

La Gestión de Residuos en Proyectos de Construcción

Misael Tavárez Cabrera
Maestría en Ingeniería Civil
Mentor: Carlos González, Ph.D.
Universidad Politécnica de Puerto Rico
Graduate Project EXPO December 2024

Resumen — *La gestión efectiva de los residuos en proyectos de construcción es fundamental gestionar adecuadamente los desechos en obras de construcción para reducir el impacto en el medio ambiente y promover hábitos sostenibles. Este reporte analiza las regulaciones actuales, los certificados de sostenibilidad como LEED y BREEAM, y las técnicas de mejora continua como DMAIC, con el objetivo de mejorar la gestión de desechos en la industria de la construcción. Se detectan obstáculos importantes y se sugieren posibles respuestas tras analizar detenidamente la literatura y casos de estudio. Los resultados muestran que la implementación de medidas combinadas para prevenir, reutilizar y reciclar puede reducir en gran medida la producción de desechos, aumentar la protección en el trabajo y promover una economía circular. Por último, se ofrecen consejos para adoptar mejores técnicas que promuevan el crecimiento sostenible en la industria de la construcción.*

Palabras Claves -- *BREEAM, construcción sostenible, DMAIC, LEED*

INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción es uno de los más importantes en la producción de desechos a nivel mundial, representando alrededor del 25-30% de los residuos totales en naciones desarrolladas. Con la rápida urbanización y el crecimiento infraestructural en economías emergentes, es crucial priorizar la gestión eficiente de los residuos para disminuir el impacto ambiental y fomentar la sostenibilidad.

Planteamiento del Problema

Aunque se han producido mejoras en políticas y tecnologías en los residuos, la industria de la

construcción aún se encuentra con varios obstáculos para adoptar prácticas sostenibles.

La variedad de materiales usados en los proyectos de construcción es uno de los problemas principales. Cada material, ya sea hormigón, madera, metales o plásticos, posee particularidades y necesidades específicas en su consideración y reutilización. La diversidad dificulta la elaboración de estrategias uniformes y efectivas para gestionar residuos, lo que puede resultar en una ineficiencia en la reutilización y reciclaje de materiales.

Igualmente, la carencia de conciencia y formación entre los empleados de la industria de la construcción es un aspecto crucial. Los trabajadores pueden equivocarse al separar los desechos si no reciben una formación adecuada sobre la gestión de residuos y las prácticas recomendadas. La ausencia de capacitaciones puede indicar una cultura empresarial que no da importancia a la sostenibilidad.

No solo provoca impactos ambientales negativos, como la contaminación del suelo y del agua y el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también ocasiona gastos extra para las empresas constructoras. La acumulación de desechos en el lugar de trabajo puede causar demoras en la construcción, multas por no cumplir con las regulaciones ambientales y gastos adicionales por desechar los residuos.

Estos costos adicionales ponen en peligro la viabilidad económica de los proyectos y pueden impactar la rentabilidad de las empresas.

Descripción de la Investigación

Este estudio se centra en identificar y analizar las mejores prácticas para la reducción de residuos en proyectos de construcción, evaluando el impacto de las regulaciones y certificaciones de sostenibilidad en la reducción de residuos. Se

utiliza un enfoque mixto que integra la revisión de literatura con la investigación de casos de proyectos exitosos en la ejecución de estrategias de manejo de desechos. También se utiliza el método DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) para organizar el proceso de mejora continua en la gestión de desechos.

Objetivos

La identificación de las mejores formas de manejar los residuos generados en proyectos de construcción es el objetivo del estudio.

Análisis de regulaciones y certificaciones: Examina cómo normativas y certificaciones de sostenibilidad (como LEED, BREEAM, etc.) ayudan a disminuir la cantidad de desechos en construcciones.

METODOLOGÍA

Unes análisis de la literatura con investigación de casos. Esto brinda un fundamento teórico sólido al mismo tiempo que presenta ejemplos prácticos y actuales de cómo algunos proyectos aplican exitosamente las estrategias de manejo de residuos.

Revisión bibliográfica: Facilitará la evaluación de trabajos anteriores en esta área, comprender las corrientes y las limitaciones en el estudio.

Casos de estudio: Observar proyectos exitosos te mostrará cómo se han utilizado estas estrategias en situaciones reales.

Enfoque

Definir: Reconocer de manera precisa la cuestión o las zonas donde se produce la mayor cantidad de desechos en las obras de construcción.

Medir: Evaluar la cantidad de residuos producidos actualmente y el impacto de las certificaciones en su disminución.

Analizar: Revisar la información recopilada para identificar las principales razones detrás de la producción de desechos y valorar las estrategias de gestión ya implementadas.

Mejorar: Sugerir tácticas basadas en las prácticas más efectivas que has descubierto para disminuir los desechos de manera adicional.

Control: Elaborar un plan para asegurar que las mejoras realizadas perduren en el tiempo y no sean revertidas.

Impacto de las Normas y Certificaciones

El estudio investiga de igual manera el impacto de las regulaciones y certificaciones de sostenibilidad en la gestión de los residuos. Acreditaciones como LEED o BREEAM fomentan la implementación de prácticas y productos más ecológicos, estimulando una importante disminución en los desechos producidos durante las obras.

Resultados Esperados

Ofrecer directrices claras sobre estrategias efectivas para la administración de desechos.

Analizar el grado de conformidad y eficacia de las regulaciones y certificaciones sustentables.

Aplicar mejoras eficaces que se puedan reproducir en distintos proyectos mediante la utilización del ciclo planificación de procesos.

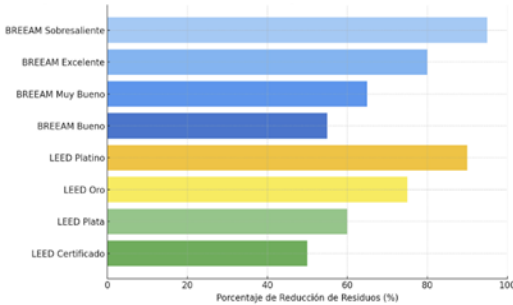
Este tipo de enfoque te dará la oportunidad de tener un análisis detallado y práctico que puede influir en el reciclaje de residuos en proyectos de construcción, impulsando un desarrollo sostenible

Contribuciones de la Investigación

Este estudio ofrece un enfoque completo sobre la gestión de desechos en la industria de la construcción, abordando regulaciones, tecnología y métodos. Se ofrece un enfoque práctico para que las compañías de construcción apliquen tácticas eficaces que fomenten tanto la sostenibilidad como la rentabilidad, además de cumplir con los requisitos legales. También es importante resaltar la necesidad de capacitar y concientizar a los empleados para alcanzar un adecuado tratamiento de residuos

En la Gráfica 1 se realiza un comparativo de los niveles de certificación LEED y BREEAM en relación con los porcentajes de reducción de residuos. Como puedes ver, las certificaciones más altas (LEED Platino y BREEAM Sobresaliente) están asociadas con los mayores porcentajes de

reducción de residuos, lo que refleja el compromiso con prácticas de construcción más sostenibles.



Gráfica 1
Muestra el Porcentaje de Residuos Reducidos

Revisión de la Literatura

Se han realizado muchos estudios sobre la gestión de residuos en la construcción, centrándose en la disminución, reutilización y reciclaje de materiales [1]. Estudios, como el realizado por García y su equipo en el 2019, demuestran los beneficios económicos que la correcta administración de residuos puede traer a las empresas, generando ahorros importantes [2]. La importancia de enfoques en la mejora continua de procesos es destacada en la literatura, ya que facilitan una gestión más eficaz y sistemática de los desperdicios.

Identificación del Problema y los Objetivos del Proyecto

Reconocer la enorme cantidad de desechos producidos en la construcción y su impacto ambiental es fundamental para identificar el problema. Los objetivos deben centrarse en disminuir la cantidad de desechos producidos, mejorar la reutilización y el reciclaje de materiales, y asegurar el cumplimiento de las normativas ambientales, incluyendo metas concretas como un plan de manejo de residuos que incluya clasificación en el lugar, reutilización de materiales y prácticas sostenibles durante todo el proyecto.

Identificación del Problema y los Objetivos del Proyecto

Reconocer la enorme cantidad de desechos producidos en la construcción y su impacto

ambiental es fundamental para identificar el problema. Los objetivos deben centrarse en disminuir la cantidad de desechos producidos, mejorar la reutilización y el reciclaje de materiales, y asegurar el cumplimiento de las normativas ambientales, incluyendo metas concretas como un plan de manejo de residuos que incluya clasificación en el lugar, reutilización de materiales y prácticas sostenibles durante todo el proyecto.

Medir: Recolección de Datos Relevantes sobre el Proceso Actual

La recolección de información acerca de los desechos producidos en la obra es parte del proceso de medición. Esto abarca el registro de los desperdicios, la cantidad de residuos producidos y el gasto vinculado con su eliminación. Las auditorías de desechos son eficaces para descubrir pautas y tendencias en la generación de residuos. Se debe recopilar datos que incluyan el porcentaje de residuos reciclados y reutilizados, junto con la efectividad de las estrategias de gestión vigentes, para crear una referencia desde la cual evaluar el impacto de las acciones

Analizar: Evaluación de los Datos para Identificar Causas Raíz

La etapa de análisis consiste en examinar la información recopilada para descubrir las razones fundamentales de la producción excesiva de desechos. Esto puede implicar la ausencia de planificación al adquirir materiales, fallas en el diseño que resultan en excedentes, o ineficiencias durante la construcción. Considerar la variedad de materiales, como escombros, concreto, metales y plásticos, es crucial. Reconocer estas razones ayudará a entender los elementos ocultos que causan la producción de desechos y hará más fácil encontrar soluciones eficaces.

Mejorar: Desarrollo e Implementación de Soluciones para Optimizar el Proceso

Durante la fase de mejora, se dedica esfuerzos a crear y aplicar soluciones concretas para mejorar la gestión de residuos. Esto comprende la

implementación de tácticas como la creación de un diseño eficiente que disminuye la cantidad de materiales, la instalación de sistemas de clasificación en el lugar para simplificar el reciclaje y la reutilización, y la formación de los empleados en la relevancia de un manejo adecuado de desechos [3].

Trabajar en conjunto con proveedores y subcontratistas es fundamental para garantizar la utilización de materiales sostenibles y reducir al mínimo el desperdicio en la cadena de suministro.

Controlar: Monitoreo Continuo para Asegurar que las Mejoras se Mantengan

La etapa de control consiste en implementar sistemas de vigilancia constante para garantizar que las mejoras en el manejo de residuos perduren en el tiempo. Esto implica desarrollar KPI para evaluar la efectividad de las estrategias aplicadas y realizar revisiones regulares para verificar el cumplimiento de normativas y la eficacia de las acciones tomadas. El monitoreo no solo permite detectar desviaciones, sino que también ofrece información útil para modificar las estrategias de los tratamientos de residuos.

Aplicación del DMAIC en la Gestión de Residuos en Construcción

Utilizando el modelo DMAIC, es posible detectar de manera metódica fallos y aplicar cambios duraderos. Adoptando esta estrategia, los proyectos de construcción pueden disminuir de manera considerable su impacto ambiental, aprovechar recursos de manera eficiente y elevar los estándares de seguridad laboral.

Esto ayuda a cumplir con las leyes ambientales y fomenta la implementación de prácticas de construcción responsables y sostenibles a largo plazo.

Metodología del Proyecto

La investigación emplea un enfoque mixto que incorpora:

Revisión de literatura: Examinar investigaciones anteriores sobre manejo de desechos, leyes y acreditaciones de sustentabilidad.

Estudios de Caso: Análisis de proyectos que han aplicado tácticas exitosas de manejo de desechos.

Recopilación y evaluación de información sobre la producción y gestión de desechos en distintas iniciativas, utilizando métodos cuantitativos y cualitativos.

Implementación de DMAIC: Organización del proceso de mejora continua en la administración de desechos a través de las etapas de Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar [4].

En la Gráfica 2 se realiza un comparativo de los niveles de certificación Leadership in Energy and Environmental Design) y (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) en relación con los porcentajes de reducción de residuos. Como puedes ver, las certificaciones están asociadas con los mayores porcentajes de reducción de residuos, lo que refleja el compromiso con prácticas de construcción más sostenibles.



Gráfica 2

Logos de Breeam y U.S. Green Building

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los casos de estudio muestran que aplicar medidas de prevención y reciclaje puede disminuir de manera notable la cantidad de desechos producidos. Estas dos certificaciones han mostrado ser eficaces en promover medidas sostenibles, aumentando la eficiencia en la gestión de residuos y en la ejecución global de los proyectos. Igualmente, la metodología DMAIC ayuda a detectar áreas que se pueden mejorar y a poner en práctica soluciones que funcionen, lo que resulta en una mayor sostenibilidad y en la reducción de gastos.

En diversos proyectos analizados se ha observado que la aplicación de estrategias de prevención, como el empleo de técnicas de construcción más eficientes y la selección detallada de materiales, ha llevado a una disminución del 20% al 50% en la generación de residuos. Reutilizar materiales como la madera y los metales no solo reduce la cantidad de desechos, sino que también disminuye los gastos relacionados con la adquisición de nuevos materiales. Los proyectos que han implementado técnicas de reciclaje en sus actividades han visto aumentar la cantidad de residuos de construcción reciclados, llegando hasta un 75% de recuperación en ciertos casos.

Las certificaciones (Leadership in Energy and Environmental Design) y (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) han comprobado ser instrumentos eficaces para fomentar comportamientos sostenibles en la industria de la construcción. Los proyectos que cumplen con estas normativas no solo cumplen con los estándares ambientales, sino que también generan beneficios económicos, como la disminución de gastos a largo plazo y el incremento del valor de la propiedad. Estas acreditaciones fomentan una perspectiva integral que toma en cuenta el ciclo de vida de los materiales, la eficiencia en consumo de energía y la gestión de recursos, lo que se refleja en una mejora en la gestión de desechos y una reducción de la huella ambiental.

Fase de Control

Es fundamental poner en marcha sistemas de supervisión constante para garantizar la sustentabilidad de los cambios realizados.

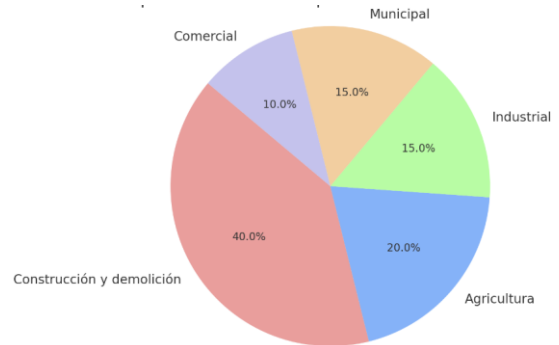
Supervisión periódica: Vigilancia continua de la producción y gestión de desechos.

Revisiones regulares: Análisis planificados para confirmar el acatamiento de reglas y la eficacia de tácticas.

Formación Permanente: Entrenamiento constante de los empleados en técnicas de manejo de desechos.

Retroalimentación y modificaciones: Ajuste de tácticas durante la fase de Control.

Recibir comentarios y realizar cambios: modificar tácticas según los resultados obtenidos y las reglas actualizadas. Esto asegura que las prácticas sostenibles se integran de manera efectiva en la cultura organizacional de la empresa constructora, lo que resulta en una mejora continua en la gestión de residuos.



Gráfica 3
Muestra Porcentaje de los Residuos a Nivel Mundial

Podemos ver cuál es el porcentaje de los residuos a nivel mundial.

CONCLUSIÓN

Es fundamental para reducir el impacto ambiental y fomentar la sostenibilidad en proyectos de construcción una correcta gestión de los residuos. Al aplicar regulaciones estrictas, obtener certificaciones de sostenibilidad y utilizar metodologías de mejora continua como DMAIC, se puede mejorar como gestionamos los residuos, disminuir gastos y aumentar la eficacia operativa. Implementar una economía circular en el sector de la construcción no solo es positivo para el medio ambiente, sino que también resulta en beneficios económicos importantes para las compañías constructoras.

Es esencial que la industria siga progresando en adoptar prácticas sostenibles y promueva la capacitación y concienciación de sus empleados para alcanzar una gestión efectiva y sostenible. Además, es aconsejable que las compañías del ámbito de la construcción colaboren con

instituciones académicas y ONGs para innovar en la gestión de residuos y potenciar el desarrollo de soluciones sostenibles.

REFERENCIAS

- [1] García, M., López, A., & Pérez, R. (2019). “Impacto Económico de la Gestión de Residuos en la Construcción”. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 45(3), 123-135.
- [2] Smith, J. (2020). “Certificaciones de Sostenibilidad en la Construcción: LEED y BREEAM”. *Journal of Sustainable Building*, 12(2), 89-104.
- [3] “Organización Internacional de Normalización” (ISO). (2018). *ISO 14001:2015 - Sistemas de Gestión Ambiental*.
- [4] “Agencia Europea de Medio Ambiente” (EEA). (2021). *Residuos de Construcción y Demolición en la UE*.