



*Optimización del flujo de residuos de la construcción y demolición en el cantón
Biblián*

*Optimization of the flow of construction and demolition waste in the Biblián
canton*

Otimização do fluxo de resíduos de construção e demolição no cantão de Biblián

María Dolores Cabrera Medina ^I
mdcabreram61@est.ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-9731-3756>

José Luis Solano Peláez ^{II}
jsolano@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8388-0338>

Beatriz Rivela Carballal ^{III}
beatriz.rivela@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8006-6082>

Correspondencia: mdcabreram61@est.ucacue.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de noviembre de 2022 * **Aceptado:** 12 de diciembre de 2022 * **Publicado:** 24 de enero de 2023

- I. Arquitecta, Posgradista en el Programa de Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable en la Universidad Católica de Cuenca, Biblián Ecuador.
- II. Ingeniero Químico, Supervisor industrial y especialista en Docencia Universitaria, Magíster en Sistemas de Gestión Ambiental, experto en gestión de residuos sólidos y docente investigador de la Universidad Católica de Cuenca, Cuenca Ecuador.
- III. Ingeniera química, diploma en estudios avanzados en Ingeniería Química y Ambiental, Triple máster en Prevención de Riesgos Laborales Nivel Superior, Gestión de los Sistemas de Calidad y Gestión de los Sistemas Medioambientales, Máster en Medio Ambiente y Arquitectura Bioclimática, Doctora en Construcción y Tecnología Arquitectónicas, Docente en la Maestría en Construcciones en la Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.

Resumen

El cantón Biblián ha experimentado un importante crecimiento urbano que ha provocado, entre otros impactos, aumento en la demanda de servicios básicos; estos procesos involucran el uso de materiales de construcción y generan residuos sólidos conocidos como escombros; que por su naturaleza deben contar con un adecuado manejo. Su gestión a nivel cantonal es básica, ya que no se dispone de un sitio óptimo para la disposición final; los desalojos se realizan en las márgenes de ríos, quebradas y otras zonas no adecuadas, que afectan ecosistemas naturales y urbanos, lo que genera impactos ambientales y sociales, que demandan su debida atención. Este estudio de tipo descriptivo, busca optimizar la gestión de residuos de construcción y demolición, basado en dos ejes: la selección de zonas para depósito temporal de residuos y, la creación de rutas para su aprovechamiento con el fin de prolongar el ciclo de vida de los materiales.

Palabras Clave: Flujo de residuos; gestión de residuos de construcción y demolición; análisis espacial; caracterización; economía circular.

Abstract

The Biblián canton has experienced significant urban growth that has caused, among other impacts, an increase in the demand for basic services; these processes involve the use of construction materials and generate solid waste known as rubble; which by their nature must be properly managed. Its management at the cantonal level is basic, since there is no optimal site for final disposal; the evictions are carried out on the banks of rivers, streams and other unsuitable areas, which affect natural and urban ecosystems, which generates environmental and social impacts, which demand due attention. This descriptive study seeks to optimize the management of construction and demolition waste, based on two axes: the selection of areas for temporary waste storage and the creation of routes for its use in order to prolong the life cycle of the materials.

Keywords: waste stream; construction and demolition waste management; spatial analysis; characterization; circular economy.

Resumo

O cantão de Biblián experimentou um crescimento urbano significativo que causou, entre outros impactos, um aumento na demanda por serviços básicos; esses processos envolvem o uso de materiais de construção e geram resíduos sólidos conhecidos como entulho; que pela sua natureza

deven ser devidamente geridos. A sua gestão a nível cantonal é fundamental, uma vez que não existe um local óptimo para a disposição final; as remoções são realizadas nas margens de rios, córregos e outras áreas impróprias, que afetam os ecossistemas naturais e urbanos, o que gera impactos ambientais e sociais, que demandam a devida atenção. os materiais.

Palavras-chave: fluxo de resíduos; gestão de resíduos de construção e demolición; análise espacial; caracterização; economia circular.

Introducción

Varias naciones del mundo han propuesto como meta hacia el 2030, reducir considerablemente los residuos sólidos generados, sus esfuerzos por mejorar el desempeño ambiental se pueden evidenciar en diferentes investigaciones e iniciativas (Plan V 2020). La cantidad de residuos y su gestión se integran como prioridad para la mayoría de programas medioambientales de todo el mundo (Gálvez-Martos et al. 2018a); sin embargo, Ecuador no ha tenido avances ni metas concretas, lo que es alarmante porque si la tendencia de generar basura y contaminar al medio ambiente continua, se llegará a un punto de no retorno con consecuencias catastróficas que forman parte integral del cambio climático (Plan V 2020). La situación en la que se encuentra Ecuador es crítica, pues genera 375 mil toneladas de residuos sólidos urbanos al año, pero solo se recupera el 4%, los demás residuos son enterrados en el mejor de los casos en un relleno sanitario (El Universo 2020).

Por otro lado, la urbanización a nivel global es un proceso que crece a un ritmo acelerado e impulsa la importante industria de la construcción (Aslam, Huang, and Cui 2020); que a su vez se caracteriza por la demanda de recursos naturales y por ende en la alta generación de residuos, que causan impactos negativos al medio ambiente (Ping Tserng, Chou, and Chang 2021). En consecuencia, el desarrollo armonioso entre la industrialización, la urbanización y el crecimiento económico es un reto crítico (Sun et al. 2017). En este sentido, la aplicación sistemática de buenas prácticas como la reducción de los residuos de construcción, la minimización del impacto del transporte, la reutilización y el reciclaje mediante el tratamiento de residuos secundarios, podría reducir significativamente la contaminación (Gálvez-Martos et al. 2018a).

Por su parte, para abordar el contexto de la investigación es necesario partir de la definición de los residuos de construcción y demolición (RCD), como los producidos en actividades de nueva construcción, renovación y demolición de edificios e infraestructuras, usualmente desechados en

vertederos, sin embargo, se ha reconocido su potencial como objeto para reciclaje (Kofoworola and Gheewala 2009). Se puede ampliar esta definición al incluir los productos y materiales excedentes y dañados que surjan en el curso del trabajo de construcción o que se usen temporalmente en el proceso de actividades en el sitio (Department of the Environment heritage and local Government n.d.).

La generación de residuos es un problema que se incrementa por varias causas como: la falta de planificación para la gestión de desechos dentro del proyecto de construcción, las inadecuadas o ausentes políticas públicas, el aspecto socioeconómico y el componente conductual de los profesionales de la construcción (Fernandes de Magalhães, Danilevicz Ferreira, and Abreu Saurin 2017), por ende la administración de RCD es un tema que cada vez adquiere mayor importancia, incluso se está convirtiendo en una disciplina emergente y predominante (Lu and Yuan 2011).

La cantidad de residuos de construcción es una preocupación importante, derivada sobre todo de su logística y de la ocupación del suelo (Gálvez-Martos et al. 2018a). Los RCD conforman una parte significativa de los residuos sólidos y sus impactos en el ambiente son graves por el agotamiento de los recursos, el deterioro de la tierra y la contaminación del aire (Blaisi 2019). Es importante considerar que una inadecuada gestión para este tipo de residuos acelera la destrucción de centros urbanos a causa de la obstrucción de los elementos de drenaje, el impacto generado en vías públicas y la contaminación de las fuentes de agua (Esguícero et al. 2021).

Por tanto, minimizar y manejar adecuadamente los RCD se puede considerar como una meta principal en programas medioambientales (Blaisi 2019); para alcanzar este objetivo, es necesario adoptar una gestión eficaz que considere evitar impactos socioeconómicos y daños al medio ambiente. En este sentido, una gestión eficaz evita la necesidad de ubicar más sitios para vertederos en zonas urbanas con limitaciones en el uso de suelo, por su problemática territorial (Bakshan et al. 2017). Por este motivo, una alternativa es implementar procesos de circularidad en el ciclo de vida de materiales de construcción con el objetivo de ralentizar el agotamiento de los vertederos existentes y generar beneficios económicos (Yuan 2013).

Para enfrentar los problemas ambientales generados por la construcción masiva, se ha popularizado la integración de lineamientos de economía circular como estrategia sostenible y un concepto fundamental en la gestión de RCD (Ping Tserng et al. 2021). Su fomento considera estrategias para reciclaje, reutilización y reducción por múltiples beneficios, para lo cual se debe partir del análisis de flujo de materiales, a fin de extender su ciclo de vida (Lederer et al. 2020).

En este marco, el presente estudio tiene como premisa de pregunta de investigación: ¿Es posible disminuir la contaminación ambiental generada por los residuos de construcción y demolición mediante la optimización del flujo de residuos?; cuyo enfoque se basa en buscar estrategias que permitan la circularidad en el ciclo de vida de materiales de construcción a través sitios de depósito temporal y la creación de rutas para su reutilización, reciclaje o reducción, para lo cual se desarrolló cuatro secciones; revisión de la literatura existente en cuanto a gestión de RCD; análisis del flujo actual de los residuos en el cantón Biblián; selección de zonas potenciales para el emplazamiento de sitios de depósito y almacenaje temporal de residuos y, categorización de RCD para la creación de rutas de aprovechamiento. El tema de investigación es importante porque contribuye a la escasa investigación en cuanto a gestión de residuos de construcción en Ecuador, especialmente en la selección de zonas óptimas para su depósito y, en modelos circulares, que contribuyen en disminuir el impacto a los ecosistemas.

Materiales y Métodos

Se realizó una investigación de nivel descriptivo donde se ha expuesto las características de los RCD, así como los detalles de su actual gestión; juicio de expertos y recuperación de realidades similares. En base a los resultados obtenidos se formuló una propuesta para optimizar los procesos en cuanto a su almacenaje temporal, recuperación y valorización, enfocados en una economía circular. Además, se emplearon metodologías exploratorias y descriptivas en el orden del método cualitativo con el objetivo de recopilar las impresiones de profesionales y de entidades respecto de la gestión y flujo de los RCD; y, al mismo tiempo, conocer las alternativas para su aprovechamiento en el ciclo de vida.

En cuanto a los métodos empleados, se aplicó dos tipos de investigación básica: documental y de campo, donde se recolectó la información necesaria para conocer las características de los RCD en la zona de estudio a través de un análisis de datos cualitativos. En este sentido, la metodología empleada para el presente estudio se dividió en tres etapas: investigación documental, investigación de campo y, análisis y síntesis. Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos se identificó como zona de estudio al cantón Biblián de la provincia del Cañar, ubicado al sur del Ecuador.

Para abordar el tema, se inició con la investigación documental que expone el estado del arte a partir del análisis de literatura científica sobre gestión y aprovechamiento de RCD enfocados en minimizar el impacto ambiental generado por proyectos de construcción.

La segunda etapa se concretó en la investigación de campo para reconocer el flujo y, las prácticas de gestión actual de los RCD en la zona de estudio. En esta etapa se utilizaron como métodos la observación cualitativa y la aplicación de encuestas; la primera se empleó para monitorear las zonas destinadas para desalojo y disposición de escombros, mientras que por su parte la segunda se diseñó con el objetivo de caracterizar los RCD que estaban siendo depositados, el instrumento contó con preguntas de selección múltiple, en base a cuestionarios validados utilizados en otros estudios similares, lo que permitió recolectar información en el orden de cantidades y sus respectivos sitios de depósito, complementado con preguntas en cuanto a aspectos sociales y económicos para identificar tendencias en relación a su manejo.

La tercera etapa hace referencia al análisis y síntesis de los datos recopilados, en base a los resultados obtenidos se buscó optimizar el flujo de RCD a partir de dos ejes fundamentales para una adecuada disposición y aprovechamiento; éstas son la selección de emplazamientos para escombreras a través del uso de sistemas de información geográfica (SIG) y el trazado de rutas de reciclaje a través sistemas de geolocalización.

Área de estudio y zonas de intervención

Ecuador no tiene grandes avances en cuanto a una gestión eficaz para reciclaje y reutilización de RCD, y hasta que esta realidad cambie, una alternativa interesante es ubicar una zona para disposición temporal de acuerdo a las políticas ambientales y a la planificación territorial (Kcomt-Cabrejo 2018). Sin embargo, estimar la capacidad de esta zona necesaria para albergar RCD se torna compleja debido a que, en el sector de la construcción, no se cuantifican la cantidad de residuos generados; no obstante, es posible aproximarlos de acuerdo al número de proyectos constructivos ejecutados, para el caso de Ecuador.

Es así que, según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en el año 2014 se emitieron 27 199 permisos de construcción en Ecuador, donde se declaró un área de construcción de 10'016 774 m², el análisis de participación regional respecto al total, muestra que la sierra aporta con el 52.93 % de estos permisos y, específicamente, a la provincia del Cañar le corresponde un área de construcción de 127 530 m² (INEC 2014).

El cantón Biblián se encuentra al centro sur de la provincia del Cañar, Ecuador; se conforma por una parroquia urbana y cuatro parroquias rurales en una extensión total de 232 km², alberga a una población total de 20 817 habitantes (GAD-Biblián 2020), con una proyección de 23 741 habitantes

para el año 2020 (GAD Biblián 2014), de los cuales el 78.9% residen en el área rural (INEC 2001) y, por otro lado, el 8% se ocupa en actividades de construcción, constituyéndose como la cuarta actividad más importante del cantón (INEC-Censo de Población y Vivienda 2010 2014); en este sentido, la explotación minera también representa una actividad importante, se extraen recursos no renovables como pétreos utilizados para materiales de construcción, con sus consecuentes impactos potenciales presentes y latentes, de la mano de la contaminación (GAD Biblián 2014).

En cuanto a los usos de suelo, el 55,04 % del territorio cantonal se encuentra bajo protección ambiental por la presencia de tres bosques protectores: Cubilán, Papaloma-Charum y Machangara-Tomebamba (GAD Biblián 2014); la conservación de estas zonas naturales es importante y es una condicionante en la selección de sitios para disposición de residuos.

Residuos de Construcción

Los RCD es el término utilizado para definir a los residuos generados, comúnmente en alto peso y volumen, en actividades de construcción, mantenimiento, demolición y deconstrucción de edificios y obras civiles; usualmente se definen como “inertes” por la falta de reactividad química en condiciones ambientales, debido a que están compuestos en mayor porcentaje por escombros, por lo que posiblemente contengan la menor carga ambiental en comparación con otro tipo de residuos (Gálvez-Martos et al. 2018a).

A pesar de que los RCD se definen inertes, es importante considerar que se pueden presentar mezclados con residuos peligrosos específicos como plásticos, aglomerados, maderas contaminadas, enseres domésticos, entre otros; para disminuir su carácter nocivo, deben gestionarse a través del reciclaje, la reutilización o la acertada disposición final en vertederos, escombreras o rellenos de seguridad según corresponda (Kcomt-Cabrejo 2018).

Manejo de residuos en el cantón Biblián

Para conocer el manejo de residuos, se realizaron visitas a distintas entidades con el objetivo de identificar la institución responsable de su gestión; es así que varios técnicos manifestaron que no tenían competencia, ni cooperación con otras instituciones para la ubicación de escombreras o aplicación de sanciones por contaminación ambiental; también se pudo evidenciar la falta de ordenanzas y políticas específicamente a nivel cantonal. Finalmente se identificó que existen dos instituciones con relación en cuanto al manejo de residuos; estas son la Empresa Pública Municipal

Mancomunada de Aseo Integral del Pueblo Cañari (EMMAIPC-EC) y el GAD Municipal de Biblián.

Respecto a la EMMAIPC-EC, es la entidad competente de la recolección de desechos sólidos en el cantón Biblián desde el año 2010; semanalmente recolectaba 120 t, que representa el 46.6 % del total de residuos generados a nivel cantonal (Maldonado and Jiménez 2017). Sin embargo, según datos del INEC, el 4 % de las viviendas deposita sus desechos en terrenos, 43.4% los queman, 4 % los entierran, 0.5 % los arrojan a ríos o quebradas y el porcentaje restante los elimina de forma diferente a las categorías anteriores (GAD Biblián 2014). Para el 2017 se alcanzó un gran avance, el 90 % de los residuos fueron depositados en sitios adecuados y autorizados, esto se debe a la voluntad de la mancomunidad, la rigurosidad, la técnica y a la decisión política para establecer ordenanzas que contribuyen al progreso (Maldonado and Jiménez 2017).

Referente a los procesos constructivos en el cantón Biblián, inicialmente se debe obtener el “permiso de construcción” que otorga el GAD municipal. Para este trámite se solicita información en el orden del sector donde se va a construir, los detalles de la edificación u obra proyectada, además de otros datos sobre el proyectista y pagos de impuestos (GAD Biblián 2022). Dentro de la información requerida no consta un formulario que considere la gestión de RCD, donde se exponga detalles sobre el tipo y la cantidad a generarse, su transporte y, aún más importante, el tratamiento o sitio para su disposición final.

En el ámbito legislativo, el cantón Biblián no cuenta con una ordenanza específica para la gestión de RCD, más bien se encuentra sujeto a la Ordenanza para la Gestión Integral de Residuos y Desechos sólidos en los cantones de Cañar, Biblián, El Tambo y Suscal vigente desde el 2015; en donde se establece que el desalojo y eliminación de escombros es responsabilidad de quien los genere y, previo a su desalojo, deberán consultar la zona asignada para tal efecto al departamento de obras públicas del GAD Municipal, (GAD Biblián 2015).

Las encuestas aplicadas a los técnicos encargados de la gestión de desechos coinciden con los datos obtenidos mediante observación, confirma que los sitios autorizados para desalojo y disposición de RCD, así como tierras producto de excavación son las márgenes del río Tambo, Galuay y Burgay; además de ciertas zonas que necesitan relleno para el paso de vías. Es importante mencionar que los residuos utilizados no son clasificados, ni reciben un tratamiento o proceso técnico para la estabilización de taludes.

Caracterización de Residuos

La caracterización de RCD consiste en conocer dos propiedades importantes del flujo de residuos; su composición y la cantidad generada, que dependen del tipo de obra (residencial, no residencial, comercial, industrial, entre otras.) y la fase de trabajo en la que se encuentre (obras preliminares, estructuras, sección de acabados, entre otros). Conocer estas dos características es fundamental para la valoración y selección de diferentes técnicas de tratamiento y evacuación, además permite identificar impactos potenciales al medio ambiente, asociados con su disposición final (Kcomt-Cabrejo 2018).

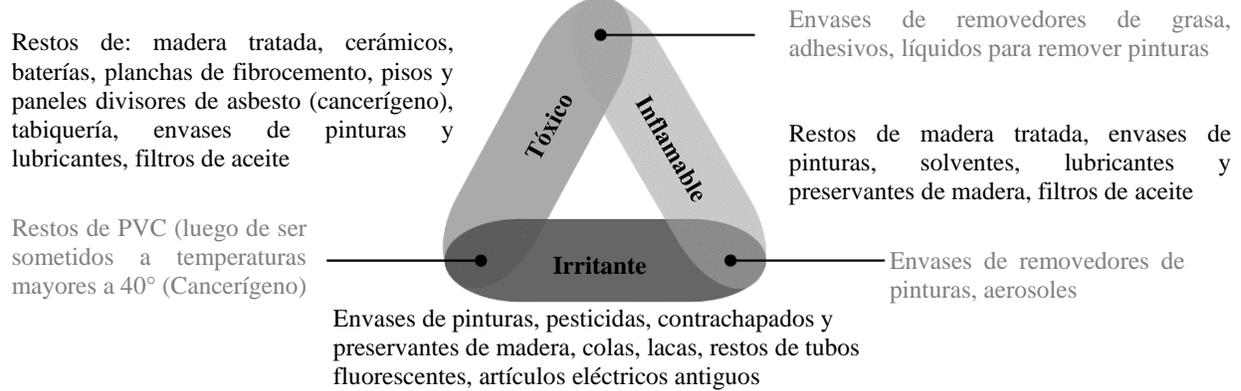
Según un estudio realizado en Piura-Perú, se indica que los residuos se clasifican en no peligrosos y peligrosos, en donde los primeros lo constituyen los excedentes o residuos generados en cualquier tipo de actividad en obras de construcción o demolición y que no presentan características de peligrosidad, pero que no por ello pueden ser gestionados libremente. Se subdividen en materiales pétreos no contaminados y escombros (Kcomt-Cabrejo 2018).



Fuente: (Kcomt-Cabrejo 2018)

Por su parte los residuos peligrosos son aquellos que bajo ciertas condiciones pueden ser biodegradados y transformarse en sustancias contaminantes liberados en forma gaseosa, lixiviados o como sedimentos. Se generan por productos utilizados en obras de construcción o por productos, materiales o elementos derivados en demoliciones; de esta manera, se dividen en residuos peligrosos específicos y tierras contaminadas. Con el propósito de evitar la contaminación al medio ambiente, el manejo ideal para este tipo de residuos debería ser separarlos del resto y disponer adecuadamente (Kcomt-Cabrejo 2018).

Gráfico 2. Clasificación de RCD peligrosos específicos



Nota. Los RCD peligrosos, están en el orden de: tóxico cuando contiene elementos como arsénico, plomo, formaldehído, pentaclorofenol, tricloroetileno, aditivos (estabilizantes, colorantes, plastificantes), asbesto o amianto, pigmentos (cadmio, plomo), níquel, hidrocarburos y yeso; irritantes, en el caso de que su composición sea cloruro de metileno, tricloroetileno, formaldehído, mercurio, bifenilos policlorados (BPCs), aditivos (estabilizantes, colorantes, plastificantes) y pentaclorofenol, e inflamable si prima el contenido de arsénico, plomo, formaldehído, pentaclorofenol, cloruro de metileno, tricloroetileno, benceno, formaldehído, hidrocarburos.

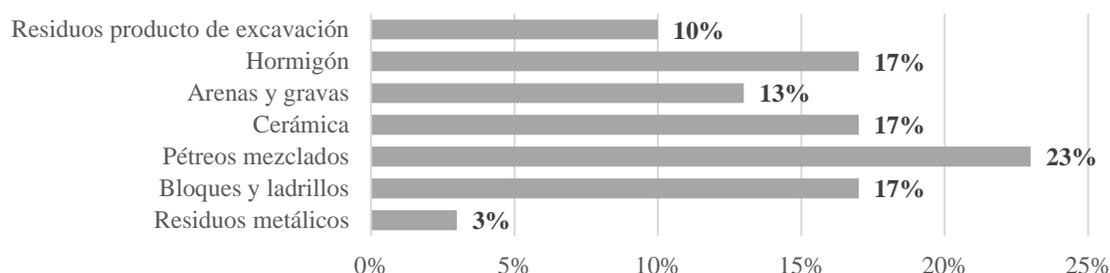
Fuente: (Kcomt-Cabrejo 2018).

Así también, se destaca la presencia de tierras y piedras contaminadas a su vez se dividen en dos tipos; las que resultan de suelos contaminados que son o han sido ocupadas por una actividad potencialmente contaminante y, las que durante la excavación presenten contaminación, a pesar de que en ese suelo no se ha emplazado una actividad considerada como directamente agresora (Kcomt-Cabrejo 2018).

A fin de determinar el tipo de RCD que se genera en la zona de estudio, se aplicó una encuesta de selección múltiple a profesionales de la construcción; el cuestionario se enfocó en temas específicos para conocer la caracterización y gestión de los residuos de construcción, para lo cual se ofreció una lista amplia de materiales. Los resultados se presentan en el gráfico 3, en donde se puede apreciar que predominan los residuos clasificados según su origen como pétreos, es decir desechos producto de excavación, hormigón, arenas y gravas, cerámica, bloques y ladrillos, y

pétreos mezclados, lo que significa un 97% del total de residuos generados; por otra parte, en un 3 % se identifican residuos metálicos. Otros residuos como madera, plástico, vidrio y cartón también fueron identificados en esta clasificación, pero en menor proporción.

Gráfico 3. Composición de residuos de construcción y demolición en el cantón Biblián



Fuente propia

Realizando una comparación entre los resultados obtenidos y la caracterización descrita anteriormente, se puede determinar, que los RCD generados en el cantón no son peligrosos. Sin embargo, eso no quiere decir que no exista grupos de residuos mezclados con elementos potencialmente contaminantes; pues mediante observación en los sitios de depósito de escombros, se pudo identificar residuos que resultan peligrosos para el medio ambiente, pero en baja cantidad.

Imagen 1. Disposición de residuos de construcción y demolición en el cantón Biblián



Nota. Las imágenes muestran que se desalojan residuos de construcción en las márgenes de ríos, estos residuos están mezclados con elementos potencialmente contaminantes como restos de fibrocemento, restos cerámicos, de envases, plástico y restos de tabiquería. Fuente propia

Selección de zonas de apoyo para escombreras

Como se describió en la metodología, uno de los objetivos para conseguir la optimización del flujo de RCD en el cantón Biblián, es seleccionar un sitio de apoyo donde se puedan almacenar temporalmente y otra zona para su disposición final (escombrera). Es primordial considerar que la selección de emplazamientos para este tipo de usos, representa un riesgo potencial para el medio ambiente, por este motivo, se empleó criterios de eliminación como metodología para la localización de sitios; estos criterios buscan esencialmente proteger las fuentes de agua y evitar al máximo la alteración de zonas ecológicas protegidas.

La selección de sitios debe basarse en criterios técnicos, económicos, ambientales y sociales, los mismos que se sintetizan en cuatro condicionantes fundamentales: i) la distancia de transporte desde la explotación hasta la escombrera, ii) la capacidad de almacenamiento necesaria, iii) las alteraciones potenciales que pueden producirse sobre el medio natural, y iv) las restricciones ecológicas en el área de intervención (Actis 2009).

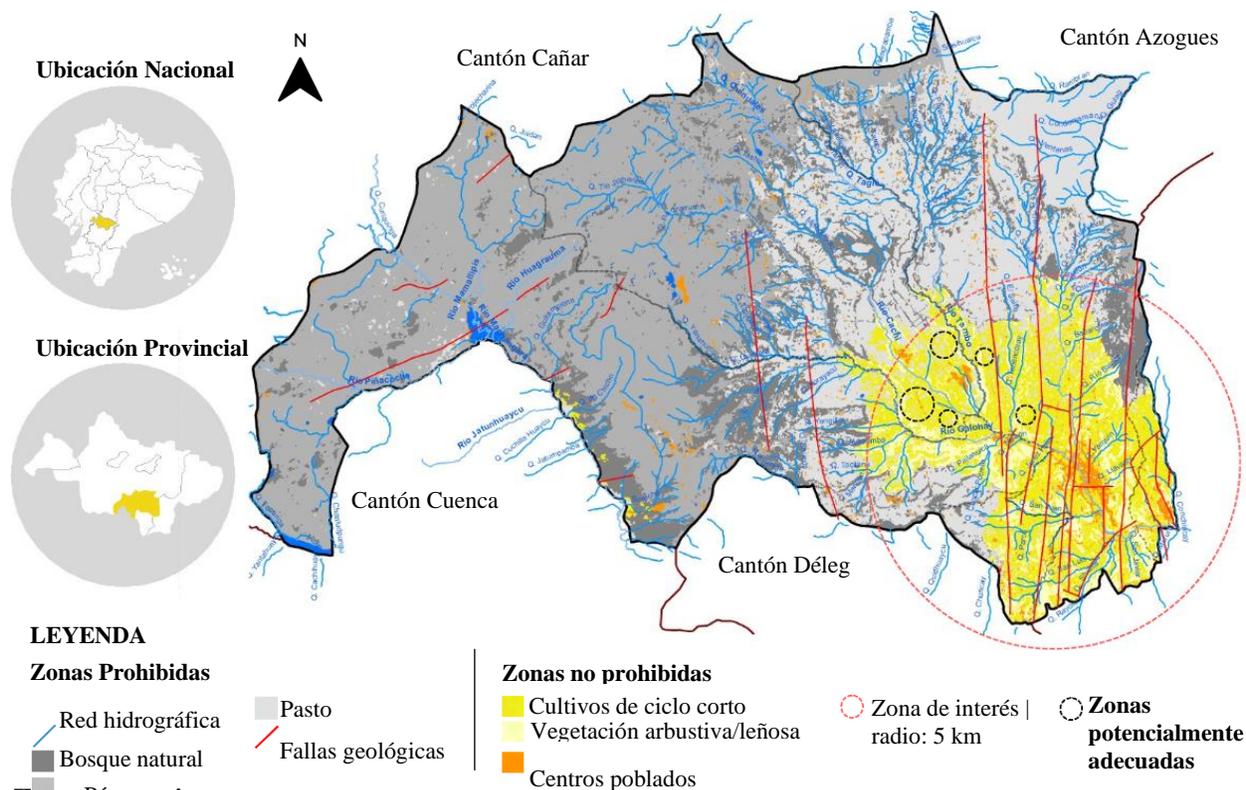
Considerando el primer criterio, distancia del transporte; se trazaron sobre el mapa 1 zonas de interés, es decir aquellos radios de crecimiento urbano donde se concentran nuevas edificaciones y otras obras de infraestructura. En este caso un radio de 5 km se considera aceptable por incluir una superficie suficiente para nuevos emplazamientos, además de ser económicamente rentable para este tipo de proyectos (Donaire et al. 2015).

La segunda condicionante, capacidad de almacenamiento necesaria, aún es variada para el cantón Biblián, pues la entidad encargada de su gestión no dispone de un registro; sin embargo, esta condición debe incluirse en estudios más específicos que tengan como objetivo el cálculo de la capacidad de almacenamiento y el tiempo de vida útil.

En cuanto a las alteraciones potenciales que pueden producirse sobre el medio natural, se consideran dos variables; las fuentes de agua y las fallas geológicas presentes, estos componentes se representaron en el mapa 1 con la finalidad de evitar seleccionar zonas que sean atravesadas o se encuentren cerca de los mismos, como un criterio excluyente.

Con referencia a las restricciones ecológicas en el área de intervención, se definió anteriormente que el 55.04 % del territorio del cantón Biblián corresponde a zonas ecológicas protegidas, entre las que se encuentra el páramo y bosques protectores. Esta condicionante se representó en el mapa 1 en escala de grises a fin de representar que son zonas totalmente prohibidas para la selección de sitios. Además de los parámetros ya establecidos, se ha considerado la preferencia por aquellas zonas localizadas al noroeste del cantón Biblián, en virtud de que es la dirección contraria a los vientos dominantes. Se considera este tipo de ubicación para evitar que ciertas partículas o polvo se direccionen por medio del viento hacia los centros poblados (Donaire et al. 2015).

Mapa 1. Selección de zonas potencialmente adecuadas para escombreras



Fuente propia

Se puede observar en el mapa 1 que, a través del uso de criterios de eliminación basados en la protección de zonas ecológicas, fuentes de agua y centros urbanos, además de considerar aspectos socioeconómicos; se consigue localizar zonas potencialmente adecuadas para el emplazamiento de escombreras. Inicialmente se identifican cinco zonas potenciales, tres de ellas se encuentran en la parroquia Jerusalén y dos en la parroquia Biblián; en consecuencia, cualquier predio que se ubique dentro de estas zonas se lo puede considerar como idóneo.

A partir de esta clasificación puede considerarse que, para otros estudios, se analicen más criterios para la selección definitiva de predios dentro de las zonas aquí establecidas, estos criterios deben vincularse con parámetros como la accesibilidad al sitio, terrenos con pendientes menores al 25 %, entre otros.

Alternativas para la gestión de RCD – rutas de reciclaje

El reciclaje de RCD permite prologar el ciclo de vida de ciertos materiales, se utilizan como componentes en la fabricación de nuevos materiales de construcción, empleados como materia prima para la reparación de pavimentos o puede ser utilizado para la fabricación de pre moldeados de hormigón, componentes cerámicos, mortero y hormigón, entre otros (Kcomt-Cabrejo 2018). En la tabla 1 se observan algunas alternativas utilizadas para los RCD.

Tabla 1. Alternativas para el reciclaje de RCD

TIPO DE MATERIAL	RUTA DE RECICLAJE
Asfalto	Reciclaje como asfalto
Hormigón cerámico y pétreo	Reciclaje en planta fija
Metales	Envío a un gestor de metales para la fabricación de nuevos productos
Madera de construcción	Envío a un gestor de madera, reutilización en obra
Plásticos	Envío a un gestor de plásticos
Vidrio	Envío a un gestor de vidrio o del mismo fabricante
Papel-cartón	Envío a un gestor de papel-cartón

Fuente: (Gobierno de Cantabria 2010)

Resultados

Caracterización de RCD generados en el cantón Biblián

Generalmente la composición de estos residuos varía según el tipo de obra; la heterogeneidad que existe en las actividades de construcción a causa de su naturaleza y magnitud, hace casi imposible estimar patrones reales del consumo de materiales de construcción y de la generación de residuos (Gálvez-Martos et al. 2018a) (Marmolejo et al. n.d.). Con referencia a Ecuador, este problema

prevalece, puesto que los denominados escombros son considerados de forma general en los registros de residuos sólidos urbanos generados.

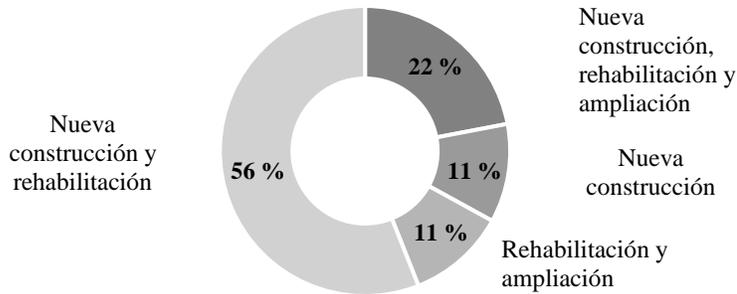
En la zona de estudio resultó compleja la determinación de la caracterización y composición física, puesto que, en las encuestas aplicadas a los técnicos responsables de la gestión de escombros, indicaron que desconocen estos datos; sin embargo, se estimó un valor de 60 m³ para RCD mezclados y de 15 a 20 m³ para residuos vegetales de parques y jardines. Esto debido a la falta de un registro de cantidades y, que no se dispone de un sitio específico para la disposición final o escombrera.

Por otra parte, se considera que la cantidad de residuos reutilizables depende principalmente de la actividad generadora; es así que en la demolición la recuperación de material depende de la edad, el uso y el tipo de la edificación; por su parte en rehabilitación y reconstrucción existe poca generación de residuos; en cuanto a la reparación y el mantenimiento el material que se recupera es por recorte o rechazo; por último, la nueva construcción tienen gran potencial de reaprovechamiento (Huayama and Viera 2021).

En este sentido, según cifras del INEC, en el año 2014 se han concedido 27 199 permisos de construcción en Ecuador, de los cuales, realizando un análisis de participación regional respecto al total nacional se conoce que la sierra contribuye con el 52.93 % de estos permisos; en este orden, 89.48 % de los permisos son para nuevas construcciones; 9.38 % corresponde para ampliaciones y 1.14 % para reconstrucciones (INEC 2014).

En relación a las actividades generadoras de RCD en el cantón, los resultados de las encuestas indican que el 56 % de los profesionales realizan actividades de nueva construcción y rehabilitación, el 11 % por su parte trabaja en rehabilitación y ampliación, un 11 % en nueva construcción y el 22 % realizan todas las actividades. Los resultados reflejan que existe variedad en los tipos de construcción que se desarrollan, pero todas ellas están vinculadas con la ejecución de nuevas construcciones, lo que significa que tienen gran potencial de aprovechamiento, en el marco de tener una acertada clasificación.

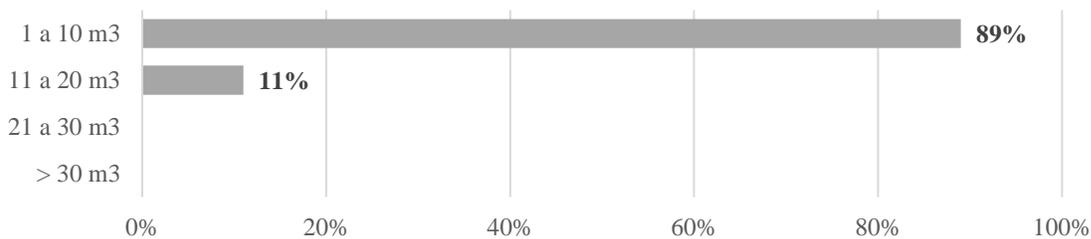
Gráfico 4. Actividades generadoras de RCD en el cantón Biblián



Fuente propia

En cuanto a la cantidad de RCD generados en el cantón, los profesionales encuestados respondieron que este detalle depende del tipo de obra que se esté ejecutando; sin embargo, el 89 % indicaron que de una obra promedio se generan y desalojan de 1 a 10 m³ de residuos por semana; el 11 % restante mencionó que han alcanzado desalojos de 11 a 20 m³ por semana. Lo que indica que, incluso con la menor cantidad, estas cifras superan el umbral estimado por parte del GAD Municipal. Desfase que se le puede atribuir a que la diferencia está siendo desalojada en sitios no adecuados ni controlados, lo que implica contaminación y vulnerabilidad en el territorio.

Gráfico 5. Cantidad de RCD generados en el cantón Biblián



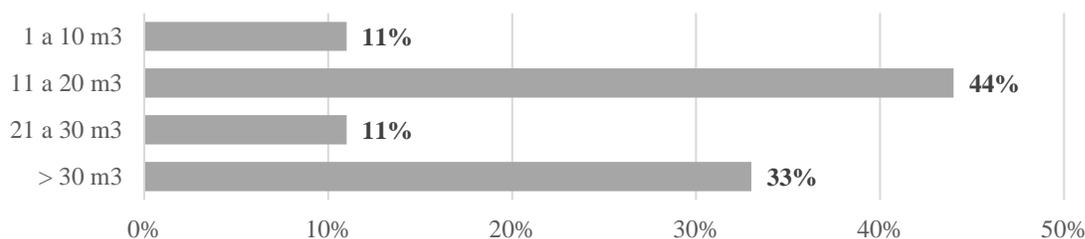
Fuente propia

De los resultados obtenidos, se puede reconocer que la cantidad de RCD generados y desalojados por semana no varía; sin embargo, estos valores pueden presentar una variación en función de la naturaleza del proyecto y de la temporada en la que se desarrolle, es decir responden a la demanda de servicios e infraestructura (Kcomt-Cabrejo 2018).

Por su parte, los resultados obtenidos en la categoría de tierras producto de excavación, indican que el 11 % de encuestados desalojan de 1 a 10 m³, 44 % está en el orden de 11 a 20 m³, el 11 %

por su parte se encuentra entre 21 a 30 m³ y, el 33 % en más de 30 m³; se destaca que éstos se generan una sola vez dentro de la etapa inicial de cada obra.

Gráfico 6. Cantidad de tierras de excavación generadas en el cantón Biblián



Fuente propia

Se puede evidenciar en los resultados obtenidos que las tierras de excavaciones, al contrario de los RCD generados, presenta valores muy variados, esto también se debe a la naturaleza del proyecto, además la cantidad desalojada puede variar en base a si ésta es útil como material de relleno en la misma obra u otra, lo que implica que su estimación y registro sea más compleja; pero esto supone reutilización.

Clasificación y recuperación de RCD

Los técnicos del GAD indicaron que no existe una clasificación de RCD, puesto que los generadores están autorizados a desalojarlos de forma heterogénea, es decir una mezcla de escombros, residuos pétreos, orgánicos, metales e incluso sustancias tóxicas que hacen de su separación y clasificación un proceso complicado para facilitar su aprovechamiento, contrario a lo que se ha venido haciendo como material de relleno para estabilización de taludes que no presenta la forma más adecuada de disponer de ellos, por los impactos asociados a la contaminación del suelo, el riesgo de deslizamientos y obstrucciones de fuentes de agua.

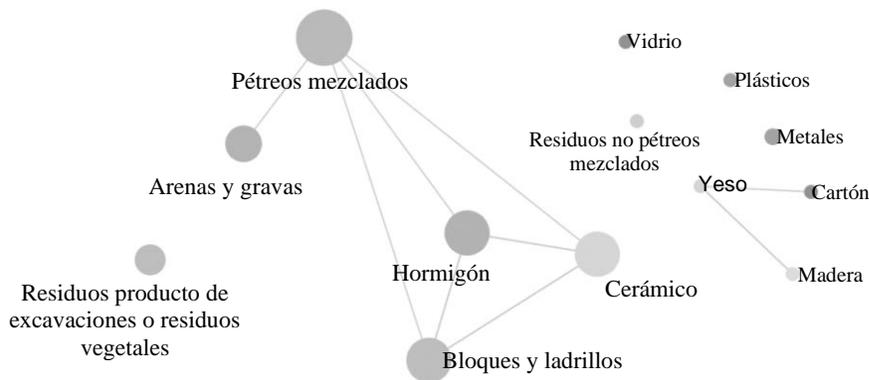
En relación a los materiales predominantes para la construcción, el INEC registró la tendencia a utilizar hormigón armado como material principal para la construcción de cimientos, estructura y cubiertas, además del uso de placas de fibrocemento para esta última fase; en cuanto a las paredes, prevalece el uso de bloque y ladrillo (INEC 2014).

De acuerdo a los resultados de las encuestas, el 56 % de los profesionales de la construcción confirma que no separa los residuos en obra, y solo un 44 % si tiene una inclinación por hacerlo.

En las encuestas, se incluyó un apartado sobre la clasificación de los residuos en obra, con el objetivo de identificar en que grupos están siendo separados y, de esta manera, reconocer el tratamiento que deben recibir. Los resultados indican que existe una tendencia por separar los residuos pétreos (generados en mayor cantidad), de los no pétreos (se producen en menor cantidad); es así que, para realizar el desalojo se agrupan: principalmente restos de hormigón, material cerámico, bloques y ladrillos, eventualmente se combinan con otros pétreos mezclados, arenas y gravas; en cuanto a residuos de excavación, estos son desalojados de forma individual; otra agrupación, reúne materiales como yeso, cartón y madera. Cabe mencionar que se presentan residuos que no se mezclan con otro tipo de material para ser desalojados, estos pueden ser vidrio, plástico, metales, entre otros.

Es importante destacar que a pesar de que existe cierta predisposición por separar los RCD en obra, al momento del desalojo son mezclados; esto se debe a que no existe un sitio en donde se pueda disponer por separado, lo que invalidaría el proceso de clasificación dentro de obra.

Gráfico 7. Clasificación por grupos de RCD en el cantón Biblián



Fuente propia

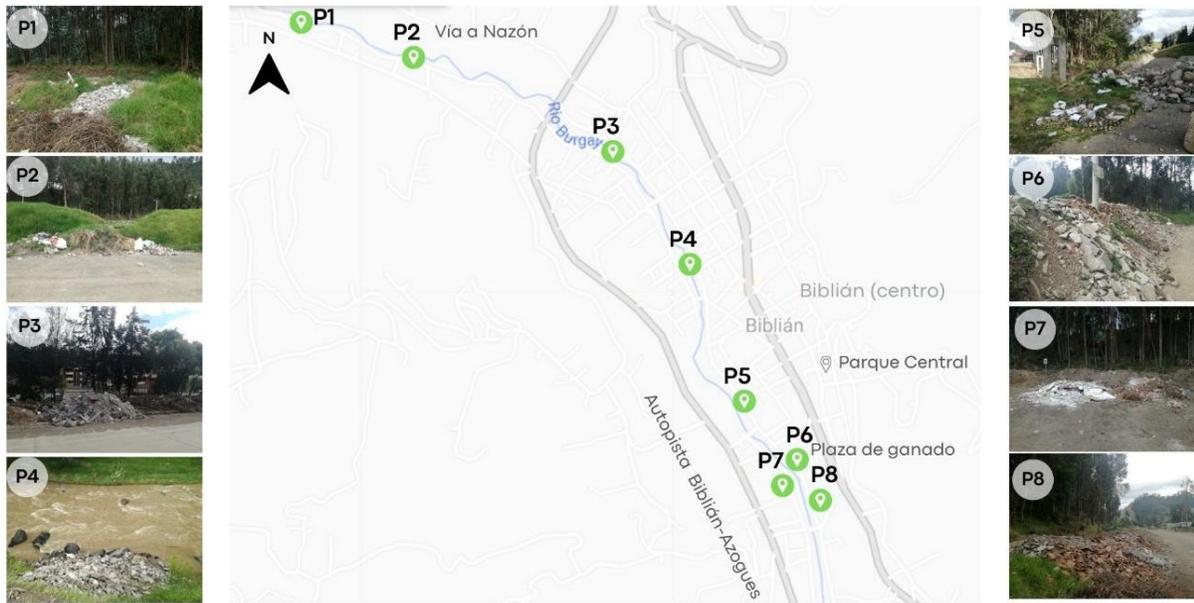
Situación actual del desalojo de RCD

Según la ordenanza para la gestión integral de residuos y desechos sólidos en los cantones de Cañar, Biblián, El Tambo y Suscal, aprobada por los GAD de los respectivos cantones, el desalojo y eliminación de los escombros es responsabilidad de cada uno de los generadores, previo su desalojo

deberán consultar su departamento de obras públicas quienes indicarán el lugar donde se ha previsto su disposición final (GAD Biblián 2015). Sin embargo, y como ya se mencionó, en la zona de estudio no se cuenta con un sitio específico y definido, razón por la que se dispone de ellos a conveniencia del constructor o del transportista que, en ciertos casos, previa autorización del GAD, desalojan en las márgenes del río Burgay, río Galuay, río Tambo, entre otras zonas, con los consabidos impactos ambientales asociados a este tipo de práctica.

La investigación de campo contribuyó a reconocer los puntos críticos en la ciudad, es decir aquellas zonas que están autorizadas o no para el depósito de RCD en la actualidad. Los resultados confirmaron que los residuos de construcción están siendo depositados en las márgenes del río Burgay; sin embargo, se pudo identificar que no son enterrados y tampoco reciben ningún tipo de tratamiento; por el contrario, su acumulación representa contaminación al medio ambiente y agresión a la imagen urbana.

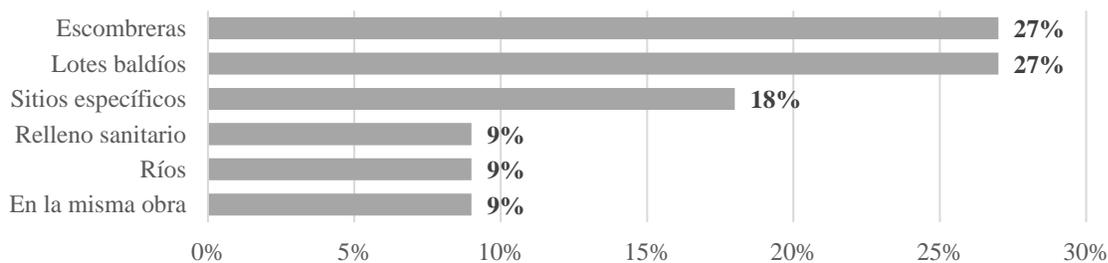
Gráfico 8. Disposición actual de los RCD en el cantón Biblián



Fuente propia

Por su parte, las encuestas a los profesionales de la construcción, señalan que existen otros sitios donde realizan el desalojo de RCD. En este caso, 27 % de los encuestados respondió que envían sus residuos a escombreras, otro 27 % desaloja en lotes baldíos, un 18 % consigue aprovecharlos en sitios específicos donde se requiere utilizarlos como material de relleno, en cambio 9 % los dispone como relleno en la misma obra y, por último, un 9 % los deposita en ríos o sus márgenes.

Gráfico 9. Sitios utilizados para depósito de RCD en el cantón Biblián

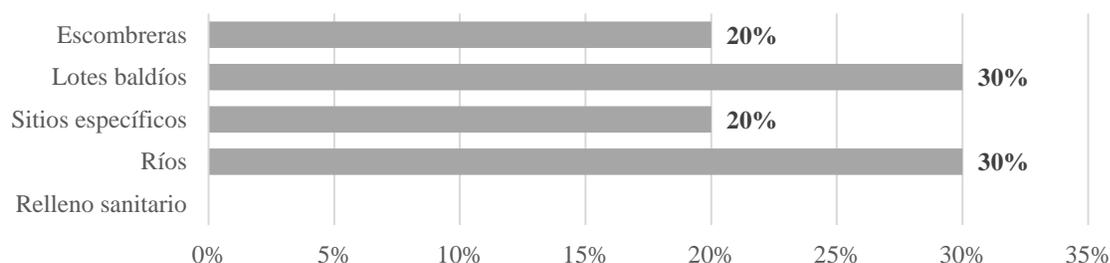


Fuente propia

Por otra parte, al analizar los residuos producto de excavación, los resultados indican que solo un 20 % de los encuestados realiza una correcta gestión en cuanto a su disposición, ya que los deposita en escombreras; además, el 20 % envía este material a sitios específicos para utilizarlos como

relleno según se solicite, sin embargo; esta disposición para estabilización de terrenos no cuenta con un proceso técnico. Por su parte, el 30 % envía los residuos a lotes baldíos y el 30 % restante los deposita en el río o sus márgenes.

Gráfico 10. Sitios utilizados para depósito de tierras de excavaciones en el cantón Biblián



Fuente propia

En este contexto, el no contar con un lugar específico para la disposición final y depositar los RCD y tierras de excavaciones en los sitios antes descritos conlleva a conflictos con la ciudadanía. Esto es una situación permanente en el cantón Biblián y, en el marco de que las zonas designadas por parte del GAD son las márgenes de ríos, hace que este proceso sea aún más complejo ya que causa alteraciones en el medio ambiente. De acuerdo a los resultados de las encuestas realizadas, se conoció que el 67 % de los encuestados no han tenido problemas o desconocen si el transportista tuvo algún inconveniente al momento de realizar un desalojo, no por ello, quiere decir que no se haya afectado; por su parte el 33 % declaró que en algunos casos se han tenido impases con los dueños o vecinos de los lotes.

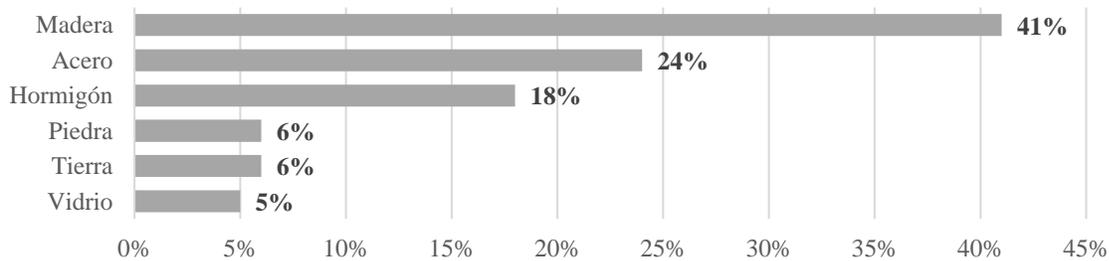
Aprovechamiento de RCD

Según los resultados de las encuestas se reconoce que los RCD no reciben ningún tipo de manejo para su recuperación y aprovechamiento; sin embargo, se presentan ciertos casos en los que estos residuos son reutilizados en obra como material de relleno.

En cuanto al residuo que proviene del tipo de material que se usó en la construcción, los resultados obtenidos indican que la madera tiene una vida útil más prolongada, pues es reutilizada varias veces en la misma obra o en otro lugar. El acero es otro material que es utilizado más de una vez o es recuperado con el objetivo de venderlo. Por su parte, los restos de hormigón conjunto con los

excedentes de piedra y tierra son utilizados como material de relleno. Dentro de esta clasificación también se pudo identificar que el vidrio, en menor cantidad, es recuperado para venderlo en recicladoras; cabe mencionar que los excedentes o residuos que se generen de este material no son significativos puesto que, generalmente, estos elementos son fabricados y recortados fuera de obra.

Gráfico 11. RCD recuperados para reutilización

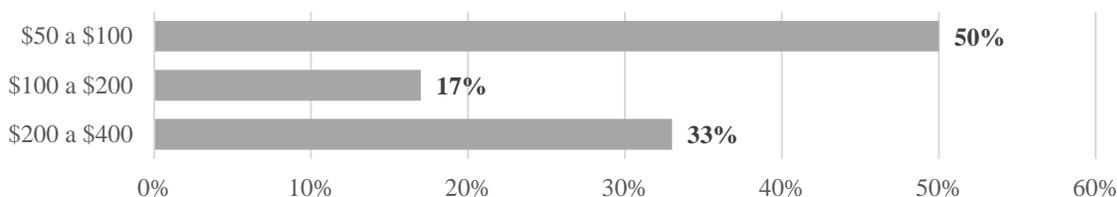


Fuente propia

La recuperación y aprovechamiento de residuos de construcción en el cantón Biblián, ha sido motivada por incentivos económicos, ciertos profesionales han expuesto que existe una tendencia por clasificar residuos de materiales como acero, madera, placas de zinc, entre otros, para posteriormente venderlos. Los resultados de las encuestas indican que el 67 % de los profesionales han recibido ingresos económicos por la venta de materiales recuperados, esta cifra tiene relación directa con los resultados de las personas que clasifican estos residuos; por otro lado, el 33 % restante señaló que no han recibido ingresos económicos, igual al de los profesionales que no clasifican sus residuos.

En cuanto al valor recuperado, los datos indican que el 50 % de los encuestados ha recibido ingresos entre \$ 50 a \$ 100, el 17 % recuperó de \$ 100 a \$ 200 y, el 33 % restante ha conseguido recuperar de \$ 200 a \$ 400. Es importante destacar que estos valores dependen de la cantidad y el tipo de material que se recuperó de los RCD.

Gráfico 12. Ingresos económicos por venta de RCD en el cantón Biblián



Fuente propia

Alternativas para la gestión de RCD

Las mejores prácticas para la gestión de RCD se basa en los principios de la economía circular, que impulsa la recuperación de materiales, su reciclaje y reutilización; estas prácticas promueven una mejora en el desempeño ambiental de los constructores y un cambio significativo frente a la baja eficiencia en la gestión (Gálvez-Martos et al. 2018b).

Dentro de las alternativas de gestión, es importante considerar políticas ambientales, es decir aquella previsión por mejorar y cuidar el medio ambiente, fomentando el desarrollo sostenible a través objetivos claros a corto y largo plazo (Zarza 2022). En Ecuador, las políticas y estrategias específicas se orientan a asegurar una adecuada gestión ambiental, dirigida a alcanzar el desarrollo sostenible (Zambrano, Goyas, and Serrano 2018).

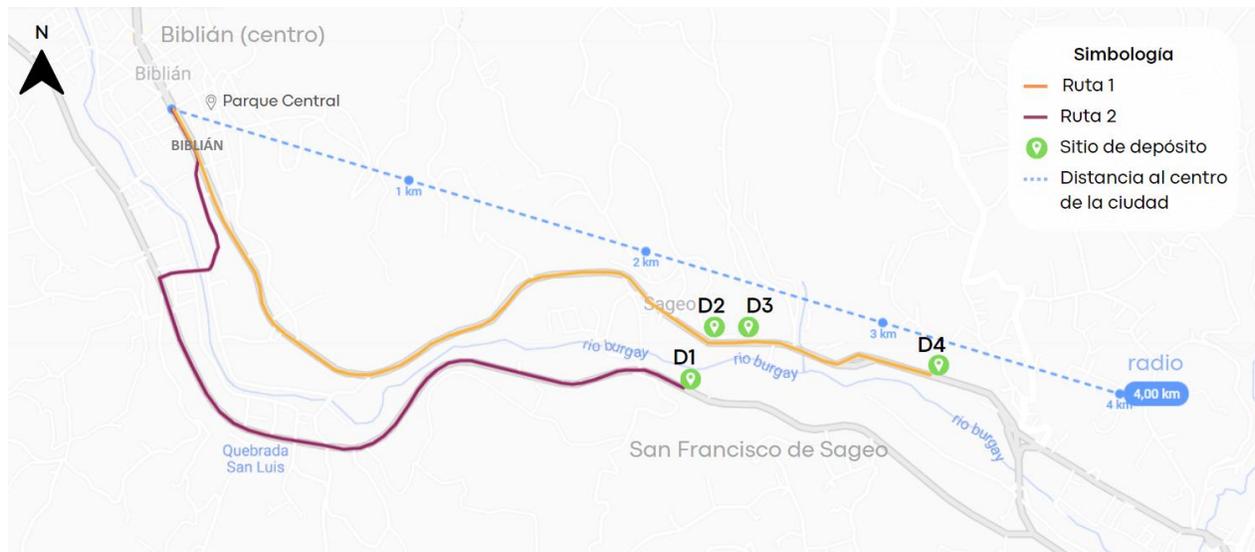
Para que una política medioambiental sea eficaz, es necesario que contenga estrategias de gestión de residuos, además de instrumentos normativos, educativos e informativos, criterios de aplicabilidad y regulación e impulsos económicos (Gálvez-Martos et al. 2018b).

En conclusión, para alcanzar un desarrollo sustentable se debe considerar la política ambiental a fin de proteger el medio ambiente; una acción concreta e importante dentro de la misma, es incrementar estrategias para gestión de residuos entendiendo que éstos se clasifican en diferentes grupos, en este caso particular los RCD. Sin embargo, el GAD de Biblián no dispone de una política para el manejo específico de estos residuos, dejando esta responsabilidad a criterio de los constructores de la zona.

El GAD Municipal, es la entidad competente para la gestión de RCD; en base a encuestas se identificó que, específicamente, el departamento de obras públicas es el encargado de la administración del sistema. Como ya se mencionó, las alternativas que presenta para disposición de RCD es el desalojo en las márgenes de los ríos Galuay, Tambo y Burgay, además de otras zonas donde se requiere material para estabilización de vías.

Es importante considerar que, para una gestión sostenible, se requiere recuperar los residuos, con este objetivo, se realizó recorridos para identificar sitios para reciclaje y aprovechamiento de ciertos materiales de construcción. De esta manera se identificó cuatro recicladoras a menos de 5 km de distancia del centro urbano de Biblián, lo que es muy adecuado para fortalecer la comercialización.

Mapa 2. Zonificación de sitios para reciclaje



Fuente propia

Discusión

Una de las principales preocupaciones a la que se enfrenta el sector de la construcción, es la cantidad de RCD generados y la complejidad de su tratamiento. La presencia de escombros se considera un problema ambiental y social para las ciudades, cuando los proyectos donde se generan carecen de gestión, control, acciones correctivas y de poca sensibilización (Guarin et al. n.d.). Por este motivo, es un enfoque esencial para el sector de la construcción, el desarrollo de nuevas políticas y marcos estratégicos para la gestión de residuos con el objetivo de conseguir una mejora medioambiental (Gálvez-Martos et al. 2018b); en este sentido el cantón Biblián no ha logrado consolidar ordenanzas específicas y ajustadas a su dinámica que regulen el manejo de desechos, especialmente aquellos que generan los proyectos de construcción.

En el cantón Biblián, como una marcada tendencia en las ciudades a nivel mundial se evidencia un desarrollo urbanístico, que se encuentra asociado al incremento en cuanto a la necesidad de servicios básicos, vivienda, vías y otro tipo de infraestructuras que demandan el uso de materiales

de construcción y consecuentemente la generación de RCD. Consideraciones que ocasionan problemas ambientales y sociales, en donde la zona de estudio no se excluye pues se ha podido verificar tanto en entrevistas como en recorridos el deficiente sistema de gestión, carente de planificación, incentivos o sanciones para crear conciencia entre los generadores responsables, con el fin de que implementen estrategias de minimización y aprovechamiento.

De las encuestas realizadas a diferentes instituciones involucradas con la gestión de residuos, se identificó que existen dos causas principales que afectan al sistema, la falta de asignación de responsabilidades y de colaboración entre instituciones y; la ausencia de políticas y estrategias en gestión específica de residuos de construcción. La responsabilidad que recae sobre el GAD para la gestión es casi nula, pues no disponer de una escombrera o sitio para depósito de residuos de construcción, representa un problema grave ya que no se puede considerar que las prácticas autorizadas actualmente se basen en el criterio de cada constructor.

En este sentido la disposición de residuos en las márgenes de ríos y estabilización de terrenos se convierten únicamente en un daño a la imagen urbana, problemas en la sociedad y, sobre todo, una alteración al medio ambiente, ya que se ha podido evidenciar que estos residuos no han sido clasificados previamente y tampoco han recibido ningún tratamiento para este fin, lo que significa que se está desalojado residuos heterogéneos que podrían contener elementos potencialmente contaminantes.

Además, al no existir sanciones para este tipo de desalojos, éstos son depositados en cualquier zona de las márgenes del río, previa autorización del GAD, lo que trae consigo una eminente contaminación del suelo o deslizamientos de tierras hacía el río, pudiendo obstruir su cauce y en época de invierno generaría inundaciones en zonas bajas.

Por las razones expuestas, para iniciar con una adecuada gestión, se debe buscar un sitio para disponer de los residuos, en donde se reciba los RCD clasificados para una mejor disposición, de tal manera que proyecte rutas para cada grupo de elementos con el fin de ser aprovechados y valorizados, en este sentido se extendería el ciclo de vida de estos materiales, que a pesar de ser priorizados en una planificación inicial para evitar su desperdicio, pueda ser utilizado para crear nuevos productos, evitando la extracción de más materia prima o a su vez se implementaría en otros usos.

El modelo que se utiliza para la preselección de sitios, es sencillo y se fundamenta en utilizar criterios de eliminación para zonas que están totalmente prohibidas para emplazar escombreras, en

este caso se eliminó todas las zonas ecológicas protegidas, así como los cuerpos de agua y todos aquellos sitios que no se encuentran al noroeste del centro poblado en un radio de al menos 5 km (por rentabilidad), este último criterio está relacionado con evitar que partículas suspendidas se dirijan con los vientos dominantes hacia centros poblados.

Crear modelos circulares en RCD es importante para evitar ocupar el suelo para este uso, que en el caso del cantón Biblián es restringido en un gran porcentaje por contar con zonas protegidas. Identificar un sitio adecuado que cumpla con las características técnicas, económicas y ecológicas será una ruta más sencilla para su gestión, además que en la clasificación y el aprovechamiento del material se liberará el espacio y la vida útil de la escombrera se extenderá (Guarin et al. n.d.).

A pesar de que Ecuador no tiene mayores y significativos avances con el aprovechamiento de RCD, es importante mencionar que en su mayoría los materiales separados de los escombros pueden ser enviados a recicladoras y centros donde pueden ser reutilizados o reincorporados en el ciclo de vida de nuevos materiales, además de que los escombros, es decir el material pétreo clasificado más limpio de impurezas puede ser utilizado de forma adecuada para el relleno y estabilización de terrenos, lo que significaría un gran avance para evitar la acumulación de residuos, con las consideraciones técnicas de estabilización de taludes.

Para que cualquier programa funcione, es necesario crear nuevas investigaciones y proyectos que propongan normativas que mejoren la gestión de los residuos, ya que disponer de un sitio o encontrar rutas para su aprovechamiento no es funcional si no se trabaja de forma integral con un programa que regule el manejo y disposición de residuos, desde su generación en obra hasta su disposición final, siendo el eje fundamental los incentivos y sanciones económicas. En este sentido, tomar como base; políticas, normas y estrategias de otras latitudes con condiciones similares es primordial para partir de esfuerzos que han dado muy buenos resultados y que podrían ser adoptados y adaptados a la realidad local con el objetivo de mejorar el desempeño ambiental.

Conclusiones

1. La gestión adecuada de los residuos de construcción y demolición es una responsabilidad conjunta entre la Autoridad Nacional de Aplicación responsable, los entes reguladores (competentes) y los generadores, debe considerarse dentro de la planificación de la ciudad la reserva de suelos aptos para la disposición (Plan de Uso y Gestión del Suelo – PUGS), esta selección debe basarse en criterios técnicos, económicos, sociales y ambientales.

2. Una gestión óptima debe fundamentarse en la creación de normativas para el manejo RCD, donde se incluya dos principios como las sanciones por mala gestión y los incentivos frente a un buen desempeño ambiental como la minimización de residuos generados, el aprovechamiento y valorización. En cuanto a los constructores, deben ser responsables con el medio ambiente y acogerse a las normas que los entes reguladores ordenen.
3. El análisis del ciclo de vida de los materiales, producto de los residuos de construcción y demolición es una contribución al medio ambiente en el sentido de evitar la acumulación de residuos, la contaminación del suelo, el daño de entornos naturales, ecosistemas y fuentes de agua. Además de contar con elementos para crear nuevos materiales o implementarlos en nuevos usos, evitando extraer más materia prima. Es importante mencionar el ahorro que significa para el constructor la minimización de residuos generados, así como el manejo de residuos establecidos en un plan.
4. Las rutas de reciclaje deberían fundamentarse en todo plan de gestión de residuos, considerando como primera opción la planificación que minimice la generación de residuos, se debe buscar el aprovechamiento y valorización de residuos para evitar el proceso lineal que termina en la acumulación.
5. En la investigación se pudo corroborar que existe una tendencia al reciclaje por parte de los constructores puesto que reciben un incentivo económico por separarlos, al disponer de un proyecto que considere el factor económico es un complemento para motivar al constructor a clasificar los residuos en obra y disponer de ellos en sitios adecuados. Además de concientizar el cuidado del medio ambiente, inicialmente con la aplicación de sanciones.
6. La búsqueda de un sitio en base a parámetros que pueden ser estudiados en mapas, siempre es una contribución para reconocer aquellas zonas potenciales para este uso, pero es necesario aclarar que este tipo de estudio es una selección previa que debe ser estudiada a mayor profundidad a través de visitas de campo, con el fin de evaluarlos y realizar los estudios necesarios en caso de que el proyecto se efectúe. En este sentido es una metodología que sirve para la preselección de sitios que evitan usar aquellas zonas que deberían ser protegidas.
7. En este estudio se ha evidenciado que la cantidad y el tipo de residuos son difíciles de determinar y sobre todo la capacidad de un sitio y su vida útil es sensible al tipo y número de obras que se puedan incrementar en la ciudad en crecimiento, además que un factor nunca considerado y que

puede cerrar la vida útil de este tipo de sitios es un desastre natural que conlleve al colapso de estructuras existentes en la ciudad.

Agradecimientos

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría en Construcciones con Mención en Administración de la construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, por ello agradecemos a todos y cada uno de los docentes y colaboradores, por los conocimientos e información brindados para la elaboración de este trabajo

Referencias

1. Actis, Alberto. 2009. ESCOMBRERAS Ubicación, Estabilidad y Contaminación Ambiental .
2. Aslam, Muhammad Shahzad, Beijia Huang, and Lifeng Cui. 2020. “Revisión de La Gestión de Residuos de Construcción y Demolición En China y EE. UU. [Review of Construction and Demolition Waste Management in China and USA].” *Journal of Environmental Management* 264:110445. doi: 10.1016/J.JENVMAN.2020.110445.
3. Bakshan, Amal, Issam Srouf, Ghassan Chehab, Mutasem El-Fadel, and Jalal Karaziwan. 2017. “Determinantes Del Comportamiento Para Mejorar La Gestión de Los Residuos de La Construcción: Un Análisis de Redes Bayesianas [Behavioral Determinants towards Enhancing Construction Waste Management: A Bayesian Network Analysis].” *Resources, Conservation and Recycling* 117:274–84. doi: 10.1016/J.RESCONREC.2016.10.006.
4. Blaisi, Nawaf I. 2019. “Gestión de Residuos de Construcción y Demolición En Arabia Saudita: Práctica Actual y Hoja de Ruta Para La Gestión Sostenible [Construction and Demolition Waste Management in Saudi Arabia: Current Practice and Roadmap for Sustainable Management].” *Journal of Cleaner Production* 221:167–75. doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2019.02.264.
5. Department of the Environment heritage and local Government. n.d. Directrices de Mejores Prácticas Para La Preparación de Planes de Gestión de Residuos Para Proyectos de Construcción y Demolición [Best Practice Guidelines on the Preparation of Waste Management Plans for Construction and Demolition Projects].

6. Donaire, Manuel, Carlos López, Osvaldo Aduvire, Pilar García, and Ivan Vaquero. 2015. Guía Para El Diseño y Construcción de Escombreras [GUIDE FOR THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF DEBRIS COLLECTORS].
7. Esguícero, Fábio José, Rafael Mattos Deus, Rosane Battistelle, Benedito Luiz Martins, and Barbara Stolte Bezerra. 2021. “Modelización Del Proceso de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición: Un Marco Para El Contexto Brasileño [Construction and Demolition Waste Management Process Modeling: A Framework for the Brazilian Context].” *Journal of Material Cycles and Waste Management* 2021 23:5 23(5):2037–50. doi: 10.1007/S10163-021-01247-Y.
8. Fernandes de Magalhães, Ruane, Ângela de Moura Danilevicz Ferreira, and Tarcisio Abreu Saurin. 2017. “Reducción de Los Residuos de La Construcción: Un Estudio de Los Proyectos de Infraestructuras Urbanas [Reducing Construction Waste: A Study of Urban Infrastructure Projects].” *Waste Management* 67:265–77. doi: 10.1016/J.WASMAN.2017.05.025.
9. GAD-Biblián. 2020. “Biblián [Biblián].”
10. GAD Biblián. 2014. Diagnóstico PDOT Biblián [Biblián PDOT Diagnostic].
11. GAD Biblián. 2015. LA ORDENANZA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS EN LOS CANTONES DE CAÑAR, BIBLIÁN, EL TAMBO Y SUSCAL [ORDINANCE FOR THE INTEGRATED MANAGEMENT OF WASTE AND SOLID WASTE IN THE CANTONS OF CAÑAR, BIBLIÁN, EL TAMBO AND SUSCAL].
12. GAD Biblián. 2022. “Permisos de Construcción | Guía Oficial.” Retrieved August 16, 2022 (<https://n9.cl/lq6qf>).
13. Gálvez-Martos, José Luis, David Styles, Harald Schoenberger, and Barbara Zeschmar-Lahl. 2018a. “Mejores Prácticas de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición En Europa [Construction and Demolition Waste Best Management Practice in Europe].” *Resources, Conservation and Recycling* 136:166–78. doi: 10.1016/J.RESCONREC.2018.04.016.
14. Gálvez-Martos, José Luis, David Styles, Harald Schoenberger, and Barbara Zeschmar-Lahl. 2018b. “Mejores Prácticas de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición En Europa [Construction and Demolition Waste Best Management Practice in Europe].”

- Resources, Conservation and Recycling 136:166–78. doi: 10.1016/J.RESCONREC.2018.04.016.
15. Gobierno de Cantabria. 2010. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCDs) [CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE (CDW) MANAGEMENT].
 16. Guarin, Lorena, Liseth Montenegro, Luis Walteros, and Sandra Reyes. n.d. “ESTUDIO COMPARATIVO EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN BRASIL Y COLOMBIA [COMPARATIVE STUDY ON THE MANAGEMENT OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTES IN BRAZIL AND COLOMBIA].” Handbook.Usfx.Bo.
 17. Huayama, Yuliar, and Julio Viera. 2021. Identificación de Los Puntos de Disposición Final de Los Residuos de Las Obras de Construcción En Los Distritos de Piura y Castilla – Provincia de Piura – Departamento de Piura y Afectación a Las Poblaciones Aledañas [Identification of Final Disposal Poin. Universidad Nacional de Piura.
 18. INEC-Censo de Población y Vivienda 2010. 2014. INDICADORES ECONÓMICOS [ECONOMIC INDICATORS].
 19. INEC. 2001. POBLACIÓN DEL CANTÓN BIBLIÁN CENSO [POPULATION OF BIBLIÁN CANTON_CENSUS].
 20. INEC. 2014. ANUARIO DE ESTADÍSTICAS DE EDIFICACIONES [BUILDING STATISTICS YEARBOOK].
 21. Kcomt-Cabrejo, Ana. 2018. “SELECCIÓN DE EMPLAZAMIENTOS PARA LA GESTIÓN MUNICIPAL DE LOS RESIDUOS INERTES DE LA CIUDAD DE PIURA.” Universidad de Piura, Piura.
 22. Kofoworola, Oyeshola Femi, and Shabbir H. Gheewala. 2009. “Estimación de La Generación y Gestión de Residuos de La Construcción En Tailandia [Estimation of Construction Waste Generation and Management in Thailand].” Waste Management 29(2):731–38. doi: 10.1016/J.WASMAN.2008.07.004.
 23. Lederer, Jakob, Andreas Gassner, Fritz Kleemann, and Johann Fellner. 2020. “Potencial de Una Economía Circular de Materiales de Construcción Minerales y Desechos de Demolición En Áreas Urbanas: Un Estudio de Caso de Viena [Potentials for a Circular Economy of Mineral Construction Materials and Demolition Waste in Urban Areas: A C.]”

- Resources, Conservation and Recycling 161:104942. doi: 10.1016/J.RESCONREC.2020.104942.
24. Lu, Weisheng, and Hongping Yuan. 2011. “Un Marco Para Entender Los Estudios de Gestión de Residuos En La Construcción [A Framework for Understanding Waste Management Studies in Construction].” *Waste Management* 31(6):1252–60. doi: 10.1016/J.WASMAN.2011.01.018.
25. Maldonado, Daniel, and Kevin Jiménez. 2017. “Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos En El Pueblo Cañari, a Través Del Mancomunamiento de GAD Municipales de Cañar, Biblián, El Tambo y Suscal [Integrated Waste and Solid Waste Management in the Cañari Community through the Joint Efforts of The.]”
26. Marmolejo, L., P. Torres, E. Oviedo, D. Bedoya, C. Amezquita, R. Klinger, F. Albán, and L. Diaz. n.d. “Flujo de Residuos: Elemento Base Para La Sostenibilidad Del Aprovechamiento de Residuos Sólidos Municipales [Waste Stream: A Basic Element for the Sustainability of Municipal Solid Waste of Municipal Solid Waste Utilization].” Redalyc.Org.
27. Ping Tserng, H., Cheng Mo Chou, and Yun Tsui Chang. 2021. “Las Estrategias Clave Para Implementar La Economía Circular En Proyectos de Construcción: Un Estudio de Caso de Taiwán [The Key Strategies to Implement Circular Economy in Building Projects—A Case Study of Taiwan].” *Sustainability* 2021, Vol. 13, Page 754 13(2):754. doi: 10.3390/SU13020754.
28. Plan V. 2020. “Ecuador, Ahogado En Basura, Está Lejos de Cumplir Las Metas de Los ODS Al 2030 [Ecuador, Drowning in Garbage, Is Far from Meeting SDG Targets by 2030].” Plan V.
29. Sun, Lu, Hong Li, Liang Dong, Kai Fang, Jingzheng Ren, Yong Geng, Minoru Fujii, Wei Zhang, Ning Zhang, and Zhe Liu. 2017. “Evaluación de Los Beneficios Ecológicos de La Simbiosis Industrial Urbana Basada En El Análisis de Los Flujos de Materiales y El Enfoque de Evaluación de La Emergencia: Un Caso de La Ciudad de Liuzhou, China [Eco-Benefits Assessment on Urban Industrial Sy.]” *Resources, Conservation and Recycling* 119:78–88. doi: 10.1016/J.RESCONREC.2016.06.007.
30. El Universo. 2020. “Ecuador Genera 375 Mil Toneladas de Residuos Sólidos Urbanos Al Año, Pero Solo Recicla El 4% de Estos Desechos [Ecuador Generates 375,000 Tons of

- Solid Urban Waste per Year, but Only 4% of This Waste Is Recycled].” *El Universo*. Retrieved (<https://n9.cl/zr8a1>).
31. Yuan, Hongping. 2013. “Indicadores Clave Para Evaluar La Eficacia de La Gestión de Residuos En Proyectos de Construcción [Key Indicators for Assessing the Effectiveness of Waste Management in Construction Projects].” *Ecological Indicators* 24:476–84. doi: 10.1016/J.ECOLIND.2012.07.022.
 32. Zambrano, Silvia, Lianet Goyas, and Javier Serrano. 2018. “Políticas Públicas En Defensa de La Naturaleza, Casuística y Penalidad En Ecuador [Public Policies in Defense of Nature, Casuistry and Penalties in Ecuador].” *Revista Universidad y Sociedad* 10(2):234–50.
 33. Zarza, Nerea. 2022. “POLÍTICA AMBIENTAL: Qué Es y Ejemplos [ENVIRONMENTAL POLICY: What It Is and Examples].” Retrieved August 21, 2022 (<https://n9.cl/9oivf>).

© 2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).