

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador

Departamento de Asuntos Públicos

Convocatoria 2022-2023

Tesina para obtener el título de Especialización en Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades

Cuantificación teórica de los residuos de construcción y demolición en dos edificaciones del
DMQ y su relación con el Cambio Climático

María Belén Martínez Galárraga

Asesor: MSc. Pablo Ordóñez Gutiérrez

Lector: Martín Scarpacci

Quito, mayo de 2024

Dedicatoria

A mis padres.

Epígrafe

Cada uno de nosotros podemos hacer cambios en la forma en que vivimos y ser parte de la solución al cambio climático.

Sé parte de estas soluciones. Ayuda a impulsar la acción sobre la crisis climática, en tu lugar de trabajo, en tu comunidad, en tu red de contactos y amigos, y lo más importante en la política pública de la nación en la que vives

—Al Gore

Índice de contenidos

| | |
|--|----|
| Dedicatoria | 2 |
| Epígrafe | 3 |
| Lista de siglas y acrónimos | 8 |
| Resumen | 10 |
| Agradecimientos..... | 14 |
| Introducción | 15 |
| Objetivo General..... | 20 |
| Objetivos Específicos | 20 |
| Capítulo 1. Marco Teórico | 21 |
| 1.1. Normativa Nacional enfocada en la gestión de residuos sólidos | 21 |
| 1.2. Normativa Local enfocada a la gestión de residuos sólidos - RCD en el DMQ | 24 |
| 1.3. Normativa nacional y local enfocada al cambio climático..... | 26 |
| 1.4. Normativa nacional y local enfocada a la construcción sostenible y/o ecoeficiente.... | 27 |
| 1.5. Marco Analítico..... | 29 |
| 1.6. Metodología..... | 34 |
| 1.6.1. Determinación de la cuantificación teórica de RCD | 34 |
| 1.6.2. Estimación de GEI del proceso constructivo de una edificación | 38 |
| 2.1. Descripción de dos edificaciones sujeto de estudio en el DMQ | 46 |
| 2.2. Cuantificación teórica de RCD..... | 46 |
| 2.2.1. Cuantificación de RCD en Edificación A | 49 |
| 2.2.2. Cuantificación de RCD en Edificación B | 53 |
| 2.3. Estimación de huella de carbono | 58 |
| 2.3.1. Edificación A..... | 59 |
| 2.3.2. Edificación B..... | 61 |
| 2.3.3. Comparación de huella de carbono | 63 |
| 2.4. Propuesta de Esquema de Plan de Gestión de RCD..... | 77 |
| Conclusiones | 82 |
| Referencias | 84 |

Anexos..... 89

Lista de Ilustraciones

Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1.1.Indicadores y Metas de Objetivo Estratégico 2..... | 32 |
| Tabla 1.2.Información necesaria para utilizar la calculadora de CO2 | 41 |
| Tabla 2.1.Porcentaje de residuos generados en una obra de acuerdo a su actividad..... | 47 |
| Tabla 2.2.Cantidad de RCD estimados en el todo el proceso constructivo de la edificación A | 52 |
| Tabla 2.3.Cantidad de RCD estimados en todo el proceso constructivo de la edificación B .. | 55 |
| Tabla 2.4.Volumen y porcentaje global de RCD generados por las 2 edificaciones | 58 |
| Tabla 2.5.Valores estimados para cálculo y huella de carbono de una retroexcavadora | 63 |
| Tabla 2.6.Valores estimados para cálculo y huella de carbono de una minicargadora..... | 67 |
| Tabla 2.7.Valores estimados para cálculo y huella de carbono de un camión grúa..... | 70 |
| Tabla 2.8.estimados para cálculo y huella de carbono de una volqueta..... | 73 |
| Tabla 2.9.Estimación de huella de carbono..... | 76 |
| Tabla 2.10.Cantidad de residuos evitados en una escombrera | 79 |

Ilustraciones

| | |
|--|----|
| Ilustración 1.1.Densidad poblacional bruta proyectada al 2020 | 29 |
| Ilustración 2.1.Proyectos certificados y concentración de proyectos en construcción entre el 2020 y 2022..... | 44 |
| Ilustración 2.2.Distance y tiempo de traslado desde el sector del parque La Carolina a la escombrera el Troje IV..... | 60 |
| Ilustración 2.3.Distance y tiempo de traslado desde el valle de Cumbayá sector gasolinera Primax a la escombrera el Troje IV | 62 |

Gráficos

| | |
|---|----|
| Gráfico 1. Esquema de Plan de Gestión de RCD..... | 13 |
| Gráfico 1.1.Principio de jerarquización de residuos sólidos | 22 |
| Gráfico 1.2.Presupuesto de inversión 2022 - 2024 | 35 |

| | |
|---|----|
| Gráfico 1.3. Clasificación de los RCD | 37 |
| Gráfico 1.4. Etapas y módulos del ciclo de vida de las edificaciones..... | 39 |
| Gráfico 1.5. Ejemplo de cómo la información de la calculadora se traduce al impacto por hora | 40 |
| Gráfico 2.1. Número de edificaciones a construir - Datos por cantones 2020 – 2021 | 44 |
| Gráfico 2.2. Residuos sólidos que se generarían en proceso de derrocamiento del proyecto Edificio A | 50 |
| Gráfico 2.3. Volumen de tierras de excavación del edificio A | 51 |
| Gráfico 2.4. Residuos sólidos que se generarían en la fase de construcción del edificio A | 51 |
| Gráfico 2.5. RCD generados en el ciclo constructivo del edificio A de acuerdo con la clasificación general de la Norma Española RD 105/2008 (incluyendo las tierras de excavación)..... | 52 |
| Gráfico 2.6. Volumen de tierras de excavación de la edificación B | 53 |
| Gráfico 2.7. Residuos sólidos que se generarían en la fase de construcción del edificio B..... | 54 |
| Gráfico 2.8. RCD generados en el ciclo constructivo del edificio B de acuerdo con la clasificación general de la Norma Española RD 105/2008 (incluyendo las tierras de excavación)..... | 55 |
| Gráfico 2.9. Estimación del volumen de RCD generados en la construcción de dos edificaciones de gran tamaño en el DMQ | 56 |
| Gráfico 2.10. Estimación y comparación de la huella de carbono generada por una retroexcavadora | 66 |
| Gráfico 2.11. Estimación de la huella de carbono generada por una minicargadora | 69 |
| Gráfico 2.12. Estimación y comparación de la huella de carbono generada por un camión grúa | 72 |
| Gráfico 2.13. Estimación y comparación de la huella de carbono generada por una volqueta. | 75 |
| Gráfico 2.14. Escenario alternativo..... | 75 |
| Gráfico 2.15. Esquema de Plan de Gestión de RCD..... | 78 |
| Gráfico 2.16. Esquema ampliado del manejo adecuado de los RCD..... | 80 |

Lista de siglas y acrónimos

| | |
|-----------|--|
| APIVE | Asociación de Promotores Inmobiliarios de Vivienda |
| CAEP | Colegio de Arquitectos de Pichincha |
| CCHC | Cámara Chilena de la Construcción |
| CEPAL | Comisión Económica para América Latina y el Caribe |
| CFN | Corporación Financiera Nacional |
| CO2 | Dióxido de carbono |
| CO2eq | Dióxido de carbono equivalente |
| COAM | Código Orgánico del Ambiente |
| COOTAD | Código Orgánico de Organización Territorial |
| DMQ | Distrito Metropolitano de Quito |
| ECP | Entidad Colaboradora de Proyectos |
| EMGIRS EP | Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos |
| ESED | Estadísticas de Edificaciones |
| GADs | Gobiernos Autónomos Descentralizados |
| GEI | Gases de efecto invernadero |
| INEC | Instituto Nacional de Estadísticas y Censos |
| LAC | Latinoamérica y el Caribe |
| LER | Lista Europea de Residuos |
| MAATE | Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica |
| MIDUVI | Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda |
| ODS | Objetivos de Desarrollo Sostenible |
| PMDOT | Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Distrito Metropolitano de Quito |
| RCOAM | Reglamento al Código Orgánico del Ambiente |
| RCD | Residuos de Demolición y Construcción |

SRI Servicio de Rentas Internas

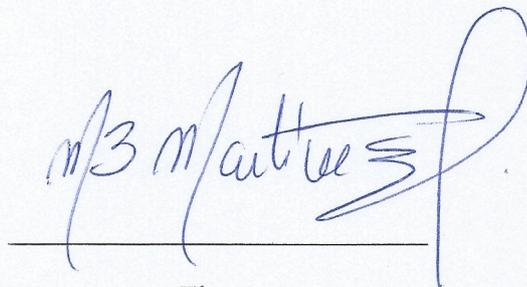
UE Unión Europea

Declaración de cesión de derecho de publicación de la tesina

Yo, María Belén Martínez Galárraga, autora de la tesina titulada “Cuantificación teórica de los residuos de construcción y demolición en dos edificaciones del DMQ y su relación con el Cambio Climático” declaro, que la obra es de mi exclusiva autoría, que le he elaborado para obtener el título de especialización en Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades concedido por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador.

Cedo a la FLACSO Ecuador los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, bajo la licencia de *Creative Commons* 3.0 Ecuador (CC BY-NC-ND 3.0 EC), para que esta universidad la publique en su repositorio institucional, siempre y cuando el objetivo no sea obtener un beneficio económico.

Quito, mayo de 2024

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'm/3 m/arte 3f', written over a horizontal line.

Firma

María Belén Martínez Galárraga

Resumen

El incremento de la demanda en la construcción de nuevas edificaciones debido al crecimiento de la ciudad de Quito, ha llevado a que el municipio esté en una constante búsqueda de espacios que cumplan con condiciones técnicas y ambientales que sirvan como vertederos de inertes debido a la cantidad de residuos de demolición, excavación y construcción (RCD) o también llamados escombros que se generan y que son enviados a las escombreras en la mayoría de los casos sin ningún tipo de clasificación previa. De la investigación realizada, se evidenció que el DMQ no cuenta con una caracterización de escombros que permita definir una cuantificación por su tipo, para facilitar su valorización y recuperación, ni con registros donde se evidencie la cantidad que son recuperados o valorizados antes de ser enviados ni los recuperados en las escombreras autorizadas.

En esta tesina se realiza una estimación teórica de los RCD generados en dos edificaciones ubicados en la zona urbana del DMQ, cuantificando y clasificándolos por su tipología para así identificar aquellos que podrían ser valorizados y evitados de ser trasladados a las escombreras autorizadas y como se relacionan con el cambio climático.

Para la cuantificación, se clasificaron de acuerdo con la Norma Española RD 105/2008 y la Lista Europea de Residuos LER para construcción, así como los Ratios Nacionales de generación de RCD del Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, que son: i) tierras y piedras de excavación, ii) no pétreos, iii) de naturaleza pétreo y iv) residuos mezclados. No se consideraron en este análisis la generación de los desechos peligrosos de obra; Las fases consideradas en este análisis fueron:

1. Fase de demolición o derrocamiento
2. Fase de excavación
3. Fase de construcción

Donde se obtuvieron los siguientes resultados:

- Fase de excavación: el 100% de los residuos generados corresponden a tierras y piedras de excavación, que pueden ser reutilizadas en la misma obra o redistribuidas en otros proyectos de la misma constructora u otros proyectos o servicios (ej. viveros o rellenos) con autorización previa municipal, siendo la diferencia la proporción a ser llevada a la escombrera autorizada.

- Fase de demolición y construcción: i) no pétreos (madera, metales varios, vidrio, papel - cartón, plásticos, materiales de construcción) que corresponden al 12.36% y que pueden ser valorizados y recuperados en su totalidad, ii) de naturaleza pétreo (arena, grava y otros pétreos, restos de hormigón, residuos grava y rocas, ladrillos, bloques, tejas, azulejos y otras cerámicas que corresponden al 82.23%, los cuales pueden ser reutilizados o reciclados en procesos de ejecución de materiales de construcción, reduciendo la explotación de materias primas (pétreos) y iii) residuos mezclados de construcción que corresponden al 5.42% que sería la fracción a ser trasladada a una escombrera autorizada sino se cuenta con un proceso de valorización previa

Del análisis realizado, se identificó que las edificaciones de estudio, entre los años 2020 y 2021 generaron el 17.75% de los escombros ingresados en las escombreras autorizadas del DMQ, de los cuales el 15% corresponden a tierras y piedras del proceso de excavación y el 2.75% al resto de los residuos provenientes de los procesos de demolición y construcción, los cuales pueden ser valorizados prácticamente en su totalidad, resultando beneficioso para la empresa, disminuyendo la cantidad de RCD trasladados a una escombrera y contribuyendo en alargar la vida útil de la misma, mejorando las condiciones laborales de los recicladores artesanales ya que se evita el ingreso los RCD y se puede lograr una entrega directa, siendo necesario que haya un compromiso por parte de todos los actores involucrados en el manejo de los residuos desde el diseño del proyecto, hasta su disposición final.

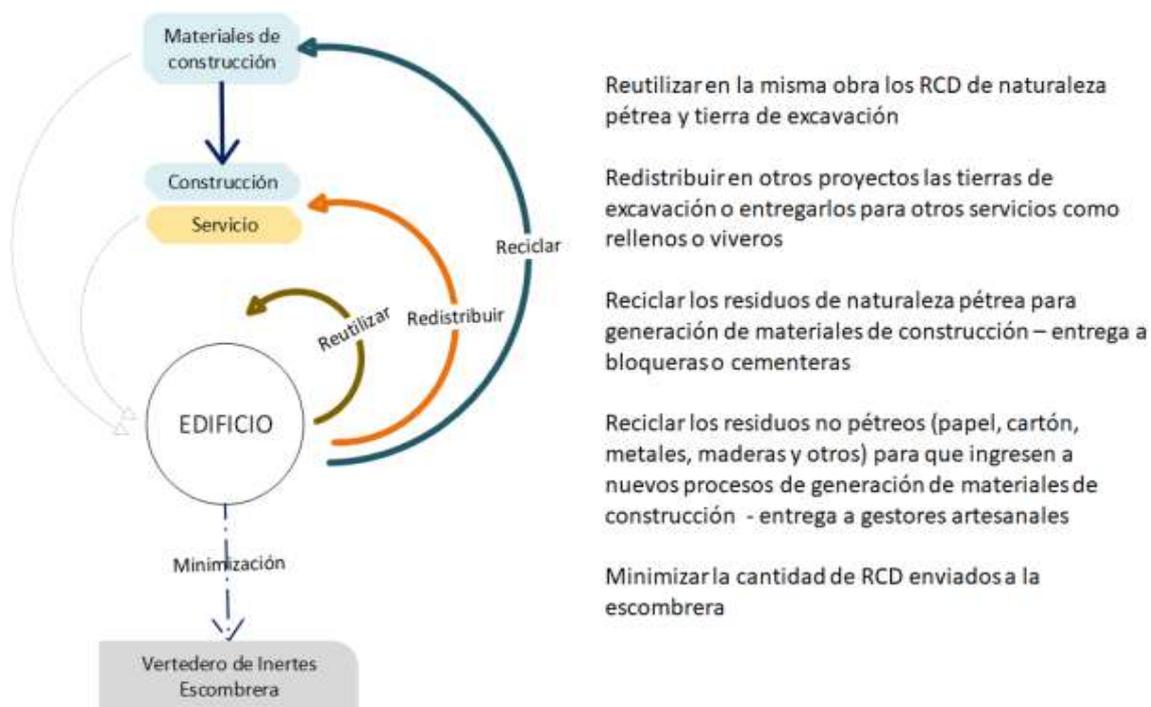
Por otra parte y considerando que el sector de la construcción genera alrededor del 38% de todas las emisiones de GEI y la fase constructiva de una edificación (incluye también la fase de demolición) genera alrededor del 2% de las emisiones de CO₂eq de todo el ciclo de vida, no deben ser tomadas a la ligera, aunque se considere como una fase que genera bajas emisiones, pero sus potenciales impactos socio ambientales directos e indirectos son considerables, los cuales si no son manejados correctamente pueden volverse permanentes, en especial si no se realiza un uso eficiente de la maquinaria pesada y el manejo adecuado de los “RCD” pueden ocasionar el incremento de nuevas actividades que conlleven el aumento de GEI por el incremento en el uso de varios materiales, equipos, maquinarias y recursos para mitigar o compensar los impactos ambientales negativos generados directa o indirectamente, que conllevan a un incremento de horas de uso de maquinaria pesada para recuperar o arreglar y un mayor número de viajes para el desalojo en las escombreras autorizadas.

De la estimación de la huella de carbono, se obtuvo que la edificación A, generó 300.6 kgCO₂ eq/h y el edificio B 236.9 KgCO₂eq, ambas edificaciones generaron en una hora de

construcción 536.9 kgCO₂eq., asumiendo una generación constante en el mes, estas edificaciones habrían generado alrededor de 85.90 Ton CO₂eq/mes, solo por uso de maquinaria. Tomando en cuenta que este tipo de construcciones tardan entre dos y cuatro años en ejecutarse, es importante considerar la cantidad de emisiones que se generarían y cómo podrían evitarse no solo dando énfasis a la energía embebida en la producción de los materiales de construcción y el funcionamiento de las edificaciones, sino también en la eficiencia durante el proceso constructivo para reducir las emisiones de carbono embebido, mediante una construcción sostenible y comprometida en un manejo ambiental adecuado, el cual todavía debe ser estudiado a mayor profundidad.

Esto, llevó a proponer un esquema general de plan de manejo de RCD que permita evidenciar como el manejo en la fase de construcción puede minimizarse e incluso llegar a ser “basura cero”, si se incorporan conceptos de economía circular, como se evidencia en el gráfico a continuación y que se encuentra a mayor detalle en la sección 2.4.

Gráfico 1. Principio de jerarquización de residuos sólidos



Fuente: Elaborado por la autora

Para que exista un manejo adecuado de los RCD, estos se deben tratar con la misma importancia que al resto de las actividades, llevar un correcto registro de clasificación y cuantificación que permita a la constructora posteriormente evidenciar los beneficios directos e indirectos que se generan al tener procesos de gestión enfocados en la sostenibilidad.

Agradecimientos

Agradezco a la Entidad Colaboradora de Proyecto del Colegio de Arquitectos de Pichincha ECP CAE-P, al Centro de Investigación Urbana de Quito -CIUQ, a los arquitectos que me ayudaron con las entrevistas; a la Arq. Mariana Valdivieso, al Arq. Francisco Segovia y a la empresa constructora que está logrando un cambio en la construcción sostenible en la ciudad, a quien le auguro que siga cosechando éxitos y que me permitió usar la información de sus proyectos para el desarrollo de esta tesina, así como a mis amigos, colegas y a mi hermano Raúl Andrés que me apoyaron en la ejecución de esta tesina.

A todos ustedes, infinitamente: ¡GRACIAS!

Introducción

De acuerdo con los datos de la CEPAL, la población mundial al 15 de noviembre del 2022 fue de 8 mil millones de habitantes del cual el 8.2% de la población vive en América Latina y el Caribe, es decir 662 millones de personas; y, se estima que para el 2056 llegue a una población máxima igual a 752 millones de personas. (CEPAL 2022, 9).

De acuerdo con el Objetivo de Desarrollo Sostenible - ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles de la Agenda 2030 indica que:

El mundo cada vez está más urbanizado. Desde 2007, más de la mitad de la población mundial ha estado viviendo en ciudades, y se espera que dicha cantidad aumente hasta el 60% para 2030. Las ciudades del mundo ocupan solo el 3% de la tierra, pero representan entre el 60% y el 80% del consumo de energía y el 75% de las emisiones de carbono. De acuerdo a esto, en los próximos decenios, el 95% la expansión urbana tendrá lugar en países en desarrollo (Naciones Unidas 2022, 1).

Esto no es una excepción para los países de Latinoamérica y el Caribe (LAC) donde se estima que el 80% de la población vive en zonas urbanas debido a “las altas tasas de crecimiento demográfico, que se observaron en la tercera década del siglo XX, junto a importantes movimientos de población que migraron del campo a sectores urbanos” (Martínez y Rubio 2017, 552). Muchas de las ciudades de LAC crecen sin una adecuada planificación o ejecución de sus planes de desarrollo territorial y/u ordenamiento territorial generando una expansión desordenada por el incremento de construcciones formales e informales. Este crecimiento ocasiona una mayor demanda de servicios y necesidad de edificaciones para la vivienda y trabajo de los nuevos moradores; recalando que las ciudades son cambiantes al estar en continuo crecimiento y así como generan bienestar, también generan una considerable cantidad de residuos sólidos.

Actualmente, las ciudades se enfrentan en el reto de lograr una adecuada gestión de los residuos sólidos que permitan una reducción, reutilización, minimización, recuperación a través de reciclaje e incluso se menciona de poder llegar a ser «basura cero», que permita a la sociedad pasar de una economía lineal a una economía circular en pos de mejorar y recuperar las condiciones ambientales del entorno.

Los residuos sólidos tienen una amplia subclasificación, tal es el caso del estudio de esta investigación, nos centraremos en la clasificación enfocados en los residuos de construcción y

demolición – RCD o también llamados escombros provenientes de las actividades constructivas.

De la revisión de la literatura realizada se pudo identificar que a partir de la década del año 2000 se da un incremento en el interés del potencial que esta temática tiene, debido a los grandes desafíos que presenta la gestión de los RCD a nivel mundial, aún se considera como una temática que cada vez va ganando interés, además en algunos países desarrollados como Malasia y China promocionan metodologías de investigación a través de la recopilación de datos y análisis descriptivos, anticipan que las investigaciones a futuro sobre la gestión de los RCD serán realizadas en las economías en desarrollo, donde las obras de construcción seguirán siendo parte de las actividades económicas principales (Yuan y Shen 2010, 671), todavía son varios los países donde su gestión es lineal y no se cuentan con estudios que profundicen su generación, manejo y disposición final, ni sus impactos ambientales y cómo su manejo contribuye o no en el cambio climático, siendo pocos los artículos o análisis que generen una caracterización que permita clasificarlos y valorizarlos.

Mália et. al. (2013, 241) indican que el peso de las actividades de construcción también son reflejadas en el ambiente, considerando que este sector consume más materias primas y energía que cualquier otra actividad económica y produce residuos más comunes, los cuales provienen de residuos de demoliciones para nuevas construcciones, rehabilitación y construcción de edificios, obras y otras estructuras; tomando en cuenta que una de sus principales características es que se consideran como inertes a pesar de los grandes volúmenes y tamaños, suelen tener un alto potencial para ser minimizados, en algunos casos son similares a los residuos sólidos municipales.

La Cámara Chilena de la Construcción (CCHC) indica que:

El sector de la construcción es uno de los principales consumidores a nivel global. Los edificios usan el 40% de la materia prima global (3 billones de toneladas anuales), generando entre un 25% y 40% de residuos sólidos, de los cuales menos de un tercio son reutilizados o reciclados (CCHC 2021, 14).

Suárez et. al (2019, 2-22) indican que: “El sector de la construcción contribuye a muchos de los impactos medioambientales, la industria de la construcción es la principal consumidora de recursos en el mundo. Se estima que el 40% de la energía total y el 30% de emisiones de CO2 provienen de dicha industria”.

Los mismos autores indican que “en el mundo, cada año se producen 6,5 mil millones de toneladas de RCD” (Suarez et.al. 2019, 2/22). Sin embargo, son pocos los países que realizan una gestión circular de estos residuos como Reino Unido, Dinamarca, Países Bajos, Alemania, España, Bélgica, Japón y Corea del Sur que presentan un alto porcentaje de recuperación y aprovechamiento.

Villoria y Osmani (2019,1) en su diagnóstico indican que la Unión Europea se puso como una meta recuperar como mínimo un 70% de los RCD en el 2020, realizando una separación en la fuente, reutilización del material, aprovechamiento en diferentes áreas de la construcción, tratamientos específicos como reciclaje de materiales, que permitan disminuir el material enviado a su disposición final en las escombreras o vertederos de inertes.

Estos residuos suelen ser depositados en vertederos de inertes o también llamados escombreras, rellenos anti técnicos, quebradas, cuencas de ríos o terrenos baldíos que generan problemas ambientales debido al mal manejo de los mismos, sin considerar el potencial de ser recuperados y reutilizados permitiendo una reducción en la utilización de algunas materias primas y disminuyendo la cantidad de escombros que se depositan en un relleno de inertes. Ecuador no es la excepción, en vista que no cuenta con un adecuado sistema de gestión y la normativa nacional es muy general en temas de aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos, enfocándose más en los residuos residenciales e industriales que los generados en un proceso constructivo.

En el caso de la Comunidad Europea, se observó la necesidad de complementar la normativa con herramientas y metodologías que permitan estimar la cantidad de los RCD proporcionando cifras confiables como referencia para predecir las cantidades que un proyecto podría generar, en España se utilizó la metodología usada por Maña i Reixach et. al. (2013, 242) que calcula el volumen por unidad de área de residuos generados para nuevas construcciones y demolición de edificaciones. Actualmente cuentan con una definición de residuos de construcción y demolición de acuerdo con el tipo de materiales que pueden ser recuperados en porcentajes globales establecidos en la Norma Española RD 105/2008 y la Lista Europea de Residuos LER de residuos de construcción (Comisión Europea 2016, 38), que permite cuantificar de forma clasificada y aproximada las cantidades de RCD a generar en un proyecto reduciendo de esta manera la cantidad de escombros que pudieran ingresar a los vertederos de inertes y permitiendo realizar un manejo adecuado de los residuos que son susceptibles de ser recuperados.

De la investigación preliminar en los países de Latinoamérica y el Caribe (LAC), la mayoría de los análisis de cuantificación y caracterización que se han realizado son para proyectos específicos, pero no se ha establecido cantidades que se han evitado de ser enviados a una escombrera ni su huella de carbono, con excepción de Chile y Brasil que lideran la gestión de los RCD y cuentan con normativa específica para su gestión, además de tener una caracterización general y encontrarse encaminados a una economía circular sobre este tema en particular.

En el año 2016, Marta Jofra de la Fundación ENT, presentó una metodología para la gestión ambiental de RCD en ciudades de América Latina, que puede ser replicada en otras ciudades, dentro de las cuales recomienda:

- Garantizar el correcto manejo de los RCD desde su producción, gestión, transporte y tratamiento final.
- Promover la reutilización en origen de materiales y productos dentro de las obras.
- Aumentar las prácticas de separación selectiva en origen con el objeto de potenciar las fracciones que se destinan a reciclaje y reutilización.
- Minimizar la cantidad de residuos destinados a escombreras controladas (Jofra 2016, 19).

Por otro lado, la Cámara Chilena de la Construcción (CCHC), realizó una propuesta de estrategia sectorial 2021 - 2025, en el cual propone consideraciones de economía circular en la construcción, que logre un cambio en el modelo de consumo del sector constructivo, enfocado en la hoja de ruta para un Chile circular al 2040, donde se logren cambios “en los patrones de producción, innovación y trabajo colaborativo entre distintos sectores. (...) Estas metas implican mejoras en distintos indicadores que involucran a la industria de la construcción, como por ejemplo generación de residuos” (CCHC 2021, 13), y como este gremio ha tomado conciencia y acción para reducir sus impactos ambientales, así como tratar de reducir sus emisiones.

Por otro lado, revisando la generación de RCD y cómo estos contribuyen al cambio climático, se evidencia que la industria de la construcción se considera una de las contaminantes y que generan la mayor cantidad de emisiones (García-Ochoa et. al. 2020, 2), esto lo confirma el Programa Ambiental de la Naciones Unidas en su Informe de Estado Global 2020 para Edificios y Construcción, en el cual se indica que alrededor del 38% de las emisiones globales (directas e indirectas) provienen del sector de la construcción (industria de la construcción, construcción y funcionamiento de la edificación (Naciones Unidas 2020, 24).

Esto ha llevado a que varias industrias ligadas a este sector busquen la manera de minimizar y reducir sus impactos ambientales y emisiones en toda su cadena de producción. Para ello existen varias metodologías que permiten medir y cuantificar las emisiones de las edificaciones a lo largo de su ciclo de vida, aunque en su mayoría se centran en las fases de producción de los materiales y funcionamiento de la edificación, por ser las etapas donde se producen la mayor cantidad de emisiones. En el proceso de construcción per se, actualmente se estima que las emisiones son alrededor del 2% del ciclo de vida de una edificación, de la investigación realizada, se evidencia que existe una falta de datos asociadas al proceso constructivo, como el uso de los equipos para movimiento de tierras, consumo energético de los mezcladores de hormigón, las emisiones del proceso de instalación, transporte uso de equipos y maquinarias que permitan cuantificar las emisiones de GEI (García et. al. 2020, 15).

Para el caso del Ecuador, no existen estadísticas que permitan analizar la situación de los RCD, ni diagnósticos técnicos que permitan identificar si existe un aprovechamiento, cuantificación y caracterización que permitan establecer procesos de gestión para una recuperación y aprovechamiento de los mismos; “los residuos generados en construcción, no cuentan con estadísticas detalladas que evidencien el problema y establezcan el espacio para definir métodos para su control y gestión” (Real 2017, 17), siendo pocos los municipios que cuentan con vertederos de inertes o escombreras autorizadas para su depósito, como el caso del Distrito Metropolitano de Quito, que entre los años 2020 a 2021 ingresaron para disposición final 1.145.664 m³ de RCD en sus escombreras autorizadas, tal como se evidencia en su Plan de Gestión Integral Municipal de Residuos y Desechos Sólidos No Peligrosos y Desechos Sanitarios del Distrito Metropolitano de Quito (2022-2032) (DMQ 2022, 142), sin embargo, su manejo aún es lineal, es decir “de la cuna a la tumba”.

Es necesario considerar que, debido al crecimiento de las ciudades, cada vez es más complejo encontrar espacios adecuados que cumplan con requerimientos técnicos y socioambientales para la disposición final de los RCD, siendo imperante que se considere un cambio en la manera en que los actores involucrados en el proceso de construcción realizan la gestión de sus escombros, lo que nos lleva a preguntarnos ¿Cómo se beneficia la adecuada clasificación y valorización de los RCD a partir de una cuantificación teórica en la etapa constructiva de las edificaciones?

Objetivo General

Cuantificar teóricamente los residuos sólidos de construcción y demolición que se generan en la etapa constructiva de 2 edificaciones ejecutadas en el Distrito Metropolitano de Quito en el periodo 2020 – 2021 y su relación con el cambio climático

Objetivos Específicos

1. Estimar la cantidad residuos sólidos que pueden ser recuperados y evitados en las escombreras autorizadas del DMQ en función de las edificaciones del estudio de caso de manera teórica.
2. Aproximar la huella de carbono generada en la etapa constructiva (demolición, excavación y construcción), enfocada en la generación de los RCD de dos edificaciones, en función del uso de maquinaria en el proceso de constructivo
3. Desarrollar un esquema de plan de gestión para el manejo adecuado de los RCD enfocados en la reducción de la huella de carbono y su conexión con la adaptación al cambio climático

Capítulo 1. Marco Teórico

La caracterización¹ teórica de los residuos de construcción y demolición – RCD, también llamados escombros², permitirá brindar una herramienta que permita identificar los materiales susceptibles a ser recuperados previo ingreso a una escombrera autorizada, dando una herramienta a los actores directos de los procesos de construcción, para lo cual se realizará una revisión de la normativa local y nacional en la gestión de residuos sólidos enfocada a la gestión de los RCD y construcciones sostenibles, cabe señalar que esta tesina se enfoca en una cuantificación teórica de RCD, partiendo del análisis de caracterización existente en España.

Abarca - Guerrero L. et. al. indican que:

Existen muy pocos estudios relacionados con la reutilización y reciclaje de residuos de construcción en países de ingresos bajos y medios, además las principales barreras y motivaciones para la reducción de residuos de construcción reportadas en la literatura se agrupan en torno a seis factores diferentes: financiero, institucional, ambiental, socio-cultural, técnico y legal (Abarca - Guerrero et. al. 2019, 69).

1.1. Normativa Nacional enfocada en la gestión de residuos sólidos

La Constitución del Ecuador promulgada en el 2008 establece en su artículo 14: “el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, garantizando la sostenibilidad y el buen vivir” (Constitución del Ecuador 2008, 14), en el artículo 264 se establecen las competencias exclusivas de los gobiernos municipales siendo una de ellas el manejo de los desechos sólidos y en el artículo 415 se indica que:

El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, (...) desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos (...) (Constitución del Ecuador 2008, 182).

El órgano encargado de dictar la política nacional para la gestión de los residuos sólidos no peligrosos en todos los niveles es el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), a través del Código Orgánico del Ambiente (COAM) que fue expedido el 12 de

¹ El Municipio de Ambiente del Perú, define a la caracterización de residuos sólidos como «una herramienta que permite obtener información primaria relacionada a las características del residuo sólido». (MINAN. 2019. Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales)

² Para este estudio, se considera la definición de escombros que consta en el artículo 2952 del Código Municipal del DMQ (Código Municipal 2021, 1186).

abril del 2017 mediante Registro Oficial Suplemento 983 y su Reglamento, en el cual se establece el Título V Gestión Integral de Residuos y Desechos, estableciendo en su artículo 226 el principio de jerarquización de los residuos, establece que:

La disposición final se limitará a aquellos desechos que no se puedan aprovechar, tratar, valorizar o eliminar en condiciones ambientalmente adecuadas y tecnológicamente factibles. La Autoridad Ambiental Nacional, así como los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos, promoverán y fomentarán en la ciudadanía, en el marco de sus competencias, la clasificación, reciclaje, y en general la gestión de residuos y desechos bajo este principio (COAM 2017, 61).

En el mismo artículo consta la jerarquización de los residuos, donde la primera actividad que el usuario debe optar es por la prevención y como última alternativa la disposición final en un relleno sanitario o vertedero de inertes, los cuales se presentan en la imagen a continuación.

Gráfico 1.2. Principio de jerarquización de residuos sólidos



Fuente: Elaborado por la por la autora con base en el Art. 266 del COAM (2017).

Además establece que los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos (GADM) son los responsables de proveer la infraestructura técnica así como el manejo integral de los residuos sólidos que se generen en su jurisdicción de acuerdo con la implementación de modelos de gestión integral de residuos sólidos no peligrosos y a fomentar en los generadores alternativas de gestión en función de la jerarquización y que los generadores de acuerdo con el principio de jerarquización, priorizará la prevención y

minimización de su generación, así como el adecuado manejo (separación, clasificación, reuso, reciclaje y almacenamiento temporal y transporte).

El Reglamento al Código Orgánico Ambiental (RCOAM), establece que los gobiernos autónomos descentralizados municipales y metropolitanos deben presentar a la Autoridad Ambiental Nacional cada 2 años el Plan de Gestión Integral Municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios, siendo algunas de sus competencias:

- La gestión integral de los residuos para las áreas urbanas y rurales de la jurisdicción
- Impulsar medidas para minimizar la generación de residuos sólidos
- Impulsar la instalación y operación de centros de recuperación y tratamiento de residuos sólidos aprovechables
- Obtener los permisos necesarios para el adecuado funcionamiento de los vertederos autorizados o rellenos sanitarios

De acuerdo con lo mencionado, el COOTAD, establece las funciones del gobierno autónomo descentralizado municipal para prestar los servicios públicos que le establezca la ley, en el cual se encuentra el manejo de los desechos sólidos en su artículo 55 (COOTAD 2015, 38), en el artículo 73 establecen que los distritos metropolitanos autónomos al ser regímenes especiales del gobierno cantonal, ejercerán las competencias atribuidas a los gobiernos autónomos descentralizados municipales. Los gobiernos del distrito autónomo metropolitano en su artículo 84, que promuevan un desarrollo sustentable del área de jurisdicción que garantice la realización del buen vivir mediante la ejecución y aplicación de políticas públicas metropolitanas que regulen, prevengan y controlen la contaminación ambiental en el territorio de manera coordinada con la planificación y políticas regionales y nacionales. (COOTAD 2015, 54).

Por otra parte, la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2841: 2014-03, establece los colores de los contenedores o zonas de señalización de almacenamiento temporal de los residuos sólidos que permita una recolección selectiva y de acuerdo con la clasificación específica, establece la colorimetría a utilizar para los residuos sólidos clasificados como escombros y asimilables a escombros, siendo este el color anaranjado y definiéndolo como un residuo especial:

4.20 Residuos especiales. Aquellos que se encuentran determinados en el listado Nacional de Desechos Especiales, lo que implica que la regularización ambiental para su gestión,

transporte, almacenamiento y disposición final serán regulados de acuerdo a los lineamientos técnicos específicos establecidos en base a la legislación ambiental vigente; que sin ser necesariamente peligrosos, por su naturaleza, pueden impactar el entorno ambiental o la salud debido al volumen de generación y/o difícil degradación y para los cuales se debe implementar un sistema de recuperación, reutilización y/o reciclaje con el fin de reducir la cantidad de residuos generados (INEN 2014, 3).

Se puede evidenciar, que la normativa nacional, está enfocada en una gestión macro de los residuos sólidos y a los RCD los clasifica como residuos especiales por el volumen de generación.

1.2. Normativa Local enfocada a la gestión de residuos sólidos - RCD en el DMQ

Para el caso de DMQ, la normativa que rige la gestión de los residuos sólidos, es el Código Municipal, que consta en el Libro IV.3 Del Ambiente, Título I De la Prevención y Control del Medio Ambiente, Capítulo I Del Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos, el cual tiene como objeto regular el funcionamiento del Sistema de Gestión Integral de los Residuos Sólidos del DMQ, estableciendo los derechos, obligaciones y responsabilidades para la gestión de adecuada de los residuos sólidos.

En el artículo 2944.- Principios que rigen el sistema de manejo integral de residuos sólidos, en el numeral 1 se indica la jerarquización de prevención, precaución y control, considerando acciones e intervenciones para: (a) reducir en la fuente, evitando la generación de residuos desde el origen; (b) aprovechamiento, en cualquier etapa de la cadena de producción o consumo, reduciendo la cantidad de residuos que deben ser recolectados, trasladados y dispuestos en el relleno sanitario; (c) separación en la fuente, que permita una recolección eficiente y adecuada hacia lugares de acopio para gestión y procesamiento; (d) tratamiento, de preferencia en la fuente de origen de manera segura, que prevengan cualquier afectación al ambiente y (e) disposición, de manera segura y adecuada con la finalidad de minimizar los potenciales impactos ambientales al ambiente. (Código Municipal 2021, 1182).

En la sección II de la Clasificación de los residuos sólidos, para facilitar su separación son agrupados en: “orgánicos o compostables, e inorgánicos que pueden ser reciclables y no aprovechables” (Código Municipal 2021, 1186). Además, de acuerdo con su origen, en el artículo 2952 los clasifican como:

Escombros y otros: Son los que se generan por producto de construcciones, demoliciones y obras civiles; tierra de excavación, arenas y similares, madera, materiales ferrosos y vidrio;

chatarra de todo tipo que no provenga de las industrias, llantas de automóviles, ceniza producto de erupciones volcánicas, material generado por deslaves u otros fenómenos naturales (Código Municipal 2021, 1188).

En el artículo 2979. Recolección de escombros, establece que la recolección, transporte, disposición final en las escombreras autorizadas es responsabilidad del productor o generador y debe realizarse de forma separada del resto de residuos y el párrafo IV Disposición final de residuos sólidos escombros y otros, se define que los únicos sitios para recibir RCD son los autorizados por el Municipio, siendo responsabilidad de los generadores presentar un volumen estimado de los RCD previa obtención de la licencia de construcción y define a una escombrera como:

Art. 3005.- De los vertederos.- Se denominan vertederos de tierras y escombros a las superficies de terreno que, por sus características topográficas y de situación, pueden ser utilizadas para la recepción de productos procedentes de derribo, vaciado y construcción. Dichos productos, a efectos medioambientales, deberán poseer las características de inertes (Código Municipal 2021, 1201).

También establece los lineamientos para la reducción, aprovechamiento, reutilización, reciclaje y tratamiento de los residuos sólidos de acuerdo a sus características como son el aluminio, madera, vidrio, papel, cartón y plásticos; sin que sea una enumeración taxativa e indica que la Secretaría de Ambiente del DMQ será la entidad que establezca el tratamiento especial para cada tipo de material aprovechable.

La operación y disposición final de los escombros, en el DMQ debe ser operada por el Municipio o por terceros autorizados por el Municipio; en el caso de los RCD dicha operación y disposición final, está a cargo de la EMGIRS EP, siendo uno de sus objetivos fomentar la prevención y reducción de la producción de los residuos sólidos mediante la reutilización y reciclaje (Código Municipal 2021, 134) y ejecutar el plan de gestión integral municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios del distrito metropolitano de Quito.

La normativa del DMQ, establece la separación y clasificación de residuos y definición de los residuos sólidos, donde constan los escombros, sin embargo, dicha clasificación todavía está más enfocada en los residuos domiciliarios e industriales, ya que no se cuenta con una sub clasificación y definición específica que identifique cuáles son los potenciales residuos de construcciones, demoliciones y construcciones que pueden ser recuperados y valorizados.

1.3. Normativa nacional y local enfocada al cambio climático

En el año 2019, a través de Decreto Ejecutivo N°840, se establece como política de Estado la Primera Contribución Determinada a Nivel Nacional - NDC siendo de carácter obligatorio el cumplimiento de los compromisos que constan en el Acuerdo de París por las entidades competentes y sectores cubiertos por las iniciativas.

A este decreto ejecutivo se adjunta la Primera Contribución Determinada a Nivel Nacional y su Plan e Implementación para el periodo 2020 - 2025, en el cual el Ecuador se compromete a reducir en un 9% las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en los sectores de agricultura, industria, energía, procesos, agricultura y residuos, proceso que es liderado por el MAATE.

De acuerdo con lo publicado por el MAATE en su página web, indica que en promedio al año: “Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Ecuador emite 1.9 toneladas métricas de CO₂ por habitante. Lo que representa un 0.1% de emisiones a nivel mundial” (MAATE 2023, 1).

Además, en la Tercera Comunicación Nacional del Ecuador, se presentó las emisiones totales del inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI) 2012, las cuales fueron de 80.627,16 Gg de CO₂eq; de estas, el 46.63% de las emisiones provienen del sector energía y el 4.19% del sector de residuos (enfocados en rellenos sanitarios y botaderos). Dentro del sector energía, para las actividades de quema de combustibles, se estimaron 12.023,44 Gg de CO₂eq para las industrias manufactureras y de la construcción a nivel nacional, por lo que el sector de la construcción estaría generando una cantidad de GEI, si se consideran también los RCD que el proceso constructivo genera.

Para el caso del DMQ, en su Código Municipal, Libro III Del eje económico, Título I De la Responsabilidad Social para el Fomento del Distrito Metropolitano de Quito como un Territorio Sostenible y Responsable, indica en el artículo 1077.- Principios de este título, en Distrito sostenible y responsable, donde se promueve la responsabilidad social y participativa, con el fin de ofrecer a los ciudadanos una buena calidad de vida minimizando los impactos en la naturaleza y preservando los activos ambientales y físicos para las generaciones futuras, llevando a cabo sus funciones, en la dimensión ambiental indica que:

Ambiental atendiendo de manera prioritaria la gestión ambiental local integrada al desarrollo territorial sostenible, la mitigación y adaptación al cambio climático y la reducción y compensación de las huellas ambientales. (Código Municipal 2022, 413).

En el Plan de Acción de Cambio Climático de Quito 2020, se indica que “de acuerdo con los datos disponibles del año base 2015, el inventario de GEI reporta un total de 7 611 216 TM CO₂eq” (Secretaría de Ambiente 2020, XV), donde se desarrolla el plan de acción de cambio climático de la ciudad, siendo una de las metas que al 2050, Quito sea una ciudad neutra de emisiones de GEI.

1.4. Normativa nacional y local enfocada a la construcción sostenible y/o ecoeficiente

El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) es la entidad pública nacional encargada de elaborar y emitir la política pública nacional para las ciudades de manera que estas sean incluyentes, equitativas, diversas, innovadoras y sustentables.

En el año 2015 a través del Registro Oficial 413 Primer Suplemento se expide la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), que abarca una serie de normativas donde se establecen los requerimientos mínimos de calidad y seguridad a cumplir en las construcciones siendo de cumplimiento obligatorio de todos los actores involucrados en todas las etapas de un proceso constructivo, el cual consta de 5 capítulos³ que son: 1. Seguridad estructural de las edificaciones, 2. Guías prácticas de diseño de conformidad con NEC 15, 3. habitabilidad y salud, 4. servicios básicos y 5. documentos reconocidos.

En el capítulo 3 se desarrolla la norma NEC-HS-EE: Eficiencia Energética que está orientada a que se logre el uso racional de la energía logrando un consumo sostenible.

Para esto en el COOTAD en su art. 297 Objetivos del ordenamiento territorial, establece para el territorio distrital y cantonal como objeto de esta ley: “complementar la planificación económica, social y ambiental con dimensión territorial: (...) orientar su desarrollo y aprovechamiento sostenible” (COOTAD 2010, 128).

Así en el año 2015, el MAATE expide el marco institucional para incentivos ambientales “Punto Verde” a través del Acuerdo Ministerial 140, cuyo objeto principal el otorgar incentivos honoríficos y económicos a proyectos que fomenten el uso de bienes y servicios ambientales de manera sostenible enfocados en el cambio de patrones de producción y consumo a través del Acuerdo Ministerial 140, definiendo en el artículo 4 a las construcciones sostenibles como:

Aplicación de mejores prácticas ambientales durante todo el ciclo de vida de las edificaciones (diseño, construcción y operación), las cuales aportan de manera efectiva a minimizar el

³ Capítulos de la NEC: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

impacto del sector en el cambio climático, consumo de recursos y la pérdida de biodiversidad (MAATE 2015, 81).

En el mismo acuerdo ministerial se incentiva a varios sectores siendo uno de ellos el de la construcción, a que se implementen estrategias eficientes en el consumo de recursos, buenas prácticas ambientales, producción más limpia y disminución de la contaminación. En el título III se establecen las directrices para la certificación ecuatoriana ambiental a construcciones sostenibles, siendo su alcance para proyectos sostenibles que “demuestren una adecuada gestión ambiental en el uso de los recursos y manejo de residuos en sus diferentes etapas de construcción” (MAATE 2015, 90), estableciendo la etapas de construcción en el artículo 40, las etapas: 1. Estudio y Diseño, 2. Construcción y 3. Operación; en la etapa 2 una de las consideraciones es “el cumplimiento adecuado en el manejo de recursos y disposición de residuos y desechos” (MAATE 2015, 91).

Mediante Ordenanza Metropolitana N° 0041-2015 del 22 de febrero del 2015, se aprueba el Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Distrito Metropolitano de Quito (PMDOT), donde se emiten las directrices de desarrollo para ser ejecutadas con una visión a corto, mediano y largo plazo que permitan la organización del territorio de una manera sostenible relacionadas a la gestión social, económica productiva, ambiental y territorial para el periodo 2015 - 2025; el cual es actualizado mediante Ordenanza Metropolitana N°001-2021 del 13 de septiembre del 2021, además actualiza el Plan de Uso y Gestión del Suelo (PUGS) y sus apéndices que se agregan como anexos a la norma, para un periodo de 12 años comprendido entre el 2021 al 2033, al cual se hará referencia en esta investigación.

Mediante Ordenanza Metropolitana 2019-003 del 2 de mayo del 2019, se expide la “Ordenanza reformativa del Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito, por la cual se incorpora en el Libro VI.1, Del uso de Suelo, el Título VIII, que regula el incremento de pisos, por suelo creado, de acuerdo al Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, en Proyecto Eco-eficientes ubicados en las áreas de influencia del Sistema Metropolitano de Transporte y Proyectos ubicados en las Zonas Urbanísticas de Asignación Especial (ZUAE)” que reforma la Ordenanza Metropolitana N° 2013-0432 ; estableciendo en su artículo IV.1.401.- Eco-eficiencia:

(...), la eco-eficiencia es el conjunto de conceptos y estrategias que promueven el desarrollo urbano sostenible mediante edificaciones que reduzcan el consumo de agua potable, traten y reutilicen aguas residuales, aprovechen agua lluvia, gestionen la escorrentía urbana, optimicen

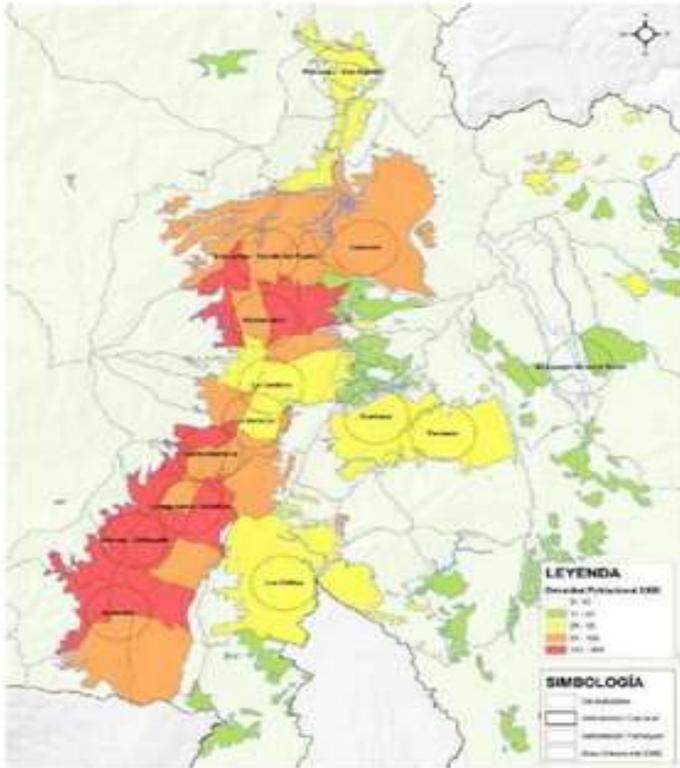
el consumo de energía eléctrica, adopten medidas que reduzcan la emisión de gases de efecto invernadero, clasifiquen y gestionen residuos sólidos, (...) (DMQ OM - 003 2019, 9).

Siendo la clasificación y gestión de residuos sólidos un parámetro optativo, que permite incrementar la sostenibilidad ambiental de la edificación, para su implementación, se debe aplicar lo establecido en la Resolución STHV-019-2020 del 27 de febrero del 2020 reformada mediante de la Resolución STHV-034-2020 de 9 abril de 2020 en el cual se establecen los parámetros técnicos, condiciones urbanísticas, métodos de calificación e instrucciones para el incremento de edificabilidad de acuerdo a lo establecido en la Ordenanza Metropolitana 2019-003. En el anexo 2 de la Resolución STHV-34-2020 consta el instructivo de aplicación de los parámetros de ecoeficiencia, en el cual consta en el numeral 3.2. Aportes ambientales y paisajísticos, el parámetro optativo en el sub parámetro 3.2.1. Planes de manejo: escombros, desechos sólidos y mantenimiento, donde se debe presentar para la construcción de la edificación el plan de manejo, siendo uno de sus componentes el plan de manejo de residuos sólidos y en sus consideraciones la diferenciación, de los residuos sólidos en reciclables y no reciclables; y entrega a gestores ambientales autorizados a través de la suscripción de un convenio de recolección y para la disposición final de los RCD el contrato con la EMGIRS.

1.5. Marco Analítico

La ciudad de Quito, es la capital del Ecuador, ubicada en la provincia de Pichincha al norte de la misma con una superficie de 423.055,23 ha., organizada en 65 parroquias, 33 rurales y 32 urbanas, de acuerdo con las proyecciones del INEC (2013, 1) para el año 2020 se estima que la población de Quito sea de 2.781.641 habitantes y que se evidencia en la ilustración 1.1.

Ilustración 1.1. Densidad poblacional bruta proyectada al 2020



Fuente: Apéndice 2 PMDOT DMQ (2020, 132)

Los límites del DMQ son:

- Noroccidente: cantones Pedro Vicente Maldonado y San Miguel de los Bancos; y la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas
- Noreste: cantones Pedro Moncayo y Cayambe; y con el cantón Quijos de la provincia del Napo
- Norte: con la provincia de Imbabura con los cantones Cotacachi y Otavalo
- Sur: cantones Rumiñahui y Mejía

La ciudad de Quito se caracteriza por tener un crecimiento longitudinal debido a su morfología alargada en sentido sur - norte que es un poco más de 80 km. mientras de ancho (este - oeste) tiene apenas 5 km. al estar entre montañas con múltiples quebradas. Hasta el año 2012 el Aeropuerto Internacional Quito funcionaba en la zona centro norte que frenaba el crecimiento vertical del área urbana por los conos de aproximación, en febrero del año en mención el aeropuerto se traslada a la parroquia rural de Tababela, dando paso a que el DMQ

reforme su normativa y se permita la construcción de edificios de mediana y gran altura en las zonas urbanísticas de asignación especial - ZUAE⁴.

La construcción de edificios, es una de las actividades más rentables en la ciudad de Quito, bajo dato de la Corporación Financiera Nacional (CFN) que indicó que el 24% de las construcciones de edificios se ejecutan en la provincia de Pichincha y que este “registró un total de \$4.937.37 millones de valor agregado bruto, lo que representó una participación del 7.53% sobre el PIB total del país” (CFN 2021, 26) y de acuerdo con información presentada en la página web de la Asociación de Promotores Inmobiliarios de Vivienda del Ecuador (APIVE) a noviembre del 2022, las estadísticas generales de recaudación del Servicio de Rentas Internas (SRI) indican que el 56% corresponde a la construcción de edificios y concluyen que “el crecimiento poblacional y la demanda de vivienda que le corresponde, no se frena” (APIVE 2022, 1). Esta actividad genera cambios en la naturaleza y al paisaje de una ciudad, así el proceso constructivo por ende genera impactos ambientales por la modificación que se da en el entorno, durante todo el proceso constructivo, generando una cantidad considerable de residuos sólidos que si no se manejan adecuadamente varios de los potenciales impactos ambientales negativos temporales pueden a pasar a ser permanentes, ya sean estos directos o indirectos, generando a futuro pasivos ambientales. Por otro lado, el incremento en la demanda de la construcción de edificaciones, lleva a que la EMGIRS EP tenga que estar en constante búsqueda de nuevos espacios que cumplan con los requerimientos técnicos, ambientales y sociales para poder implementar una escombrera autorizada.

El Apéndice 2 del Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Quito 2021 - 2023, indica que el 72 % de la población vive en zonas urbanas y el resto en zonas rurales, existiendo una mayor concentración en la cabecera cantonal que equivale al 11% del territorio del DMQ (Guarderas 2021, 6).

Martínez B. indica que:

Desde el inicio de las operaciones del Aeropuerto Mariscal Sucre en la parroquia rural de Tababela, se inició con un crecimiento vertical en varios barrios del área urbana, demoliendo las viviendas existentes, la mayoría construidas en las décadas de los 70s y 80s, para dar paso

⁴ ZUAE: se determinan mediante la Ordenanza Metropolitana 2013-0432 y corresponden a los proyectos que pueden ser desarrollados en las áreas de influencia del Sistema de Transporte (BRT) y Proyectos ubicados en las zonas urbanísticas de asignación especial en el Distrito Metropolitano de Quito.

a nuevas edificaciones con más de treinta pisos, generando una cantidad considerable de escombros (Martínez 2022, 2).

El objetivo estratégico 2 (OE2) del PMDOT, hace referencia a un “Quito sostenible y seguro”, que promueve una gestión integral ambiental, de residuos, de riesgos, responsables y sostenibles. La gestión integral ambiental promueve la resiliencia del territorio y la adaptación al cambio climático.

Sobre la gestión de residuos indica como políticas específicas:

- Prevenir, minimizar, separar en la fuente, almacenar, transportar, aprovechar, valorizar, tratar y disposición final de residuos peligrosos y no peligrosos.
- Garantizar la gestión integral de residuos bajo el concepto de Cero Basura o de economía circular, con enfoque de participación, corresponsabilidad ciudadana y responsabilidad ambiental y social.
- Garantizar el incremento del grado de eficiencia y rentabilidad del sistema de gestión de residuos, así como la mitigación de los impactos ambientales y sociales relacionados.
- Fomento de separación de residuos sólidos en la fuente, para posteriormente ser aprovechados como insumos, materia prima y energía, generando fuentes de empleo, reduciendo los impactos ambientales que genera un relleno sanitario y mitigando las emisiones de gases de efecto invernadero que causan el cambio climático (PMDOT 2021, 56).

Dentro de las líneas de acción para la gestión de residuos consta el desarrollo y ejecución del plan de gestión integral de residuos y su implementación. En los indicadores de resultado intermedio de la gestión de residuos consta para los escombros la información que se muestra en la tabla 1.1:

Tabla 1.1. Indicadores y Metas de Objetivo Estratégico 2

| Tipo / Origen | Indicador | Meta al 2033* |
|---|---|---|
| Indicadores de Resultado Intermedio de la Gestión de Residuos | Porcentaje de los residuos que llegan a las escombreras en nuevos procesos productivos o mediante la recuperación de material | Al 2030 se aprovechará el 10% anual de los residuos que llegan a las escombreras en nuevos procesos productivos mediante la recuperación de |

| Tipo / Origen | Indicador | Meta al 2033* |
|---|--|---|
| | reciclable | material reciclable |
| Indicadores de Impacto | Huella de carbono por sectores | Reducir la huella de carbono por sectores |
| | Porcentaje de manejo integral de residuos sólidos (prevención, minimización, separación en la fuente, almacenamiento, transporte, aprovechamiento, valorización, tratamiento y disposición final de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos) que genera el Distrito Metropolitano de Quito | Incrementar el manejo integral de residuos sólidos (prevención, minimización, separación en la fuente, almacenamiento, transporte, aprovechamiento, valorización, tratamiento y disposición final de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos) que genera el Distrito Metropolitano de Quito |
| *Nota: No todas las metas presentadas se extienden al 2033, por lo que se realizará un trabajo de afinación de indicadores y metas; como parte del Sistema de Indicadores Distritales (SID), con el objetivo de determinar metas intermedias anuales para poder realizar un seguimiento oportuno a las mismas | | |

Fuente: Tabla 6 PMDOT 2021 - 2033 (PMDOT 2021, 62).

Se evidencia que en el PMDOT se incluyen a los RCD, aunque la meta anual impuesta para una recuperación es bastante baja siendo esta del 10% anual.

De acuerdo a lo indicado por la EMGIRS EP en el Plan de Gestión Integral Municipal de Residuos y Desechos Sólidos No Peligrosos y Desechos Sanitarios del Distrito Metropolitano de Quito (2022 - 2032) durante los años 2020 y 2021 ingresaron a las escombreras autorizadas 1.145.644m³ de RCD, considerando que el indicador intermedio de gestión de residuos del PMDOT es de un aprovechamiento del 10% anual y tomando en cuenta la cantidad ingresada, se debía haber recuperado entre los años 2020 y 2021 al menos 114.564.40 m³ de RCD de las

escombreras; sin embargo de acuerdo con lo indicado por la Gerente General de la EMGIRS EP, “actualmente, menos del 1% es recuperado por los gestores comunitarios y de base que trabajan al interior de ellas” (presentación mesa redonda - tratamiento y aprovechamiento de residuos. Quito. 9 de noviembre de 2022), tampoco se cuenta con registros que permitan identificar si los constructores, actores y empleados directos del sector de la construcción recuperan, reutilizan o reciclan los escombros de manera adecuada previo envío al vertedero de inertes, lo que podría incrementar el porcentaje de cumplimiento del indicador intermedio para del objetivo estratégico 2 enfocado en la gestión de los residuos sólidos.

Para poder cumplir este objetivo intermedio, es necesario identificar los materiales susceptibles a ser recuperados en un proceso de demolición, excavación y construcción que permita clasificarlos y cuantificarlos de tal forma que estos sean recolectados por un gestor ambiental antes de ser enviados a una escombrera, facilitando su recuperación y valorización, y por ende disminuyendo la cantidad de RCD que llegan para su disposición final o que sean dispuestos anti técnicamente, por lo que esta cuantificación teórica podrá darnos una idea de la cantidad de materiales que podrían ser recuperados durante un proceso de derrocamiento y construcción de una edificación y estimar la cantidad de RCD que se estarían evitando trasladar a una escombrera para su disposición final, además se busca estimar los GEI que el traslado de los RCD generan desde las edificaciones analizadas, tomando en cuenta que las escombreras autorizadas del DMQ se encuentran en los extremos sur y norte de la ciudad a una distancia aproximada de 30 km del centro norte de la ciudad.

1.6. Metodología

La presente investigación, se realizará utilizando una metodología mixta (cualitativa y cuantitativa) que permitirá obtener cantidades de RCD a partir de estimaciones teóricas de dos edificaciones que fueron ejecutadas dentro del periodo 2020 a 2021 y cómo estos se relacionan con el cambio climático, así como la estimación de la huella de carbono a través del uso de un software libre ERA Equipment CO2 calculator, que determina de forma aproximada los GEI de la maquinaria que se utiliza en un proceso constructivo incluyendo los generados por el traslado de los RCD hacia la escombrera autorizada.

1.6.1. Determinación de la cuantificación teórica de RCD

Para realizar esta cuantificación teórica, se parte de una metodología mixta que permita obtener resultados estimados en la generación clasificada de RCD considerando que en el DMQ no cuenta con un diagnóstico ni caracterización de éstos, ya que de acuerdo con su Plan

de gestión integral municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios del DMQ (2022 - 2032), en los proyectos prioritarios y estrategias para gestión integral de escombros se prevé realizar el «*Estudio de diagnóstico situacional sobre la generación de residuos de construcción y demolición, que permita definir políticas para un manejo sostenido de este tipo de residuos*» (DMQ 2022, 181). el cual consta en blanco en el cronograma valorado para el periodo 2022 - 2024.

Gráfico 1.3. Presupuesto de inversión 2022 - 2024

| Componente | Acciones estratégicas | Actividades principales | Responsable | CUATRIMESTRE | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------------------|---|-------------|--------------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | 2022 | | | 2023 | | | 2024 | | | | | | | | | |
| | | | | 1ro | 2do | 3ro | 1ro | 2do | 3ro | 1ro | 2do | 3ro | | | | | | | |
| Escombros | Análisis situación actual | Estudio de diagnóstico situacional sobre la generación de residuos de construcción y demolición, que permita definir políticas para un manejo | EMOS | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Capítulo 10 Plan de gestión integral municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios del DMQ (2022 - 2032) (Distrito Metropolitano de Quito 2020, 223).

Como se evidencia en el gráfico 1.2, dicho estudio está contemplado realizarse posterior al 2024 y considerando que la ciudad de Quito se encuentra en crecimiento continuo, por lo que demanda la construcción de nuevas edificaciones para satisfacer las necesidades habitacionales, laborales, comerciales y otras de los pobladores, es necesario que las empresas elaboren y ejecuten proyectos constructivos que generan una importante cantidad de RCD de acuerdo con el tamaño del proyecto y a su vez que la EMGIRS EP, busque espacios técnicos para la disposición final de ellos, siendo necesario alargar su vida útil.

Para la cuantificación teórica se aplicará la Norma Española RD 105/2008 y la Lista Europea de Residuos LER para construcción, así como los Ratios Nacionales de generación de RCD del Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, la cual permitirá estimar una cuantificación teórica de escombros por tipo de material que se generan en un la fase constructiva de una edificación y cuáles de ellos serían susceptibles de ser recuperados o valorizados antes de ser enviados a un vertedero de inertes, dando así cumplimiento a lo establecido en el Código Municipal del DMQ en cuanto a la clasificación y reducción de los residuos sólidos y que podría alargar la vida útil de las escombreras autorizadas, reducir la cantidad de viajes que se realizan durante la fase constructiva para la disposición final de los RCD y sobre todo recuperar y valorizar estos residuos.

Se considerará la información de generación total de RCD durante sus fases de demolición, excavación y construcción para dos edificaciones ejecutadas en la zona urbana del DMQ, el uno en el sector centro norte en la zona de la ciudad denominada hipercentro⁵ y el otro en el valle de Cumbayá, a través de:

1. Identificación de las cantidades de RCD que se generan en la fase de construcción. La estimación de las cantidades se realizará de acuerdo a la cuantificación teórica establecida por la EMGIRS en su Ficha Técnica - Declaración precontractual para el servicio de disposición final de escombros⁶ en donde se establecen los cálculos para estimar los volúmenes de RCD de acuerdo con el tipo de actividad tomando en cuenta la información de cada edificación objeto de análisis en esta tesina, la cual se comparará con los registros de generación de residuos entregados para el análisis de la presente tesina.

Las fórmulas a aplicar son las siguientes:

Fórmula 1: $Vd = 40\% * Ad$

Dónde:

Vd = Volumen de derrocamiento

Ad = Área bruta total construida

Fórmula 2: $Ve = 100\% * (As * Kh)$

Dónde:

Ve = Volumen de excavación

As = área de subsuelos declarados

Kh = 3.00 m (altura constante)

Fórmula 3: $Vc = 15\% * Atc$

⁵ Hipercentro: Es la zona donde se concentra la mayor cantidad de equipamientos urbanos públicos y privados, así como fuentes de trabajo, se encuentra dentro los siguientes límites: al norte Av. El Inca; al oeste: Av. América - calle Imbabura; al este: Av. 6 de Diciembre - Av. 12 de Octubre y al sur: calle Ambato. De acuerdo al Diagnóstico Estratégico - Eje de Movilidad del Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Distrito Metropolitano de Quito (2015 - 2025), aprobado mediante Ordenanza Metropolitana 041 del 13 de febrero del 2015. Secretaría de Movilidad (PMDOT 2015 - 2025, 2015, 5. En <https://gobiernoabierto.quito.gob.ec/wp-content/uploads/documentos/documentos/interactivos/movilidad/files/assets/downloads/page0005.pdf>

⁶ La ficha técnica de declaración precontractual se descarga en línea de la página web de la EMGIRS EP en <https://www.emgirs.gob.ec/index.php/setup/setup-3/ficha-precontractual>

Dónde:

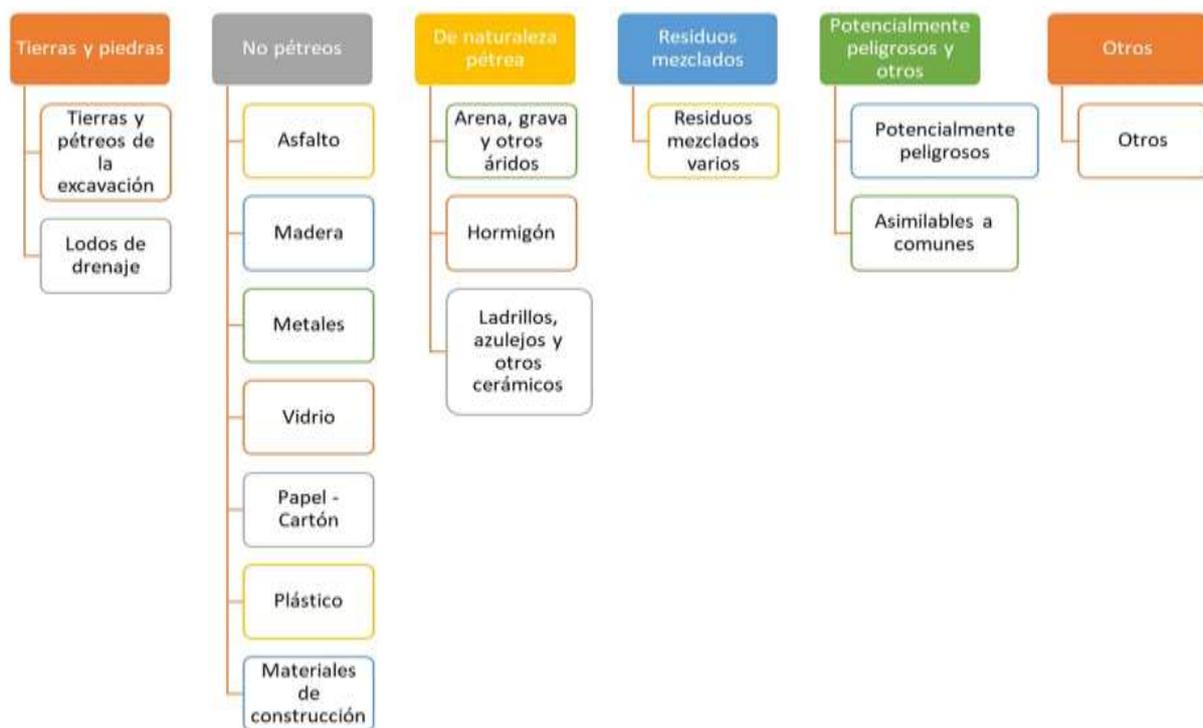
V_c = Volumen de escombros por proceso constructivo

A_{tc} = Área bruta total de construcción nueva

2. Análisis de la Norma Española RD 105/2008 y la Lista Europea de Residuos (LER) para construcción, así como los Ratios Nacionales de generación de RCD del Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, para definir los porcentajes por cada tipo de material que se obtiene como residuo sólido en la ejecución de un edificio.

Una vez identificadas las cantidades por el tipo de actividad de la fase constructiva, se aplicarán los ratios nacionales de generación de RCD y los de la Norma Española RD 105/2008, que permitirán estimar las cantidades por el tipo de residuo generado. Los RCD se clasifican en 6 grandes grupos que se muestran en el gráfico 1.3, cada uno con su respectiva sub clasificación, no se considera en este análisis los residuos potencialmente peligrosos y otros; en el anexo 1 se presentan los porcentajes a utilizar en el cálculo de acuerdo con los ratios estimados para demolición y construcción para la región continental norte de España.

Gráfico 1.4. Clasificación de los RCD



Fuente: Elaborado por la autora con base en la Norma Española RD 105/2008 (2008) y los Ratios Nacionales de generación de RCD (2020).

3. Para el cálculo teórico de cantidades de RCD por tipo de material, para cada edificación, se aplicarán los porcentajes establecidos en los ratios nacionales de generación de RCD, lo que permitirá estimar la cantidad de material generado de acuerdo con el tipo de residuo y determinar si es posible o no su recuperación o valorización, permitiendo analizar si cada edificación pudo reducir la cantidad de material enviado a la escombrera autorizada.

Para dicho análisis, se realizará una cuantificación simple a través de la siguiente fórmula:

$$V_{tm} = K * V_r$$

Dónde:

V_{tm} = Volumen generado por tipo de residuo

K = valor constante en porcentaje de acuerdo al tipo de residuo (LER)

V_r = Volumen generado en cada fase (derrocamiento, excavación y construcción)

Una vez determinadas las cantidades por cada tipo de residuo generado, se podrá proponer un esquema de plan de gestión de RCD.

1.6.2. Estimación de GEI del proceso constructivo de una edificación

Esta tesina, no está enfocada en la cuantificación de GEI, sin embargo, se desea estimar la cantidad de GEI que se generan en un proceso constructivo de una edificación.

Actualmente en pos de cumplir con el ODS 11, las personas involucradas en procesos y proyectos constructivos están en constante búsqueda y desarrollo de tecnologías enfocadas en lograr ciudades sostenibles, siendo uno de los principales objetivos desarrollar edificaciones sustentables a través del uso de materiales de construcción amigables con el ambiente, procesos de ejecución con bajos impactos ambientales y funcionamiento con bajos consumos de energía y por ende que en todo el ciclo de vida de la edificación se disminuya la cantidad de GEI emitidos, para esto existen varias metodologías que permiten estimar la cantidad de emisiones en el ciclo de la edificación, de acuerdo a lo indicado por Potrc (2019, 1) se estima que entre el 30% y 40% de las emisiones se originan en el sector de la construcción de edificios, siendo necesario evaluar el impacto ambiental de una edificación en todo su ciclo de vida.

En función de lo indicado, la Unión Europea desarrolló la Norma Europea EN 15978 que está enfocada en el análisis de vida de una edificación y la clasifica en cuatro etapas de la siguiente manera:

Gráfico 1.5. Etapas y módulos del ciclo de vida de las edificaciones



Elaborado por la autora con base en la Norma Europea EN 15978 (2012).

Para esta estimación, no se considera todo el ciclo de vida de la edificación, ya que no es el enfoque de la presente tesina, pero se realizará un ejercicio considerando tan solo la etapa del proceso constructivo de “la puerta a la puerta” para estimar la huella de carbono en la quinta etapa del análisis de ciclo de vida (ACV), que es la constructiva como se muestra en el gráfico 1.4.

Dónde A4 representa el transporte de los materiales de construcción desde la fábrica hacia el lugar de construcción y A5 representa la maquinaria y equipos para la ejecución de la construcción. Esta estimación, podrá ayudarnos a identificar las emisiones que durante un proceso constructivo se generan, sobre todo en el traslado de los RCD a la escombrera.

Para dicha estimación se utilizará el software libre “ERA Equipment CO2 calculator” desarrollado por la Asociación Europea de Alquiler (ERA) por sus siglas en inglés, la cual “realiza una estimación de la huella de carbono de una maquinaria determinada por hora de uso”. (Grupo Tecma Red 2021, 1). Además:

La calculadora se puede utilizar para evaluar un solo período de propiedad de una parte de un equipo o para determinar el impacto climático de flotas completas de equipos, así como la huella de carbono total de todas las maquinarias en un sitio de construcción determinado. La calculadora consta de seis sencillos pasos que requieren información básica sobre las características y el uso de un equipo (producción, transporte, vida útil y utilización del equipo, consumo de energía, mantenimiento y fin de vida útil), se excluyen las herramientas manuales (Grupo Tecma Red 2021, 1).

Esta calculadora de huella de carbono, se encuentra disponible en la página web;

<https://equipmentcalculator.org/en/co2/new> que permite estimar la huella de carbono de la maquinaria utilizada en construcción por hora de uso en el cual es necesario especificar la vida útil y uso, capacidad de carga y transporte (distancias recorrida de la maquinaria), consumo de energía (tipo de combustible), horas de funcionamiento, vida útil de la maquinaria por cada maquinaria utilizada en la construcción, permitiendo estimar su huella de carbono ya sea durante la vida útil o en un proyecto específico, como se muestra en el gráfico a continuación.

Gráfico 1.6. Ejemplo de cómo la información de la calculadora se traduce al impacto por hora



Fuente: Guía del Usuario de CO2 <https://equipmentcalculator.org/en/era-equipment-co2-calculator>

Se aclara que esta herramienta está diseñada para maquinaria pesada con pesos entre los 1500 kg. y 15000 kg.

La información necesaria para realizar la estimación del cálculo se presenta en la imagen a continuación:

Tabla 1.2. Información necesaria para utilizar la calculadora de CO2

| Valores que deben incluirse en la herramienta para efectuar el cálculo | | |
|---|---|-------------------------|
| N° | Valores | Unidad |
| 1. | Modelo de la máquina / equipo pesado | - |
| 2. | Peso del equipo (1500 - 1500 kg) | Kg. |
| 3. | Resultado de la huella de carbono de LCA (opcional para equipos de construcción) | Kg CO2 equivalente |
| 4. | Capacidad de carga del equipo (mínimo 4 ton.) | Toneladas (Ton.) |
| 5. | Factor de capacidad de carga del equipo | Porcentaje (%) |
| 6. | Distancia de ida del transporte del equipo hasta la obra (mínimo 1 km.) | Km. |
| 7. | Total de horas de funcionamiento previstas a lo largo de toda la vida útil del equipo | Horas |
| 8. | Periodo de titularidad del equipo (vida útil) | Años |
| 9. | Total de horas de funcionamiento del equipo previstas en la empresa o proyecto | Horas |
| 10. | Número de trabajos en el año del equipo proyectado (en el proyecto) | Días |
| 11. | Tipo de combustible utilizado por la maquinaria | Combustible / Eléctrico |

| Valores que deben incluirse en la herramienta para efectuar el cálculo | | |
|---|--|-----------------------|
| N° | Valores | Unidad |
| 12. | Consumo de energía media por hora | l/h |
| 13. | Porcentaje de biocombustible usado en el combustible o país de uso para electricidad | Porcentaje (%) |
| 14. | Consumo de aceite de motor | litros al año (l/año) |
| 15. | En qué medida el equipo será reciclado al final de la vida útil | Porcentaje (%) |

Fuente: Elaborado por la autora con base en la Guía del Usuario de la Calculadora de CO₂ - ERA (2023). <https://equipmentcalculator.org/es/co2-guia-del-usuario>

Para la estimación de la huella de carbono se considera la maquinaria pesada utilizada en un proyecto para sus fases de derrocamiento, excavación y construcción; y con los resultados obtenidos, se busca reforzar el plan de gestión de RCD que se planteó en el numeral anterior.

Una vez obtenidos los resultados de la calculadora por cada maquinaria utilizada, se procederá al cálculo de la huella de carbono total de la maquinaria utilizada en la construcción de las edificaciones, utilizando la metodología desarrollada por el Grupo One en relación al consumo de combustibles de la maquinaria utilizada en una organización o construcción, como emisiones directas en el cual:

Desglosa la información relativa al consumo de combustible de la flota de vehículos. La información recogida ha sido tipo y cantidad de combustible utilizado (litros/año) por cada vehículo y se procede a realizar el cálculo de las emisiones de cada vehículo se procede a la sumatoria de las emisiones de cada vehículo expresado en kg CO₂eq (Esteras 2023, 1).

Por lo que se procederá a la sumatoria del resultado de la estimación de la huella de carbono de la maquinaria de cada edificación para contar con un valor total que permita definir la huella de carbono en la fase constructiva de la maquinaria pesada como se indica en el capítulo 1.

Capítulo 2. Cuantificación teórica de los residuos de demolición y construcción de dos edificaciones ubicadas en el DMQ y estimación de la huella de carbono de la maquinaria pesada de la fase de construcción

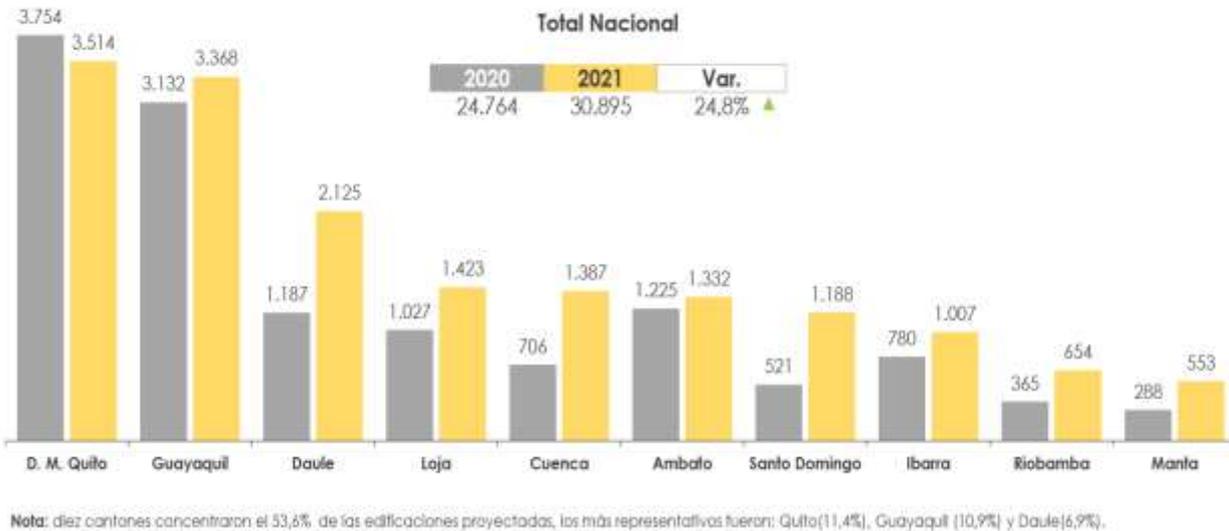
Como se indicó en el capítulo anterior, la ciudad de Quito cuenta con una superficie de 423.055,23 ha., organizada en 65 parroquias, 33 rurales y 32 urbanas, las cuales se encuentran agrupadas en nueve administraciones zonales, con el objetivo de facilitar el manejo territorial de la ciudad con un modelo descentralizado los procesos y gestión del suelo, así como facilitar la atención y mejorar los servicios que el municipio brinda a los ciudadanos.

Las Administraciones Zonales agrupan a las parroquias urbanas también llamadas parroquias consolidadas y a las parroquias rurales o suburbanas son:

1. Eugenio Espejo con 18 parroquias de las cuales 12 son urbanas ubicadas en el centro norte y 9 son rurales ubicadas al norte de la ciudad.
2. La Delicia con 13 parroquias de las cuales 5 son urbanas ubicadas al norte y 8 son rurales ubicadas al noroccidente.
3. Quitumbe con 5 parroquias urbanas ubicadas al sur oriente.
4. Manuela Sáenz con 5 parroquias urbanas que corresponden a la zona central de la ciudad y el centro histórico.
5. Eloy Alfaro con 9 parroquias de las cuales 8 son urbanas y una rural ubicadas al sur occidente.
6. Los Chillos con 6 parroquias rurales al oriente y sur oriente.
7. Tumbaco con 8 parroquias rurales al oriente y nororiente.
8. Calderón con 2 parroquias rurales del norte que se caracterizan por tener el mayor crecimiento periférico o suburbano.
9. Especial Turística Mariscal Sucre que comprende a 5 barrios de la parroquia Mariscal Sucre creados mediante Ordenanza Metropolitana N° 0236.

De acuerdo a las Estadísticas de Edificaciones (ESED) en su Boletín Técnico N°01-2022-ESED publicado por el INEC (2022. 6) indica que entre los años 2020 y 2021 en el DMQ se tenía previsto construir 7268 edificaciones que representa el 11.4% a nivel nacional como se evidencia en la imagen a continuación, de los cuales el 87.5% se destina para vivienda y el 12.5% para otros usos.

Gráfico 2.1. Número de edificaciones a construir - Datos por cantones 2020 - 2021



Fuente: INEC. 2022. Boletín Técnico N°01-2022-ESED, 2021, Minería, manufactura y construcción. Gráfico 2. Pág. 6.

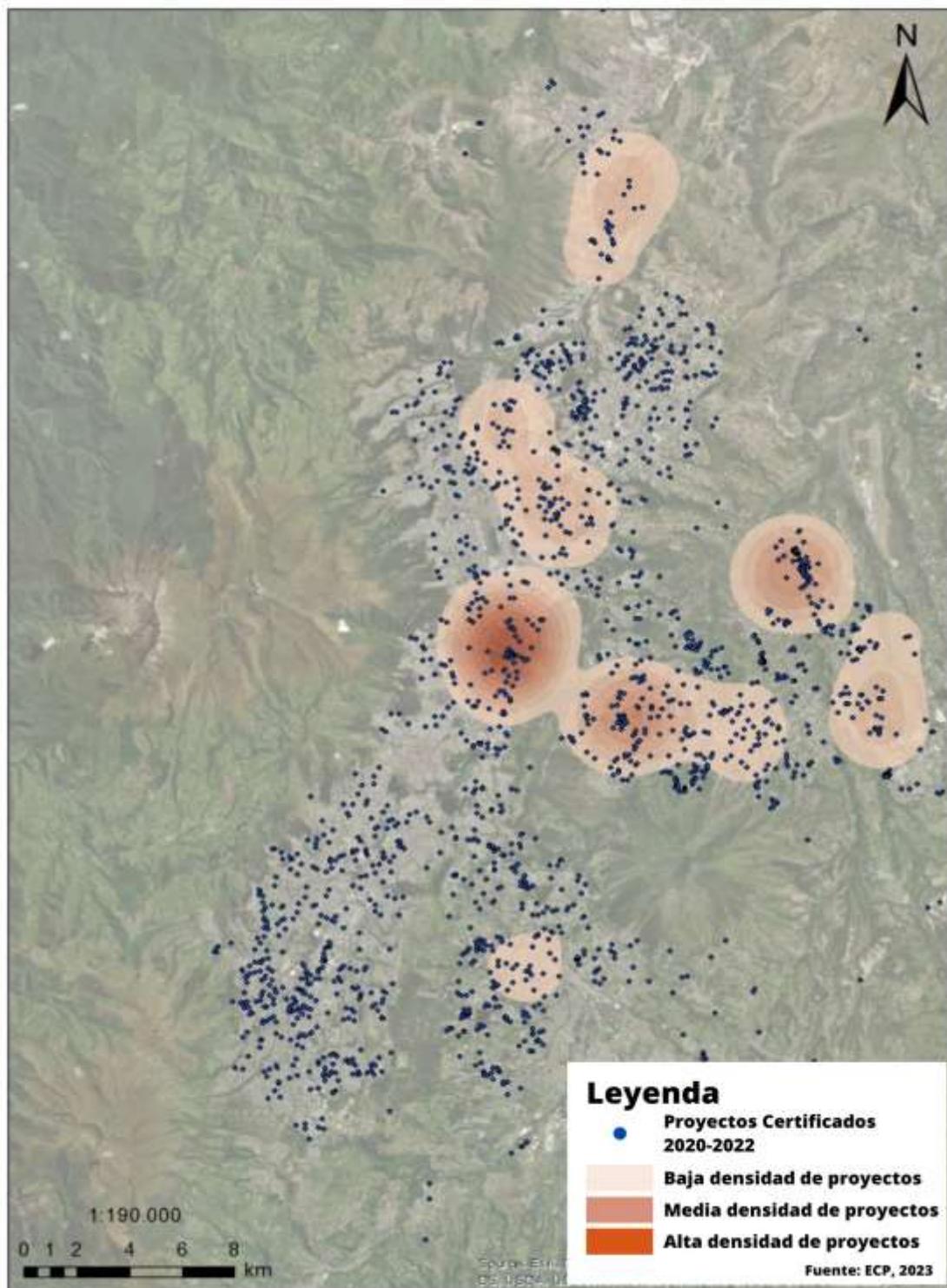
De acuerdo a las proyecciones del INEC (2013, 1) para el año 2020 se estima que la población del DMQ sea de 2.781.641 habitantes; el PMDOT 2021 - 2033 (2021, 20) considera que 2.011.388 habitantes estarían viviendo zonas urbanas lo que representa el 72% de la población total del DMQ.

Sobre el análisis de la estructura de la propiedad y acceso a la vivienda, en el PMDOT se indica que “(...) además es importante mencionar que el tipo de vivienda que prefieren los habitantes del DMQ, según los resultados obtenidos por la Encuesta Nacional de Alquileres NALQUI (INEC, 2013), son departamentos para arrendamiento” (PMDOT 2021, 22).

De la información obtenida en el Colegio de Arquitectos de Pichincha – CAEP, a través del Centro de Información Urbana (CIUQ), se puede evidenciar en la imagen a continuación los proyectos que fueron certificados desde el 2020 al 2022 por la Entidad Colaboradora de Proyectos - ECP del CAEP en el DMQ, así como las zonas donde hay mayor concentración de proyectos en construcción, los cuales están ubicados en las zonas: del hipercentro, Cumbayá, Puembo y San Antonio, la imagen se encuentra también en el anexo 2.

Ilustración 2.1. Proyectos certificados y concentración de proyectos en construcción entre el 2020 y 2022

Concentración por Metraje de Proyectos



Fuente: Centro de Información Urbana - CIUQ - Colegio de Arquitectos de Pichincha (2023).

2.1. Descripción de dos edificaciones sujeto de estudio en el DMQ

Como se ha indicado en párrafos anteriores, el incremento de edificaciones en el DMQ para cubrir la demanda de vivienda y otros usos, ocasiona la expansión y crecimiento vertical de la ciudad. Estas actividades de construcción generan impactos positivos y negativos, siendo uno de ellos la generación de escombros de construcción sobre todo en las zonas urbanas consolidadas para dar paso a nuevas edificaciones con más altura en las cuales se empiezan a generar residuos de demolición en cantidades considerables.

Estos RCD deben ser trasladados a las escombreras autorizadas del DMQ, sin embargo, el nivel constructivo de la ciudad hace que estos vertederos de inertes, cada vez sean más escasos y se encuentren más distantes de las zonas urbanas lo que conlleva mayor tiempo de traslado de la maquinaria que los transporta y la necesidad de buscar espacios técnicos para su disposición final.

Para la cuantificación teórica de los RCD se consideran los escombros generados en dos edificaciones:

1. Edificio A - Construcción de una edificación nueva en la zona del hipercentro del DMQ y que se encuentra dentro de la jurisdicción de la Administración Zonal Eugenio Espejo, el proyecto se desarrolló en un terreno en donde existía una construcción previa desde los años noventa, realizándose un proceso de demolición previo inicio del proceso constructivo.
2. Edificio B - Construcción de una edificación nueva en la zona suburbana de mayor crecimiento y que se encuentra en proceso de transición a una zona urbana, además tiene una alta plusvalía ubicada dentro de la jurisdicción de la Administración Zonal de Tumbaco. Este proyecto se ejecutó en un terreno donde no había ningún tipo de intervención.

2.2. Cuantificación teórica de RCD

Para la cuantificación teórica de los residuos se toma como referencia los porcentajes establecidos en Norma Española RD 105/2008 y la Lista Europea de Residuos LER para construcción, así como los Ratios Nacionales de generación de RCD del Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, los cuales fueron agrupados de acuerdo con la realidad de las edificaciones que serán analizadas y enfocados exclusivamente en los RCD generados, por

lo que no se analizarán los residuos de lodos y drenajes, residuos de asfaltos, residuos peligrosos, ni los asimilables a comunes.

Durante el proceso constructivo de una edificación se consideran tres fases:

- a. Fase de demolición o derrocamiento
- b. Fase de excavación
- c. Fase de construcción

Para el análisis de los RCD se agruparon los residuos de acuerdo con las fases de generación que son: i) fases de excavación y ii) fases de demolición y construcción.

El desarrollo de los cálculos para cada edificación consta en el anexo 3, en la tabla a continuación se presentan los porcentajes de acuerdo al tipo de RCD que se aplicará para cada edificación, permitiendo obtener la cantidad de escombros que se habrían generado en el proceso constructivo de cada edificación. Al no contar con un estudio de caracterización donde se defina la densidad de cada residuo la cuantificación teórica se encuentra en volumen y no en peso.

Tabla 2.1. Porcentaje de residuos generados en una obra de acuerdo a su actividad

| N° | Clasificación | Código LER* | Materiales | Uso en el análisis | Actividad | |
|----|-------------------|-------------|--------------------------------------|---------------------------------|----------------|------------------|
| | | | | | Demolición (%) | Construcción (%) |
| 1 | Tierras y piedras | N/A | Tierras y pétreos de la excavación** | SI | No aplica | 100% |
| 2 | | N/A | Lodos y drenajes | No se consideran en el análisis | | |
| 3 | No pétreos | 170302 | Asfalto | No se consideran en el análisis | | |
| 4 | | 170201 | Madera | SI | 3,78% | 2,82% |

| N° | Clasificación | Código LER* | Materiales | Uso en el análisis | Actividad | |
|----|----------------------|-------------|--|--------------------|----------------|------------------|
| | | | | | Demolición (%) | Construcción (%) |
| 5 | | 170407 | Metales mezclados | SI | 2,25% | 4,14% |
| 6 | | 170202 | Vidrio | SI | 0,39% | 0,51% |
| 7 | | 200101 | Papel - cartón | SI | 0,76% | 0,72% |
| 8 | | 170203 | Plástico | SI | 1,70% | 1,89% |
| 9 | | 170802 | Materiales de construcción | SI | 0,97% | 1,63% |
| 10 | De naturaleza pétreo | 10409 | Arena, grava y otros áridos | SI | 10,07% | No aplica |
| 11 | | 170101 | Hormigón | SI | 17,21% | 20,10% |
| 12 | | 010408 | Tierras y pétreos de la excavación | SI | No aplica | 7,41% |
| 13 | | 170103 | Ladrillos, tejas, azulejos y otros cerámicos | SI | 55,67% | 49,70% |
| 14 | Residuos mezclados | 170904 | Residuos mezclados varios de construcción | SI | 4,86% | 5,11% |

| N° | Clasificación | Código LER* | Materiales | Uso en el análisis | Actividad | |
|----|-----------------------------------|-------------|--|---------------------------------|----------------|------------------|
| | | | | | Demolición (%) | Construcción (%) |
| 15 | Potencialmente peligrosos y otros | 200201 | Residuos biodegradables | No se consideran en el análisis | | |
| 16 | | 200301 | Asimilables a comunes | No se consideran en el análisis | | |
| 17 | Otros | 170903 | Otros (corresponden a otros residuos peligrosos) | No se consideran en el análisis | | |

* Valores establecidos en los ratios nacionales de generación de RCD del Consejo General de Arquitectura - Ratios aplicables a demolición de edificación residencial y terciario, región continental norte

**Para el caso de Tierras y pétreos de la excavación, se considera lo indicado por la constructora que el 100% del material de excavación se envía a la escombrera autorizada.

Elaborado por la autora con base en los Ratios Nacionales de generación de RCD del Consejo General de la Arquitectura Técnica de España (2020).

2.2.1. Cuantificación de RCD en Edificación A

Para la estimación de los RCD de la edificación A que está ubicada dentro de los límites de la Administración Zonal Eugenio Espejo, en la zona del hipercentro, se aplicaron las fórmulas establecidas en la metodología para la cuantificación teórica, definidas por la EMGIRS EP.

De acuerdo con la información proporcionada, el área bruta de construcción es de 67158.77 m², de los cuales 21.526.74 m² corresponden a subsuelos y 45.632.02m² a construcción en altura, para la estimación, se dividió en dos etapas:

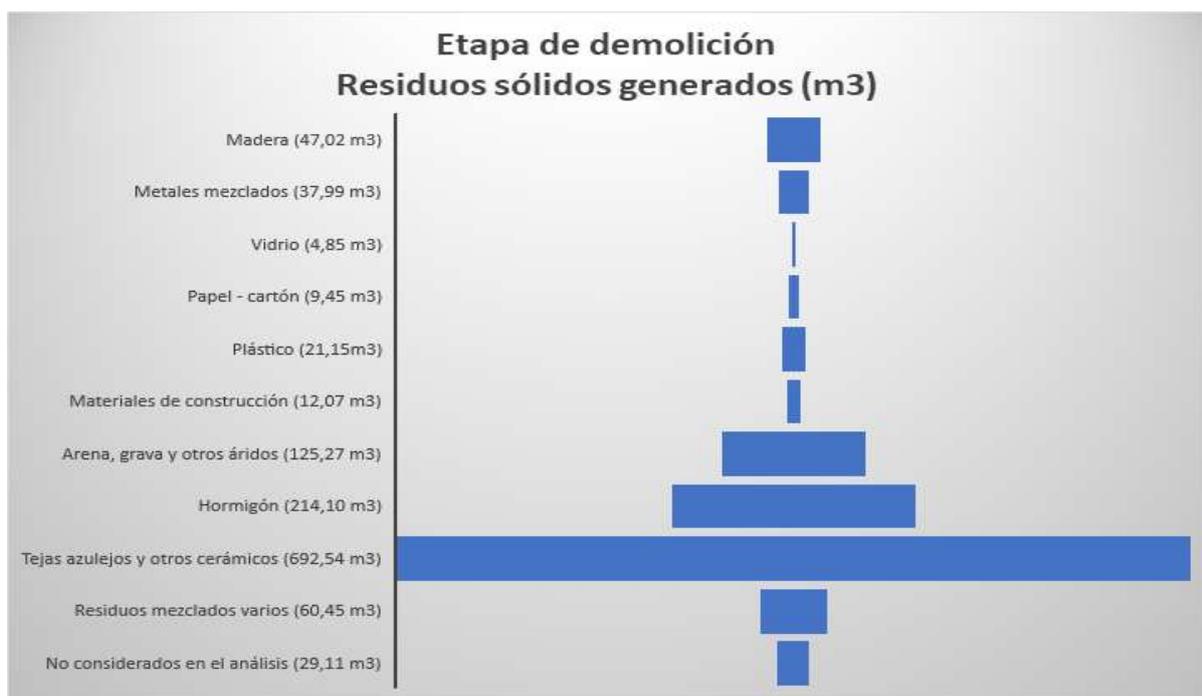
1. Etapa de derrocamiento
2. Etapa de excavación y construcción

1. Etapa de derrocamiento

Previa construcción de esta edificación se tuvo que demoler las construcciones existentes, que cubrían un área de construcción neta de 3110.04 m².

El proceso de derrocamiento generó 1244.02 m³ de residuos sólidos, de los cuales el 97.66% de estos corresponden a RCD que estarían llevándose a una escombrera autorizada, de estos el 77.21% corresponde a residuos de algún tipo de árido, hormigones, tejas, azulejos y otras cerámicas. Las cantidades en m³ generadas, se presentan en el gráfico a continuación y están desglosadas en el anexo 3.

Gráfico 2.2. Residuos sólidos que se generarían en proceso de derrocamiento del proyecto Edificio A



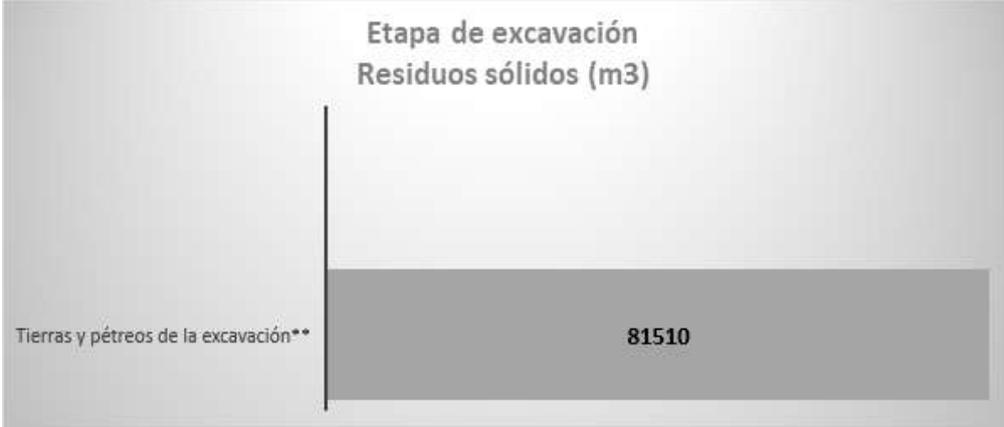
Fuente: Elaborado por la autora

2. Etapa de excavación y construcción

Para la cuantificación de los RCD se consideraron dos fases, una de excavación y la segunda de construcción.

Para la fase de excavación, se toma en cuenta la totalidad del material de excavado que corresponde a tierras y pétreos de excavación y cualquier otro resto que no haya sido retirado del proceso de demolición. Los 21.526,74 m² de subsuelo generaron alrededor de 81.510,00 m³ de tierras de excavación que estarían transportándose en el 100% a la escombrera autorizada el Troje IV ubicada al sur del DMQ, siempre y cuando no estén contaminados y que se evidencian en el gráfico a continuación y el cálculo consta en el anexo 4.

Gráfico 2.3. Volumen de tierras de excavación del edificio A

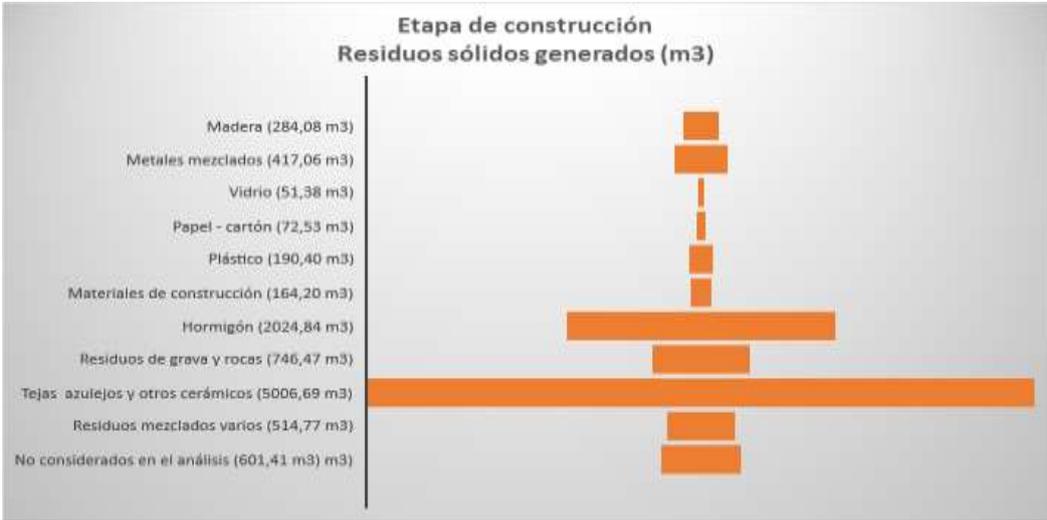


Fuente: Elaborado por la autora.

Para la fase de construcción, se considera toda el área bruta de construcción de la edificación que corresponde a 67.158,77m2, que estarían generando aproximadamente 10.073,82 m3 de residuos sólidos de construcción, como se desglosa en el anexo 4. De la totalidad de escombros generados, el 94.03% corresponden a RCD y el 5.97% a residuos sólidos no considerados en el análisis (comunes y peligrosos); de los RCD generados el 77.21% son de naturaleza pétreo y el 16.82% corresponden a los materiales considerados de naturaleza no pétreo (madera, metales varios, vidrio, papel - cartón, plástico y materiales de construcción varios).

En el gráfico a continuación se muestra el volumen de residuos generados en la fase de construcción.

Gráfico 2.4. Residuos sólidos que se generarían en la fase de construcción del edificio A



Fuente: Elaborado por la autora

Se puede evidenciar que la mayor cantidad de RCD se generan en la etapa constructiva (demolición y construcción) considerando todo el ciclo de construcción de la edificación A, la cual habría generado 92.197,31 m³ de RCD, como se evidencia en la tabla 2.2.

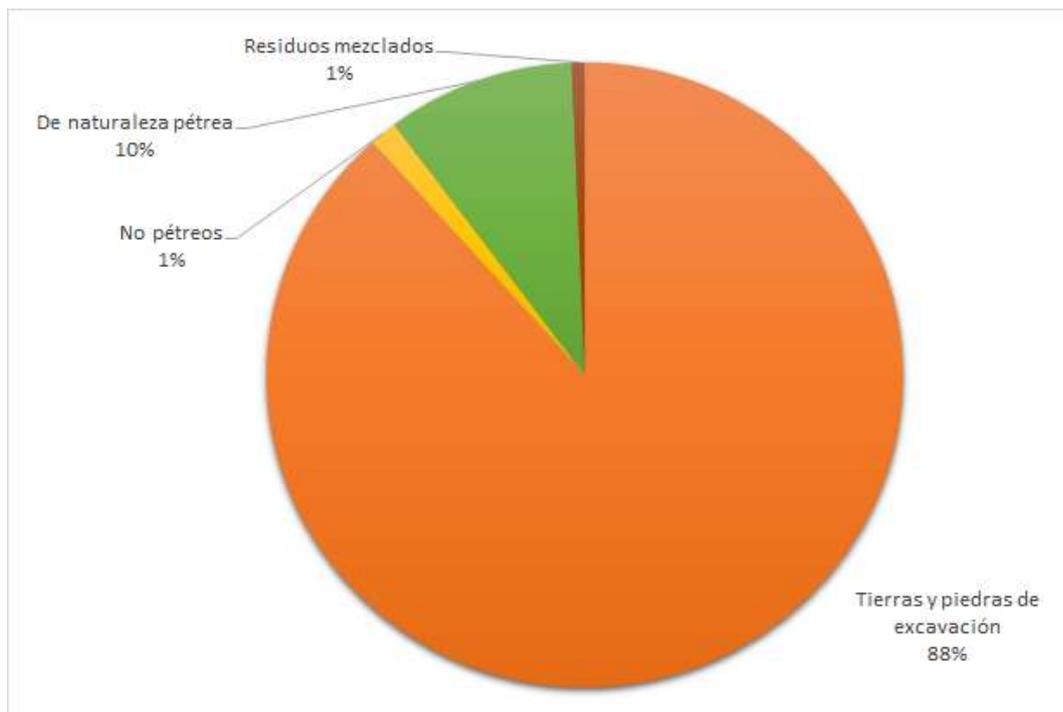
Tabla 2.2. Cantidad de RCD estimados en el todo el proceso constructivo de la edificación A

| N° | Total de RCD generados en el ciclo constructivo del edificio A | Volumen (m ³) | Porcentaje (%) |
|---|--|---------------------------|----------------|
| 1 | Derrocamiento | 1.214,91 | 1.32% |
| 2 | Excavación | 81.510,00 | 88.41% |
| 3 | Construcción | 9.472,41 | 10.27% |
| Total RCD en todo el ciclo constructivo | | 92.197,31 | 100% |

Fuente: Elaborado por la autora

En el gráfico 2.5 se puede evidenciar que la mayor cantidad de RCD que se habrían generado durante todo el ciclo de construcción de la edificación, donde el mayor porcentaje corresponde a tierras y piedras excavación, seguido de aquellos de naturaleza pétreo (bloques, ladrillos, cerámicas) que representa alrededor del 98% de los RCD, igualmente la mayor cantidad de RCD que se generan son de naturaleza pétreo como se ha evidenciado en los gráficos anteriores.

Gráfico 2.5. RCD generados en el ciclo constructivo del edificio A de acuerdo con la clasificación general de la Norma Española RD 105/2008 (incluyendo las tierras de excavación)



Fuente: Elaborado por la autora

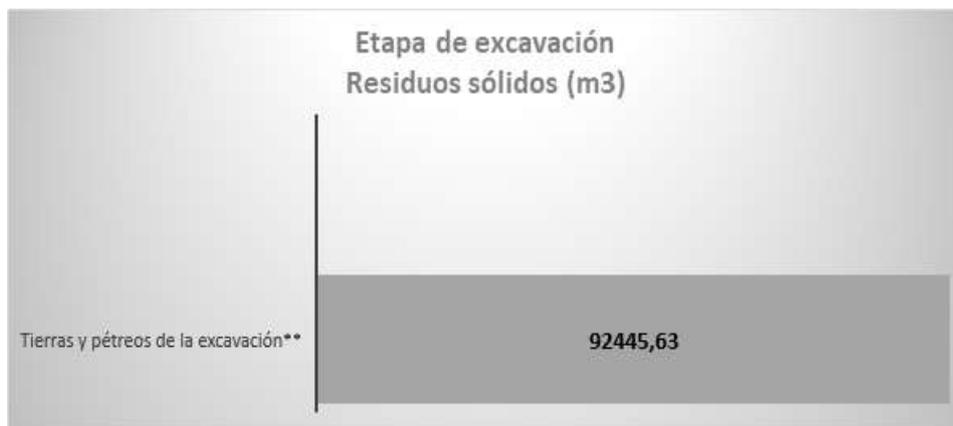
2.2.2. Cuantificación de RCD en Edificación B

Para la estimación de los RCD de la edificación B que está ubicada dentro de los límites de la Administración Zonal Tumbaco, se aplica la misma metodología para la cuantificación teórica, definidas por la EMGIRS EP.

De acuerdo con la información proporcionada, el área bruta de construcción del edificio B es de 132.654,48 m², de los cuales 30.815,21 m² corresponden a subsuelos y 101.838,93 m² a construcción en altura, este proyecto se realizó en un terreno que no tenía ninguna intervención previa por lo que se analiza tan solo la etapa de excavación y construcción.

Para la fase de excavación, se toma en cuenta la totalidad del material de excavado que corresponde a tierras y pétreos de excavación, y limpieza del terreno que corresponde al volumen extraído para los subsuelos, que para estos proyectos serían 92.445,63 m³ de tierras de excavación que estarían transportándose en el 100% a la escombrera autorizada el Troje IV ubicada al sur del DMQ siempre y cuando no estén contaminados y que se ven en el gráfico 2.06.

Gráfico 2.6. Volumen de tierras de excavación de la edificación B



Fuente: Elaborado por la autora

En relación a la construcción del edificio, se considera el área bruta de construcción, lo que habría generado 19.898,17 m3 de residuos sólidos, de los cuales el 94.98% corresponden a RCD y el 5.02% a residuos comunes y peligrosos que no se consideran en esta investigación, como se evidencia en el gráfico a continuación, la estimación consta en el anexo 4.

Gráfico 2.7. Residuos sólidos que se generarían en la fase de construcción del edificio B

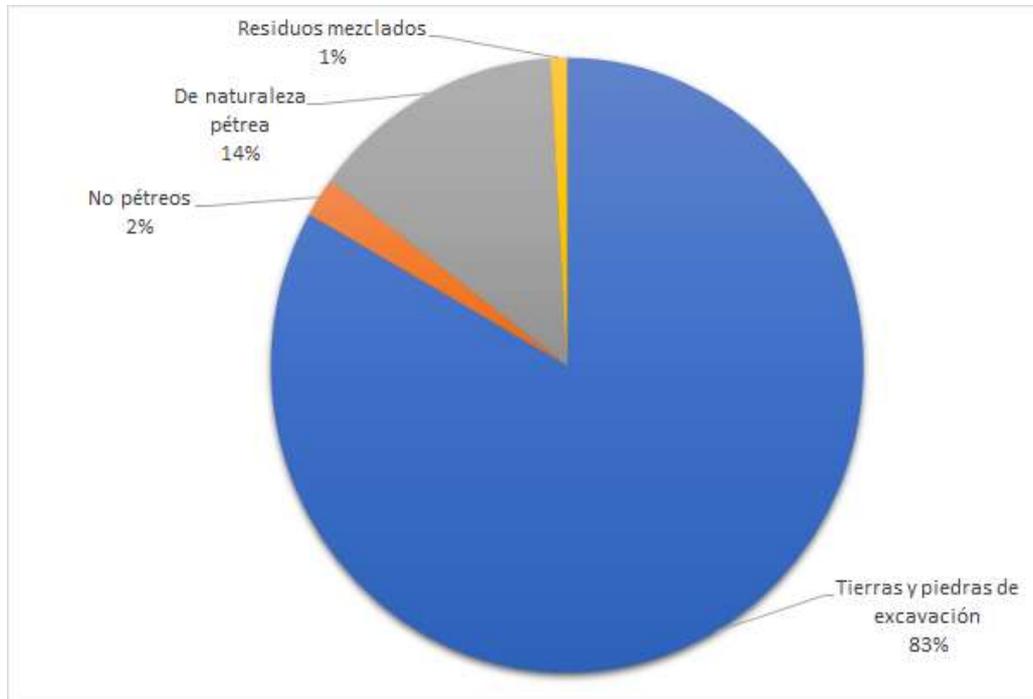


Fuente: Elaborado por la autora

Igualmente, en el caso anterior, en el gráfico 2.8, se puede evidenciar que la mayor cantidad de RCD se habrían generado durante todo el ciclo de construcción de la edificación, en cual el mayor porcentaje corresponde a tierras y piedras excavación, seguido de aquellos de

naturaleza pétreo (bloques, ladrillos, cerámicas) que representa alrededor del 97% de los RCD.

Gráfico 2.8. RCD generados en el ciclo constructivo del edificio B de acuerdo con la clasificación general de la Norma Española RD 105/2008 (incluyendo las tierras de excavación)



Fuente: Elaborado: por la autora

En el proceso constructivo, de la edificación B, se puede evidenciar que la mayor cantidad de RCD se generó en la fase de excavación de todo el ciclo de construcción de la edificación B, donde se habrían generado 92.445,63 m³ de RCD, como se evidencia en la tabla 2.3.

Tabla 2.3. Cantidad de RCD estimados en todo el proceso constructivo de la edificación B

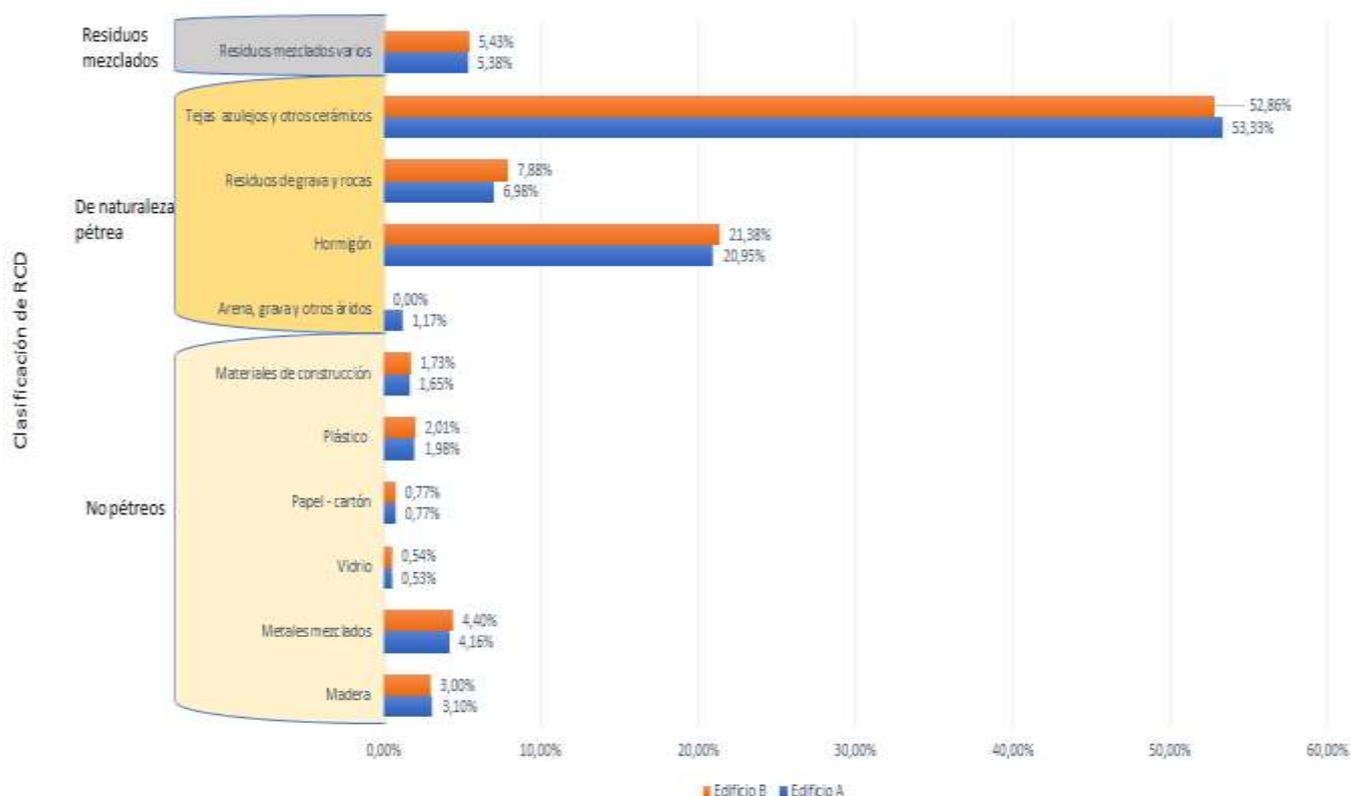
| Nº | Total de RCD generados en el ciclo constructivo del edificio B | Volumen (m ³) | Porcentaje (%) |
|----|--|---------------------------|----------------|
| 1 | Derrocamiento | 0 | - |
| 2 | Excavación | 92.445,63 | 83,10% |

| N° | Total de RCD generados en el ciclo constructivo del edificio B | Volumen (m3) | Porcentaje (%) |
|---|--|--------------|----------------|
| 3 | Construcción | 18.805,95 | 16,90% |
| Total RCD en todo el ciclo constructivo | | 111.251,58 | 100,00% |

Fuente: Elaborado por la autora

Una vez realizado la estimación por separado de cada edificación, se procedió a realizar una comparación de las cantidades generadas durante todo el ciclo de construcción, excluyendo el volumen de excavación, a continuación, se presentan las cantidades estimadas de RCD en el gráfico 2.9, se evidencia que la mayor cantidad de RCD en una edificación es de naturaleza pétreo.

Gráfico 2.9. Estimación del volumen de RCD generados en la construcción de dos edificaciones de gran tamaño en el DMQ



Fuente: Elaborado por la autora

En relación a lo indicado por la EMGRIS de la cantidad de RCD que ingresaron a las escombreras durante los años 2020 a 2021, la construcción de estas dos edificaciones corresponde al 17.75% de todos los RCD generados y suponiendo que la totalidad de estos se hayan depositado sin ningún tipo de clasificación previa, cabe aclarar que del 17.75%, el 15% corresponden a tierras y rocas de excavación.

De lo indicado en una entrevista con personal de la constructora, se mencionó que “no se cuenta con un registro de los materiales que son recuperados previo un proceso de demolición, aunque varios de estos residuos suelen ser reutilizados como rellenos en obra o en otras obras, y en la fase de construcción los residuos considerados como no pétreos son entregados a un gestor ambiental” (entrevista, Quito, 15 de febrero del 2023).

Por otro lado, realizando consultas con Arquitectos dedicados a la construcción de proyectos inmobiliarios con más de 10 años de experiencia indicaron que:

Previo a iniciar la demolición de una vivienda, se realiza un retiro de los materiales que pueden ser reutilizados o reciclados como madera de pisos, mobiliario de cocina y baños, cableado, vidrios de ventanas, sanitarios y lavabos en buen estado, perfiles de puertas y ventanas, techos de zinc y estructuras metálicas vistas como los más representativos, los cuales son vendidos por los trabajadores de obra o reutilizados en otras obras de menor valor (Entrevistas a arquitectos Silvia Flores y Francisco Torres, Quito, 8 de marzo del 2023).

En el art. 2952 del Código Municipal, podemos identificar que algunos RCD son valorizables como el vidrio, papel y cartón, plásticos (PET, polietileno de alta y baja densidad, polipropileno y otros similares), aluminio y metales ferrosos (Código Municipal 2021, 1186), que pueden evitarse de ser trasladados a una escombrera y que permitan volver a algún proceso.

De acuerdo con lo indicado, se puede evidenciar que existe una variedad de materiales susceptibles de ser recuperados en un proceso de derrocamiento o demolición, que no está siendo visibilizado puesto que en la mayoría de las obras no se mantiene un registro que evidencie que estos materiales no están siendo destinados a una escombrera.

En la tabla 2.4, se presenta el volumen y porcentaje por tipo de material y la estimación del porcentaje de RCD generados excluyendo el material de excavación, ya que se considera que en su totalidad se traslada a una escombrera, lo que nos permitirá estimar si es posible incrementar la cantidad de RCD que pueden ser valorizados en cada fase de un proceso constructivo.

Revisando la normativa, se evidencia que se pueden valorizar la totalidad de los RCD considerados como “no pétreos” que representan el 12.36%, como consta en la tabla a continuación.

Tabla 2.4. Volumen y porcentaje global de RCD generados por las 2 edificaciones

| N° | Clasificación | Código LER | Materiales | Cantidades generadas (Vtm1+Vtm2+Vtm3) (m3) | | VolumenTotal por tipo de material m3 | Porcentaje | |
|----|---------------------------------|------------|------------------------------------|--|------------|---|------------|---------|
| | | | | Edificio A | Edificio B | | % | % |
| 1 | Tierras y piedras de excavación | 010408 | Tierras y pétreos de la excavación | 81.510,00 | 92.445,63 | 173.955,63 | 100,00% | 100,00% |
| 2 | No pétreos | 170201 | Madera | 331,11 | 561,13 | 892,23 | 3,04% | 12,36% |
| 3 | | 170407 | Metales mezclados | 445,05 | 823,78 | 1.268,83 | 4,32% | |
| 4 | | 170202 | Vidrio | 56,23 | 101,48 | 157,71 | 0,54% | |
| 5 | | 200101 | Papel - cartón | 81,99 | 143,27 | 225,25 | 0,77% | |
| 6 | | 170203 | Plástico | 211,54 | 376,08 | 587,62 | 2,00% | |
| 7 | | 170802 | Materiales de construcción | 176,27 | 324,34 | 500,61 | 1,70% | |
| 8 | De naturaleza pétreo | 010409 | Arena, grava y otros áridos | 125,27 | - | 125,27 | 0,43% | 82,23% |
| 9 | | 170101 | Hormigón | 2.238,93 | 3.999,53 | 6.238,46 | 21,22% | |
| 10 | | 010408 | Residuos de grava y rocas | 746,47 | 1.474,45 | 2.220,92 | 7,55% | |
| 11 | | 170103 | Tejas azulejos y otros cerámicos | 5.699,23 | 9.889,39 | 15.588,62 | 53,03% | |
| 12 | Residuos mezclados | 170904 | Residuos mezclados varios | 575,23 | 1.016,80 | 1.592,03 | 5,42% | 5,42% |

Fuente: Elaborado por la autora

De lo analizado, es necesario buscar alternativas que permitan valorar los otros RCD generados como son: tierras y piedras de excavación, de naturaleza pétreo y residuos mezclados, con la finalidad de reducir la cantidad de RCD enviados a una escombrera o que pueden ser depositados en quebradas o sitios inadecuados como terrenos baldíos para reducir los costos de traslado y disposición final, por otro lado, si se ejecutaran más proyectos de esta envergadura en el DMQ, la vida útil de las escombreras se reduciría considerablemente y se necesitaría contar con más de 2 escombreras autorizadas para suplir la demanda.

2.3. Estimación de huella de carbono

Para la estimación de la huella de carbono se utilizará la información de la maquinaria pesada más representativa utilizada en el proceso de construcción de dos edificaciones entre los años 2020 y 2021, muy aparte de sí estas edificaciones iniciaron sus construcciones antes del periodo de análisis o se encuentran aún en un proceso constructivo.

Se utilizó la información proporcionada por la constructora y se ingresó la información en la calculadora ERA para cada maquinaria pesada utilizada por cada edificación lo que permitirá realizar una comparación de la huella de carbono generada, considerando que de la investigación realizada no se cuenta con mediciones de huella de carbono para maquinaria pesada durante la etapa constructiva de una edificación.

2.3.1. Edificación A

Para la estimación de la huella de carbono se considera la maquinaria pesada utilizada durante la fase constructiva:

- 1 Retroexcavadora marca Hyundai R220LC-9S

En la tabla 2.5, se encuentra la información ingresada a la calculadora para estimar la huella de carbono con 2178 horas de uso entre el 2020 y 2021, el detalle del cálculo se encuentra en el anexo 4.

La ficha técnica de la maquinaria se puede descargar en la página web:

<https://www.maquiperu.com/producto/excavadora-hyundai-r220lc-9s/> y también consta en el anexo 4.

- 1 Minicargadora marca Bob cat -Caterpillar serie 242B3

La minicargadora ingresó 3 veces a la obra. En la tabla 2.6, se encuentra la información ingresada a la calculadora para estimar la huella de carbono con 127 horas de uso en la edificación entre el 2020 y 2021, la ficha técnica y el detalle del cálculo se encuentran en el anexo 4.

- 1 Camión grúa

Se utilizó 1 camión grúa con tres ingresos durante toda la obra. En la tabla 2.7, se encuentra la información ingresada a la calculadora para estimar la huella de carbono con 71 horas de uso en la edificación, la ficha técnica y el detalle del cálculo se encuentran en el anexo 4.

- 1 volqueta de 14 m³

Se realizaron 1321 viajes durante los años 2020 y 2021, estimándose que una volqueta realiza máximo 2 viajes por volqueta con un total de 2163 horas de trabajo en el periodo de análisis considerando que hizo trabajos de desalojo todos los meses, en la

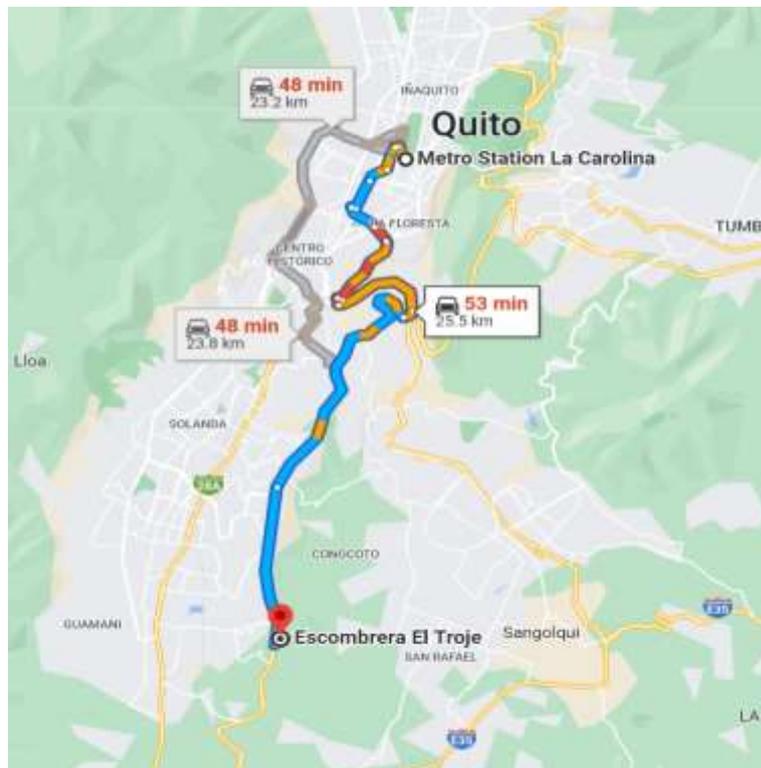
tabla 2.8 se encuentra la información ingresada a la calculadora para estimar la huella de carbono.

Para la estimación de la cantidad de viajes de cada volqueta se considera:

- Distancia promedio desde edificación A a la escombrera autorizada el Troje IV: 24.5 km.
- Velocidad promedio volqueta en viaje de la construcción A a la escombrera el Troje IV: 50 km/h.
- Tiempo de traslado y regreso a la escombrera estimado: 1.5 horas.

En la ilustración a continuación se presenta el tiempo de traslado desde el hipercentro de la ciudad a la escombrera el Troje IV, el cual es cercano a una hora.

Ilustración 2.2. Distancia y tiempo de traslado desde el sector del parque La Carolina a la escombrera el Troje IV



Fuente:

<https://www.google.com/maps/dir/Metro+Station+La+Carolina,+RG57%2BVGW,+Ruta+Parque,+Quito+170135/Escombrera+El+Troje,+Turubamaba>

Elaborado por la autora

- Tiempo de ingreso y desalojo aproximado en la escombrera: 1 hora
- Tiempo de espera y carga en obra: 1 hora
- Tiempo total aproximado: 3.5 horas

En este sentido, una volqueta en 8 horas de trabajo continuo alcanzaría a realizar máximo dos viajes hacia la escombrera en un día.

2.3.2. Edificación B

Para la estimación de la huella de carbono de esta edificación, se considera la misma maquinaria utilizada en el punto anterior, con las particularidades de este proyecto y que se presentan a continuación:

- 1 Retroexcavadora marca Hyundai R220LC-9S

En la tabla 2.5, se encuentra la información ingresada a la calculadora para estimar la huella de carbono con 943 horas de uso entre el 2020 y 2021, el detalle del cálculo se encuentra en el anexo 4.

La ficha técnica de la maquinaria se puede descargar en la página web:

<https://www.maquiperu.com/producto/excavadora-hyundai-r220lc-9s/> y también consta en el anexo 4.

- 1 Minicargadora marca Bob Cat

No se cuenta con datos que permitan realizar la estimación de la huella de carbono

- 1 Camión grúa

Se utilizó 1 camión grúa con tres ingresos durante toda la obra. En la tabla 2.7, se encuentra la información ingresada a la calculadora para estimar la huella de carbono con 54 horas de uso en la edificación, la ficha técnica y el detalle del cálculo se encuentran en el anexo 4

- 1 volqueta de 14 m³

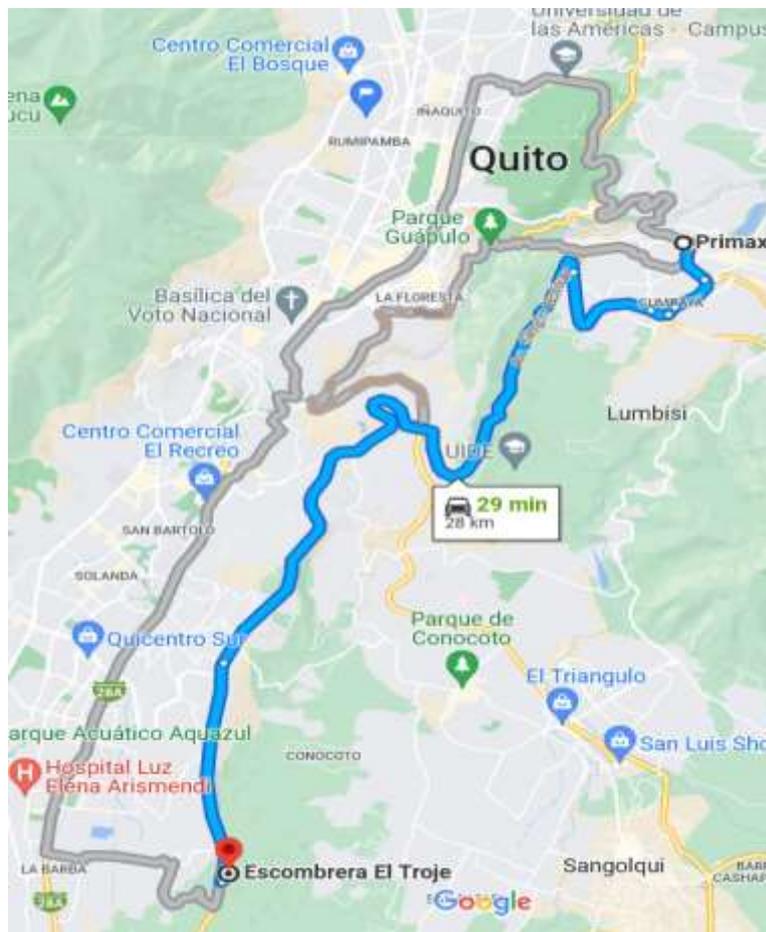
Se realizaron 1453 viajes durante los años 2020 y 2021, estimándose que una volqueta realiza máximo 3 viajes, el análisis realizado se hizo para la volqueta con mayor número de viajes con un total de 600 horas de trabajo de desalojo durante once meses dentro del periodo de análisis, en la tabla 2.8 se encuentra la información ingresada a la calculadora para estimar la huella de carbono.

Para la estimación de la cantidad de viajes de cada volqueta se considera:

- Distancia promedio desde edificación B a escombrera autorizada el Troje IV: 28 km.
- Velocidad promedio volqueta en viaje de la construcción B a la escombrera el Troje IV: 50 km/h.
- Tiempo de traslado y regreso a la escombrera estimado: 1 hora.

En la ilustración a continuación se presenta el tiempo de traslado desde el valle de Cumbayá a la escombrera el Troje IV, el cual es de media hora.

Ilustración 2.3. Distancia y tiempo de traslado desde el valle de Cumbayá sector gasolinera Primax a la escombrera el Troje IV



Fuente:

<https://www.google.com/maps/dir/Primax+Cumbaya+Atimasa,+RH26%2BR9V,+Quito+170157/Escombrera+El+Troje,+Turubamaba>

Elaborado por la autora

- Tiempo de ingreso y desalojo aproximado en la escombrera: 1 hora
- Tiempo de espera y carga en obra: 1 hora
- Tiempo total aproximado: 3 horas

En este sentido, una volqueta en 8 horas de trabajo continuo alcanzaría a realizar máximo tres viajes hacia la escombrera en un día.

2.3.3. Comparación de huella de carbono

Con los datos de cada una de la maquinaria pesada utilizada en la construcción de cada edificio, se realizó una comparación de la huella de carbono emitida, como se evidencia en las tablas e ilustraciones a continuación:

2.3.3.1. Retroexcavadora

En la tabla a continuación y gráfico 2.10 se puede evidenciar el resultado de la estimación de la huella de carbono por hora de esta maquinaria en función del número de horas de trabajo realizado en cada edificación.

Se utilizó el mismo modelo de maquinaria en cada edificio, para el análisis solo se varió el número de horas operadas en cada edificio, donde se evidencia que la mayor emisión de CO₂ eq/h se da durante la jornada de funcionamiento debido a la combustión del diésel

Tabla 2.5. Valores estimados para cálculo y huella de carbono de una retroexcavadora

| N° | Valores | Retroexcavadora | | |
|----|---|------------------------------|---------------|---------------|
| | | Tipo | Edificación A | Edificación B |
| | | Modelo | HYUNDAY | HYUNDAY |
| | | Unidad | R220L | R220L |
| | Resultado cálculo de huella de carbono | Kg CO₂eq/h | 49.9 | 53.4 |
| 1 | Peso de maquinaria | kg | 8645 | 8645 |

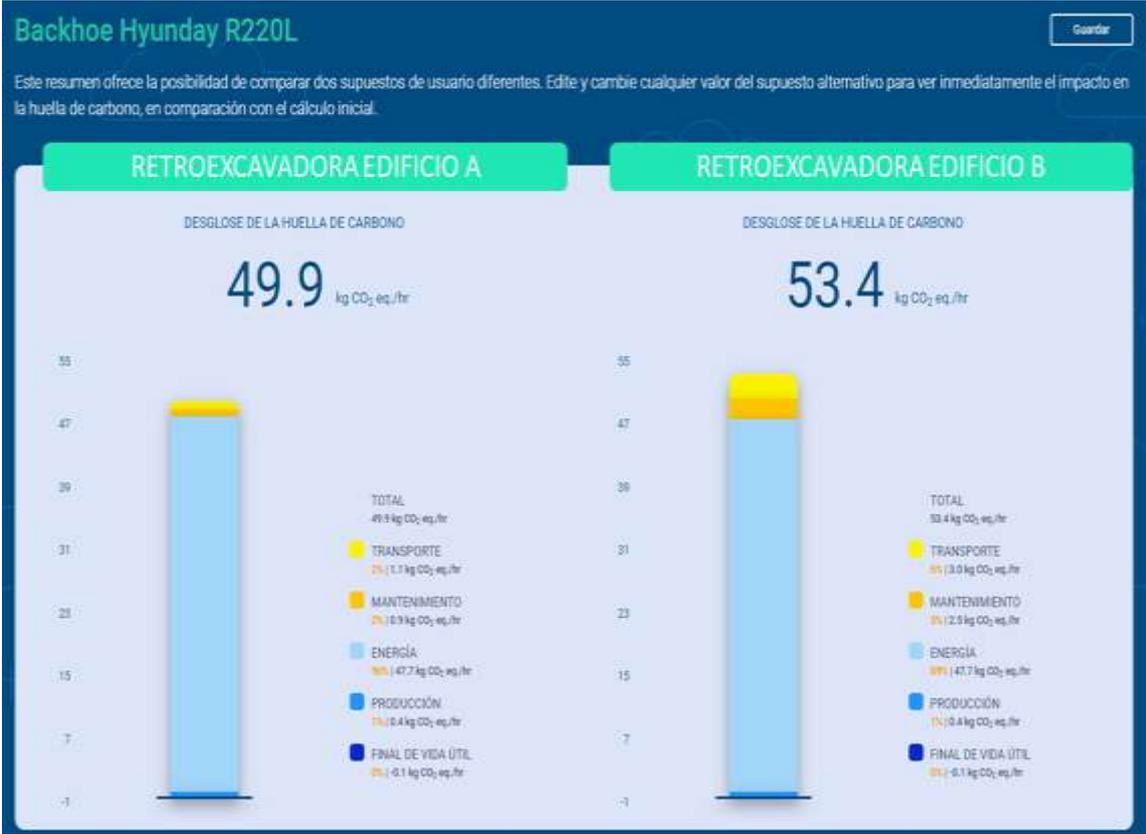
| N° | Valores | Retroexcavadora | | |
|----|--|-----------------|---------------|---------------|
| | | Tipo | Edificación A | Edificación B |
| | | Modelo | HYUNDAY | HYUNDAY |
| | | Unidad | R220L | R220L |
| 2 | Resultado de huella de carbono - opcional para equipos de construcción (no se cuenta con mediciones previas) | Kg CO2 eq | NO | NO |
| 3 | Capacidad de carga | toneladas | 22 | 22 |
| 4 | Factor de capacidad de carga (estimado) | % | 90 | 90 |
| 5 | Distancia de ida del transporte del equipo hasta la obra (estimada)* | km | 1 | 1 |
| 6 | Total de horas de funcionamiento previstas en vida útil | años | 48000 | 48000 |
| 7 | Periodo de titularidad (promedio) | años | 20 | 20 |
| 8 | Total de horas de funcionamiento en el proyecto (2020 - 2021) | horas | 2718 | 973 |
| 9 | Número de trabajo al año en el proyecto | días | 113 | 113 |
| 10 | Tipo de combustible utilizado por la maquinaria (combustible o electricidad) | Combustible | Diésel | Diésel |

| N° | Valores | Retroexcavadora | | |
|--|--|-----------------|---------------|---------------|
| | | Tipo | Edificación A | Edificación B |
| | | Modelo | HYUNDAY | HYUNDAY |
| | | Unidad | R220L | R220L |
| 11 | Consumo de energía media por hora (combustible o electricidad) | l/h | 15 | 15 |
| 12 | Porcentaje de biocombustible para combustible o país de uso para electricidad | % | 0 | 0 |
| 13 | Consumo de aceite de motor (estimado 4 cambios de aceite en el año) | l/año | 96 | 96 |
| 14 | En qué medida el equipo es reciclado al final de su vida útil | % | 80 | 80 |
| *Para la retroexcavadora no se consideran las distancias de traslado hacia la obra, para el cálculo se ha incluido el valor mínimo permitido que es de 1km | | | | |

Fuente: Elaborado por la autora

En el gráfico 2.10 se evidencia la huella de carbono en el uso de la retroexcavadora entre el 2020 y 2021 en cada edificación, hay que considerar que mientras menor sea la cantidad de horas que la maquinaria trabaje en un proyecto se corre el riesgo de generar una mayor huella de carbono debido al mantenimiento y traslado de la maquinaria, siendo el consumo de combustible lo que genera la mayor huella de carbono.

Gráfico 2.10. Estimación y comparación de la huella de carbono generada por una retroexcavadora



Fuente: Elaborado por la autora con base en los datos ingresados a la Calculadora de CO₂ ERA <https://equipmentcalculator.org/en/co2/>

2.3.3.2. Minicargadora

En la tabla a continuación y gráfico 2.11 se muestra el resultado de la estimación de la huella de carbono por hora de esta maquinaria en función del número de horas de trabajo realizado en la edificación A.

Para la edificación B, no se pudo realizar el análisis comparativo, en vista que no se cuenta con la información que permita determinar las horas de funcionamiento de la minicargadora en el periodo de análisis.

Tabla 2.6. Valores estimados para cálculo y huella de carbono de una minicargadora

| N° | Valores | Minicargadora | | |
|----|--|-------------------|-----------------------|---------------------------------|
| | | Proyecto | Edificación A | Edificación B |
| | | Modelo | Bobcat 242B series | No se cuenta con información |
| | | Unidad | | |
| | Resultado cálculo de huella de carbono | Kg CO2eq/h | 41.4 | - |
| 1 | Peso de maquinaria | kg | 3179 | - |
| 2 | Resultado de huella de carbono LCA - opcional para equipos de construcción (no se cuenta con mediciones previas) | Kg CO2 eq | NO | - |
| 3 | Capacidad de carga | toneladas | 5 | - |
| 4 | Factor de capacidad de carga (estimado) | % | 90 | - |
| 5 | Distancia de ida del transporte del equipo hasta la obra (estimada)* | km | 1 | - |
| 6 | Total de horas de funcionamiento previstas en vida útil | años | 48000 | - |
| 7 | Periodo de titularidad (promedio) | años | 20 | - |
| 8 | Total de horas de funcionamiento en el proyecto (2020 - 2021) | horas | 127 | - |

| N° | Valores | Minicargadora | | |
|--|---|---------------|-----------------------|---------------------------------|
| | | Proyecto | Edificación A | Edificación B |
| | | Modelo | Bobcat 242B series | No se cuenta con información |
| | | Unidad | | |
| 9 | Número de trabajo al año en el proyecto | días | 5 | - |
| 10 | Tipo de combustible utilizado por la maquinaria (combustible o electricidad) | Combustible | Diesel | - |
| 11 | Consumo de energía media por hora (combustible o electricidad) | l/h | 9 | - |
| 12 | Porcentaje de biocombustible para combustible o país de uso para electricidad | % | 0 | - |
| 13 | Consumo de aceite de motor (estimado 4 cambios de aceite en el año) | l/año | 32 | - |
| 14 | En qué medida el equipo es reciclado al final de su vida útil | % | 80 | - |
| * Para minicargadora no se consideran las distancias de traslado hacia la obra, para el cálculo se ha incluido el valor mínimo permitido que es de 1km | | | | |

Fuente: Elaborado por la autora

Gráfico 2.11. Estimación de la huella de carbono generada por una minicargadora



Fuente: Elaborado por la autora con base en los datos ingresados a la Calculadora de CO₂ ERA <https://equipmentcalculator.org/en/co2/>

Al igual que la retroexcavadora, se puede evidenciar el resultado de la estimación de la huella de carbono por hora, que la mayor emisión de CO₂ eq/h se da durante la jornada de funcionamiento debido a la combustión del diesel al ser un equipo que necesita combustible fósil para su funcionamiento, seguido por las actividades de mantenimiento.

2.3.3.3. Camión grúa

En la tabla a continuación y gráfico 2.12 se puede evidenciar el resultado de la estimación de la huella de carbono por hora de esta maquinaria en función del número de horas de trabajo realizado en cada edificación.

Se utilizó el mismo modelo de maquinaria en cada edificio, para el análisis solo se varió el número de horas operadas en cada edificio, donde se evidencia que la mayor emisión de CO₂ eq/h se da durante la jornada de funcionamiento debido a la combustión del diésel

Tabla 2.7. Valores estimados para cálculo y huella de carbono de un camión grúa

| N° | Valores | Camión grúa | | |
|----|--|-------------------|---------------|---------------|
| | | Tipo | Edificación A | Edificación B |
| | | Modelo | Hino FM 2626 | Hino FM 2626 |
| | | Unidad | | |
| | Resultado cálculo de huella de carbono | Kg CO2eq/h | 41.2 | 46.2 |
| 1 | Peso de maquinaria | kg | 6885 | 6885 |
| 2 | Resultado de huella de carbono LCA - opcional para equipos de construcción (no se cuenta con mediciones previas) | Kg CO2 eq | NO | NO |
| 3 | Capacidad de carga* | toneladas | 27 | 27 |
| 4 | Factor de capacidad de carga (estimado) | % | 100 | 100 |
| 5 | Distancia de ida del transporte del equipo hasta la obra (estimada)* | km | 14 | 14 |
| 6 | Total de horas de funcionamiento previstas en vida útil | años | 57600 | 57600 |
| 7 | Periodo de titularidad (promedio) | años | 20 | 20 |
| 8 | Total de horas de funcionamiento en el proyecto (2020 - 2021) | horas | 71 | 54 |

| N° | Valores | Camión grúa | | |
|---|---|-------------|---------------|---------------|
| | | Tipo | Edificación A | Edificación B |
| | | Modelo | Hino FM 2626 | Hino FM 2626 |
| | | Unidad | | |
| 9 | Número de trabajo al año en el proyecto | días | 3 | 2 |
| 10 | Tipo de combustible utilizado por la maquinaria (combustible o electricidad) | Combustible | Diesel | Diesel |
| 11 | Consumo de energía media por hora (combustible o electricidad) | l/h | 2.5 | 2.5 |
| 12 | Porcentaje de biocombustible para combustible o país de uso para electricidad | % | 0 | 0 |
| 13 | Consumo de aceite de motor (estimado 4 cambios de aceite en el año) | l/año | 58 | 58 |
| 14 | En qué medida el equipo es reciclado al final de su vida útil | % | 90 | 90 |
| * Para el camión grúa se considera la distancia existente entre el edificio A y el edificio B considerando solo el viaje de ida | | | | |

Fuente: Elaborado por la autora

Gráfico 2.12. Estimación y comparación de la huella de carbono generada por un camión grúa



Fuente: Elaborado por la autora con base en los datos ingresados a la Calculadora de CO2 ERA <https://equipmentcalculator.org/en/co2/>

En el caso del camión grúa, se evidencia que la mayor cantidad de huella de carbono por hora se genera en el mantenimiento y traslado de la maquinaria hacia el lugar de operación más que en la jornada de funcionamiento a pesar de usar diésel que es un combustible fósil.

2.3.3.4. Volqueta

La comparación de la huella de carbono se realiza para 2 volquetas que realizaron trabajos de desalojo durante la construcción en cada una de las edificaciones durante el periodo de análisis (2020 - 2021); tomando en cuenta que, para realizar un análisis a detalle, se deberá calcular la huella de carbono para cada una de las volquetas que operaron durante toda la fase de construcción, ya que en cada edificio ingresaron más de 100 volquetas.

En la tabla a continuación se evidencian los resultados y la estimación de la huella de carbono de las volquetas con mayores viajes realizados.

Tabla 2.8. estimados para cálculo y huella de carbono de una volqueta

| N° | Valores | Volqueta | | |
|----|--|-------------------|---------------|---------------|
| | | Tipo | Edificación A | Edificación B |
| | | Modelo | Hino 700 | Hino 500 |
| | | Unidad | | |
| | Resultado cálculo de huella de carbono | Kg CO2eq/h | 168.1 | 137.3 |
| 1 | Peso de maquinaria | kg | 9850 | 5195 |
| 2 | Resultado de huella de carbono LCA - opcional para equipos de construcción (no se cuenta con mediciones previas) | Kg CO2 eq | No | No |
| 3 | Capacidad de carga | toneladas | 17 | 13 |
| 4 | Factor de capacidad de carga (estimado) | % | 90 | 90 |
| 5 | Distancia de ida del transporte del equipo hasta la obra (estimada) | km | 25 | 28 |
| 6 | Total de horas de funcionamiento previstas en vida útil | años | 33600 | 33600 |
| 7 | Periodo de titularidad (promedio) | años | 20 | 20 |
| 8 | Total de horas de funcionamiento en el proyecto (2020 - 2021) | horas | 2163 | 600 |

| N° | Valores | Volqueta | | |
|----|---|-------------|---------------|---------------|
| | | Tipo | Edificación A | Edificación B |
| | | Modelo | Hino 700 | Hino 500 |
| | | Unidad | | |
| 9 | Número de trabajo al año en el proyecto | días | 309 | 80 |
| 10 | Tipo de combustible utilizado por la maquinaria (combustible o electricidad) | Combustible | Diesel | Diesel |
| 11 | Consumo de energía media por hora (combustible o electricidad) | l/h | 9.8 | 9.52 |
| 12 | Porcentaje de biocombustible para combustible o país de uso para electricidad | % | 0 | 0 |
| 13 | Consumo de aceite de motor (estimado 4 cambios de aceite en el año) | l/año | 86.4 | 76.2 |
| 14 | En qué medida el equipo es reciclado al final de su vida útil | % | 90 | 90 |

Fuente: Elaborado por la autora

En el gráfico a continuación, se presenta de manera gráfica los resultados de estimación de la huella de carbono, para cada volqueta, en donde se evidencia que en ambos casos, la mayor cantidad de emisiones se genera durante el traslado desde la construcción hacia la escombrera, por lo que mientras más distante esté el proyecto de una escombrera autorizada, mayor será la huella de carbón generada, le sigue el consumo de combustible, recalcando que esta maquinaria pesada operada a diésel, la cual proviene de combustibles fósiles.

Gráfico 2.13. Estimación y comparación de la huella de carbono generada por una volqueta



Fuente: Elaborado por la autora con base en los datos ingresados a la Calculadora de CO2 ERA <https://equipmentcalculator.org/en/co2/>

Hay que tomar en cuenta que lo ideal para las volquetas, es realizar la mayor cantidad de viajes posibles con la mayor capacidad de carga para que su huella de carbono generada no sea tan nociva, ya que la menor cantidad de viajes que realice generará una mayor huella de carbono, como se puede evidenciar en el escenario alternativo de la volqueta Hino 500, tomando el supuesto inicial con 600 horas de funcionamiento y el supuesto alternativo una operación de 300 horas de funcionamiento, como se muestra en el gráfico 2.14.

Gráfico 2.14. Escenario alternativo



Fuente resultados Calculadora de CO2 ERA <https://equipmentcalculator.org/en/co2/> . Elaborado por la autora

Una vez se cuenta con los resultados por cada una de la maquinaria pesada, se procede a estimar la huella de carbono total de la maquinaria pesada de cada edificación, de acuerdo con lo indicado por el Grupo One que consta en el numeral 1.6.2. Estimación de GEI del proceso constructivo de una edificación de esta tesina.

En la tabla 2.9 se puede observar la huella de carbono por hora generada en total por la maquinaria pesada utilizada entre el 2020 al 2021 durante la construcción de cada edificación, en el cual se puede concluir que mientras menos eficiente sea la operación y el uso de la maquinaria pesada, se corre el riesgo de incrementar la huella de carbono de un proyecto en un proceso constructivo.

Tabla 2.9. Estimación de huella de carbono

| No. | Maquinaria | Edificación A | Edificación B |
|-------|-----------------|---------------|---------------|
| | | Kg CO2eq/h | Kg CO2eq/h |
| a. | Retroexcavadora | 49.9 | 53.4 |
| b. | Minicargadora | 41.4 | - |
| c. | Camión - grúa | 41.2 | 46.2 |
| d. | Volqueta | 168.1 | 137.3 |
| Total | | 300.6 | 236.9 |

Fuente: Elaborado por la autora

De la estimación de la huella de carbono, mediante la emisión de GEI de la maquinaria pesada, se obtuvo que la edificación A, generó 300.6 KgCO2eq/h y el edificio B 236.9 Kg CO2eq/h, excluyendo en esta edificación el uso de la minicargadora por falta de datos, ambas edificaciones generaron en una hora de construcción 536.9 kg CO2eq aproximadamente, asumiendo una generación constante en el mes, estas edificaciones habrían generado

alrededor de 85.90 Ton CO₂eq/mes, solo por uso de maquinaria pesada, al cual se debe incrementar la cantidad de emisiones por el proceso constructivo.

Hay que tomar en cuenta que este tipo de construcciones tardan entre dos y cuatro años en ejecutarse, por lo que es importante considerar la cantidad de emisiones de GEI que se generarían y cómo podrían evitarse en todo el ciclo del proyecto, no solo dando énfasis a la energía embebida en la producción de los materiales de construcción y el funcionamiento de las edificaciones, sino también en la eficiencia durante el proceso constructivo para reducir las emisiones de carbono embebido, mediante una construcción sostenible y comprometida en un manejo ambiental adecuado en todas las fases, el cual todavía debe ser estudiado a mayor profundidad.

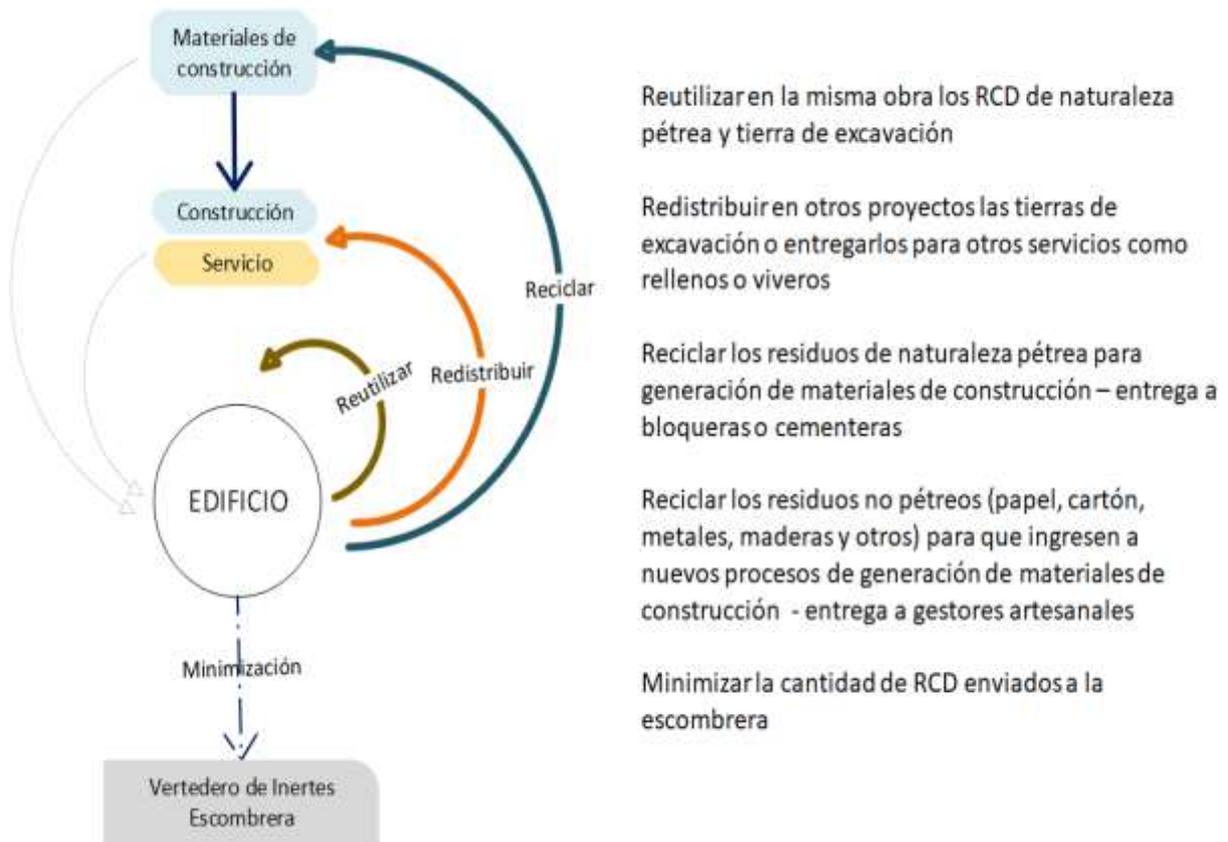
En caso de realizar el cálculo de huella de carbono de una edificación en sus etapas de derrocamiento y construcción, se deberá llevar un registro detallado de las horas de funcionamiento de la maquinaria pesada, viajes de las volquetas hacia las escombreras autorizadas, así como otras variables del proceso de construcción que permitan determinar con mayor exactitud su huella, el cual no es objeto de la presente investigación.

2.4. Propuesta de Esquema de Plan de Gestión de RCD

Considerando lo establecido en el objetivo estratégico 2 (OE2) del PMDOT, y con base en los resultados teóricos obtenidos que se encuentran en la tabla 6, se evidencia que es posible realizar un manejo adecuado de los RCD enfocados en la minimización de los volúmenes destinados a las escombreras, cuando se realiza una cuantificación por tipo de escombro, lo que incide de manera directa en la reducción de la huella de carbono generada en traslado para el desalojo los residuos de construcción y demolición en un vertedero de inertes.

Este esquema de plan se ha diseñado de manera macro, tendiente a la minimización, recuperación y valorización de los RCD que se generan en las etapas de demolición y construcción de una edificación una vez que se ha cuantificado los porcentajes de RCD que se generan en una construcción en la zona urbana de Quito (tabla 6), considerando una visión de economía circular, como se muestra en el gráfico 2.15. y su esquema ampliado en el gráfico 2.16.

Gráfico 2.15. Esquema de Plan de Gestión de RCD



Fuente: Elaborado por la autora

De la revisión de la literatura y como se indicó en la introducción, se evidencia que existen varias propuestas de planes de manejo de RCD, ya sean estas puntuales como el caso de Bogotá o encaminadas a una gestión nacional como es el caso de Chile y Brasil.

En la tabla 2.10, se presenta la cantidad de RCD que las dos edificaciones analizadas podrían haber evitado de trasladar a una escombrera autorizada con un manejo adecuado de sus escombros, considerando que se haya podido reutilizar o redistribuir el 40% de las tierras de excavación, por lo que tan solo el 60% de las tierras de excavación llegaría a la escombrera autorizada, mientras que el 100% de los RCD generados durante las fases de demolición y construcción podrían haberse evitado con una reutilización, redistribución y reciclaje de estos materiales. Además, considerando la cantidad total de RCD ingresados entre el 2020 y 2021 a las escombreras del DMQ, se tiene que con un manejo adecuado de RCD se hubiera pasado del 17.75% al 9.11% de escombros ingresados a las escombreras, lo que permitió desarrollar un esquema de plan de gestión enfocado en la reducción de los escombros y su huella de carbono.

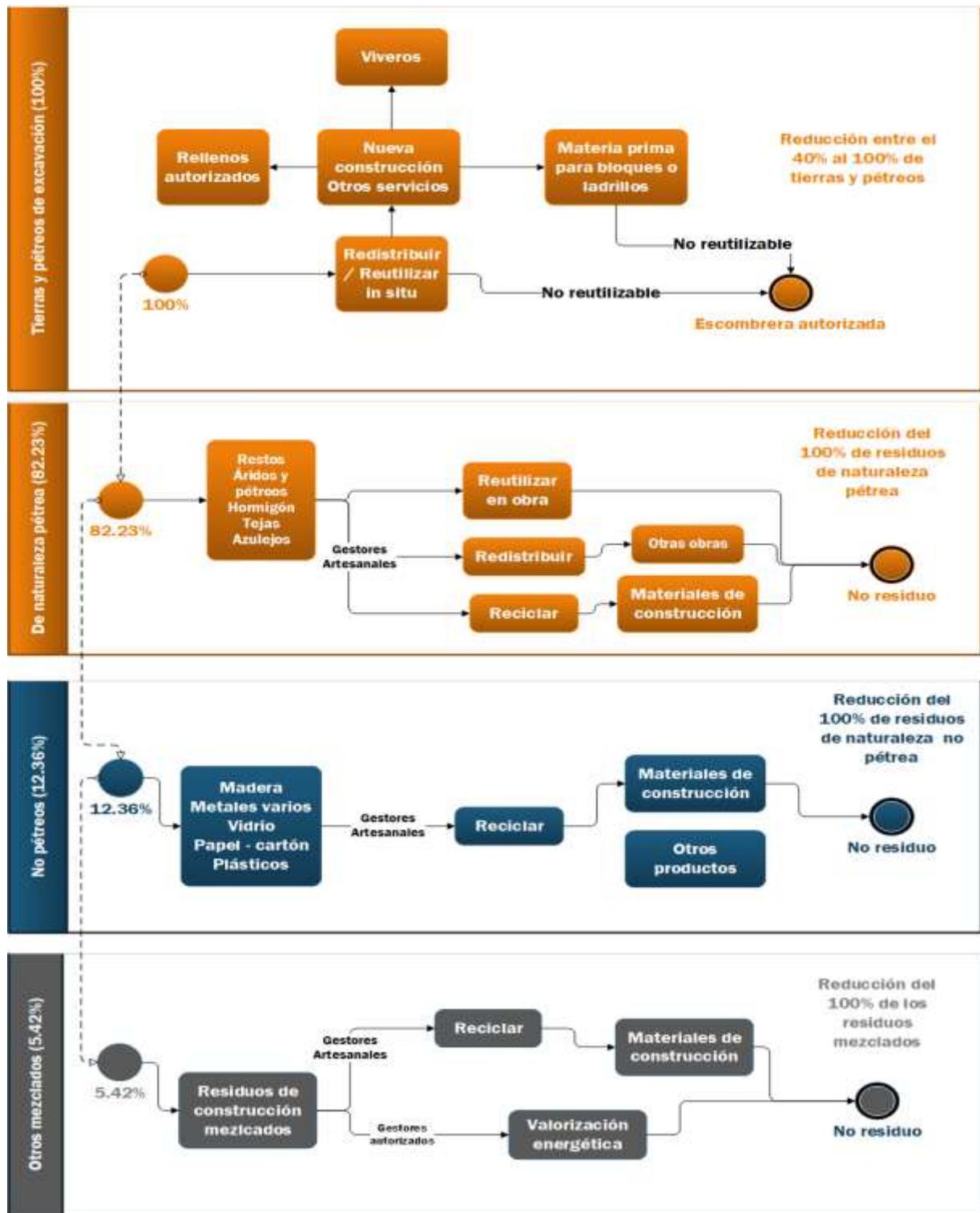
Tabla 2.10. Cantidad de residuos evitados en una escombrera

| N° | Clasificación | Código LER | Materiales | Cantidades generadas (V _{m1} +V _{m2} +V _{m3}) (m ³) | | Volumen Total por tipo de material | Porcentaje por tipo | Porcentaje por clasificación | Valorización | | Cantidad evitada | Cantidad trasladada a la escombrera |
|----|---------------------------------|------------|------------------------------------|---|------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------|--------------|---------|------------------|-------------------------------------|
| | | | | Edificio A | Edificio B | m ³ | % | % | | % | m ³ | m ³ |
| 1 | Tierras y piedras de excavación | 010408 | Tierras y pétreos de la excavación | 81.510,00 | 92.445,63 | 173.955,63 | 100,00% | 100,00% | Parcial | 40,00% | 69.582,25 | 104.373,38 |
| 2 | No pétreos | 170201 | Madera | 331,11 | 561,13 | 892,23 | 3,04% | 12,36% | Total | 100,00% | 892,23 | - |
| 3 | | 170407 | Metales mezclados | 445,05 | 823,78 | 1.268,83 | 4,32% | | Total | 100,00% | 1.268,83 | - |
| 4 | | 170202 | Vidrio | 56,23 | 101,48 | 157,71 | 0,54% | | Total | 100,00% | 157,71 | - |
| 5 | | 200101 | Papel - cartón | 81,99 | 143,27 | 225,25 | 0,77% | | Total | 100,00% | 225,25 | - |
| 6 | | 170203 | Plástico | 211,54 | 376,08 | 587,62 | 2,00% | | Total | 100,00% | 587,62 | - |
| 7 | | 170802 | Materiales de construcción | 176,27 | 324,34 | 500,61 | 1,70% | | Total | 100,00% | 500,61 | - |
| 8 | De naturaleza pétreo | 010409 | Arena, grava y otros áridos | 125,27 | - | 125,27 | 0,43% | 82,23% | Total | 100,00% | 125,27 | - |
| 9 | | 170101 | Hormigón | 2.238,93 | 3.999,53 | 6.238,46 | 21,22% | | Total | 100,00% | 6.238,46 | - |
| 10 | | 010408 | Residuos de grava y rocas | 746,47 | 1.474,45 | 2.220,92 | 7,55% | | Total | 100,00% | 2.220,92 | - |
| 11 | | 170103 | Tejas azulejos y otros cerámicos | 5.699,23 | 9.889,39 | 15.588,62 | 53,03% | | Total | 100,00% | 15.588,62 | - |
| 12 | Residuos mezclados | 170904 | Residuos mezclados varios | 575,23 | 1.016,80 | 1.592,03 | 5,42% | 5,42% | Total | 100,00% | 1.592,03 | - |

Fuente: Elaborado por la autora

En el gráfico 2.16, se puede ver como bien manejados los RCD, se tiene una minimización de estos residuos contribuyendo en el cumplimiento al Indicador y Metas del Objetivo Estratégico 2 del PMDOT, que consta en la tabla 1, acerca de la recuperación del material reciclable. Por otra parte, siempre será más fácil la recuperación de los RCD antes de ser trasladados a una escombrera ya que mantienen sus cualidades por ende es mejor su valorización que si ingresan mezclados a la escombrera.

Gráfico 2.16. Esquema ampliado del manejo adecuado de los RCD



Fuente: Elaborado por la autora

El adecuado manejo de los RCD, permite a los constructores optimizar sus recursos durante la ejecución de una obra, dignificar el trabajo de los gestores artesanales y alargar la vida útil de los vertederos de inertes, hay que considerar que para que esto funcione, es necesario contar

con voluntad de los constructores para que desde el diseño del proyecto se prevea un plan de gestión de RCD tendientes a su minimización y aprovechamiento además de una normativa clara en gestión de residuos de demolición y construcción enfocados en una economía circular para el manejo clasificado los RCD durante las fases de demolición y construcción llevando correctamente los registros de generación - entrega que permitirá cuantificar la cantidad de RCD evitados en una escombrera y que permitan evidenciar ante la Autoridad Ambiental competente su contribución en el cumplimiento de las metas e indicadores de gestión del PMDOT en lo relacionado a la gestión de escombros.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede evidenciar que es posible la valorización de la mayoría de los RCD que se generan en el proceso constructivo de una edificación, el cual es proporcional al tamaño de la obra y más si se realiza un proceso de demolición, tomando en cuenta que el DMQ tiene una alta demanda de proyectos inmobiliarios en donde se busca llegar a ser sustentables y con bajas emisiones de carbono. Actualmente, es un desafío lograr que una edificación sea de bajas emisiones o carbono neutra, sin embargo, para lograr tener bajas emisiones, no solo debemos enfocarnos en la huella de carbono en la fase de producción de los materiales o en el funcionamiento de la edificación, sino que debemos poner atención en la fase de construcción del ¿cómo se está construyendo la edificación? ya que todas las fases afectan directamente a factores económicos, sociales y ambientales y por ende contribuyen al cambio climático. A su vez, debemos mirar la realidad de nuestra ciudad, en la cual, la gestión de los residuos sólidos de construcción todavía es tomados a la ligera y varios de los materiales que pueden ser valorizados son mezclados con las tierras y piedras de excavación dificultando su recuperación. y encontrando una brecha de reutilización in situ, o clasificación de materiales con gestores ambientales en zona que logran recuperar una mínima cantidad y debido al estado, su valor se reduce notablemente.

Además la falta de una caracterización de RCD de acuerdo al tipo de edificación a construir, dificulta al diseñador poder plasmar en la etapa de diseño las cantidades que podrían ser valorizadas y evitadas de ser trasladadas a una escombrera, como se evidenció en los gráficos 2.15 y 2.16 y manteniendo las prácticas que varios actores de la construcción continúan con la creencia que estos residuos no son susceptibles de ser recuperados ni valorizados, cuando es evidente que es un campo que tiene muchas oportunidades tanto para el sector privado como para el municipal que permita su reducción, reutilización, recuperación y sobre todo los beneficios directos e indirectos socioeconómicos y ambientales que la gestión adecuada de los residuos trae.

Conclusiones

De la investigación realizada, se evidencia que es posible la reducción de los RCD antes de que se trasladen a una escombrera autorizada a través de un manejo adecuado en obra, siempre y cuando haya compromiso y decisión de los actores directos del proyecto, para que se realice una clasificación previa de acuerdo con su tipología para la entrega o recolección por parte de gestores artesanales.

Se puede observar los resultados obtenidos de la cuantificación teórica y la cantidad de material que se podría evitar desalojar en las escombreras:

- En la fase de excavación el 100% de los residuos generados corresponden a tierras y piedras de excavación, generalmente son llevados en su totalidad a las escombreras, sin embargo pueden ser reutilizadas en la misma obra o redistribuidas en otros proyectos de la misma constructora o servicios (ej. viveros o rellenos) con autorización previa municipal, incluso de acuerdo al tipo de suelo (pasando por un análisis preliminar) pueden ser valorizados para elaboración de bloques o ladrillos lo que permite disminuir el uso de materia prima y reducir la huella de carbono que se genera por el traslado hasta el vertedero de inertes.
- En la fase de demolición y construcción se puede recuperar prácticamente la totalidad de los RCD que corresponden a: i) no pétreos (madera, metales varios, vidrio, papel - cartón, plásticos, materiales de construcción), representan al 12.36%; los que pueden ser valorizados y recuperados en su totalidad ya sea para ser reutilizados o reciclados en nuevos materiales no solo de construcción, ii) de naturaleza pétreo (arena, grava y otros pétreos, restos de hormigón, residuos grava y rocas, ladrillos, bloques, tejas, azulejos y otras cerámicas que corresponden al 82.23%, pueden ser reutilizados o reciclados en procesos de ejecución de materiales de construcción, reduciendo la explotación de materias primas como son arenas, gravas y algunos pétreos y iii) residuos mezclados de construcción que corresponden al 5.42% que podría ser la fracción a ser trasladada a una escombrera autorizada si no se cuenta con un proceso de valorización previa, en algunos casos estos pasan a un proceso de trituración o incineración para ser un componente de los hormigones, evitando ser trasladados a una escombrera.

Esta clasificación previa, permitiría mejorar las condiciones de trabajo de los gestores artesanales de residuos sólidos, ya que se logra recuperar una mayor cantidad de material en

buen estado, se reduce el riesgo laboral del gestor artesanal que se encuentra en una escombrera, logrando que el material recuperado tenga una mejor valoración, permitiendo mejorar sus ingresos, pero sobre todo dignificar su trabajo y sobre todo reduciendo notablemente la cantidad de RCD trasladados a las escombreras, logrando que el proceso constructivo sea más sostenible, mejorando la gestión de los residuos sólidos de obra y disminuyendo la posible huella de carbono generada por traslado de los RCD a al vertedero de inertes.

Es necesario contar con una caracterización de RCD que establezca qué residuos sólidos de obra pueden ser valorizados y evitados de ser enviados a las escombreras autorizadas o desalojados de manera anti técnica, lo que permitirá a los actores involucrados en el proceso constructivo reducir la cantidad de escombros en ser enviados y por ende disminuir su huella de carbono al reducir los viajes que se realizan en su traslado.

A nivel LAC, existen ya estrategias y planes de gestión de RCD a niveles locales y nacionales con normativas claras, que pueden servir de base para desarrollar propuestas de planes de gestión que mejoren la valorización de los residuos de construcción y demolición, permitiendo visibilizar las acciones que actualmente varios constructores están desarrollando y evitando que los RCD lleguen a las escombreras, incrementando el porcentaje de recuperación de acuerdo con lo establecido en los objetivos al 2030 PMDOT sobre el aprovechamiento del del 10 % de los RCD que llegan a las escombreras en nuevos procesos productos, estableciendo medidas de adaptación al cambio climático como la dignificación del trabajo de los recicladores base y disminuyendo la cantidad de los RCD que se trasladan al vertedero de inertes, como se propone en el gráfico 2.16.

De la estimación de la huella de carbono realizada en las fases de derrocamiento y construcción de una edificación se evidencia que mientras menos eficiente sea la operación de la maquinaria pesada más representativa en términos de ingresos y horas de trabajo, se corre el riesgo de incrementar la huella de carbono del proceso constructivo, especialmente en el traslado de los RCD a las escombreras, del análisis realizado se evidencia que ambas edificaciones generaron 536.9 KgCO₂ eq/h, considerando que este tipo de proyectos tiene un periodo de construcción entre dos y cuatro años, su huella de carbono de cada edificación estaría sobre las 48 Ton CO₂eq al mes, la optimización de la maquinaria pesada y la correcta segregación de los RCD influye directamente en la reducción del número de viajes a la escombrera y por ende a la disminución de la huella de carbono del proceso constructivo, contribuyendo no solo en la adaptación sino también en la mitigación al cambio climático.

Referencias

- Abarca-Guerrero, Lilliana, Grettel Leandro-Hernández, Ivannia Hasbum-Fernández, y Jaime Solano-Soto. 2019. "Gestión de materiales de construcción en Costa Rica para reducción de residuos: barreras y motivaciones". *Revista Tecnología en Marcha*. <https://doi.org/10.18845/tm.v32i6.4230..>
- Asociación de Promotores Inmobiliarios de Vivienda del Ecuador. 2022. "Una mirada al desempeño del sector inmobiliario en el 2022." Opinión APIVE. Quito. <https://apive.org/una-mirada-al-desempeno-del-sector-inmobiliario-en-el-2022/>.
- Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito. Ordenanza Municipal 1. Registro Oficial Edición Especial 1615 de 14 de julio de 2021. Última Modificación 9 de diciembre del 2022
- DEMOGRÁFICO, Observatorio. Tendencias de la población de América Latina y el Caribe.* Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) - División de Población (CEPAL). Santiago, 2022..
- Constitución de la República del Ecuador.* Decreto Legislativo 0. Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008. Última Modificación 21 de diciembre del 2015.
- Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción.* 2021. *Estrategia de Economía Circular en Construcción. Propuesta de Estrategia Sectorial 2021-2025.* Cámara Chilena de la Construcción. Santiago.
- Corporación Financiera Nacional - CFN.* 2021. *Ficha Sectorial Construcción.* Subgerencia de Análisis de Productos y Servicios. Quito. <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2021/fichas-sectoriales-3-trimestre/Ficha-Sectorial-Construccion.pdf>
- Distrito Metropolitano de Quito.* 2019. *Ordenanza reformativa del Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito, por la cual se incorpora en el Libro VI.1, Del uso de Suelo, el Título VIII, que regula el incremento de pisos, por suelo creado, de acuerdo al Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, en Proyecto Eco-eficientes ubicados en las áreas de influencia del Sistema Metropolitano de Transporte y Proyectos ubicados en las Zonas Urbanísticas de Asignación Especial.* Quito.

Distrito Metropolitano de Quito. 2021. *Plan Metropolitano de Desarrollo de Ordenamiento Territorial 2021 - 2033*. Ordenanza Metropolitana N° 001-2021 de 13 de septiembre de 2021. <https://gobiernoabierto.quito.gob.ec/plan-pmdot/>

Correa Ana Lucía, Guerra Paula, Villalba Lenin, Andrade Fabián, Urrego Ángel Jorge Lenín, Grau Benaiges Javier. 2022. "Plan de Gestión Integral Municipal de Residuos y Desechos Sólidos No Peligrosos y Desechos Sanitarios del Distrito Metropolitano de Quito (2022 – 2032)".

https://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Administración%202019-2023/Sesiones%20de%20Concejo/2022/Sesión%2044%20Ordinaria%202022-09-06/IV.%20Plan%20de%20Residuos%20Solidos/plan_de_gestion_integral_de_residuos.pdf.

EMGIRS EP. 2022. "Análisis de Situación Actual / Problemática". Presentación Mesa Redonda – Tratamiento y Aprovechamiento de Residuos – Smart Cities 2022. CCI Franco Ecuatoriana. Embajada de Francia. Agencia Francesa de Desarrollo – AFD. Quito..

Esteras, José Luis. 2023. "Cálculo de la huella de carbono de Grupo One". *Prevención, Calidad y Medio Ambiente*. Artículo Técnico. *Revista Limpiezas*. Grupo One. Cálculo de la huella de carbono de Grupo One - Revista Limpiezas.

García-Ochoa, José A., Quito-Rodríguez, Juan C., Perdomo-Moreno, Johan A. 2020. "Análisis de la huella de carbono en la construcción y su impacto sobre el ambiente." *Universidad Cooperativa de Colombia. Ingeniería Civil*. Villavicencio. <http://hdl.handle.net/20.500.12494/16031>

Granados Menéndez, H., Fernández Castillo, J., y López-Asiain Martínez, J. *Ratios nacionales. Gestión de Residuos de Construcción y Demolición*. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, 2020. ISBN: 978-84-09-21237-8

Grupo TECMA RED S.L. 2021. "Una calculadora desarrollada por la ERA determina la huella de carbono de los equipos de construcción." *Revista digital Construible.es - Todo sobre construcción sostenible*. Publicado el 09/03/2021. <https://www.construible.es/2021/03/09/calculadora-desarrollada-era-determina-huella-carbono-equipos-construccion>

- Instituto Ecuatoriano de Normalización*. 2014. *Gestión Ambiental. Estandarización de Colores para Recipientes de Depósito y Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos. Requisitos*. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2841:2014-03.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. 2013. "Quito, el cantón más poblado del Ecuador en el 2020." *Noticias. Ecuador en Cifras*. 9 de diciembre.
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/quito-el-canton-mas-poblado-del-ecuador-en-el-2020/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. 2022. *Estadísticas de Edificaciones (ESED), 2021. Minería, manufactura y construcción*. Boletín Técnico N°01-2022-ESED. *Ecuador en Cifras*. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas Economicas/Encuesta Edificaciones/2021/3.%202021 ESED Bolet in tecnico.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Encuesta_Edificaciones/2021/3.%202021_ESED_Boletin_tecnico.pdf)
- Jofra Sora Marta*. 2016. *Metodología para la gestión ambiental de RCD en ciudades de América Latina*. Fundació ENT. Agencia de Residuo de Catalunya. Gestora de Residuos de la Construcción S.A. Alcaldía de Bogotá. Bogotá. https://ent.cat/wp-content/uploads/2016/02/lilibret-Bogota_baixa.pdf.
- Mália, Miguel, Jorge de Brito, Manuel Duarte Pinheiro, y Miguel Bravo. 2013. "Construction and Demolition Waste Indicators". *Waste Management & Research: The Journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA* 31 (3): 241–55. <https://doi.org/10.1177/0734242x12471707>..
- Martínez, Belén*. 2022. *Gestión de residuos sólidos: una mirada a la gestión de residuos de construcción y demolición en la ciudad de Quito*. Trabajo Final Gobernanza Urbana y Políticas Públicas frente al Cambio Climático en las Ciudades de LAC. Especialización de Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales – FLACSO. Quito.
- Martínez Lillo, Pedro, y Rubio Apiolaza, Pablo*. 2017. "América Latina actual. Del populismo al giro de las izquierdas." *Sociología Histórica*. Madrid. 12/2022: 551-555..
- “MAE trabaja en programas de mitigación y adaptación para reducir emisiones de Co2 en Ecuador – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica”. s/f. Gob.ec.

Consultado el 19 de mayo de 2023. [https://www.ambiente.gob.ec/mae-trabaja-en-programas-de-mitigacion-y-adaptacion-para-reducir-emisiones-de-co2-en-ecuador/..](https://www.ambiente.gob.ec/mae-trabaja-en-programas-de-mitigacion-y-adaptacion-para-reducir-emisiones-de-co2-en-ecuador/)

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. 2019. *Reglamento al Código Orgánico del Ambiente*. Decreto Ejecutivo 752. Registro Oficial Suplemento 507 de 12 de junio de 2019. Quito.

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. 2017. *Código Orgánico del Ambiente*. Registro Oficial Suplemento 983 de 12 de abril de 2017. Quito.

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. 2015. *Expídese el Marco Institucional para Incentivos Ambientales*. Acuerdo Ministerial 140. Registro Oficial Edición Especial N° 387 de 4 de noviembre de 2015. Quito.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. 2015. *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Registro Oficial 413 Primer Suplemento de 10 de enero de 2015. Quito.

Naciones Unidas. 2022. *Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

Presidencia de la República del Ecuador - Función Ejecutiva. 2015. *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)*. Registro Oficial Suplemento 303 de 19 de octubre de 2010. Última modificación 16 de enero de 2015. Quito.

Potrč Obrecht, T., R. Kunič, S. Jordan, y A. Legat. 2019. "Roles of the reference service life (RSL) of buildings and the RSL of building components in the environmental impacts of buildings". *IOP conference series. Earth and environmental science* 323 (1): 012146. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/323/1/012146..>

Rea Lozano, Adriana Estefanía. 2017. "Gestión de residuos en la construcción: Plan de gestión de residuos generados en construcción de vivienda multifamiliar en el Ecuador." Tesis previa a la obtención del grado de Magister en construcciones, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Cuenca. Cuenca.

Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito y C40. 2020. *Plan de Acción de Cambio Climático de Quito 2020*. Primera Edición, Quito, Ecuador. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. [Enlace].

<http://www.quitoambiente.gob.ec/index.php/cambio-climatico/documentos#plan-de-acci%C3%B3n-clim%C3%A1tico-de-quito-2020-pacq>

Suárez-Silgado, Sindy Sofía, Carolina Betancourt Quiroga, Juan Molina Benavides, y Leandro Mahecha Vanegas. 2019. “La gestión de los residuos de construcción y demolición en Villavicencio: estado actual, barreras e instrumentos de gestión”. *ENTRAMADO* 15 (1): 224–44. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.5408..>

United Nations Environmental Programme. 2020. *2020 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector*. Nairobi. [Enlace]. https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR_FULL%20REPORT.pdf

“2020 Global Status Report for Buildings and Construction”. s/f. Globalabc.org. Consultado el 28 de abril de 2023. [Enlace]. https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR_FULL%20REPORT.pdf.

Villoria Sáez, Paola, y Mohamed Osmani. 2019. “A Diagnosis of Construction and Demolition Waste Generation and Recovery Practice in the European Union”. *Journal of Cleaner Production* 241 (118400): 118400. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118400>.

Yuan, Hongping, y Liyin Shen. 2011. “Trend of the Research on Construction and Demolition Waste Management”. *Waste Management (New York, N.Y.)* 31 (4): 670–79. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.10.030>.

Anexos

Anexo 1: Porcentajes a utilizar en el cálculo de acuerdo con los ratios estimados para demolición y construcción para la región continental norte de España, página 21

RATIOS APLICABLES A CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIÓN RESIDENCIAL Y TERCIARIO
Región Continental Norte

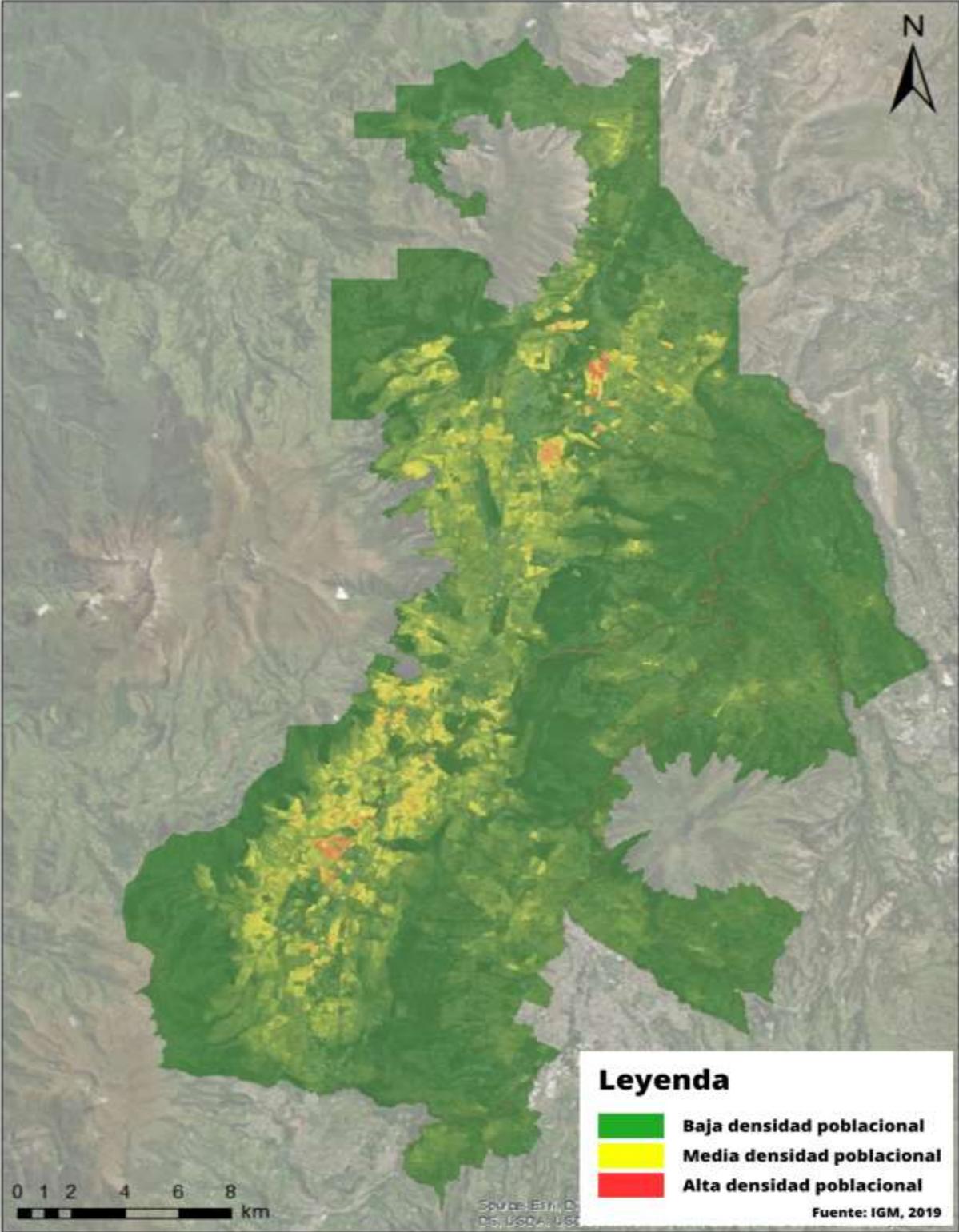
| Codigo LER | Tipo de Residuo | Porcentaje peso | Volumen | Peso |
|--|--|-----------------|--------------|--------------|
| | | % | m3/m2 | T/m2 |
| RATIOS GLOBALES | | 100 | 0,143 | 0,169 |
| RCD: Naturaleza no pétreo | | | | |
| Asfalto | | | | |
| 17 03 02 | Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01 | 2,67 | 0,004 | 0,005 |
| Madera | | | | |
| 17 02 01 | Madera | 2,82 | 0,010 | 0,005 |
| Metales | | | | |
| 17 04 01 | Cobre, bronce, latón | | | |
| 17 04 02 | Aluminio | | | |
| 17 04 03 | Plomo | | | |
| 17 04 04 | Zinc | | | |
| 17 04 05 | Hierro y acero | | | |
| 17 04 06 | Estaño | | | |
| 17 04 07 | Metales mezclados | 4,14 | 0,006 | 0,007 |
| 17 04 11 | Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10 | | | |
| Papel | | | | |
| 20 01 01 | Papel-Cartón (codigo espejo) | 0,72 | 0,002 | 0,001 |
| Plástico | | | | |
| 17 02 03 | Plástico | 1,89 | 0,004 | 0,003 |
| Vidrio | | | | |
| 17 02 02 | Vidrio | 0,51 | 0,001 | 0,001 |
| Yeso | | | | |
| 17 08 02 | Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01 | 1,63 | 0,005 | 0,003 |
| RCD: Naturaleza pétreo | | | | |
| Arena Grava y otros áridos | | | | |
| 01 04 08 | Residuos de grava y rocas trituradas distintos de código 04 07 | 7,41 | 0,008 | 0,013 |
| 01 04 09 | Residuos de arena y arcilla | | | |
| Hormigón | | | | |
| 17 01 01 | Hormigón | 20,10 | 0,021 | 0,034 |
| Ladrillos, azulejos y otros cerámicos | | | | |
| 17 01 02 | Ladrillos | | | |
| 17 01 03 | Tejas y materiales cerámicos | 49,70 | 0,067 | 0,084 |
| 17 01 07 | Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06. | | | |
| RCD Mezclados | | | | |
| 17 09 04 | RCD mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03 | 5,11 | 0,006 | 0,009 |
| RCD Potencialmente peligrosos y otros | | | | |
| Basuras | | | | |
| 20 02 01 | Residuos biodegradables | | | |
| 20 03 01 | Mezcla de residuos municipales | 2,35 | 0,006 | 0,004 |
| Potencialmente peligrosos | | | | |
| 17 09 03* | Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's | 0,95 | 0,004 | 0,002 |
| Otros | | | | |

Fuente: Tabla de datos. 2020. Ratios nacionales. Gestión de Residuos. Pág. 21.

Anexo 2: Mapas

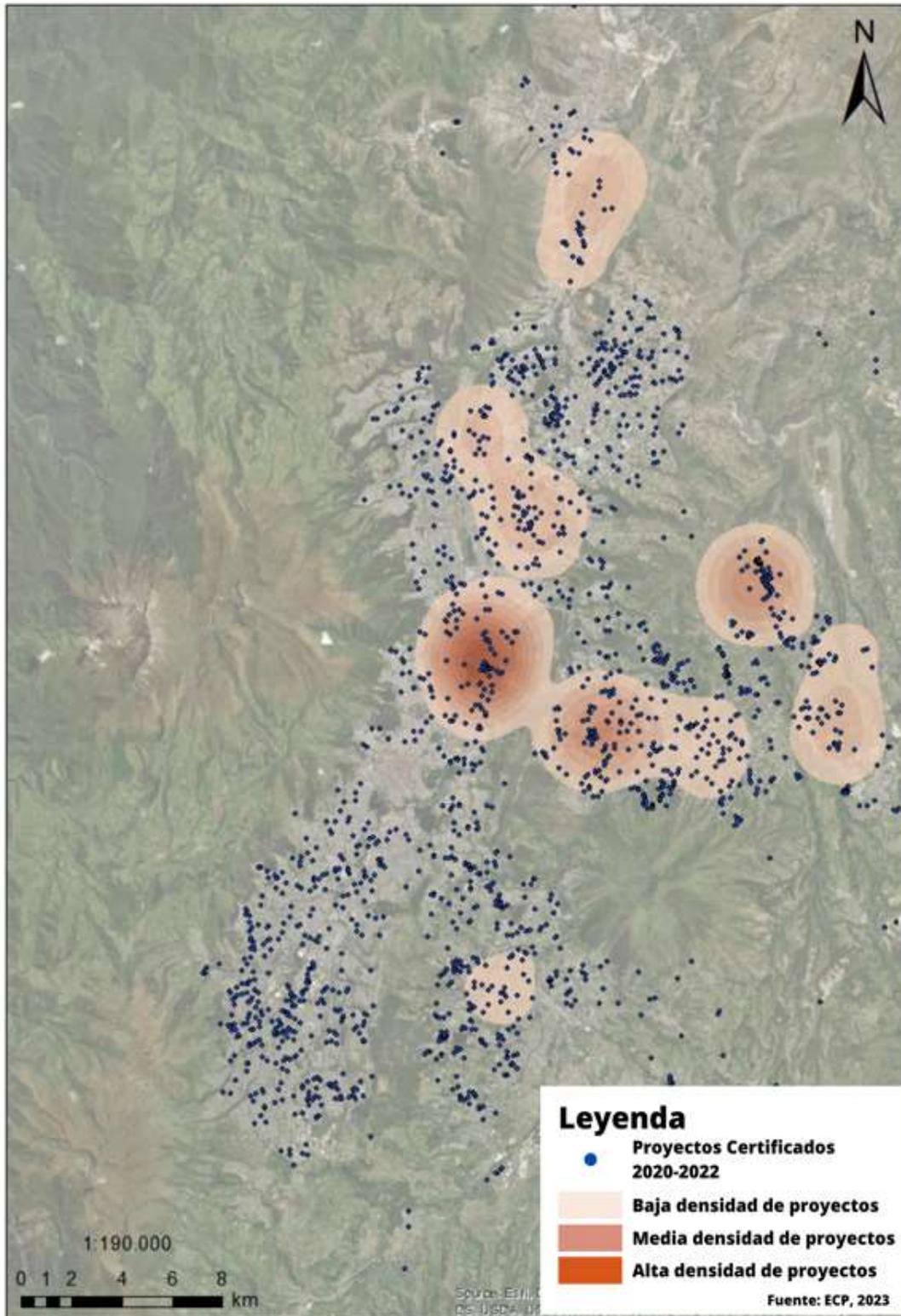
2.1. Densidad poblacional

Densidad Poblacional DMQ

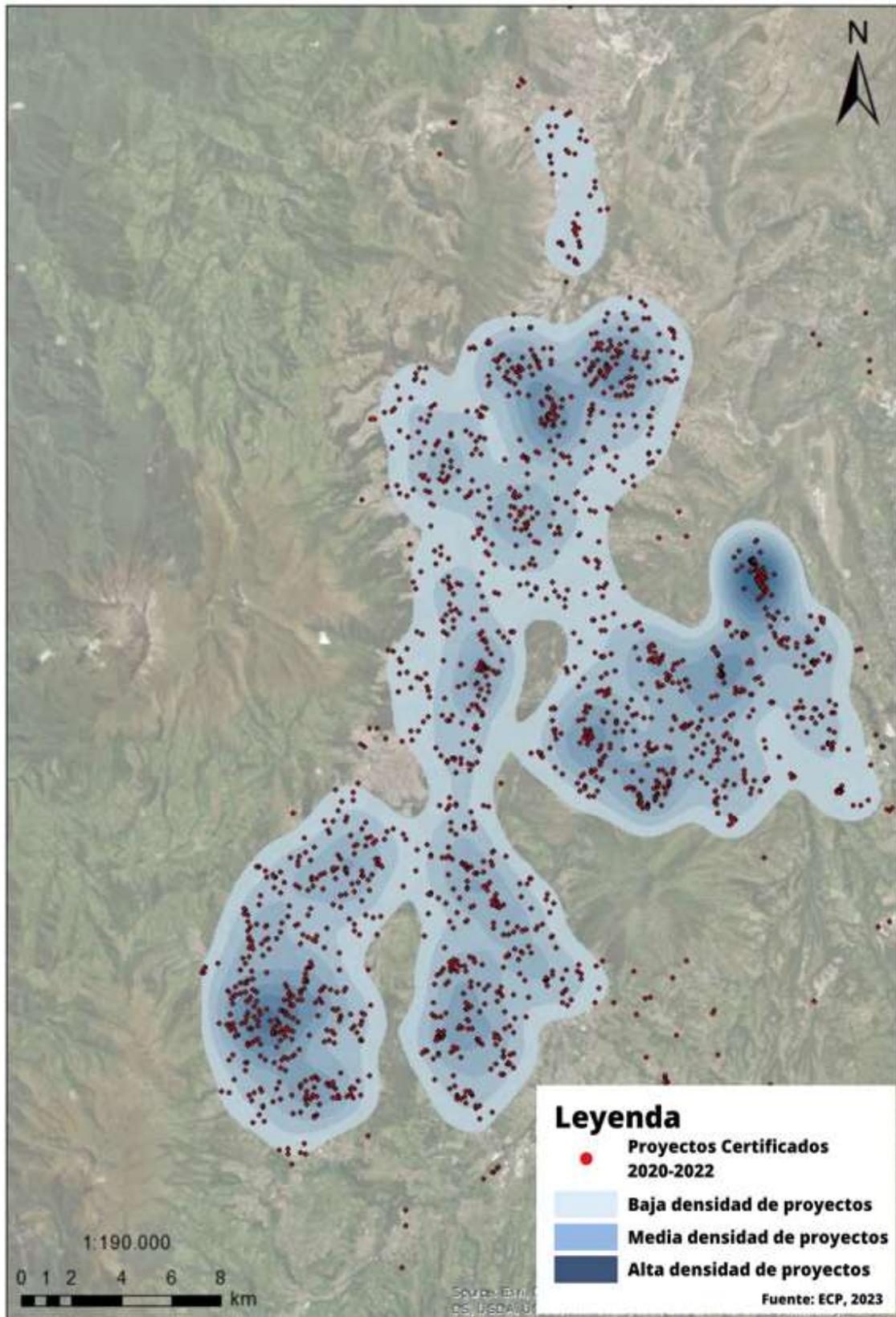


2.2.Demanda constructiva del DMQ

Concentración por Metraje de Proyectos



Concentración por Cantidad de Proyectos



Anexo 3: Estimación de cálculo de RCD para cada Edificación

3.1. Edificación A

| CASO A PROCESO DE DEMOLICIÓN | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|------------------------------------|--|------------------------|----------------|---------|---------------|-----------|--|--|
| Volumen de derrocamiento | | Vd = 40% * Ad | | Volumen generado por tipo de residuo - derrocamiento | | Vtm1 = K * Vr1 | | | | | |
| Vd = Volumen de derrocamiento | | | | K = valor constante en porcentaje de acuerdo al tipo de residuo (LER) | | | | | | | |
| Ad = Área bruta total construida | | | | Vr = Volumen generado en cada fase (derrocamiento, excavación y construcción) | | | | | | | |
| | | Vd1 = Vr1 | | | | | | | | | |
| N° | Clasificación | Código LER | Materiales | Uso en el análisis | Residuos de demolición | | | | | | |
| | | | | | Ratios (LER)* | Constante | Ad | Vdb = Vr (m3) | Vtm1 (m3) | | |
| | | | | | K (%) | | | | | | |
| 1 | Tierras y piedras | 010408 | Tierras y pétreos de la excavación | No se considera en el análisis para derrocamiento, sino en excavación y construcción | | | | | | | |
| 2 | | | Lodos y drenajes | No se considera en el análisis | | | | | | | |
| 3 | | 170302 | Asfalto | No se considera en el análisis | | | | | | | |
| 4 | No pétreos | 170201 | Madera | SI | 3,78% | 40% | 3110,04 | 1244,02 | 47,02 | | |
| 5 | | 170407 | Metales mezclados | SI | 2,25% | 40% | 3110,04 | 1244,02 | 27,99 | | |
| 6 | | 170202 | Vidrio | SI | 0,39% | 40% | 3110,04 | 1244,02 | 4,85 | | |
| 7 | | 200101 | Papel - cartón | SI | 0,76% | 40% | 3110,04 | 1244,02 | 9,45 | | |
| 8 | | 170203 | Plástico | SI | 1,70% | 40% | 3110,04 | 1244,02 | 21,15 | | |
| 9 | | 170802 | Materiales de construcción | SI | 0,97% | 40% | 3110,04 | 1244,02 | 12,07 | | |
| 10 | De naturaleza pétreo | 010409 | Arena, grava y otros áridos | SI | 10,07% | 40% | 3110,04 | 1244,02 | 125,27 | | |
| 11 | | 170101 | Hormigón | SI | 17,21% | 40% | 3110,04 | 1244,02 | 214,10 | | |
| 12 | | 170103 | Tejas azulejos y otros cerámicos | SI | 55,67% | 40% | 3110,04 | 1244,02 | 692,54 | | |
| 13 | Residuos mezclados | 170904 | Residuos mezclados varios | SI | 4,86% | 40% | 3110,04 | 1244,02 | 60,46 | | |
| 14 | Potencialmente peligrosos y otros | 200201 | Residuos biodegradables | No se considera en el análisis | | | | | | | |
| 15 | | 200301 | Asimilables a comunes | No se considera en el análisis | | | | | | | |
| 16 | Otros | 170903 | Otros | No se considera en el análisis | | | | | | | |

* Valores establecidos en los ratios nacionales de generación de RCD del Consejo General de Arquitectura - Ratios aplicables a demolición de edificación residencial y terciario, región continental norte

| CASO A PROCESO DE EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|----------------|--------------------------------------|---|---------------------------------------|----------------|----------|----------------|-----------|----------|--|
| Volumen de excavación | | Ve = As * Kh | | Volumen generado por tipo de residuo - excavación | | Vtm2 = K * Vr2 | | | | | |
| Ve = Volumen de excavación | | | | K = valor constante en porcentaje de acuerdo al tipo de residuo (LER) | | | | | | | |
| As = área de subsuelos declarados | | | | Vr = Volumen generado en cada fase (derrocamiento, excavación y construcción) | | | | | | | |
| Kh = 3.00 m (altura constante) | | | | Ve = Vr2 | | | | | | | |
| Volumen de escombros por proceso constructivo | | Vc = 15% * Atc | | Volumen generado por tipo de residuo - construcción | | Vtm3 = K * Vr3 | | | | | |
| Vc = Volumen de escombros por proceso constructivo | | | | K = valor constante en porcentaje de acuerdo al tipo de residuo (LER) | | | | | | | |
| Atc = Área bruta total de construcción nueva | | | | Vr = Volumen generado en cada fase (derrocamiento, excavación y construcción) | | | | | | | |
| | | Vc = Vr3 | | | | | | | | | |
| N° | Clasificación | Código LER | Materiales | Uso en el análisis | Residuos de excavación y construcción | | | | | | |
| | | | | | Ratios (LER)* | Constante | Ad | Ven = Vrn (m3) | Vtm2 | Vtm3 | |
| | | | | | K (%) | | | | | | |
| 1 | Tierras y piedras | N/A | Tierras y pétreos de la excavación** | SI | 100,00% | 3 | 27170 | 81510 | 81.510,00 | N/A | |
| 2 | | | Lodos y drenajes | No se considera en el análisis | | | | | | | |
| 3 | | 170302 | Asfalto | No se considera en el análisis | | | | | | | |
| 4 | No pétreos | 170201 | Madera | SI | 2,82% | 15% | 67158,77 | 10073,82 | N/A | 284,08 | |
| 5 | | 170407 | Metales mezclados | SI | 4,14% | 15% | 67158,77 | 10073,82 | N/A | 417,06 | |
| 6 | | 170202 | Vidrio | SI | 0,51% | 15% | 67158,77 | 10073,82 | N/A | 51,38 | |
| 7 | | 200101 | Papel - cartón | SI | 0,72% | 15% | 67158,77 | 10073,82 | N/A | 72,53 | |
| 8 | | 170203 | Plástico | SI | 1,89% | 15% | 67158,77 | 10073,82 | N/A | 190,40 | |
| 9 | | 170802 | Materiales de construcción | SI | 1,63% | 15% | 67158,77 | 10073,82 | N/A | 164,20 | |
| 10 | De naturaleza pétreo | 170101 | Hormigón | SI | 20,10% | 15% | 67158,77 | 10073,82 | N/A | 2.024,84 | |
| 11 | | 010408 | Residuos de grava y rocas | SI | 7,41% | 15% | 67158,77 | 10073,82 | N/A | 746,47 | |
| 12 | | 170103 | Tejas azulejos y otros cerámicos | SI | 49,70% | 15% | 67158,77 | 10073,82 | N/A | 5.006,69 | |
| 13 | Residuos mezclados | 170904 | Residuos mezclados varios | SI | 5,11% | 15% | 67158,77 | 10073,82 | N/A | 514,77 | |
| 14 | Potencialmente peligrosos y otros | 200201 | Residuos biodegradables | No se considera en el análisis | | | | | | | |
| 15 | | 200301 | Asimilables a comunes | No se considera en el análisis | | | | | | | |
| 16 | Otros | 170903 | Otros | No se considera en el análisis | | | | | | | |

* Valores establecidos en los ratios nacionales de generación de RCD del Consejo General de Arquitectura - Ratios aplicables a construcción de edificación residencial y terciario, región continental norte

| N° | Total de RCD | Volumen (m3) | Porcentaje (%) | | | | | |
|-------|---------------|--------------|----------------|--|--|--|--|--|
| 1 | Derrocamiento | 1.214,91 | 1,32% | | | | | |
| 2 | Excavación | 81.510,00 | 88,41% | | | | | |
| 3 | Construcción | 9.472,41 | 10,27% | | | | | |
| Total | | 92.197,31 | 100,00% | | | | | |

| N° | Clasificación | Código LER | Materiales | Cantidades generadas (Vtm1+Vtm2+Vtm3) | Cantidades generadas | Porcentaje | | |
|----|----------------------|------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|------------|--------|--------|
| 1 | Tierras y piedras | 010408 | Tierras y pétreos de la excavación | 81.510,00 | 81.510,00 | 88,41% | | |
| 2 | No pétreos | 170201 | Madera | 331,11 | 1.302,18 | 1,41% | 12,18% | 3,10% |
| 3 | | 170407 | Metales mezclados | 445,05 | | | | 4,16% |
| 4 | | 170202 | Vidrio | 56,23 | | | | 0,53% |
| 5 | | 200101 | Papel - cartón | 81,99 | | | | 0,77% |
| 6 | | 170203 | Plástico | 211,54 | | | | 1,98% |
| 7 | | 170802 | Materiales de construcción | 176,27 | | | 1,65% | |
| 8 | De naturaleza pétreo | 010409 | Arena, grava y otros áridos | 125,27 | 8.809,90 | 9,56% | 82,43% | 1,17% |
| 9 | | 170101 | Hormigón | 2.238,93 | | | | 20,95% |
| 10 | | 010408 | Residuos de grava y rocas | 746,47 | | | | 6,98% |
| 11 | | 170103 | Tejas azulejos y otros cerámicos | 5.699,23 | | | 53,33% | |
| 12 | Residuos mezclados | 170904 | Residuos mezclados varios | 575,23 | 575,23 | 0,62% | 5,38% | 5,38% |

3.2. Edificación B

| CASO A PROCESO DE DEMOLICIÓN | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|---|--|--|--|
| Volumen de derrocamiento | | Vd = 40% * Ad | | Volumen generado por tipo de residuo - derrocamiento | | Vtm1 = K * Vr1 | | | |
| Vd = Volumen de derrocamiento | | | | K = valor constante en porcentaje de acuerdo al tipo de residuo (LER) | | Vr = Volumen generado en cada fase (derrocamiento, excavación y construcción) | | | |
| Ad = Área bruta total construida | | | | | | | | | |
| | | | | Vd1 = Vr1 | | | | | |
| En este proyecto no hay proceso de demolición por lo Vr1 = 0 | | | | | | | | | |
| CASO A PROCESO DE EXCAVACIÓN Y CONSTRUCCIÓN | | | | | | | | | |
| Volumen de excavación | | Ve = As * Kh | | Volumen generado por tipo de residuo - excavación | | Vtm2 = K * Vr2 | | | |
| Ve = Volumen de excavación | | As = área de subsuelos declarados | | K = valor constante en porcentaje de acuerdo al tipo de residuo (LER) | | Vr = Volumen generado en cada fase (derrocamiento, excavación y construcción) | | | |
| Kh = 3.00 m (altura constante) | | | | | | | | | |
| | | | | Ve = Vr2 | | | | | |
| Volumen de escombros por proceso constructivo | | Vc = 15% * Atc | | Volumen generado por tipo de residuo - construcción | | Vtm3 = K * Vr3 | | | |
| Vc = Volumen de escombros por proceso constructivo | | Atc = Área bruta total de construcción nueva | | K = valor constante en porcentaje de acuerdo al tipo de residuo (LER) | | Vr = Volumen generado en cada fase (derrocamiento, excavación y construcción) | | | |
| | | | | | | Vc = Vr3 | | | |

| N° | Clasificación | Código LER | Materiales | Uso en el análisis | Ratios (LER)* | | Residuos de excavación y construcción | | | |
|----|-----------------------------------|------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------|-----------|---------------------------------------|----------------|-----------|----------|
| | | | | | K (%) | Constante | Ad | Ven = Vrn (m3) | Vtm2 | Vtm3 |
| 1 | Tierras y piedras | N/A | Tierras y pétreos de la excavación** | SI | 100,00% | 3 | 30815,21 | 92445,63 | 92.445,63 | N/A |
| 2 | | | Lodos y drenajes | | No se considera en el análisis | | | | | |
| 3 | | 170302 | Asfalto | | No se considera en el análisis | | | | | |
| 4 | No pétreos | 170201 | Madera | SI | 2,82% | 15% | 132654,48 | 19898,17 | N/A | 561,13 |
| 5 | | 170407 | Metales mezclados | SI | 4,14% | 15% | 132654,48 | 19898,17 | N/A | 823,78 |
| 6 | | 170202 | Vidrio | SI | 0,51% | 15% | 132654,48 | 19898,17 | N/A | 101,48 |
| 7 | | 200101 | Papel - cartón | SI | 0,72% | 15% | 132654,48 | 19898,17 | N/A | 143,27 |
| 8 | | 170203 | Plástico | SI | 1,89% | 15% | 132654,48 | 19898,17 | N/A | 376,08 |
| 9 | | 170802 | Materiales de construcción | SI | 1,63% | 15% | 132654,48 | 19898,17 | N/A | 324,34 |
| 10 | De naturaleza pétreo | 170101 | Hormigón | SI | 20,10% | 15% | 132654,48 | 19898,17 | N/A | 3.999,53 |
| 11 | | 010408 | Residuos de grava y rocas | SI | 7,41% | 15% | 132654,48 | 19898,17 | N/A | 1.474,45 |
| 12 | | 170103 | Tejas azulejos y otros cerámicos | SI | 49,70% | 15% | 132654,48 | 19898,17 | N/A | 9.889,39 |
| 13 | Residuos mezclados | 170904 | Residuos mezclados varios | SI | 5,11% | 15% | 132654,48 | 19898,17 | N/A | 1.016,80 |
| 14 | Potencialmente peligrosos y otros | 200201 | Residuos biodegradables | | No se considera en el análisis | | | | | |
| 15 | | 200301 | Asimilables a comunes | | No se considera en el análisis | | | | | |
| 16 | Otros | 170903 | Otros - peligrosos | | No se considera en el análisis | | | | | |

* Valores establecidos en los ratios nacionales de generación de RCD del Consejo General de Arquitectura - Ratios aplicables a construcción de edificación residencial y terciario, región continental norte

| N° | Total de RCD | Volumen (m3) | Porcentaje (%) |
|-------|--------------|--------------|----------------|
| 2 | Excavación | 92.445,63 | 83,17% |
| 3 | Construcción | 18.710,25 | 16,83% |
| Total | | 111.155,88 | 100,00% |

| N° | Clasificación | Código LER | Materiales | Cantidades generadas (Vtm1+Vtm2+Vtm3) | Cantidades generadas | Porcentaje | | |
|----|----------------------|------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|------------|--------|--------|
| 1 | Tierras y piedras | 010408 | Tierras y pétreos de la excavación | 92.445,63 | 92.445,63 | 83,17% | | |
| 2 | No pétreos | 170201 | Madera | 561,13 | 2.330,08 | 2,10% | 3,00% | 12,45% |
| 3 | | 170407 | Metales mezclados | 823,78 | | | 4,40% | |
| 4 | | 170202 | Vidrio | 101,48 | | | 0,54% | |
| 5 | | 200101 | Papel - cartón | 143,27 | | | 0,77% | |
| 6 | | 170203 | Plástico | 376,08 | | | 2,01% | |
| 7 | | 170802 | Materiales de construcción | 324,34 | | | 1,73% | |
| 8 | De naturaleza pétreo | 010409 | Arena, grava y otros áridos | | 15.363,38 | 13,82% | 0,00% | 82,11% |
| 9 | | 170101 | Hormigón | 3.999,53 | | | 21,38% | |
| 10 | | 010408 | Residuos de grava y rocas | 1.474,45 | | | 7,88% | |
| 11 | | 170103 | Tejas azulejos y otros cerámicos | 9.889,39 | | | 52,86% | |
| 12 | Residuos mezclados | 170904 | Residuos mezclados varios | 1.016,80 | 1.016,80 | 0,91% | 5,43% | 5,43% |

Anexo 4: Estimación de huella de carbono maquinaria pesada Edificios A y B

4.1. Retroexcavadora

- Ficha técnica

Especificaciones

MOTOR / R220LC-95

| MODELO | | CUMMINS B5.9-C |
|---|--------------------|----------------------------|
| Tipo | | |
| Refrigerado con agua, Diesel de 4 cilindros, 6 cilindros en línea, inyección directa, alimentado mediante turbocompresor, refrigerado con aire, baja emisión. | | |
| Caballos de fuerza nominal del volante | SAE J1995 (bruto) | 150 HP (112 kW) a 1950 rpm |
| | J1349 (neto) | 143 HP (107 kW) a 1950 rpm |
| | DIN 6271/1 (bruto) | 152 PS (112 kW) a 1950 rpm |
| | DIN 6271/1 (neto) | 145 PS (107 kW) a 1950 rpm |
| Torción máx. | | |
| 62,6 kgf·m (452 lbf·pie) / 1500 rpm | | |
| Diámetro X del recorrido | | |
| 102 mm X 120 mm (4,02" X 4,72") | | |
| Cilindrada | | |
| 5880cc (359 pulg ³) | | |
| Baterías | | |
| 2 X 12V X 100AH | | |
| Motor de arranque | | |
| 24V, 4,5kW | | |
| Alternador | | |
| 24V, 70Amp | | |

MOTOR / R220-95H / R220LC-95H

| MODELO | | HYUNDAI D6IRV-C |
|---|--------------------|----------------------------|
| Tipo | | |
| Refrigerado con agua, Diesel de 4 cilindros, 6 cilindros en línea, inyección directa, alimentado mediante turbocompresor, refrigerado con aire, baja emisión. | | |
| Caballos de fuerza nominal del volante | SAE J1995 (bruto) | 148 HP (110 kW) a 1950 rpm |
| | J1349 (neto) | 143 HP (107 kW) a 1950 rpm |
| | DIN 6271/1 (bruto) | 150 PS (110 kW) a 1950 rpm |
| | DIN 6271/1 (neto) | 145 PS (107 kW) a 1950 rpm |
| Torción máx. | | |
| 58k·gf·m (420 lbf·pie) / 1600 rpm | | |
| Diámetro X del recorrido | | |
| 118mm X 115mm (4,65" X 4,53") | | |
| Cilindrada | | |
| 754 cc (460 pulg ³) | | |
| Baterías | | |
| 2 X 12V X 100AH | | |
| Motor de arranque | | |
| 24V, 5kW | | |
| Alternador | | |
| 24V, 70Amp | | |

SISTEMA HIDRÁULICO

BOMBA PRINCIPAL

| Tipo | | Bomba del pistón del eje doble de desplazamiento variable |
|--|--|---|
| Flujo nominal | | |
| R220LC-95 | | 2 X 2,22,3 L/min (58,7 US gpm/46,4 UK gpm) |
| R220LC-95H / R220-95H | | 2 X 2,16,5 L/min (56,7 US gpm/45,9 UK gpm) |
| Bomba auxiliar para el circuito piloto | | |
| Bomba de engranajes | | |
| Sistema de detección cruzada y bomba con ahorro de combustible | | |

MOTORES HIDRÁULICOS

| | |
|----------------|---|
| Desplazamiento | Motor con pistones axiales de dos velocidades con válvula de freno y freno de estacionamiento |
| Oscilación | Motor a pistón axial con freno automático |

CONFIGURACIÓN DE LA VÁLVULA DE ALIVIO

| | |
|---|------------------------------------|
| Implementar circuitos | 350 kgf/cm ² (4900 psi) |
| Desplazamiento | 350 kgf/cm ² (4900 psi) |
| Retenedor de potencia (pluma, brazo, cuchara) | 300 kgf/cm ² (4200 psi) |
| Circuito de oscilación | 205 kgf/cm ² (2770 psi) |
| Circuito piloto | 40 kgf/cm ² (570 psi) |
| Válvula de servicio | Instalado |

CILINDROS HIDRÁULICOS

| | |
|--|---|
| No. de cilindro de diámetro X de recorrido | Pluma: 2-120 X 1290 mm (4,7" X 50,8") Brazo: 1-140 X 1510 mm (5,5" X 59,4") Cuchara: 1-120 X 1055 mm (4,7" X 41,5") |
|--|---|

PROPULSIÓN Y FRENOS

| | |
|--|---|
| Método de propulsión | Tipo totalmente hidrostático |
| Motor de propulsión | Motor a pistón axial, diseño en zapata |
| Sistema de reducción | Engranaje planetario de reducción |
| Esfuerzo máx. en la barra | 21100 kgf (46517 lbf) |
| Velocidad máx. desplazamiento (rápido) | R220LC-95: 5,8 km/hr (3,6 mph) / 3,8 km/hr (2,4 mph) R220-95H: 5,5 km/hr (3,4 mph) / 3,7 km/hr (2,3 mph) |
| Facilidad de inclinación | R220LC-95H: 32° (70%) |
| Freno de estacionamiento | Disco húmedo múltiple |

CONTROL

Palancas de mando que funcionan mediante presión piloto y pedales con palanca desmontable ofrecen una conducción sin esfuerzos y sin fatiga.

| | |
|----------------------------|--|
| Control piloto | Doce palancas de mando con una palanca de seguridad (80); Cucharon y brazo, (20); Pluma y cuchara (20) |
| Desplazamiento y dirección | Doce palancas con pedales |
| Accelerador del motor | Eléctrico, tipo Dial |

SISTEMA DE OSCILACIÓN

| | |
|--|--|
| Motor oscilante | Motor a pistones axiales de desplazamiento tipo |
| Reducción de la oscilación | Engranaje planetario de reducción |
| Lubricación del cojinete de oscilación | Engrasado |
| Freno de oscilación | Disco húmedo múltiple |
| Velocidad de oscilación | R220LC-95: 11,1 rpm R220-95H / R220LC-95H: 12 rpm |

CAPACIDAD DEL REFRIGERANTE Y LUBRICANTE

| Abastecimiento | litro | Gal de EE.UU. | Gal de UK |
|--|--|---------------|-----------|
| Tanque de combustible | 400,0 | 105,7 | 88,0 |
| Refrigerante del motor | R220LC-95: 35 R220-95H / R220LC-95H: 34,0 | 9,2 | 7,7 |
| Aceite para motor | R220LC-95: 24,0 R220-95H / R220LC-95H: 15,3 | 6,3 | 5,9 |
| Aceite para el engranaje de pistón de oscilación | 5,0 | 1,3 | 1,1 |
| Aceite para el engranaje de reducción múltiple | 5,8 | 2,0 | 1,0 |
| Sistema hidráulico (incluye el tanque) | 275,0 | 72,6 | 60,5 |
| Tanque hidráulico | 160,0 | 42,3 | 35,2 |

BASTIDOR

El marco central tipo pata en X está soldado completamente a los marcos del carril reforzados y de sección cuadrada. El aparato incluye rodillos lubricados, palcas tensores, sujetadores de onuga con resortes que amortiguan golpes, piones, y un carril con zapatas de garras doble o triple.

| Módulo | R220LC-95 / R220LC-95H | R220-95H |
|---|------------------------|----------------------|
| Bastidor central | Tipo pata en X | Tipo pata en X |
| Marco de la onuga | Tipo caja pentagonal | Tipo caja pentagonal |
| Nº de zapatas en cada lado | 49 EA | 46 EA |
| Nº de rodillos de soporte en cada lado | 2 EA | 2 EA |
| Nº de rodillos de la onuga en cada lado | 9 EA | 7 EA |
| Nº de protección del riel en cada lado | 2 EA | 1 EA |

PESO OPERATIVO (APROXIMADO)

Peso operativo, incluye pluma de 5890mm (18'8"), brazo de 2920mm (9'7"), cuchara SAE estándar de 0,92m³ (1,20 yd³), lubricante, refrigerante, tanque de combustible completo, tanque hidráulico completo y todo el equipamiento estándar.

PESO DEL COMPONENTE PRINCIPAL

| | |
|---------------------------------|------------------|
| Estructura superior | 5600kg (12350lb) |
| Pluma (con cilindro de brazo) | 1950kg (4300lb) |
| Brazo (con cilindro de cuchara) | 1095kg (2410lb) |

PESO DE OPERACIÓN

| Zapatas | Ancho mm (pulg) | Peso de operación kg (lb) | Presión sobre suelo kgf/cm ² (psi) | |
|---------------|-----------------|---------------------------|---|---------------|
| Garras triple | 600 mm (24") | R220LC-95 | 21900 (48280) | 0,46 (6,54) |
| | | R220LC-95 HW | 23900 (51900) | 0,50 (7,11) |
| | | R220-95H | 21200 (46740) | 0,49 (6,97) |
| | 700 mm (28") | R220LC-95 | 22250 (49050) | 0,40 (5,69) |
| | | R220LC-95 HW | 23710 (52270) | 0,43 (6,11) |
| | | R220-95H | 21550 (47510) | 0,42 (5,97) |
| 800 mm (32") | R220LC-95 | 22515 (49640) | 0,36 (5,12) | |
| | R220LC-95 HW | 23975 (52855) | 0,38 (5,40) | |
| | R220-95H | 21815 (48090) | 0,37 (5,26) | |
| 900 mm (36") | R220LC-95 | 22760 (50220) | 0,32 (4,55) | |
| | R220-95H | 22060 (48630) | 0,34 (4,83) | |
| | Garras doble | 700 mm (28") | R220LC-95 HW | 24135 (53210) |

R220LC-95 (ES) (Rev. 14)

5/14/2013 11:03:30 AM

- Resultados de la estimación de la huella de carbono

Edificio A

31/3/2023, 10:28



ERA Equipment CO₂ Calculator

ERA Equipment CO₂ Calculator

Carbon footprint per hour of use Backhoe Hyundai R220L

49.9 kg CO₂ eq./hr

Carbon footprint breakdown

Total: 49.9 kg CO₂ eq./hr
 Transportation: 2% | 1.1 kg CO₂ eq./hr
 Maintenance: 2% | 0.9 kg CO₂ eq./hr
 Energy: 89% | 47.7 kg CO₂ eq./hr
 Production: 1% | 0.4 kg CO₂ eq./hr
 End-of-life: 0% | -0.1 kg CO₂ eq./hr

0. Equipment definition

Equipment type
Backhoe
 Name or version
Hyundai R220L
 Equipment weight
8645 kg

1. Equipment production

Do you have a carbon footprint result available from an existing LCA study?
No

2. Transportation

Load capacity of the truck
22.25 tonne
 What is the load factor for this vehicle, including empty trips (if any)?
90%
 Transport distance (one way)
1 km
 Number of jobs at construction sites per year
113

3. Lifetime and utilisation

Total expected operating hours in total lifetime of the equipment
48000 hr
 Ownership period
20 yr
 Total expected operating hours used during your company's ownership
2718 hr

4. Energy consumption

Energy source
Fuel
 Consumption per hour
15 l/hr
 Share of biofuel
0 %

5. Maintenance

Motor oil consumption
96 l/year

6. End-of-life

End-of-life scenario
80% recycling

<https://equipmentcalculator.org/en/0/01/01620000001004801001000000100100200/>

17

Edificio B

30/4/23, 18:18



ERA Equipment CO₂ Calculator

Calculadora de CO₂ para equipos de la ERA

Huella de carbono por hora de uso Backhoe Hyundai R220L

53.5 kg CO₂ eq./hr

Desglose de la huella de carbono

Total: 53.5 kg CO₂ eq./hr
 Transporte: 6% | 3.1 kg CO₂ eq./hr
 Mantenimiento: 5% | 2.8 kg CO₂ eq./hr
 Energía: 89% | 47.7 kg CO₂ eq./hr
 Producción: 1% | 0.4 kg CO₂ eq./hr
 Final de vida útil: 0% | -0.1 kg CO₂ eq./hr

0. Definición de equipo

Tipo de equipo
Backhoe
 Nombre o versión
Hyundai R220L
 Peso del equipo
8645 kg

1. Producción del equipo

¿Dispones de un resultado de la huella de carbono de un estudio previo de evaluación del ciclo de vida (LCA)?
No

2. Transporte

Capacidad de carga del camión
22.25 toneladas
 ¿Cuál es el factor de carga de este camión, incluyendo los viajes vacíos (si es así)?
90%
 Distancia de transporte (ida)
1 km
 Número de trabajos en obras de construcción al año
113

3. Vida útil y utilización

Número total esperado de horas en funcionamiento en el total de vida útil del equipo
48000 hr
 Período de propiedad
20 años
 Número total esperado de horas en funcionamiento durante la titularidad de su empresa
943 hr

4. Consumo de energía

Fuente de energía
Combustible
 Consumo por hora
15 l/hr
 Porcentaje de biocombustible
0 %

5. Mantenimiento

Consumo de carburante de vehículos a motor
96 l/año

6. Final de vida útil

Supuesto de final de la vida útil
80% reciclaje

<https://equipmentcalculator.org/en/0/01/01620000001004801001000000100100200/>

4.2. Bobcat

- Ficha técnica

216B/226B/236B Serie 3 242B/252B Serie 3 Minicargadores



| | 216B Serie 3 | 226B Serie 3 | 236B Serie 3 | 242B Serie 3 | 252B Serie 3 |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Motor | | | | | |
| Modelo de motor | Cat C2.2 | Cat C2.2T | Cat C3.4 DIT | Cat C3.4 DIT | Cat C3.4 DIT |
| Potencia neta (SAE J1995/ISO 3048) | 35 kW (47 hp) | 42 kW (56 hp) | 53 kW (71 hp) | 53 kW (71 hp) | 53 kW (71 hp) |
| Peso | | | | | |
| Peso en orden de trabajo | 2.581 kg (5.690 lb) | 3.641 kg (8.022 lb) | 3.176 kg (7.007 lb) | 3.176 kg (7.009 lb) | 3.585 kg (7.861 lb) |
| Especificaciones de operación | | | | | |
| Capacidad nominal de operación | 635 kg (1.400 lb) | 680 kg (1.500 lb) | 684 kg (1.500 lb) | 975 kg (2.150 lb) | 1.202 kg (2.650 lb) |

Especificaciones de los minicargadores B Serie 3

| Motor | | | Especificaciones de operación * | | | Sistema hidráulico | | |
|--|--------------|-----------------------|---|----------|----------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Modelo de motor | | | Capacidad nominal de operación | | | Flujo hidráulico | | |
| 216B Serie 3 | Cat C2.2 | | 216B Serie 3 | 635 kg | 1.400 lb | Presión hidráulica del cargador | Estándar | 23.000 kPa 3.335 lb/pulg ² |
| 226B Serie 3 | Cat C2.2 T | | 226B Serie 3 | 680 kg | 1.500 lb | Flujo hidráulico del cargador – 216B/226B Serie 3 | 61 L/min | 16 gal EE.UU./min |
| 236B/242B/252B Serie 3 | Cat C3.4 DIT | | 236B Serie 3 | 884 kg | 1.950 lb | Flujo hidráulico del cargador – 236B/242B/252B Serie 3 | 83 L/min | 22 gal EE.UU./min |
| Potencia neta (SAE 1340/ISO 9249) | | | Capacidad nominal de operación con contrapeso optativo | | | Potencia hidráulica (calculada) – 216B/226B Serie 3 | | |
| 216B Serie 3 | 35 kW | 47 hp | 216B Serie 3 | 680 kg | 1.500 lb | Potencia hidráulica (calculada) – 236B/242B/252B Serie 3 | 23,2 kW | 31,1 hp |
| 226B Serie 3 | 42 kW | 56 hp | 226B Serie 3 | 726 kg | 1.600 lb | Flujo hidráulico | Flujo alto – 226B Serie 3 únicamente | |
| 236B/242B/252B Serie 3 | 53 kW | 71 hp | 236B Serie 3 | 929 kg | 2.050 lb | Presión hidráulica máx. del cargador | 23.000 kPa 3.335 lb/pulg ² | |
| Potencia bruta (SAE J1995) | | | Carga límite de equilibrio estático | | | Flujo hidráulico máx. del cargador | | |
| 216B Serie 3 | 38 kW | 51 hp | 216B Serie 3 | 1.270 kg | 2.800 lb | Flujo hidráulico | 104 L/min | 27 gal EE.UU./min |
| 226B Serie 3 | 45,5 kW | 61 hp | 226B Serie 3 | 1.360 kg | 3.000 lb | Potencia hidráulica (calculada) | 37,7 kW | 50,6 hp |
| 236B/242B/252B Serie 3 | 55 kW | 74 hp | 236B Serie 3 | 1.769 kg | 3.900 lb | | | |
| Cilindrada | | | Fuerza de desprendimiento, cilindro de inclinación | | | | | |
| 216B/226B Serie 3 | 2,2 L | 134 pulg ³ | 216B/226B Serie 3 | 1.852 kg | 4.083 lb | | | |
| 236B/242B/252B Serie 3 | 3,3 L | 201 pulg ³ | 236B Serie 3 | 2.487 kg | 5.484 lb | | | |
| Carrera | | | * El peso en orden de trabajo, las especificaciones de operación y las dimensiones se basan en una máquina con un operador de 75 kg (165 lb), con todos los fluidos, 1 velocidad, Estructura Abierta de Protección en Caso de Vuelco (OROPS), cucharón para tierra, neumáticos, sin contrapesos optativos y acoplador rápido manual (a menos que se indique algo diferente). | | | | | |
| 216B/226B Serie 3 | 100 mm | 3,9 pulg | 242B Serie 3 | 2.044 kg | 4.507 lb | | | |
| 236B/242B/252B Serie 3 | 120 mm | 4,7 pulg | 252B Serie 3 | 2.498 kg | 5.508 lb | | | |
| Calibre | | | | | | | | |
| 216B/226B Serie 3 | 84 mm | 3,3 pulg | | | | | | |
| 236B/242B/252B Serie 3 | 94 mm | 3,7 pulg | | | | | | |
| Pesos * | | | | | | | | |
| Peso en orden de trabajo | | | | | | | | |
| 216B Serie 3 | 2.581 kg | 5.690 lb | | | | | | |
| 226B Serie 3 | 2.641 kg | 5.822 lb | | | | | | |
| 236B Serie 3 | 3.178 kg | 7.007 lb | | | | | | |
| 242B Serie 3 | 3.179 kg | 7.008 lb | | | | | | |
| 252B Serie 3 | 3.565 kg | 7.861 lb | | | | | | |

| Cabina | | | Tren de fuerza | | | Capacidades de llenado de servicio | | |
|---------------|--|--|---|-----------|----------|---|-----|----------------|
| ROPS | SAE J1040 MAY94, ISO 3471:1994 | | Velocidad de desplazamiento (de avance o de retroceso) | | | Caja de cadena, en cada lado | | |
| FOPS | SAE J/ISO 3449 APR98 nivel I, ISO 3449:1992 nivel I | | 216B/226B Serie 3 | 12,7 km/h | 7,9 mph | 216B/226B/242B Serie 3 | 6 L | 1,6 gal EE.UU. |
| FOPS nivel II | SAE J/ISO 3449 APR98 nivel II, ISO 3449:1992 nivel II (optativa) | | 242B Serie 3 | 12,4 km/h | 7,7 mph | 236B Serie 3 | 7 L | 1,8 gal EE.UU. |
| | | | 252B Serie 3 | 11,9 km/h | 7,4 mph | 252B Serie 3 | 8 L | 2,1 gal EE.UU. |
| | | | Velocidad de desplazamiento (de avance o de retroceso) – opción de 2 velocidades | | | Sistema de enfriamiento | | |
| | | | 236B Serie 3 | 18,1 km/h | 11,2 mph | 10 L 2,6 gal EE.UU. | | |
| | | | 242B Serie 3 | 18,4 km/h | 11,4 mph | Cárter del motor | | |
| | | | 252B Serie 3 | 17,8 km/h | 11,1 mph | 216B/226B Serie 3 10 L 2,6 gal EE.UU. | | |
| | | | | | | 236B/242B/252B Serie 3 9 L 2,4 gal EE.UU. | | |
| | | | | | | Tanque de combustible | | |
| | | | | | | 216B/226B/242B Serie 3 58 L 15,4 gal EE.UU. | | |
| | | | | | | 236B/252B Serie 3 90 L 23,8 gal EE.UU. | | |
| | | | | | | Sistema hidráulico | | |
| | | | | | | 216B/226B/242B Serie 3 55 L 14,5 gal EE.UU. | | |
| | | | | | | 236B Serie 3 52 L 13,7 gal EE.UU. | | |
| | | | | | | 252B Serie 3 53 L 14 gal EE.UU. | | |
| | | | | | | Tanque hidráulico | | |
| | | | | | | 35 L 9,2 gal EE.UU. | | |

- Resultados de la estimación de la huella de carbono

Edificio A



4.3. Camión - grúa

- Ficha técnica

| FM1JRUA - 2626 / FM1JLUD - 2626 | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-----------------------|---|----------------|
| MODELO | FM1JRUA - 2626 | FM1JLUD - 2626 | MODELO | FM1JRUA - 2626 | FM1JLUD - 2626 |
| Configuración | 634 | | EMBRAGUE | Monodisco seco | |
| CAPACIDADES | | | TRANSMISIÓN | | |
| Capacidad carga eje delantero | 6.500 Kg | | Transmisión / Tipo | Manual (EATON 7209) | |
| Capacidad carga eje posterior | 20.000 Kg | | Número de velocidades | 9 velocidades + 1 reversa | |
| Peso bruto | 26.500 Kg (*26.000 Kg) | | EJES | | |
| Peso vacío | 6.885 Kg | 6.755 Kg | Delantero | Tipo Viga Eliot "I" Inversa reforzada | |
| Capacidad de carga | 19.615 Kg (*19.115 Kg) | 19.745 Kg (*19.245 Kg) | Trasero | Enteramente flotante reforzado | |
| Neumáticos | 295/80 R 22.5 | | SUSPENSIÓN | | |
| MOTOR | | | Delantero | Ballestas semielípticas con amortiguadores | |
| Tipo | Diesel Turbo Intercooler | | Trasera | Eje Tandem con ballestas semielípticas | |
| Sistema de inyección | Inyección electrónica en riel común | | Dirección | Hidráulica (Bolsa recirculantes) | |
| Norma de control de emisiones | Euro 3 | | FRENOS | | |
| Potencia máxima | 260 HP @ 2.500 RPM | | De servicio | 100% Aire | |
| Torque máximo | 76 KgM @ 1.500 RPM | | De estacionamiento | De resorte actuando sobre eje delantero y eje posterior delantero | |
| Cilindraje | 7.961 cm ³ | | De motor | Electroneumático de restricción al escape | |

(*) Homologación en Ecuador

DIMENSIONES

|  HINO SERIE 500 | MODELO | LARGO TOTAL (L.A) | DISTANCIA ENTRE EJES (DEF) | ALTURA TOTAL (ALT) | ANCHO TOTAL (ANT) |
|--|----------------|-------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|
| | FC9JISA - 1018 | 7,405 mm. | 4,350 mm. | 2,470 mm. | 2,175 mm. |
| | GDSJLSA - 1226 | 8,095 mm. | 4,850 mm. | 2,560 mm. | 2,245 mm. |
| | GHBJMSA - 1726 | 8,585 mm. | 5,030 mm. | 3,155 mm. | 2,455 mm. |
| | GHBJGSD - 1726 | 6,300 mm. | 3,760 mm. | 3,155 mm. | 2,455 mm. |
| | FM1JRUA - 2626 | 8,950 mm. | 4,600+1,300 mm. | 2,715 mm. | 2,475 mm. |
| | FM1JLUD - 2626 | 7,410 mm. | 3,590+1,300 mm. | 2,715 mm. | 2,475 mm. |

RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS

HINO SERIE 500 FM2626T/L EURO 4 6X4 (2010 Y DESPUÉS)



| MOTOR JO8E (Euro 4) Capacidad: 12,7 litro, Capacidad filtro: 1,7 litro | | |
|--|---|---|
| USO Normal | | CLIMA Templado |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 Armado Synth 5W-30 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 2 Dieselfleet MSP 15W-40 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 3 Dieselfleet CD+ 15W-40 |

| DIFERENCIAL ATRÁS SH17 Capacidad: 11 litro | | |
|--|--|-------------------|
| USO Normal | | CLIMA Tropical |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 Gearlube GL-5 85W-140 | | |

| | | |
|---|--|-------------------|
| USO Normal | | CLIMA Templado |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 Gearlube GL-5 80W-90 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 2 Unigear HS GL-3/GL-5 80W-90 | |

| DIFERENCIAL ATRÁS THD17 Capacidad: 13 litro | | |
|--|--|-------------------|
| USO Normal | | CLIMA Tropical |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 Gearlube GL-5 85W-140 | | |

| | | |
|---|--|-------------------|
| USO Normal | | CLIMA Templado |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 Gearlube GL-5 80W-90 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 2 Unigear HS GL-3/GL-5 80W-90 | |

| SISTEMA DE EMBRAGUE HIDRÁULICO Capacidad: 0,3 litro | | |
|--|---|-------------------|
| USO Normal | | CLIMA Templado |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 Drauliquid-LV Super DOT 4 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 2 Drauliquid-S DOT 4 | |

KROON-OIL B.V.
Postbus 149
7900 AC Almelo

Dollegraafweg 15
7602 EC Almelo

Telefoon 0546-618166
Verkoop 0546-616184

Telefax 0546-617367

RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS
HINO SERIE 500 FM2626T/L EURO 4 6X4
 (2010 Y DESPUÉS)



| TRANSMISIÓN MANUAL, Selen FS-8209 9/1 Capacidad: 8,5 litro, Capacidad: 9 litro (+ T. de F.) | | |
|---|--|---|
| uso Normal | CLIMA Templado | |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 SP Gear 5015 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 2 Gearlube GL-4 80W | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 3 Gearlube GL-4 80W-90 |

SISTEMA DE BASCULAMIENTO HIDRÁULICO DE LA CABINA
 Capacidad: 8,8 litro
 No podemos ofrecerte una recomendación estándar para este componente. Póngase en contacto con nuestro departamento de atención al cliente.

| SERVODIRECCIÓN Capacidad: 4,2 litro | | |
|--|--|--|
| uso Normal | CLIMA Templado | |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 SP Matic 2032 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 2 ATF Almirol | |

| PUNTOS/BOQUILLAS DE ENGRASE BUJES DE LA RUEDA PA | | |
|---|--|--|
| uso Normal | CLIMA Templado | |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 Labora Grease | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 2 MP Lithep Grease EP 2 | |

| PUNTOS/BOQUILLAS DE ENGRASE BUJES DE LA RUEDA PA | | |
|---|--|--|
| uso Normal | CLIMA Templado | |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 Labora Grease | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 2 MP Lithep Grease EP 2 | |

| SISTEMA DE REFRIGERACIÓN | | |
|--|---|--|
| uso Normal | CLIMA Templado | |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 Coolant SP 12 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 2 Coolant -38 Organic NF | |

The data mentioned in this product information sheet is meant to enable the reader to orientate himself about the properties and possible applications of our products. Although this overview is composed with all possible care on the stated date, the compiler does not accept any liability for damages caused by incompleteness or other inaccuracies in this information, especially when these are caused by obvious typing errors. The terms of liability of the supplier apply to all printed supplies. The reader is advised, especially for critical applications, to make the final product choice in consultation with the supplier. Due to continuous product research and development, the information contained herein is subject to changes without notification.

KROON OIL B.V.
 Postbus 148
 7600 AC Almelo

Doblegoorweg 18
 7602 EC Almelo

Teléfono 0546-818165
 Verkeerp 0546-816184

Teléfono 0546-817307

- Resultados de la estimación de la huella de carbono

Edificio A

ERA Equipment CO₂ CalculatorCarbon footprint per hour of use
truck crane Hino FM1 JRUA 2626**41.2** kg CO₂ eq./hr

Carbon footprint breakdown

Total 41.2 kg CO₂ eq./hr
 Transportation 30% | 12.3 kg CO₂ eq./hr
 Maintenance 51% | 20.8 kg CO₂ eq./hr
 Energy 19% | 7.9 kg CO₂ eq./hr
 Production 1% | 0.3 kg CO₂ eq./hr
 End-of-life 0% | -0.1 kg CO₂ eq./hr

0. Equipment definition

Equipment type
truck crane
 Name or version
Hino FM1 JRUA 2626
 Equipment weight
6885 kg

1. Equipment production

Do you have a carbon footprint result available from an existing LCA study?
No

2. Transportation

Load capacity of the truck
27 tonne
 What is the load factor for this vehicle, including empty trips (if any)?
100%
 Transport distance (one way)
14 km
 Number of jobs at construction sites per year
3

3. Lifetime and utilisation

Total expected operating hours in total lifetime of the equipment
57600 hr
 Ownership period
20 yr
 Total expected operating hours used during your company's ownership
71 hr

4. Energy consumption

Energy source
Fuel
 Consumption per hour
2.5 l/h
 Share of biofuel
0 %

5. Maintenance

Motor oil consumption
58 l/year

6. End-of-life

End-of-life scenario
90% recycling

Carbon footprint per hour of use
 Truck crane Hino FM1 JRUA 2626

46.2 kg CO₂ eq./hr

Carbon footprint breakdown

Total 46.2 kg CO₂ eq./hr
 Transportation 23% | 10.8 kg CO₂ eq./hr
 Maintenance 59% | 27.4 kg CO₂ eq./hr
 Energy 17% | 7.9 kg CO₂ eq./hr
 Production 1% | 0.3 kg CO₂ eq./hr
 End-of-life 0% | -0.1 kg CO₂ eq./hr

0. Equipment definition

Equipment type
Truck crane
 Name or version
Hino FM1 JRUA 2626
 Equipment weight
6885 kg

1. Equipment production

Do you have a carbon footprint result available from an existing LCA study?
No

2. Transportation

Load capacity of the truck
27 tonne
 What is the load factor for this vehicle, including empty trips (if any)?
100%
 Transport distance (one way)
14 km
 Number of jobs at construction sites per year
2

3. Lifetime and utilisation

Total expected operating hours in total lifetime of the equipment
57600 hr
 Ownership period
20 yr
 Total expected operating hours used during your company's ownership
54 hr

4. Energy consumption

Energy source
Fuel
 Consumption per hour
2.5 l/h
 Share of biofuel
0 %

5. Maintenance

Motor oil consumption
58 l/year

6. End-of-life

End-of-life scenario
90% recycling

<https://equipmentcalculator.org/en/co2/26d927c22946c928621eb9deb0b09dfc1da822>

4.4. Volqueta de 14 m³

- Ficha técnica

Edificio A

| ZS1EPVA - 4041 | | SERIE 700 | |
|-------------------------------|--|------------------------------|--|
| MODELO | ZS1EPVA - 4041 | MODELO | ZS1EPVA - 4041 |
| Configuración | 6x4 | EMBRAGUE | Moradeteo seco |
| CAPACIDADES | | TRANSMISIÓN | |
| Capacidad carga eje delantero | 7.000 Kg | Transmisión / Tipo | Manual (27 110) |
| Capacidad carga eje posterior | 20.000 Kg | Número de velocidades | 16 velocidades + 2 reversas |
| Peso bruto vehicular | 27.000 Kg | EJES | |
| Peso vacío | 8.850 Kg | Delantero | Tipo Viga Elbot "I" inversa reforzada |
| Capacidad de carga | 17.150 Kg | Trasero | Tipo tandem-entramente flotante reforzada |
| Pneumáticos | 12.00 R24-35 | SUSPENSIÓN | |
| MOTOR | | Delantero | Ballestas semielípticas con amortiguadores |
| Tipo | Diesel Turbo Intercooler | Trasero | Ballestas semielípticas con barra de torsión |
| Sistema de inyección | Inyección electrónica en el común con compensado | Dirección | Hidráulica (Bolas recirculantes) |
| Norma de control de emisiones | Euro 3 | FRENOS | |
| Potencia máxima | 410 HP @ 1.800 RPM | De servicio | 100% Aire |
| Torque máximo | 1600 Nm @ 1.100 RPM | Auxiliares | Frenabedida al motor |
| Cilindrada | 12.913 cm ³ | Estacionamiento y emergencia | De servicio actuando sobre eje delantero y eje posterior delantero |

DIMENSIONES

|  HINO SERIE 700 | DIMENSIONES | SS1EKSA - 2040 | FS1ELSD - 3341 | ZS1EPVA - 4041 | FS1EESA - 3340 |
|--|-------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | LARGO TOTAL (LAT) | 6.895 mm. | 7.645 mm. | 8.235 mm. | 9.945 mm. |
| | ALTO TOTAL (ALT) | 3.000 mm. | 3.030 mm. | 3.745 mm. | 3.695 mm. |
| | ANCHO TOTAL (ANT) | 2.550 mm. | 2.490 mm. | 2.555 mm. | 2.490 mm. |
| | DISTANCIA ENTRE EJES (DEE1 + DEE 2) | 3.180 + 1.350 mm. | 3.630 + 1.350 mm. | 4.145 + 1.500 mm. | 4.680 + 1.350 mm. |

RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS

HINO PROFIA / SERIE 700 EURO 3
72841/74041/72841 EURO 3 6X4/8X4
FS1ERVA/FS1ELVD/ZS1EPVA/ZS1EPVM



| MOTOR E13C-71 (Euro 3) | |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Capacidad: 34 litro | |
| uso | CLIMA |
| Normal | Templado |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 2 |
| Armado Synth 5W-30 | Dieselfleet CD+ 15W-40 |
| Cambiar cada cada 30000 km/ 12 meses | |

| DIFERENCIAL ATRÁS EJE ARRASTRADO | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| Capacidad: 11 litro | |
| uso | CLIMA |
| Normal | Templado |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 2 |
| Gearlube GL-5 80W-90 | Unigear HS GL-3/GL-5 80W-90 |

| DIFERENCIAL ATRÁS EJE TRASERO ANTERIOR | |
|--|------------------------------------|
| Capacidad: 14 litro | |
| uso | CLIMA |
| Normal | Templado |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 2 |
| Gearlube GL-5 80W-90 | Unigear HS GL-3/GL-5 80W-90 |

| TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA + INTARDER ZF 16S-151 18/2 | |
|---|------------------------------------|
| uso | CLIMA |
| Normal | Templado |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 2 |
| Syngear MT/LD 75W-80 | Unigear HS GL-3/GL-5 80W-90 |

TRANSMISIÓN MANUAL Eaton RTLO 16918 B 18/2
 Capacidad: 13 litro
 No podemos ofrecerle una recomendación estándar para este componente. Póngase en contacto con nuestro departamento de atención al cliente.

| TRANSMISIÓN MANUAL ZF 16S-151 18/2 | | |
|---|------------------------------|------------------------------|
| Capacidad: 10 litro, Capacidad: 10,5 litro (+ T. de F.) | | |
| uso | CLIMA | |
| Normal | Templado | |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 2 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 3 |
| SP Gear 1011 | Syngear MT/LD 75W-80 | Syngear TDL 75W-90 |

The data mentioned in this product information sheet is meant to enable the reader to orientate himself about the properties and possible applications of our products.

KROON-OIL B.V.
 Postbus 149
 7500 AC Almelo

Doflegoorweg 15
 7602 EC Almelo

Telefoon 0546-818165
 Verkoop 0546-818184

Telefax 0546-817367

Edificio B



| MODELO: GH8JF7D - XG3 - 1828 | | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS | |
|------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|
| Motor | Equipamiento | Equipamiento | Equipamiento |
| Transmisión | Equipamiento | Equipamiento | Equipamiento |
| Chasis de suspensión | Equipamiento | Equipamiento | Equipamiento |
| Chasis de dirección | Equipamiento | Equipamiento | Equipamiento |
| Chasis de frenado | Equipamiento | Equipamiento | Equipamiento |
| Chasis de iluminación | Equipamiento | Equipamiento | Equipamiento |
| Chasis de protección | Equipamiento | Equipamiento | Equipamiento |
| Chasis de pintura | Equipamiento | Equipamiento | Equipamiento |

SOPORTE TOTAL

1800 777777 | grupomavesa.com.ec

RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS

HINO PROFIA / SERIE 700 EURO 3
72841/74041/72841 EURO 3 6X4/8X4
FS1ERVA/FS1ELVD/ZS1EPVA/ZS1EPVM



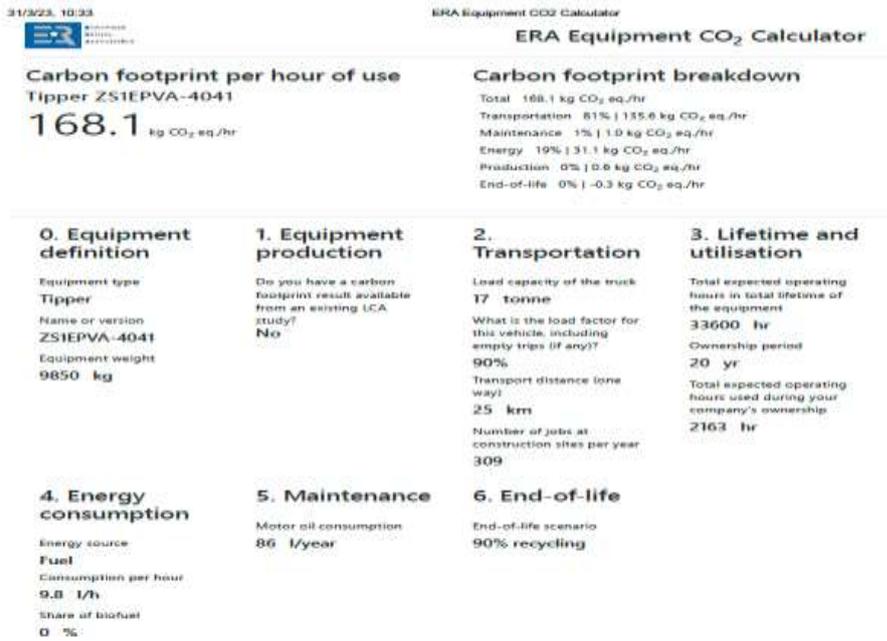
| | | |
|--|---|--|
| MOTOR 240-71 (7.1 liter) Capacidad: 34 litro | | |
| Uso: Normal | Clase: Templado | |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 Armado Synth 8W-30 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 2 DieselJet CD+ 15W-40 | |
| Cambio cada cada 20000 km o 7.2 meses | | |
| DIFERENCIAL ATRÁS EJE ARRASTRADO Capacidad: 11 litro | | |
| Uso: Normal | Clase: Templado | |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 Gearlube GL-5 80W-90 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 2 Unigear HS GL-3/GL-5 80W-90 | |
| DIFERENCIAL ATRÁS EJE TRASERO ANTERIOR Capacidad: 14 litro | | |
| Uso: Normal | Clase: Templado | |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 Gearlube GL-5 80W-90 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 2 Unigear HS GL-3/GL-5 80W-90 | |
| TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA + RETARDO 2F 100-101 102 | | |
| Uso: Normal | Clase: Templado | |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 Syngear MT/LD 75W-80 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 2 Unigear HS GL-3/GL-5 80W-90 | |
| TRANSMISIÓN MANUAL, Eaton RTLO 10P10 B 102 Capacidad: 12 litro | | |
| No podemos ofrecer una recomendación estándar para este componente. Póngase en contacto con nuestro departamento de atención al cliente. | | |
| TRANSMISIÓN MANUAL 2F 100-101 102 Capacidad: 10 litro. Capacidad: 10.5 litro (1 T. de F.) | | |
| Uso: Normal | Clase: Templado | |
| RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 1 SP Gear 1011 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 2 Syngear MT/LD 75W-80 | RECOMENDACIÓN DE PRODUCTOS 3 Syngear TGL 75W-90 |

The data mentioned in this product information sheet is subject to change for reasons to determine technical details that are not available at the time of publication of our website.

KROON OIL S.A. | Dominguez 10 | Telefon 099-618130 | Kroon Oil Chile | Telefon 099-617307

- Resultados de la estimación de la huella de carbono

Edificio A



Edificio B



ERA Equipment CO₂ Calculator

Carbon footprint per hour of use

tipper Hino 500 GH8JF7D-XG3

137.3 kg CO₂ eq./hr

Carbon footprint breakdown

Total 137.3 kg CO₂ eq./hr

Transportation 75% | 103.6 kg CO₂ eq./hr

Maintenance 2% | 3.2 kg CO₂ eq./hr

Energy 22% | 30.2 kg CO₂ eq./hr

Production 0% | 0.3 kg CO₂ eq./hr

End-of-life 0% | -0.1 kg CO₂ eq./hr

0. Equipment definition

Equipment type

tipper

Name or version

Hino 500 GH8JF7D-XG3

Equipment weight

5195 kg

1. Equipment production

Do you have a carbon footprint result available from an existing LCA study?

No

2. Transportation

Load capacity of the truck

13 tonne

What is the load factor for this vehicle, including empty trips (if any)?

90%

Transport distance (one way)

28 km

Number of jobs at construction sites per year

80

3. Lifetime and utilisation

Total expected operating hours in total lifetime of the equipment

33600 hr

Ownership period

20 yr

Total expected operating hours used during your company's ownership

600 hr

4. Energy consumption

Energy source

Fuel

Consumption per hour

9.52 l/h

Share of biofuel

0 %

5. Maintenance

Motor oil consumption

76 l/year

6. End-of-life

End-of-life scenario

90% recycling