

Factores de éxito para la gestión de residuos sólidos valorizables en la Universidad Nacional de Costa Rica, Sede Central en Heredia

Success factors for the management of recoverable solid residues at the Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica

Gerlin Salazar-Vargas*
Roel Campos-Rodríguez**
Noelia Garita Sánchez***

DOI: <https://doi.org/10.22458/rb.v32i1.3554>

Recibido- Received: 19/01/2021 / Corregido- Revised: 11/02/2021 / Aceptado- Accepted: 24/02/2021

RESUMEN

Para el análisis de los factores de éxito de la gestión de los residuos sólidos valorizables de la Universidad Nacional se realizó un estudio de la línea base sobre aspectos técnicos agrupados en cuatro áreas: planificación para la gestión, divulgación y promoción, operación y área financiera. Se elaboró una matriz de importancia relativa de elementos en la gestión de residuos de la institución con base en los resultados del estudio de los aspectos técnicos. La matriz mostró que el código de clasificación, el uso de medios para la divulgación, el transporte de residuos y el ingreso por venta de materiales son los elementos clave del proceso. El estudio también incluyó una autoevaluación cuyo índice de desempeño general se ubicó por encima de 87%. Se confeccionó un instrumento para valorar los conocimientos, actitudes y barreras que manifiesta la comunidad universitaria respecto a la gestión de residuos sólidos, de acuerdo con el cual no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) en los estratos estudiados; por tanto las estrategias de educación ambiental que se diseñen pueden ser aplicadas a los tres estratos. En cuanto conocimientos, existe confusión en relación con la separación de residuos, lo que a su vez se convierte en una de las principales barreras, además de la falta de tiempo para dedicar a actividades de capacitación. Finalmente, se realizó una valoración de externalidades y una aproximación de costos evitados que mostró cómo un escenario con proyecto de recolección selectiva tiene impactos ambientales más favorables pues logra que los costos evitados puedan generar ingresos, aunque no suficientes para conseguir un sistema autosostenible.

Palabras clave: actitudes y barreras; educación ambiental; externalidades; separación; universidad.

ABSTRACT

A baseline study on technical aspects was conducted for the analysis of success factors in the management of recoverable solid residues at Universidad Nacional. Features were grouped into four areas: management planning, outreach and promotion, operation, and financing. A relative importance matrix concerning the elements involved in the institution's residues management was developed based on the results of the technical aspects study. The matrix showed that the sorting code, the use of media for disclosure, residue transportation, and income from the sale of materials are key elements in the process. The study also included self-assessment with an overall performance index above 87%. Additionally, an instrument was prepared to evaluate the knowledge, attitudes and barriers manifested by the university community regarding solid waste management, with no significant differences ($p > 0.05$) in the strata studied; therefore, the environmental education strategies designed could be applied to the three strata. In terms of knowledge, there is confusion regarding residue separation, which in turn becomes one of the main barriers, in addition to lack of time to invest in training activities. Finally, a valuation of externalities and an approximation of avoided costs showed how a scenario with a project of selective collection has more favorable environmental impact, since the avoided costs can generate income, though not enough to make the system self-sustainable.

Keywords: attitude and barriers; environmental education; externalities; classification; university.

* Máster en Gestión de Recursos Naturales y Tecnologías de Producción. Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: gerlin.salazar@ucr.ac.cr
ID: <https://orcid.org/0000-0003-3211-4697>

** Doctor en Ciencias Naturales para el Desarrollo. Tecnológico de Costa Rica. Correo electrónico: rocamos@tec.ac.cr
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4460-2313>

*** Licenciada en Manejo de Recursos Naturales. Universidad Nacional de Costa Rica. UNA Campus Sostenible. Correo electrónico: noelia.garita.sanchez@una.cr
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4248-8916>

Introducción

A nivel mundial, las instituciones de educación superior han realizado esfuerzos para integrar la dimensión ambiental en sus planes y programas de estudio y han aplicado modelos de gestión ambiental que responden a sus necesidades particulares (Ortiz et al., 2016). En Costa Rica, el plan nacional de educación superior universitaria estatal incluye el eje ambiental como transversal, de manera que la gestión universitaria se desarrolle en armonía con la naturaleza (Consejo Nacional de Rectores [CONARE], 2016).

Ante este panorama, a la educación superior, por su propia naturaleza, le corresponde asumir diferentes retos, como una de las instancias responsable de liderar los cambios que se esperan en busca del desarrollo económico y humano que se aspira en los diferentes contextos (Campos y Camacho, 2015).

Específicamente, en el tema de residuos sólidos, Campos y Camacho (2014) mencionan la poca valorización de los residuos en Costa Rica, debido a la carencia o consistencia de procesos sostenibles de educación ambiental que permitan obtener una cultura integral desde la perspectiva de la planificación, la educación ambiental formal, no formal o comunitaria que contribuya a una conducta proambiental de los ciudadanos, a través del desarrollo de habilidades, destrezas, conocimientos y tecnologías para generar una menor cantidad de residuos, así como disponer óptimamente de los que se produzcan.

La gestión de residuos valorizables resulta uno de los principales aspectos ambientales significativos asociado al quehacer universitario. Con la promulgación de la Ley n.º 8839 y

la elaboración de planes de gestión ambiental institucional, el tema retoma relevancia para mejorar su promoción y funcionamiento. Las actividades de reutilización y valorización implican la separación adecuada de los residuos; sin embargo, la gestión encuentra su principal dificultad en la participación que realiza el generador primario de residuos.

Para promover la separación de los residuos, es necesario propiciar un cambio de cultura ambiental de la población universitaria. Para Mata et al. (2009), la cultura ambiental, que incluye las creencias, conocimientos y valores, puede ser transformada poco a poco por actitudes y comportamientos individuales y colectivos mediante la educación ambiental. Tener conocimiento influye en la definición o redefinición de los conceptos ambientales para así poder poner en práctica procedimientos y ser capaces de realizar acciones a favor del ambiente y sensibilizar las actitudes positivas hacia el mismo, según se plantea en el modelo de Emmons (Mata et al., 2009).

Se pueden presentar barreras actitudinales, de control y conceptuales, las cuales actuarán sobre la sensibilización, los conceptos ambientales, las habilidades, los procedimientos y el empoderamiento, el resultado es la falta de incorporación de una cultura ambiental (Mata et al., 2009). Por ello, resulta necesario identificarlas para trabajar el programa de educación ambiental de manera integral.

Por otro lado, la visibilización de los recursos que conlleva la gestión integral de residuos implica realizar una valorización de las externalidades, las cuales se definen como efectos económicos colaterales de las acciones de unas personas sobre otras que no se

expresan en un precio; es decir, son externos al mercado. Según Pinilla (2014), estas acciones propician la pérdida del bienestar de una parte de la población que no recibe una compensación por ello, quien padece la pérdida del bienestar no decidió sobre la situación o el nivel de pérdida que estaba dispuesto a asumir.

En el reconocimiento de las externalidades, existe la dificultad de establecer un vínculo explícito entre el impacto ambiental y la disminución del bienestar. Esta dificultad radica en que la pérdida de bienestar no se puede detectar objetivamente, o al menos no en el plazo inmediato, por alguna de las siguientes razones: la primera razón es que el ambiente (sus elementos: suelo, agua, aire, flora, fauna) posee capacidad de asimilación natural de cierto nivel de contaminantes que si se concentran en un umbral bajo no causa impacto perceptible; la segunda razón es que el impacto puede producirse y los afectados no lo perciben; y la tercera razón es la ausencia de información científica por lo que si el daño se produce la magnitud puede ser subestimada (Delacamara, 2008).

En el caso de los procesos de separación y recolección de residuos, veinte años después de Agenda 21, se observa una mayor concienciación sobre el impacto positivo en la salud y en el ambiente al existir un manejo adecuado de residuos en cuanto a la cobertura de los servicios de limpieza de zonas públicas, recolección y disposición final. No obstante, las acciones tendientes a reducir, recuperar, reciclar y aprovechar los residuos se pueden definir como incipientes en América Latina (Rondon y Szantó, 2016).

La valoración ambiental de las externalidades, como parte de la toma de conciencia del impacto generado por los residuos, dota de valor económico a algunas de las interacciones en los procesos de separación y recolección. De esta manera, se pueden concebir como costos o beneficios de las decisiones que se tomen en la materia, y así volverlas tangibles y reconocer su existencia.

Metodología

El proyecto de investigación se desarrolló entre los meses de enero y octubre de 2017, y estuvo circunscrito a la sede central de la Universidad Nacional, la cual contaba con una población de 11 769 estudiantes y 2 855 funcionarios docentes y administrativos durante el periodo seleccionado.

Estudio de línea base

Se elaboró un estudio de línea base para conocer el contexto de los procesos de separación y recolección de residuos en la institución, para tal fin se diseñó y se aplicó una entrevista semiestructurada. El contenido de la entrevista se organizó en cuatro áreas (cuadro 1) con sus respectivos criterios.

La entrevista se dirigió a la coordinación del Programa UNA Campus Sostenible. La información recopilada permitió elaborar una descripción de los procesos en estudio y una matriz en donde se le asignaron pesos de importancia relativa a los elementos de cada área temática, a fin de obtener un ponderado y generar un instrumento evaluativo. La asignación de puntaje se realizó antes de iniciar la entrevista, y se solicitó al entrevistado evaluar el desempeño de la institución en cada aspecto.

Cuadro 1

Aspectos clave por área temática incluida en entrevista semiestructurada aplicada al Programa UNA Campus Sostenible

Planificación de la gestión	Divulgación y promoción	Operación	Financiero
<ul style="list-style-type: none"> Conocimiento de la Ley de Gestión Integral de Residuos (ley GIR) por parte de equipo responsable Composición Cuantificación de residuos Gestores de residuos 	<ul style="list-style-type: none"> Signos externos Recursos Audiovisuales Eventos/campañas Recurso económico asignado 	<ul style="list-style-type: none"> Personal operativo Transporte: flotilla vehicular, ruta de recolección, frecuencia Infraestructura Recipientes Maquinaria 	<ul style="list-style-type: none"> Costo combustible Depreciaciones: activos y edad Mantenimiento: equipos e infraestructura Consumo eléctrico Costo de disposición final Presupuesto asignado Venta de residuos

Nota. Elaboración propia.

Estudio de conocimiento, actitudes y barreras

Se confeccionó un instrumento para la recolección de información en los estratos denominados estudiantes, administrativos y docentes. Las preguntas fueron cerradas para valorar atributos de conocimiento, actitudes y barreras respecto a la gestión integral de residuos sólidos. Se realizó un muestreo aleatorio estratificado siguiendo las siguientes ecuaciones:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q} \quad (1)$$

$$n_j = n \times \frac{N_j}{N} \quad (2)$$

Donde:

n : tamaño de muestra

n_j : tamaño del estrato

N : tamaño de la población

N_j : tamaño de la población del estrato

Z_{α}^2 : nivel de confianza, correspondiente a un 95 %

p : probabilidad positiva, corresponde a 50 %

q : equivale a $1 - p$, obteniendo 50 %

d : error de la estimación, equivale a 5 %

Con las variables citadas, se determinó que el tamaño de muestra correspondería a 374 personas. El instrumento se validó con criterio experto de académicos del área de educación ambiental y gestión de residuos, así como con la coordinadora de la oficina ambiental del centro universitario. Se sometió a una prueba piloto de 10 % del promedio de la muestra poblacional, y los participantes se excluyeron de la aplicación del instrumento final validado. Con la validación, se identificó el grado de comprensión de las preguntas, las inconsistencias en las posibilidades de respuesta y otras situaciones que pudieran limitar al encuestado a completar el instrumento.

Su aplicación se llevó a cabo por medio de la plataforma virtual y gratuita que brinda *Google Drive*. Se realizó la aplicación física del instrumento en los casos que fue necesario completar la muestra, confirmando con anterioridad que la persona no hubiese completado el formulario digital. Los resultados obtenidos se analizaron en el programa estadístico InfoStat 2017, con un valor de $p = 0,05$. Al ser estos datos no paramétricos, se utilizaron las pruebas estadísticas: Kruskal Wallis y Contingencia para el análisis de los resultados.

Valoración de externalidades

Se aplicó una entrevista a la coordinación del programa UNA Campus Sostenible, que incluyó aspectos de carácter técnico y económico asociados a los procesos de separación y recolección de residuos.

Con la información recogida, se desarrolló una valoración ambiental bajo la metodología de costos evitados. Para ello, se determinaron los principales impactos ambientales asociados a los procesos de separación y recolección de residuos, considerando los costos directos, los costos indirectos y los costos de oportunidad que se pudieran determinar y cuantificar en el periodo de análisis de la investigación:

- *Costos directos:* pago por servicios de recolección, consumo de combustible, mano de obra asociada (horas hombre), contenedores, materiales divulgativos, campañas de información.

- *Costos indirectos:* mantenimiento de equipo y vehículos, infraestructura, horas profesionales invertidas.
- *Costos de oportunidad:* pago por tratamiento final de residuos en relleno sanitario, pago por kilogramo de material reciclado.

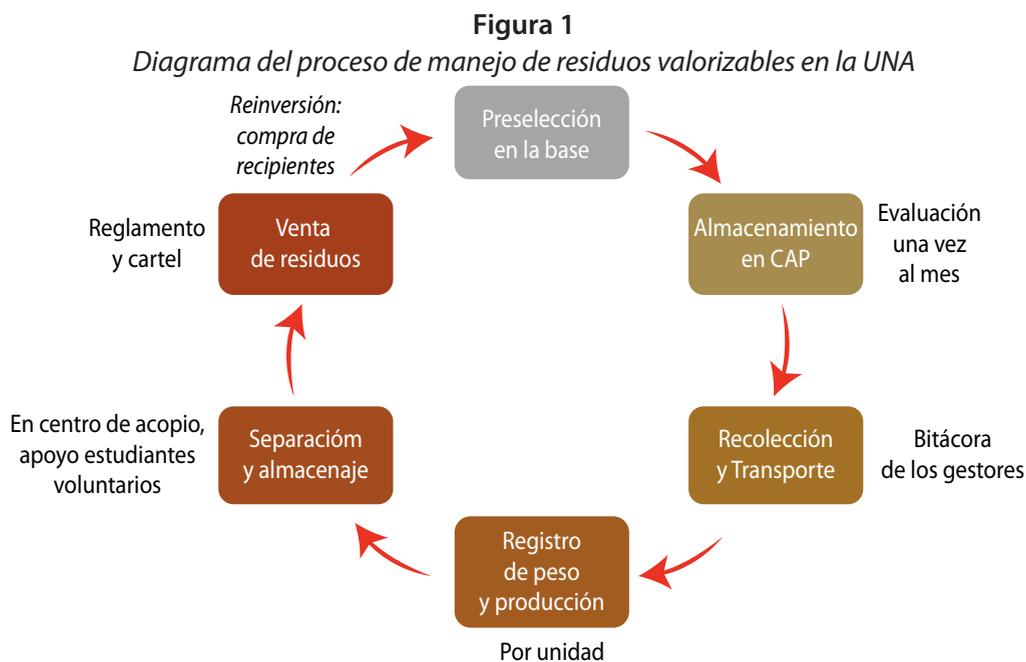
Resultados y discusión

Estudio de línea base

Las respuestas de la entrevista semiestructurada permitieron desarrollar una línea base de los procesos de separación y recolección de residuos llevados a cabo por el Programa UNA Campus Sostenible.

Descripción de procesos

Partiendo de la anterior información, se obtuvo como resultado la descripción del proceso de separación y recolección de residuos valorizables (figura 1).



Nota. Rojas, 2017.

La descripción de los procesos de separación y recolección de residuos permitió mostrar elementos por mantener, así como posibles mejoras del plan:

- Mantener monitoreo del índice de generación por habitante denominada producción *per cápita* (PPC) y la composición de residuos según el tipo de material. Estos indicadores permiten estimar inversiones en cuanto a educación ambiental, transporte, disposición, tratamiento y administración (Campos y Soto, 2014).
- Conservar mecanismos de evaluación de la gestión de los residuos en los puntos críticos de control, siendo los que comprometen la calidad e integridad del residuo: separación en la fuente, acopio temporal, centros de acopio.
- Fortalecer el alcance del plan de educación, por medio de la oferta educativa permanente y el alcance de las comisiones internas.
- Fortalecer el empoderamiento y la continuidad del personal técnico que colabora directamente con el proceso de recolección, y vigilar su condición de salud.
- Formalizar mecanismos de vinculación con los gestores de residuos valorizables, lo cual implica mejorar las condiciones de acopio y resguardo de los residuos.
- Disponer de instrumentos regulatorios explícitos para la gestión de residuos, por ejemplo, instructivos, lineamientos, circulares, políticas y reglamentos.

Posteriormente, se realizó una valoración por área temática con la información brindada por el Programa UNA Campus Sostenible (cuadro 2), lo cual resultó en los siguientes niveles de cumplimiento.

Cuadro 2

Cumplimiento de ítems por área temática, durante entrevista

Área temática *	Porcentaje de cumplimiento
Planificación de la gestión de residuos	100,0%
Divulgación y promoción	100,0%
Operación de la gestión de residuos	87,5%

Notas. Elaboración propia. *Se excluye el área temática de aspectos financieros, pues se retomará en el análisis de externalidades.

Matriz de importancia relativa y desempeño en la gestión de residuos

Para realizar una priorización de los elementos de cada área temática evaluada, se entrevistó a los responsables ambientales de tres universidades estatales de Costa Rica: la Unidad de Gestión Ambiental y la Oficina de Servicios Generales de la UCR, el Programa UNA Campus Sostenible de la UNA y la Unidad Regencia Ambiental del Tecnológico de Costa Rica. Los entrevistados, bajo su criterio experto, identificaron cuáles eran los elementos prioritarios en los procesos de separación y recolección de residuos, independientemente de si la institución cumplía o no con los criterios, lo anterior en una escala de 1 a 5, siendo 1 la de menor importancia y 5 la de máxima importancia. Lo anterior permitió obtener pesos ponderados de cada criterio (cuadro 3).

Cuadro 3
Importancia relativa para cada elemento, por área temática

Área	Elemento	Importancia relativa promedio según expertos	Desempeño ponderado asignado a la UNA
Planificación de la gestión	1. Conocimiento Ley GIR por parte de equipo responsable	2,75	2,5
	2. Código de clasificación	4,00	2,8
	3. Composición de residuos	2,50	2,5
	4. Cuantificación de residuos	3,50	3,5
	5. Gestores de residuos: identificación y vinculación	2,25	2,1
Divulgación y promoción	6. Capacitaciones	2,00	2,0
	7. Signos externos y recursos audiovisuales	4,25	3,8
	8. Eventos/campañas	3,25	2,8
	9. Uso de medios	3,75	3,0
	10. Asignación de recursos económicos	1,75	1,8
Operación	11. Personal operativo para recolección	1,75	1,6
	12. Transporte: flotilla vehicular, ruta de recolección, frecuencia	3,50	3,5
	13. Recipientes para separación	2,00	1,8
	14. Infraestructura: acopio temporal	2,75	1,9
Financieros	15. Pago de servicios: agua, electricidad, combustible	3,50	3,5
	16. Mantenimiento: equipos e infraestructura	2,75	2,8
	17. Pago por disposición final	2,50	NA
	18. Ingreso por venta de materiales	4,25	4,3
	19. Presupuesto asignado	2,00	2,0

Nota. Elaboración propia.

Posteriormente, se solicitó a la responsable ambiental del Programa UNA Campus Sostenible asignar una nota de evaluación del desempeño de su institución en cada uno de los criterios (cuadro 3). En las cuatro áreas, coincide que los principales criterios ponderados son los que poseen mejor desempeño en la universidad, lo cual representa los factores de éxito.

Se definen como los criterios de éxito aquellos que coinciden en alta importancia relativa y mejor calificación obtenida, entre ellos:

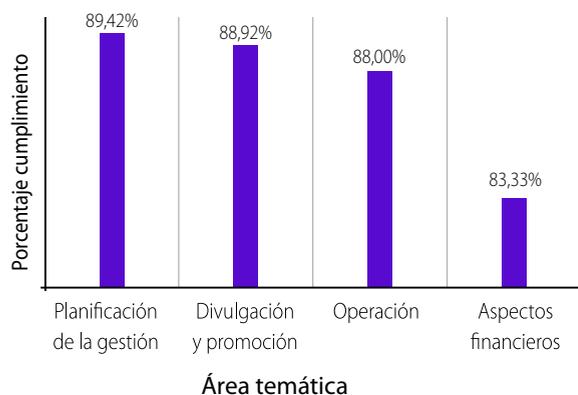
la posibilidad de mantener la cuantificación de los residuos valorizables, el uso de signos externos y recursos audiovisuales, la disponibilidad de flotilla para la gestión de residuos y el ingreso por venta de materiales. Otro factor de éxito que se debe señalar es el papel de los estudiantes dentro del plan de manejo, tanto en la clasificación de materiales como en el proceso de elaboración de materiales divulgativos no oficiales debido a la agilidad en producción y uso en redes sociales. Aunque el recurso citado es temporal, podría cambiar su disponibilidad según los cambios

en reglamentación institucional, para lo cual se deben proyectar posibilidades de vinculación ante futuros cambios.

Como resultado general, se obtiene la nota de cumplimiento en cada una de las cuatro áreas evaluadas (figura 2), siendo el área de aspectos financieros la que muestra la mayor oportunidad de mejora. Sin embargo, las notas de las cuatro áreas temáticas evaluadas se ubican por encima de 80 puntos, lo cual evidencia un desempeño eficiente en cada una.

Figura 2

Cumplimiento de elementos por área temática



Nota. Elaboración propia.

Finalmente, el índice de desempeño general, obtenido a partir de las ponderaciones de los elementos y la autocalificación en cada uno de ellos, fue de 87,4%.

Estudio de conocimiento, actitudes y barreras

Resultados en conocimientos

Estadísticamente, los estratos son idénticos en cuanto a conocimientos ($p=0,1776$) y hay relación entre estrato y conocimiento ($p=0,0001$), siendo el estrato docente el de mayor aporte en la relación.

El resultado por criterio de conocimiento evaluado muestra los principales hallazgos (cuadro 4 y figura 3).

Los resultados en los conocimientos de los estratos muestreados fueron:

- En cuanto a la diferencia entre residuo y desecho, hay bastante congruencia en las respuestas del estrato docente y estudiante, mientras que el estrato

Cuadro 4

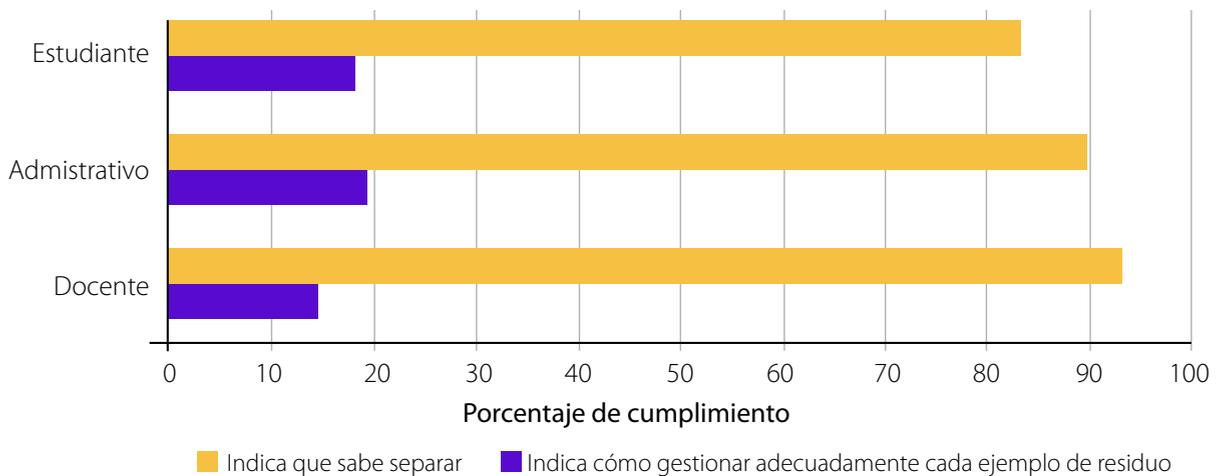
Conocimientos por estrato (en porcentaje de individuos), en la UNA

Criterio de conocimiento evaluado	Estrato		
	Docente	Administrativo	Estudiante
Conoce la Ley GIR	60	24,1	15,76
Conoce la diferencia entre residuo sólido y desecho	72	75,86	79,1
Comprobación ¹ : diferencia entre residuos sólido y desecho	83,33	40,9	60,36
Conoce el concepto de jerarquización de residuos	60	38,26	34,9
Comprobación ¹ : principios de jerarquización en orden correcto	66,67	36,36	27,03
Conoce el programa de gestión de residuos de la UNA	85,72	96,43	78,04
Sabe separar los residuos según programa de la UNA	93	89,66	83,18
Conoce cuál es la disposición final de esos residuos	80	31,03	40,85

Nota. Elaboración propia.

Figura 3

Conocimiento en separación de residuos, en poblaciones de la UNA



Nota. Elaboración propia. Comprobación se realiza con quienes indicaron que "sí" en la pregunta anterior.

administrativo muestra un menor conocimiento al respecto.

- Las personas que declararon conocer el concepto de jerarquía fueron congruentes en dar el orden correcto a los principios que integran el concepto: evitar, reducir, reutilizar y reciclar.
- El programa de gestión de residuos es conocido por la población universitaria.
- A pesar de que un alto porcentaje de los entrevistados dicen saber separar los residuos, las preguntas de comprobación muestran que no se refleja en su comportamiento.
- Del estrato de estudiantes, se identifica que el grupo con mayor conocimiento sobre separación de residuos son los estudiantes de primer ingreso.

Resultados en actitudes

Se obtiene que no hay diferencia estadística entre los estratos en términos de actitudes

sobre los residuos sólidos ($p=0,9900$), y que la actitud es independiente del estrato ($p=0,120$). Lo anterior quiere decir que, sin importar el estrato, prevalecerá la misma actitud.

Según los resultados de actitudes evaluadas (cuadro 5), la población declara utilizar los recipientes de separación y considera que es responsabilidad de ellos el tema de los residuos, aunque en este rubro el porcentaje de administrativos que respondió afirmativamente fue ligeramente menor que el de docentes y estudiantes. Hay una actitud proambiental presente.

En las actitudes donde se involucra al entrevistado como ejecutor principal, se disminuye la disponibilidad a participar (cuadro 5); lo anterior, contrario a la manifestación de más de 70% de los tres estratos en participar en proyectos ambientales. El porcentaje de entrevistados que estuvo dispuesto a realizar trabajo voluntario y participar en comisiones ambientales fue de 24%, lo cual refleja posibles barreras actitudinales.

Cuadro 5*Actitudes por estrato (en porcentaje de individuos) en la UNA*

Criterio de actitud evaluado	Estrato		
	Docente	Administrativo	Estudiante
Utilización de los recipientes de separación de la institución	100	100	95,9
Responsabilidad compartida en el manejo de residuos	86,67	72,41	86,85
Participación proyectos ambientales que se propongan en UNA	73,33	86,21	76,89
Participación en plan manejo	60	31,03	28,5
Participación en capacitación	33,33	41,38	35,05
Participación en comisiones ambientales	26,67	27,59	14,49
Participación en trabajo voluntario	13,33	20,69	43,46

Nota. Elaboración propia.

Existe la oportunidad de incidir en las poblaciones estudiadas, pues evidencian una actitud proambiental que se debe potenciar. Paralelamente, se detectó la falta de involucramiento en las actividades que requieren ser el ejecutor principal.

Resultados de barreras

En el caso de las barreras, se evaluaron desde dos perspectivas: barreras para separar y barreras para capacitarse.

Las barreras para la separación de residuos son idénticas ($p=0,7211$), el estrato administrativo demuestra valores mayores, pero no estadísticamente significativos. Las barreras son dependientes al estrato ($p=0,0047$), siendo el estrato administrativo el de mayor aporte.

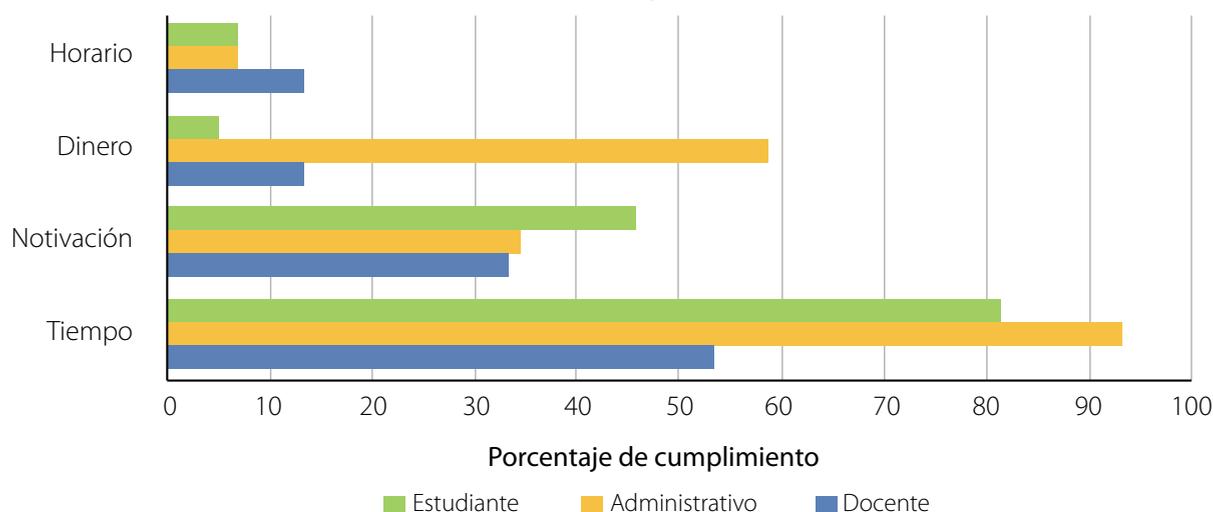
Se observa que la principal barrera para separar residuos es la necesidad de más conocimientos, en el estrato administrativo se requiere reforzar la información disponible (cuadro 6). Igualmente, el estrato administrativo muestra

Cuadro 6*Barreras para separación de residuos por estrato (en porcentaje de individuos) en la UNA*

Barrera evaluada	Estrato		
	Docente	Administrativo	Estudiante
Se llevan los residuos mezclados	33,33	44,83	22,43
No hay campo	27,67	10,34	14,02
No tengo tiempo	6,67	0	13,55
No tengo información sobre cómo separar	6,67	65,52	32,24
Necesito más conocimiento	46,67	86,21	79,91
Necesito más contenedores	60	27,59	50,93
Motivación	20	37,93	32,24
Retribución	13,33	58,62	5,14
No me interesa	0	0	0

Nota. Elaboración propia.

Figura 4
Barreras para capacitación, según población de la UNA



Nota. Elaboración propia.

que se espera alguna retribución por realizar la separación de residuos.

En cuanto a las barreras para capacitarse, no existe evidencia estadística para pensar que los estratos son diferentes ($p=0,7243$). Además, la barrera sí depende del estrato ($p=0,0080$) en donde el estrato administrativo tiene mayor aporte.

La principal barrera identificada fue el tiempo disponible para dedicar a actividades de capacitación. Además, particularmente en el estrato administrativo la retribución económica fue una barrera señalada por más de 50% de las personas entrevistadas (figura 4).

Aunado a lo anterior, se plantea como reto incluir incentivos de participación para atender la segunda limitante prioritaria: la motivación (figura 4).

Valoración de externalidades

Según Delacamara (2008), la valoración de externalidades se debe realizar estableciendo un escenario de línea base que corresponde a la evolución de las cosas en ausencia de medidas y comparándolo con un escenario meta que contiene las medidas adoptadas para lograr el objetivo concreto (cuadro 7). Por tanto, se definen como escenarios de valoración los siguientes:

Cuadro 7

Escenarios del sistema de gestión de residuos ordinarios valorizables universitarios

Escenario	Sistema de recolección	Sistema de transporte	Disposición final
Situación sin proyecto	Todos los residuos son recolectados en contenedores mixtos en los puntos de generación.	La totalidad de los residuos se traslada a un relleno sanitario.	Se dispone en relleno sanitario.
Situación con proyecto	Los residuos son recolectados de manera segregada en los puntos de generación: residuos ordinarios y reciclables por aparte.	Los residuos reciclables se trasladan a gestores autorizados. Los residuos ordinarios se disponen en relleno sanitario.	Se dispone en relleno sanitario y se comercializan reciclables con gestor autorizado.

Nota. Elaboración propia con base en Frenk, 2012.

Se planteó una matriz de importancia de impactos ambientales (MIIA) para cada escenario, tomando como referencia la metodología establecida en el Anexo 2 del Manual de EIA (Asamblea Legislativa, 2006). El resultado de las valoraciones hechas a partir de las matrices muestra que el escenario con proyecto de recogida selectiva produce valores de impacto ambiental más favorables tanto para factores ambientales como en las acciones impactantes. Lo anterior se debe a los siguientes beneficios:

- Menor volumen de residuos dispuestos en relleno sanitario, lo cual alarga su vida útil.
- Menor requerimiento de trabajadores y camiones para transportar volumen de residuos reciclables a relleno.
- Menor emisión de GEI, por reducción de volumen dispuesto en relleno sanitario. También por ahorro en energía en los procesos productivos que utilizan materia prima virgen.
- Beneficios en salud por menor concentración de contaminantes generados en los rellenos.
- Educación ambiental y participación ciudadana; lo cual provoca modificación de patrones de comportamiento en cuanto a los residuos.
- Disminución de impacto por extracción de materia prima virgen, pues el reciclaje reincorpora materiales a cadenas de producción.
- Incremento de pequeñas economías derivadas de la recuperación de residuos valorizables.

De los factores enlistados, solamente el uso de la tierra no mostró variación con respecto

a la comparación de ambos escenarios. Lo anterior, debido a que el terreno usado como relleno sanitario debe cumplir su cierre técnico para poder tener otros usos limitados. En cuanto a las acciones que no tuvieron variación en la matriz anterior en la comparación de escenarios, las mismas corresponden al aseguramiento de condiciones físicas del relleno sanitario que no varían si el volumen de material recibido disminuye. Varios de estos factores no disponen de una cuantificación económica, por lo que es difícil internalizar en el análisis económico.

En cuanto a la aplicación de la metodología de coste evitado, se establecen tres clasificaciones para los costos: costos directos (capital, operación y mantenimiento), costos indirectos (externalidades) y costos de oportunidad (mejor opción de producción). A partir de la información recabada mediante la entrevista a la coordinadora del Programa UNA Campus Sostenible, se obtuvieron los resultados de aproximación de costos (cuadro 8).

Respecto de la asignación de recursos económicos para la gestión de recolección segregada de residuos evidenciada (cuadro 8), es necesario mencionar que:

- La institución tiene subcontratado el servicio de recolección de residuos no valorizables, pero se compara solamente el costo por disposición en relleno sanitario.
- El potencial de ingreso varía según composición de residuos, además se debe considerar que, aunque la caracterización muestre un porcentaje potencial de materiales recuperables, el valor puede ser menor dependiendo de las condiciones en las que se encuentre.

Cuadro 8

Aproximación de costos directos, indirectos y de oportunidad de los procesos de gestión de residuos valorizables

Costos		Universidad Nacional		
Costos directos	Costo de Mano de obra	Tiempo profesional encargados (2 tiempos completos) **	23 020 030	col/año
		Tiempos completos técnico (2) **	9 386 036	col/año
		Horas estudiante (54 horas/semana), en centro de acopio	*Indefinido	
		horas asistente (5 horas/ semana), para divulgación	Indefinido	
		Divulgación (materiales)	2 000 000	col/año
	Costo de mantenimiento	Calibración de romana, cambio aceite compactadora	Indefinido	
		Mantenimiento de vehículos (uno 2004, otro está en garantía)	Indefinido	
	Costo de infraestructura	Depreciación del centro de acopio (vida útil 10 años)	Indefinido	
		Centros de acopio periféricos (20 ubicaciones)	Indefinido	
	Costo de transporte	Consumo de combustible ***	9 081 416	col/año
Costo indirecto	Costo anual por disposición en relleno sanitario	2 664 806	col/año	
Costo total anual			46 152 288	col/año
Costo oportunidad	Disminución en recolección y disposición de residuos ordinarios para disposición en relleno (49% potencial material valorizable).	1 310 285	col/año	
	Proyección de venta de residuos valorizables que no se separan y se disponen en relleno sanitario.	1 649 546	col/año	

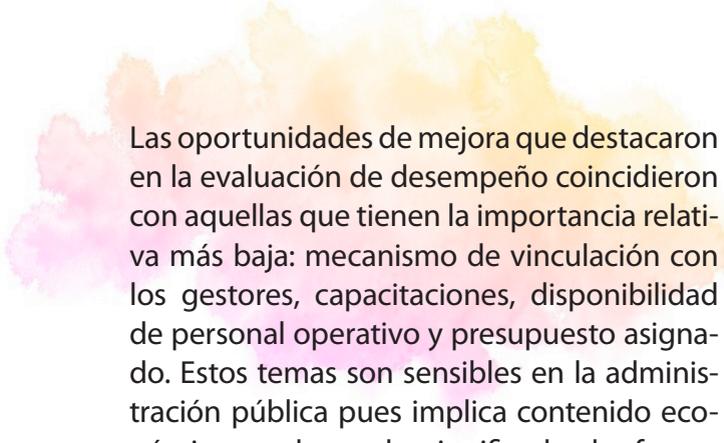
Notas. Elaboración propia, con base a datos disponibles en Rojas y Bogantes (2018). Costo por disposición de tonelada en relleno sanitario es 17 000 colones. * Indefinido: no se contó con información al momento de realizar los cálculos. ** Salarios no consideran incrementos por anualidades u otros beneficios. *** Cálculo con datos promedio de Informe Bandera Azul.

- Detallar el nivel de registro sobre costos directos de personal y divulgación, y costos indirectos asociados a la gestión por toneladas o kilogramo de residuos recuperables por parte de la oficina a cargo, debe considerarse como una oportunidad de mejora para la aplicación de metodologías de valoración económica.

Según los resultados obtenidos, los costos evitados por disponer residuos valorizables en relleno sanitario son menores que los posibles ingresos que se generarían en caso de recuperar los mismos, lo cual demuestra una oportunidad de ingresos perdida. No obstante, el monto representa 6% de los costos asociados a la gestión.

Conclusiones

Los factores de éxito para la gestión de residuos valorizables en la UNA se resumen en el conocimiento de la generación de residuos, el apoyo audiovisual para sensibilizar, los procesos de recogida constante y algún ingreso por venta de los residuos recuperados. Adicionalmente, la estrategia de vinculación con estudiantes ha permitido solventar la falta de personal operativo y favorecer su promoción; sin embargo, cambios en la reglamentación universitaria suponen un riesgo a perder el recurso y un reto para replantear la vinculación con esta población.



Las oportunidades de mejora que destacaron en la evaluación de desempeño coincidieron con aquellas que tienen la importancia relativa más baja: mecanismo de vinculación con los gestores, capacitaciones, disponibilidad de personal operativo y presupuesto asignado. Estos temas son sensibles en la administración pública pues implica contenido económico, por lo que ha significado el esfuerzo en innovación para mantener estos criterios efectivos durante la operación del plan de residuos, lo cual es necesario reconocer.

En cuanto a conocimiento, los tres estratos analizados pueden tratarse de manera similar pues en cuanto a conocimiento son idénticos. Las capacitaciones son una de las herramientas efectivas para influir positivamente en los conocimientos, sin embargo, el tiempo es la principal barrera seguida por la motivación, lo cual supone como reto principal precisar nuevas estrategias para redefinición de conceptos en materia de gestión de residuos en las poblaciones universitarias y promover acciones ambientales positivas en ellas. Si no se abordan estas barreras, las mismas actuarán en detrimento de la sensibilización, los conceptos ambientales, las habilidades y el empoderamiento, lo cual redundará en la falta de incorporación de una cultura ambiental.

La actitud no promueve por sí misma el comportamiento de la población analizada, por el contrario, el estudio de las actitudes proambientales mostró que los entrevistados poseen buenas intenciones para participar en proyectos, pero éstas no se reflejan en el comportamiento, ya que hay bajo involucramiento cuando se requiere ser el ejecutor principal. Por lo que es necesario redefinir conceptos que conduzcan a un cambio de actitud, al empoderamiento y la acción ambiental positiva.

A pesar que se declara un nivel de conocimiento sobre separación de residuos por parte de la población universitaria, las preguntas de comprobación demuestran que el saber no es correcto, lo que podría superarse aplicando técnicas innovadoras más eficaces y tecnológicas (uso de TIC), e incentivos para incrementar motivación. Lo anterior, partiendo de la ventaja competitiva de ser una institución de educación, y con el fin de abordar las barreras de tiempo y motivación identificadas en los tres estratos.

Los procesos de separación, recolección y disposición de residuos valorizables, bajo el análisis de costos evitados, refleja que estos son menores al disponer los residuos en relleno sanitario que los posibles ingresos que generaría su recuperación. Sin embargo, no son suficientes para cubrir los diferentes costos operativos e indirectos del sistema de gestión.

La valoración de impacto ambiental ante un escenario de recogida selectiva, ofrece resultados de menor impacto ambiental negativo, no obstante, dichos beneficios a la fecha no cuentan con una cuantificación económica, como es el caso de la reducción de emisiones de gases efecto invernadero, y por ello limita la internalización del valor económico de su impacto positivo.

El ingreso actual y potencial por la valorización de residuos no es suficiente para mantener los procesos autosostenibles en la gestión de residuos, ni tampoco permite generar lucro por la venta de los mismos. Los costos asociados a recurso humano, horas asistentes, maquinaria, recolección y divulgación responden a inversiones necesarias por parte de la Institución en procura de asumir la responsabilidad social y legal por la gestión adecuada de los residuos.

Referencias

- Asamblea Legislativa (2006). *Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación del Impacto Ambiental (Manual de EIA)-Parte IV*. <http://obturcaribe.ucr.ac.cr/documentos-publicaciones/legislacion/ambiental/150-decreto-32966-manual-de-eia/file>
- Campos, R. y Camacho, M. (2014). Factores determinantes para una acción ambiental positiva de la gestión integral de residuos (GIR) en el cantón de Guácimo, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 27(4), 89-101. <https://doi.org/10.18845/tm.v27i4.2089>
- Campos, R. y Camacho, M. (2015). Gestión interuniversitaria y responsabilidad en la gestión ambiental: Plan de acción para el mejoramiento de la gestión integral de los residuos sólidos. *Gestión de la Educación*, 5(2), 1-22. <http://dx.doi.org/10.15517/rge.v5i2.18618>
- Campos, R. y Soto, S. (2014). Estudio de generación y composición de residuos sólidos en el cantón de Guácimo, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 27(3), 122-135. <https://doi.org/10.18845/tm.v27i3.2072>
- Consejo Nacional de Rectores. Oficina de Planificación de la Educación Superior (2016). *Plan Nacional de la Educación Superior Universitaria Estatal 2016 - 2020*. https://www.conare.ac.cr/images/articulos/planes_2016_2020.pdf
- Delacamara, G. (2008). *Guía para decisores Análisis económico de externalidades ambientales*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3624/1/S2008426_es.pdf
- Frenk, P. (2012). *Evaluación económica de proyectos de valorización de RSD – reciclaje*. http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/6-presentacion_ministerio_de_desarrollo_social_0.pdf
- Mata, A., Zúniga, C., Brenes, O., Carillo, M., Charpentier, C., Hernández, L. y Zúniga, M. (2009). *Dimensión Ambiental: estrategias innovadoras para la formación docente*. Editorama, S.A. https://ceccsica.info/sites/default/files/content/Volumen_27.pdf
- Ortiz, M., Sánchez, E., Castellón, M., Flores, A., Mussali, P., y Dantán, E. (2016). *Memorias. Primer Foro Nacional de Universidades Mexicanas por el Ambiente y la Sustentabilidad*. https://www.researchgate.net/profile/Mariel_Gullian_Klanian/publication/310113017_Diagnostico_del_SGA_Yum_Kaax_con_acreditacion_ISO_14001_de_la_Universidad_Autonomade_Campeche/links/5829010708aecfd7b8c424f1/Diagnostico-del-SGA-Yum-Kaax-con-acreditacion-ISO-14001-de-la-Universidad-Autonomade-Campeche.pdf
- Pinilla, L. (2014). *Estrategias que logren cambio de comportamientos de las personas que integran una empresa, frente a la clasificación de residuos sólidos*. [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Institucional –Pontificia Universidad Javeriana. <https://repositorio.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/15006/PinillaVelandiaLilianaPaola2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rojas, J. (2017). *Plan de Manejo de Residuos Sólidos en la UNA*. Exposición en reunión de REDIES.
- Rojas, J. y Bogantes, J. (2018). Cuantificación y caracterización de los residuos sólidos ordinarios de la Universidad Nacional de Costa Rica, dispuestos en rellenos sanitarios. *UNICENCIA*, 32(2), 57-69. <http://dx.doi.org/10.15359/ru.32-2.4>
- Rondon, E. y Szantó, M. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. *Manuales de la CEPAL*, 2. <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/40407>

