2,039.99	11.25%	\$ 781.50
10	\$2,039.99	11.25%	\$ 702.47
11	\$2,039.99	11.25%	\$ 631.43
12	\$2,039.99	11.25%	\$ 567.58
13	\$2,039.99	11.25%	\$ 510.19
14	\$2,039.99	11.25%	\$ 458.59
15	\$2,039.99	11.25%	\$ 412.22
16	\$2,039.99	11.25%	\$ 370.53
17	\$2,039.99	11.25%	\$ 333.06
18	\$2,039.99	11.25%	\$ 299.38
19	\$2,039.99	11.25%	\$ 269.11
20	\$2,039.99	11.25%	\$ 241.90
TIR	11.33%	VPN	\$ 85.22

Tabla 7 Cálculo del VPN y TIR idealizando ingresos

Resultados

Donación de tapas

Después de completar el tiempo de muestreo, se recolectaron y separaron por colores, 3.06 kilogramos (Tabla 8), aproximadamente 1,530 tapas, las cuales se donaron a la Asociación Mexicana de Ayuda a Niños con Cáncer (AMANC), como parte de la Campaña “Destapando Esperanza” en el centro de acopio de Celaya.

Color	Peso (Kg)
Azules	0.95
Rojas	0.72
Blancas y transparentes	0.71
Amarillas y doradas	0.21
Otros colores	0.47
Total	3.06

Tabla 8 Tapas recolectadas

Conclusiones

Los resultados encontrados, infortunadamente muestran que la comunidad universitaria en la sede Juan Pablo II, no respondió como era esperado; esto señala que los usuarios no se encuentran dispuestos a seguir un plan de manejo de RSU integral. Lo que permeo en la cantidad de desechos valorizables y por tanto en el monto recabado. El análisis financiero se muestra altamente desfavorable, no se encuentra ni siquiera cercano a ser considerada una inversión que permita pensar en la implementación a gran escala.

En un intento de generar un escenario favorable a futuro, se simuló estimar una mayor cantidad de valorizables en las diferentes categorías de RSU, al igual que esperar un incremento en el precio de compra de estos; al menos para alcanzar un VPN mayor a cero y compensar la inversión inicial pasando de un ingreso mensual de \$339.53 a \$2,082.00. Si bien requiere de un magno esfuerzo de todos los involucrados, esta podría ser la oportunidad de instaurar un modelo de economía circular que trascienda del espacio escolar a la vida cotidiana.

Referencias

André, F. J., y Cerdá, E. (2006). Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas. Cuadernos económicos de ICE, 71, 71-91. <https://www.revistasice.com/index.php/CICE/article/view/5880/5880>

Arbones Malasani, E. A. (2009). Ingeniería económica. Marcombo. <https://elibro-net.ugto.idm.oclc.org/es/ereader/ugto/45856?page=3>

Banco Mundial. (20 de septiembre de 2018). Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos. <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>

Blank, L., y Tarquin, A. (2011). Ingeniería Económica 7 Ed. McGraw-Hill.

Grupo Fórmula. (22 de octubre de 2022). ¿Cuánto gana un pepenador en México? Economía. Empleos. <https://www.radioformula.com.mx/economia/2022/10/22/cuanto-gana-un-pepenador-en-mexico-736284.html>

Referencias

Moreno-Martínez, V., Moreno-Martínez, T., Palacios-Hernández, O., y Moreno-Martínez, J. Y. (2022). Evaluación económica de la transformación de un inmueble con vocación habitacional al tipo Airbnb. *Journal Economic Development*, Vol.9 No.28, 14-23. https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Desarrollo_Economico/vol9num28/Journal_Economic_Development_V9_N28_2.pdf

Pineda Pablos, N., y Loera Burnes, E. (2007). Bien recolectada pero mal tratada. El manejo municipal de la basura en Ciudad Obregón, Hermosillo y Nogales, Sonora. *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)*, 15 no.30, 168-193. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572007000200006

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (10 de septiembre de 2023). Manejo de residuos sólidos. <https://www.unep.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/cities/solid-waste-management>

Referencias

Rondón Toro, E., Szantó Narea, M., Pacheco, J. F., Contreras, E., y Gálvez, A. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Naciones Unidas CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a5f80abc-8063-4e19-b871-e954f1db5bf6/content>

Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (14 de septiembre de 2023). Programa de Cetesdirecto. cetesdirecto: <https://www.cetesdirecto.com/sites/portal/inicio>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (01 de marzo de 2017c). Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/residuos-solidos-urbanos-y-de-manejo-especial#:~:text=Los%20RSU%20son%20los%20generados,en%20la%20v%C3%ADa%20p%C3%BAblica%20que>

Referencias

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). Diagnóstico básico para la gestión Integral de los residuos . Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>

Vidaurri Aguirre, H. M. (2013). Ingeniería económica básica. Cengage Learning. <https://elibro-net.ugto.idm.oclc.org/es/ereader/ugto/40003?page=243>



© MARVID-Mexico

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BECORFAN is part of the media of MARVID-Mexico., E: 94-443.F: 008- (www.marvid.org/booklets)