

Revista Sextante

ISSN : 2665-3923

Vol: 23 No: 01 (2020)

Las oportunidades en el aprovechamiento de residuos sólidos en la Escuela Naval de Suboficiales ARC “Barranquilla”

Mauricio Castro Cárdenas

Escuela Naval de Suboficiales A.R.C. “Barranquilla”, Barranquilla, Colombia

Article History

Received Dec , 16th , 2020

Accepted Dec , 17th , 2020

Published Dec, 18th, 2020



© 2020 The Authors. This article is an Open Access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution(CC-BY)license

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Abstract

Desde hace varias décadas los residuos sólidos han sido un foco de atención para varios investigadores y gestores ambientales a nivel mundial. Países como Alemania, Suiza, Holanda y Tailandia son pioneros en el aprovechamiento de los residuos sólidos. Mientras que en Alemania tan solo el 2% de los residuos terminan en el relleno sanitario; en Holanda casi la totalidad de sus residuos sólidos son aprovechados como materia prima. En Colombia más del 80% de los residuos terminan en rellenos sanitarios sin ser aprovechados. Este artículo tiene como objetivos: fomentar la realización de estudios de viabilidad de esquemas de aprovechamiento y reciclaje; presentar ideas para la implementación de planes de gestión integral de residuos sólidos y fomentar el desarrollo sostenible en la Escuela Naval de Suboficiales ARC “Barranquilla”. Para identificar las oportunidades en el aprovechamiento de los residuos sólidos, se aplicará la metodología de un conjunto de guía técnicas y resoluciones desarrolladas sobre este tema. Los principales resultados esperados son: mostrar de forma clara los beneficios económicos, sociales y ambientales de realizar actividades que contribuyen al desarrollo sostenible del país.

Keywords

Aprovechamiento, Compostaje, Residuos sólidos, Separación en la fuente

INTRODUCTION

La gestión de los residuos sólidos constituye uno de los principales desafíos ambientales asociados con el crecimiento de las ciudades, el aumento del consumo de productos y la transformación de los patrones de producción y utilización de recursos. Durante muchos años, el modelo predominante de gestión se ha basado en recolectar los residuos generados y transportarlos hacia sitios de disposición final. Sin embargo, esta práctica desaprovecha una cantidad considerable de materiales que todavía poseen valor económico y potencial para reincorporarse a diferentes procesos productivos. El aprovechamiento, reciclaje, reutilización y transformación de los residuos representan actualmente componentes fundamentales de los modelos de gestión ambiental orientados hacia el desarrollo sostenible y la economía circular. Las instituciones educativas y de formación constituyen escenarios particularmente importantes para

desarrollar programas de gestión integral de residuos sólidos. Además de concentrar diariamente una cantidad significativa de personas, estas organizaciones generan residuos procedentes de oficinas, aulas, zonas administrativas, actividades de alimentación, mantenimiento, servicios generales y otras operaciones. La separación adecuada de estos materiales puede disminuir considerablemente el volumen destinado a los rellenos sanitarios y facilitar la recuperación de papel, cartón, plástico, vidrio, metales y determinadas fracciones orgánicas. La Escuela Naval de Suboficiales ARC “Barranquilla”, por sus características educativas, administrativas y operativas, presenta oportunidades para fortalecer los mecanismos de aprovechamiento de los residuos generados dentro de sus instalaciones. El estudio original plantea precisamente la necesidad de fomentar análisis de viabilidad sobre esquemas de aprovechamiento y reciclaje, desarrollar ideas para planes de gestión integral de residuos sólidos y fortalecer el desarrollo sostenible dentro de la institución. El planteamiento adquiere especial relevancia considerando que una correcta gestión de residuos puede producir simultáneamente beneficios ambientales, sociales y económicos. El aprovechamiento de residuos no debe entenderse únicamente como una actividad posterior a la generación de desechos. Para lograr resultados sostenibles es necesario intervenir todo el proceso, comenzando con la prevención y reducción de residuos, continuando con la correcta separación en la fuente y finalizando con la reutilización, reciclaje, compostaje o entrega de materiales a gestores autorizados. Bajo este enfoque, aquello que tradicionalmente se considera un residuo puede transformarse en una materia prima secundaria con capacidad para ingresar nuevamente a los sistemas productivos. La caracterización de residuos constituye un elemento fundamental para diseñar cualquier estrategia de aprovechamiento. Experiencias desarrolladas en instituciones universitarias han encontrado proporciones importantes de materiales potencialmente recuperables. Un estudio publicado en 2020 sobre una universidad de Sudáfrica encontró aproximadamente 61,7 % de materiales reciclables y 34,4 % de materiales compostables, demostrando el elevado potencial que pueden tener los entornos educativos para reducir la disposición final. Asimismo, una investigación realizada en un campus universitario de China encontró un potencial reciclable superior al 79 % de los residuos caracterizados. No obstante, la infraestructura por sí sola no garantiza un manejo adecuado. La participación de estudiantes, personal docente, administrativo y operativo determina en gran medida el éxito de los programas. La educación ambiental, la disponibilidad de recipientes diferenciados, una señalización comprensible y la creación de hábitos permanentes son elementos esenciales. Las investigaciones educativas han mostrado que las estrategias de formación pueden modificar favorablemente las conductas relacionadas con la separación y reducción de residuos.

Generación y caracterización de los residuos sólidos en la institución

El primer requisito para establecer un sistema eficiente de aprovechamiento consiste en conocer qué tipos de residuos se generan, en qué cantidades se producen y cuáles son las áreas responsables de su generación. Una caracterización técnica permite dividir los materiales en categorías como papel y cartón, plástico, vidrio, metales, residuos orgánicos, residuos sanitarios y otros materiales no aprovechables. Esta información proporciona una base objetiva para determinar qué estrategias de recuperación pueden implementarse y cuáles requieren tratamiento o disposición especial. En una institución como la Escuela Naval de Suboficiales ARC “Barranquilla”, las fuentes de generación pueden ser muy diversas. Las oficinas administrativas producen principalmente papel, cartón y envases; las aulas y áreas académicas generan materiales similares; mientras las zonas de alimentación pueden concentrar residuos orgánicos, recipientes plásticos, latas y empaques. Las actividades de mantenimiento también pueden generar residuos que requieren procedimientos particulares. Por consiguiente, la caracterización debe realizarse considerando las particularidades de cada área y no únicamente el volumen total producido por la institución. El análisis periódico también permite reconocer cambios en los patrones de generación. Las cantidades pueden variar dependiendo del número de estudiantes presentes, periodos académicos, actividades especiales o modificaciones en los procedimientos de compra y consumo. Disponer de registros periódicos proporciona información para evaluar tendencias y medir posteriormente el efecto de las estrategias implementadas. La experiencia internacional demuestra que la caracterización constituye una etapa esencial para desarrollar sistemas efectivos. Un estudio de 2020 realizado en una universidad china registró aproximadamente 7,32 toneladas diarias de residuos y encontró que el 79,31 % presentaba potencial de reciclaje. Este tipo de resultados evidencia que una parte importante de los materiales generados por instituciones educativas puede recuperar valor cuando existe infraestructura apropiada de clasificación y tratamiento. Para la Escuela Naval, una auditoría inicial permitiría establecer una línea base. Posteriormente podrían compararse los resultados con mediciones realizadas después de implementar campañas de reducción y separación. Así sería posible conocer si la institución está disminuyendo la generación por persona y aumentando el porcentaje de aprovechamiento.

Separación en la fuente y clasificación de materiales aprovechables

La separación en la fuente representa uno de los elementos centrales de cualquier programa de aprovechamiento. Consiste en clasificar los residuos en el mismo lugar donde se generan para evitar la mezcla entre materiales aprovechables y residuos contaminados. Cuando el papel, cartón, plástico o vidrio se mezclan con restos de alimentos, su recuperación puede dificultarse considerablemente y disminuir su valor comercial. La instalación de puntos

ecológicos correctamente identificados puede facilitar este proceso. Estos puntos deben colocarse en zonas estratégicas como aulas, corredores, oficinas, comedores y áreas comunes. Sin embargo, la cantidad de recipientes no debe considerarse suficiente por sí misma. Es necesario acompañarlos con señalización clara que indique los materiales correspondientes a cada contenedor. El personal encargado de limpieza también desempeña una función esencial. Una adecuada separación realizada por estudiantes y trabajadores pierde efectividad si los materiales vuelven a mezclarse durante la recolección interna. Por ello, los procedimientos deben contemplar rutas diferenciadas, almacenamiento temporal y mecanismos seguros de entrega a los gestores correspondientes.

Table 1 Alternativas de aprovechamiento de residuos dentro de la Escuela Naval

Tipo de residuo	Fuente principal	Alternativa de aprovechamiento	Beneficio esperado
Papel y cartón	Oficinas, aulas y administración	Reutilización y reciclaje	Disminución del consumo de materias primas
Botellas y envases plásticos	Cafeterías y áreas comunes	Clasificación y reciclaje	Reducción del volumen dispuesto
Vidrio	Servicios de alimentación	Recuperación y reciclaje	Reincorporación como materia prima
Metales y latas	Cafeterías y mantenimiento	Venta o entrega a recicladores	Recuperación económica
Residuos orgánicos	Comedores y zonas de alimentación	Compostaje	Producción de material orgánico útil
Equipos y residuos eléctricos	Oficinas y áreas técnicas	Gestores especializados	Prevención de contaminación
Material no aprovechable	Diversas áreas	Disposición controlada	Reducción de impactos sanitarios

La separación también puede mejorar la calidad de los datos obtenidos por la institución. Cuando cada tipo de residuo se almacena individualmente, es posible determinar fácilmente las cantidades recuperadas y calcular indicadores como porcentaje mensual de reciclaje y disminución de disposición final.

Reciclaje y recuperación del valor económico de los residuos

El reciclaje transforma los residuos aprovechables en materiales capaces de reincorporarse a nuevos ciclos productivos. Esta actividad representa una de las principales oportunidades identificadas en las estrategias modernas de gestión de residuos porque permite disminuir el uso de materias primas vírgenes y generar valor económico a partir de productos descartados. En la Escuela Naval, materiales como papel, cartón, plástico, metales y vidrio podrían organizarse mediante acuerdos con empresas recicladoras o gestores autorizados. La institución podría establecer calendarios de recolección basados en el volumen almacenado y mantener registros detallados de los materiales entregados. Además del beneficio ambiental, algunos residuos poseen valor comercial. Aunque los ingresos obtenidos probablemente no constituyan una fuente financiera principal para la institución, pueden utilizarse para apoyar actividades ambientales, campañas educativas, adquisición de recipientes o mantenimiento de áreas verdes. La economía circular plantea precisamente la necesidad de sustituir el modelo lineal de extracción, consumo y eliminación por sistemas que mantengan materiales y productos en circulación durante el mayor tiempo posible. Investigaciones de 2020 sobre la gestión de residuos en el contexto de la economía circular destacan la posibilidad de generar simultáneamente beneficios económicos, ambientales y sociales mediante la recuperación de recursos. El desarrollo de mecanismos formales para comercializar materiales también contribuye a mejorar la trazabilidad. La institución debe conocer quién recibe los residuos y qué tratamiento reciben posteriormente. De esta manera, se evita que materiales supuestamente recuperados terminen siendo nuevamente enviados a sitios de disposición final.

4. Aprovechamiento de residuos orgánicos y alternativas de valorización

Los residuos orgánicos constituyen otra oportunidad importante de aprovechamiento, especialmente en instituciones donde existen cafeterías, cocinas o servicios de alimentación. Los restos vegetales y determinados residuos de alimentos pueden tratarse mediante procesos como compostaje, evitando que toda esta fracción sea enviada a rellenos sanitarios. El compostaje transforma materiales biodegradables en un producto orgánico estabilizado que puede utilizarse como acondicionador de suelos. En una institución con jardines o zonas verdes, el producto obtenido puede emplearse internamente, creando un ciclo de aprovechamiento relativamente sencillo. Antes de establecer un sistema de compostaje deben identificarse cuidadosamente los tipos y cantidades de residuos orgánicos disponibles. No todos los materiales deben incorporarse indiscriminadamente. Una correcta combinación de residuos, humedad, oxigenación y

mantenimiento resulta necesaria para evitar malos olores o presencia de vectores. En proyectos de mayor escala, la fracción orgánica también puede utilizarse para producir biogás. Una investigación publicada en 2020 analizó la valorización de residuos orgánicos municipales mediante producción de biogás dentro de un modelo de economía circular y mostró beneficios potenciales en términos económicos y de reducción de emisiones. Aunque una instalación de biogás podría resultar innecesaria para una única institución dependiendo de su volumen de generación, la posibilidad demuestra que los residuos orgánicos no necesariamente deben considerarse materiales sin valor. Para la Escuela Naval, un programa de compostaje constituye una alternativa más sencilla y educativa que podría integrarse con proyectos de formación ambiental.

Educación ambiental y participación de la comunidad institucional

La tecnología y la infraestructura no pueden reemplazar el componente humano de la gestión de residuos. El éxito del sistema dependerá de la participación de estudiantes, docentes, funcionarios administrativos, personal de servicios generales y demás miembros de la Escuela Naval. Las campañas educativas deben explicar por qué se realiza la separación, qué materiales corresponden a cada recipiente y qué ocurre posteriormente con los residuos. Cuando los participantes comprenden el propósito del sistema resulta más probable que mantengan conductas adecuadas de manera permanente. Las estrategias pueden incluir talleres, material visual, actividades prácticas, campañas internas y divulgación periódica de resultados. Mostrar a la comunidad cuánto material se ha recuperado puede aumentar la motivación, ya que los participantes pueden observar de manera concreta el efecto de sus acciones. Una investigación de 2020 sobre comportamiento de reciclaje en contextos educativos encontró que las estrategias de marketing social comunitario pueden contribuir a incrementar las conductas de reciclaje. Otro estudio del mismo año encontró que los programas educativos y la disponibilidad adecuada de estructuras de separación pueden producir reducciones relevantes en la cantidad total de residuos generados. La educación ambiental dentro de una Escuela Naval también posee un efecto multiplicador. Los conocimientos adquiridos por los estudiantes pueden trasladarse posteriormente a otras instalaciones, organizaciones y comunidades donde desarrollen su actividad profesional.

Beneficios ambientales, sociales y económicos del aprovechamiento

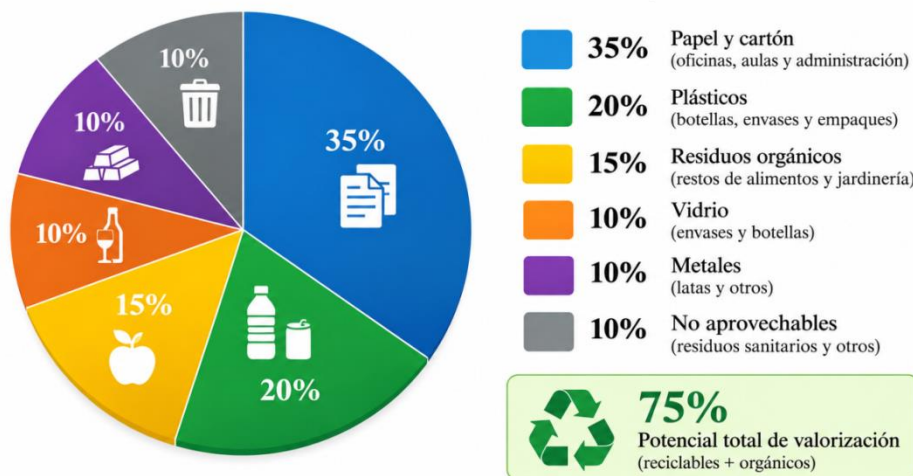
La recuperación de residuos genera beneficios ambientales al reducir la cantidad de materiales enviada hacia rellenos sanitarios. Esto disminuye la presión sobre los sistemas de disposición final y contribuye a reducir los impactos asociados con la extracción de nuevas materias primas. Los beneficios económicos pueden originarse por diferentes vías. La venta de materiales reciclables puede generar ciertos ingresos, mientras la reducción de residuos enviados a disposición final puede disminuir determinados costos operativos. La reutilización de materiales también evita algunas compras innecesarias. Desde una perspectiva social, un programa de aprovechamiento puede fortalecer las relaciones con asociaciones de recicladores y gestores ambientales. Siempre que las condiciones legales y contractuales lo permitan, la institución puede incorporar organizaciones formalizadas dentro de sus procesos de recuperación, generando oportunidades asociadas con la economía circular. El principal beneficio educativo es la consolidación de una cultura ambiental. Cuando las políticas internas son coherentes con las actividades de enseñanza y formación, la sostenibilidad deja de ser únicamente un concepto teórico y se convierte en una práctica cotidiana.

Propuesta de gestión integral y oportunidades futuras

Una estrategia efectiva para la Escuela Naval debe integrar prevención, reducción, separación, recolección, almacenamiento, aprovechamiento y disposición final. Concentrarse únicamente en el reciclaje limitaría el alcance del programa, porque el objetivo prioritario debe ser evitar la generación innecesaria de materiales. La primera etapa puede consistir en realizar una caracterización detallada de los residuos durante un periodo representativo. Posteriormente se definirían metas específicas, como disminuir la generación total, incrementar la separación correcta y aumentar progresivamente el porcentaje de materiales recuperados. También resulta conveniente desarrollar indicadores institucionales. Entre ellos pueden encontrarse kilogramos de residuos generados por persona, porcentaje de material aprovechado, cantidad de material reciclable recuperado mensualmente y volumen de residuos orgánicos destinado a compostaje. La digitalización de estos registros puede facilitar el seguimiento y la elaboración de informes ambientales. Los datos podrían presentarse periódicamente a la comunidad institucional mediante tableros o reportes, permitiendo reconocer avances y problemas. Desde una perspectiva más amplia, la Escuela Naval puede convertirse en un espacio demostrativo de prácticas sostenibles. El sistema implementado podría utilizarse como referencia para otras instituciones educativas y organizaciones pertenecientes al sector público. En consecuencia, la oportunidad más importante no se limita a recuperar residuos individuales. El verdadero potencial consiste en construir un modelo institucional en el cual la gestión de materiales, educación ambiental, responsabilidad social y economía circular formen parte de una estrategia integrada de desarrollo sostenible.

Composición y potencial de aprovechamiento de residuos sólidos

Escuela Naval de Suboficiales ARC "Barranquilla"



Valores ilustrativos para fines académicos; no corresponden a mediciones reales de la Escuela Naval de Suboficiales ARC "Barranquilla".

Resumen

El aprovechamiento de residuos sólidos en la Escuela Naval de Suboficiales ARC "Barranquilla" representa una oportunidad para fortalecer simultáneamente la gestión ambiental, la eficiencia institucional y la educación para el desarrollo sostenible. La generación cotidiana de papel, cartón, plásticos, vidrio, metales, residuos orgánicos y otros materiales proporciona diferentes posibilidades de recuperación que pueden reducir el volumen destinado a disposición final. La caracterización inicial de los residuos constituye el fundamento técnico del sistema. Sin información sobre composición, volumen y fuentes de generación resulta difícil determinar qué alternativas son realmente viables. Por esta razón, la institución debe desarrollar auditorías periódicas que permitan identificar la proporción de materiales reciclables, orgánicos y no aprovechables. Una vez conocida la composición, la separación en la fuente debe convertirse en una práctica institucional permanente. La ubicación de recipientes diferenciados, la señalización clara y la organización de rutas internas de recolección reducen la contaminación entre materiales y aumentan la calidad de los residuos recuperados. El reciclaje de papel, cartón, plástico, vidrio y metales permite reincorporar materiales a los procesos productivos. Además, algunos de ellos poseen valor comercial y pueden convertirse en una fuente complementaria para financiar actividades ambientales. La utilización de gestores autorizados contribuye a garantizar la trazabilidad y correcta disposición de los materiales. Los residuos orgánicos también ofrecen posibilidades significativas. El compostaje puede transformar restos biodegradables en material útil para jardines y áreas verdes, reduciendo simultáneamente la cantidad de residuos enviados hacia disposición final. Alternativas más avanzadas, como la producción de biogás, demuestran el potencial que posee la valorización orgánica dentro de los principios de economía circular. Sin embargo, ninguna estrategia funcionará adecuadamente sin participación humana. La educación ambiental debe acompañar todas las etapas del programa. Los miembros de la comunidad necesitan comprender cómo separar, por qué hacerlo y cuáles son los beneficios producidos por sus acciones. Los beneficios del aprovechamiento son múltiples. Desde una perspectiva ambiental, disminuye la presión sobre rellenos sanitarios y reduce la demanda de materias primas. Desde una perspectiva económica, permite recuperar materiales con valor y disminuir determinadas ineficiencias. Desde el ámbito social y educativo, fortalece la cultura ambiental y puede crear vínculos con organizaciones dedicadas al reciclaje. Por esta razón, la Escuela Naval puede abordar los residuos no simplemente como un problema que debe eliminarse, sino como recursos que pueden conservar valor dentro de nuevos ciclos de utilización. La aplicación progresiva de los principios de prevención, separación, reutilización, reciclaje y valorización permitiría avanzar hacia un modelo institucional más sostenible y coherente con los principios de la economía circular.

Referencias

- Abbasi, A., Araban, M., Heidari, Z., Alidosti, M., & Zamani-Alavijeh, F. (2020). Comparing the impact of educational messages based on an extended parallel process model on solid waste separation behaviors in female students: A four-group randomized trial. *Waste Management*, 117, 1–8.
- Calabrò, P. S., & Satira, A. (2020). Recent advancements toward resilient and sustainable municipal solid waste collection systems. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 26, 100375.

- Castro Cárdenas, M. (2020). Las oportunidades en el aprovechamiento de residuos sólidos en la Escuela Naval de Suboficiales ARC “Barranquilla”. *Revista SEXTANTE*, 23, 55–61.
- Haghighatjoo, S., Tahmasebi, R., & Noroozi, A. (2020). Application of community-based social marketing to increase recycling behavior in primary schools. *Social Marketing Quarterly*, 26(4).
- Iqbal, A., Liu, X., & Chen, G. H. (2020). Municipal solid waste: Review of best practices in application of life cycle assessment and sustainable management techniques. *Science of the Total Environment*, 729, 138622.
- Kumar, A., & Agrawal, A. (2020). Recent trends in solid waste management status, challenges, and potential for the future Indian cities: A review. *Current Research in Environmental Sustainability*, 2, 100011.
- Sharma, H. B., Vanapalli, K. R., Cheela, V. R. S., Ranjan, V. P., Jaglan, A. K., Dubey, B., Goel, S., & Bhattacharya, J. (2020). Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic. *Resources, Conservation and Recycling*, 162, 105052.
- Singh, A. (2020). Managing the uncertainty problems of municipal solid waste disposal. *Journal of Environmental Management*, 240, 259–265.
- Sulistyawati, Sukesi, T. W., Mulasari, S. A., Tentama, F., & Djannah, S. N. (2020). Knowledge, attitude and practice towards waste management among primary school children. *Asian Journal of Education and Social Studies*, 8(4), 24–30.
- Torres-Pereda, P., Parra-Tapia, E., Rodríguez, M. A., Félix-Arellano, E., & Riojas-Rodríguez, H. (2020). Impact of an intervention for reducing waste through educational strategy: A Mexican case study, what works, and why? *Waste Management*, 114, 183–195.
- Tsai, F. M., Bui, T. D., Tseng, M. L., Lim, M. K., & Hu, J. (2020). Municipal solid waste management in a circular economy: A data-driven bibliometric analysis. *Journal of Cleaner Production*, 275, 124132.
- Wang, S., Wang, J., Yang, S., Li, J., & Zhou, K. (2020). From intention to behavior: Comprehending residents’ waste sorting intention and behavior formation process. *Waste Management*, 113, 41–50.