



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERIA. INDUSTRIA Y
CONSTRUCCION**

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

**REGULARIZACIÓN AMBIENTAL EN LA REUTILIZACIÓN
DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS PROVENIENTES DEL
HORMIGÓN.**

TUTOR

MGTR. BENÍTEZ ACOSTA TERESA DE JESÚS

AUTORES

EDIN ANDRES QUINTERO JARAMILLO,

VICTOR HUGO VALLEJO RUBIO

GUAYAQUIL

2022

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Regularización ambiental en la reutilización de los áridos reciclados provenientes del hormigón.

AUTOR/ES:

Quintero Jaramillo Edin Andrés;
Vallejo Rubio Víctor Hugo

REVISORES O TUTORES:

Benítez Acosta Teresa de Jesús

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil

Grado obtenido:

Ingeniero Civil

FACULTAD:

Facultad de Ingeniería, Industria y
Construcción

CARRERA:

Ingeniería Civil

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2022

N. DE PAGS:

83

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción.

PALABRAS CLAVE: Ambiente, hormigón, reciclaje.

RESUMEN:

El uso desmedido de los materiales de construcción y la explotación excesiva de los recursos naturales (canteras de agregados). Han causado un incremento en las demandas y las necesidades para satisfacer las grandes cantidades que se utilizan en la construcción afectando al medio ambiente. Otra realidad que se enfrenta son los desechos de construcción

que crece exponencialmente, al no contar con un control más pertinente de las autoridades perjudicando al entorno y al desarrollo de la ciudad.

Se propone reutilizar los desechos de construcción enfatizando los desperdicios de hormigón para utilizarlos en un nuevo hormigón. Donde se quiere impulsar el reciclaje este tipo de residuos en distintas aplicaciones en el campo de la construcción y en ámbitos muy variados. Pero existen complicaciones que impide la reutilización de los desperdicios de hormigón. Al no contar con normativas y especificaciones técnicas que dificulta al desarrollo de la tesis y obstaculizando a una alternativa constructiva diferente y sostenible. Es necesario optar normativas externas ya que tiene una experiencia más amplia con los desperdicios de construcción obteniendo normativas específicas. Esto ayuda a reducir los índices de desperdicios al nivel nacional también a una concientización social y a una economía circular.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:
---	-----------------------------

DIRECCIÓN URL (tesis en la web):

ADJUNTO PDF:	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
---------------------	---------------------------------------	---------------------------------------

CONTACTO CON AUTOR/ES: Quintero Jaramillo Edin Andrés Vallejo Rubio Víctor Hugo	Teléfono: 0989801345 0999916235	E-mail: equinteroj@ulvr.edu.ec vvallejo@ulvr.edu.ec
--	--	--

CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	<p>Mgtr. Ing. Milton Gabriel Andrade Laborde Decano. Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 210 E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec</p> <p>Mgtr. Ing. Alexis Valle Benítez Director de la Carrera. Teléfono: (04) 2596500 Ext. 242 E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec</p>
------------------------------------	--

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

REGULARIZACIÓN AMBIENTAL EN LA REUTILIZACIÓN DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS PROVENIENTES DEL HORMIGÓN.

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

sedici.unlp.edu.ar

Fuente de Internet

<1 %

2

Ibon Tobes, Carolina Carrillo-Moreno, Lida Guarderas-Flores, Iván Jácome-Negrete, Yetlanezi Velázquez-Cárdenas.

"Ethnoichthyology and Ethnotaxonomy of the Kichwa Indigenous People of Arawanu (Arajuno), in the Ecuadorian Amazon", *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2022

Publicación

<1 %

3

Patrick D. Murphy. "Putting the Earth into Global Media Studies", *Communication Theory*, 08/2011

Publicación

<1 %

4

helvia.uco.es

Fuente de Internet

<1 %

5

diccionario.administracionpublica.gob.ec

Fuente de Internet

<1 %

www.lebrun-michel.eu

Firma:

BENITEZ ACOSTA TERESA DE JESUS, Mgtr.

C.C. 0912671922

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados EDIN ANDRES QUINTERO JARAMILLO & VICTOR HUGO VALLEJO RUBIO, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, Regularización ambiental en la reutilización de los áridos reciclados provenientes del hormigón, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autores:

Firma:



EDIN ANDRES QUINTERO JARAMILLO

C.I. 0804344273

Firma:



VICTOR HUGO VALLEJO RUBIO

C.I. 0604236240

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación Regularización ambiental en la reutilización de los áridos reciclados provenientes del hormigón, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de ingeniería Civil de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: Regularización ambiental en la reutilización de los áridos reciclados provenientes del hormigón, presentado por los estudiantes EDIN ANDRES QUINTERO JARAMILLO & VICTOR HUGO VALLEJO RUBIO como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



BENITEZ ACOSTA TERESA DE JESUS

C.C. 0912671922

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es la vida y lo justa que puede llegar a ser; gracias a mi familia por permitirme cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis. Gracias por creer en mí y gracias a Dios por permitirme vivir y disfrutar de cada día.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia.

DEDICATORIA

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy. Mis padres Saharay Betzabeth Margarita Jaramillo Loor y Morsi Florencio Quintero Valencia, a mi segundo padre Juan Marcos Jaramillo Loor quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A toda mi familia en especial a mis abuelos Julio Holger Jaramillo Cevallos y Zoila Modesta Loor Intriago porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas. Finalmente quiero dedicar esta tesis a todas mis amistades, por apoyarme cuando era necesario y extender su mano en momentos difíciles, de verdad mil gracias, siempre los llevo en mi corazón.

De. Edin Andrés Quintero Jaramillo

AGRADECIMIENTO

Primordialmente agradezco a Dios que me dio la perseverancia para cumplir con esta meta de muchas más.

Agradezco a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción por habernos impartido sus conocimientos en tan respetable institución, cuna de formidables profesionales.

Al Lic. José Delgado Salas, Mag. Por su gentil labor brindándonos su ayuda para construir nuestra tesis desde el inicio del décimo semestre hasta la culminación de la tesis. Y a todos los maestros que nos ayudaron con observaciones y recomendaciones para la culminación de la tesis, siempre estaré eternamente agradecido.

DEDICATORIA

Lleno de regocijo y de satisfacción, dedico esta tesis, a cada uno de mis seres queridos en especial a mi abuelo Víctor Hugo Rubio Salazar y a mis dos madres María del Carmen Guevara Miranda, Sonia Jackeline Rubio Miranda, que han sido mis pilares para cumplir mis metas, de superación personal, también como futuro profesional y como persona.

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles esta tesis, que, con mucho esfuerzo, sacrificio, esmero y trabajo lo que he conseguido durante estos 5 años de estudio. Donde no será la única alegría o satisfacción que les daré y dedicare. Seguiré preparándome y estudiando y cada meta se los dedicare a ellos para que se sientan muy orgulloso de mi. Porque sin ellos nada sería igual.

De. Víctor Hugo Vallejo Rubio

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. TEMA:	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	3
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:	6
1.4. OBJETIVO GENERAL.....	6
1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.6. IDEA PARA DEFENDER	6
1.7. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL/FACULTAD.	7
CAPÍTULO II	7
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. MARCO TEÓRICO:	8
2.1.1 REFERENCIAS ULVR DISPONIBLES.....	15
2.1.2. MODELOS O EXPERIENCIAS ANÁLOGAS	15
2.1.3. TASA DE FILTRACIÓN GRANULA (TFG).....	17
2.2. MARCO LEGAL:.....	17
2.2.1. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE.....	17
CAPÍTULO III	35
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	35
3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
3.2. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	35
3.3. TÉCNICA E INSTRUMENTOS PARA OBTENER LOS DATOS:	35
4. DESCRIPCIÓN DE PROCESO PARA REGULARIZACIÓN.....	36
4.1. FASE PREPARATORIA.....	36
4.2. METODOLOGÍA PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	36
4.3. VALORACIÓN DE IMPACTOS	39
4.4. MAGNITUD	39

4.5. IMPORTANCIA.....	39
4.6. NIVEL DE IMPACTO OCASIONADO (SEVERIDAD).....	40
4.7. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	42
5. PRODUCCIÓN DE ÁRIDO RECICLADO	49
5.1. ETAPAS DEL PROCESAMIENTO.....	49
5.2. DEMOLICIÓN SELECTIVA.....	50
5.3. PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE ÁRIDO RECICLADO	52
5.4. PROCESO DE RECEPCIÓN	53
5.5. SISTEMAS DE TRITURACIÓN	53
5.6. SISTEMAS DE CRIBADO.....	58
5.7. MÉTODOS DE ELIMINACIÓN DE IMPUREZAS	58
5.7. ALMACENAMIENTO	60
6. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	61
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
ANEXOS	68

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. GENERACIÓN DE RESIDUOS NO PELIGROSOS.....	4
TABLA 2. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	7
TABLA 3. USO GRANULOMÉTRICO, SEGÚN LA NORMA JAPONESA, PARA ÁRIDO RECICLADO UTILIZADO EN EDIFICACIÓN.....	13
TABLA 4. USO GRANULOMÉTRICO, SEGÚN LA NORMA JAPONESA, PARA ÁRIDO RECICLADO UTILIZADO EN OBRA CIVIL.....	13
TABLA 5. USO GRANULOMÉTRICO, SEGÚN LA NORMA BELGA, PARA ÁRIDO RECICLADO.....	14
TABLA 6. VARIABLES DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS.	37

TABLA 7. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS.	38
TABLA 8. ESCALA DE VALORACIÓN DE MAGNITUD E IMPORTANCIA DE IMPACTOS AMBIENTALES.	40
TABLA 9. ESCALA DE VALORACIÓN DE SEVERIDAD DE IMPACTOS.	41
TABLA 10. CARACTERÍSTICAS DEL IMPACTO (MATRIZ 1)	42
TABLA 11. INTENSIDAD DEL IMPACTO (MATRIZ 2)	43
TABLA 12. EXTENSIÓN O DIMENSIÓN DEL IMPACTO (MATRIZ 3)	44
TABLA 13. DURACIÓN DEL IMPACTO (MATRIZ 4)	45
TABLA 14. REVERSIBILIDAD DEL IMPACTO (MATRIZ 5)	46
TABLA 15. RIESGO DEL IMPACTO (MATRIZ 6)	47
TABLA 16. TIPOS DE TRITURADOS UTILIZADOS.	57
TABLA 17. PROPIEDADES ESPECÍFICAS DE DISTINTOS SISTEMAS DE TRITURACIÓN.	57

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ESQUEMA DE UNA TRITURADORA DE MANDÍBULAS.	54
FIGURA 2. ESQUEMA DE UNA TRITURADORA DE IMPACTO.	55
FIGURA 3. ESQUEMA DE UNA TRITURADORA DE CONO.	56
FIGURA 4. ESQUEMA DE BLOQUES DE UNA PLANTA DE TRITURACIÓN PRIMARIA Y CLASIFICACIÓN EN SECO.	59
FIGURA 5. ESQUEMA DE BLOQUES DE UNA PLANTA DE LAVADO Y CLASIFICACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS Y FINOS.	60

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. PERMISOS AMBIENTALES.	68
ANEXO 2. PERSONAS DEDICADAS A ACTIVIDADES AMBIENTALES.....	69
ANEXO 3. PERSONAL DEDICADO A ACTIVIDADES AMBIENTALES.....	70
ANEXO 4. RESIDUOS NO PELIGROSO	71

INTRODUCCIÓN

Ecuador es muy afortunado en tener una riqueza en materia prima y en recursos naturales. Según la ONU (Organización de las Naciones Unidas) los recursos naturales figuran principalmente el petróleo, el agua, el acceso a la tierra y ciertos minerales estratégicos, etc. Pero hay que tener en claro que la explotación de recursos naturales debe ser de una manera racional y controlada de lo contrario podrían convertirse en recursos no renovables.

En la actualidad se vive en una realidad distinta, donde no existe un control adecuado para nuestros recursos naturales. Sabiendo que la explotación de agregados pétreos que se llama comúnmente “Canteras” es una actividad no renovable y la extracción acelerada causa un gran impacto ambiental: altera, afecta y modifica severamente el medio natural, pues requiere arrasar con el sustrato edáfico (capa superficial que cubre la corteza de la Tierra, con un espesor que varía de acuerdo a la zona), la vegetación y toda materia orgánica, para luego aprovechar los estratos calizos (recurso no renovable) formados en su mayor parte por carbonato de calcio (calcita), provocando así un gran impacto permanente y dejando el suelo expuesto a la acción erosiva de la meteorización.

Cada vez que se observa menos cerros en la ciudad de Guayaquil un ejemplo muy notorio es la cantera Caputi donde se puede notar el deterioro del cerro y su explotación continua hasta la actualidad desde el día de su apertura. Así mismo, existe una diferencia visual muy significativa a comparación de varios años atrás debido a su extracción de sus recursos que principalmente son: cascajo, piedra chispa, piedra 3/4, etc. Que es lo que se usa de manera cotidiana en una construcción.

Además, depende de muchos factores la vida útil de una Cantera, pero lo que si se conoce con exactitud es que tiene una fecha de caducidad. Cuando ya no existan más canteras que explotar de donde se obtendrá los recursos para satisfacer las grandes cantidades para la construcción. Para ello, esta investigación plantea dar un enfoque diferente y una visión nueva que contribuye al medio ambiente y a la economía circular que es la reutilización de los desperdicios de construcción en especial los desperdicios de

hormigón. En donde países como España, Japón, etc. Están utilizando el proceso de reutilización de los desperdicios de hormigón incluso posee normas específicas para ello.

Al saber que en el Ecuador se desperdicia una cantidad abismal de desperdicios de construcción según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC 2018) el sector de la construcción genera 872.810,13 toneladas que representa el 21.43 % de la cantidad total de los residuos no peligrosos. Podemos adoptar estos procesos de reutilización de escombros de hormigón y ayudar al medio ambiente y detener a la explotación de canteras de agregados y dando una alternativa constructiva diferente.

Por ello, el presente estudio ha sido para decidir cómo la normativa medioambiental coopera a la regularización ambiental en la reutilización de árido de hormigón reciclado. Con esta información se comenzó la fase de decisión cualitativa de indicadores del medio ambiente, requisitos del medio ambiente, que van a servir de apoyo a futuras ocupaciones de campo, se realizarán en diferentes procesos, para un completo EIA (Estudio de Efecto Ambiental).

De esta forma, con la definición de interrelaciones con el medio ambiente se lleva a cabo la identificación de entradas y salidas, sobre las cuales se produce el efecto ambiental, así sea positivo o negativo.

CAPÍTULO I

1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema:

Regularización ambiental en la reutilización de los áridos reciclados provenientes del hormigón.

1.2. Planteamiento del Problema:

El manejo de los desechos de construcción a nivel nacional no es adecuadamente utilizado, muchos de estos desechos terminan en ríos, vertederos, lotes abandonados, etc. Esto ocasiona un gran impacto visual y paisajístico que genera un impacto ecológico negativo.

Sin embargo, el excluir los desperdicios de construcción también puede ocasionar una pérdida de una alternativa sustentable, pero si se hace un adecuado tratamiento obteniendo un elemento listo para ser reutilizado y reciclado puede ser ventajoso para la economía circular de los mismos procesos constructivos.

Por ende, esta realidad afecta de manera directa al medio ambiente. Siendo así, un hecho que se enfrenta en la actualidad por la falta de concientización o por la reducción de costos lo cual puede causar un daño irremediable al ecosistema.

En la actualidad, los materiales de construcción, especialmente los áridos han ido ganando relevancia no solo por el incremento de su demanda, también por la importancia de una extracción moderada y controlada desde los sitios de estación que tiene como nombre de cantera que es el lugar donde se acopia los materiales pétreos.

En la necesidad de cuidar el medio ambiente y por el incremento de las exigencias de calidad y característica del materiales, se propone la implementación de un árido reciclado que su origen es el desperdicio de hormigón que pasa por un proceso para llegar

al árido requerido e implementarlo en un nuevo hormigón y a su vez aportar al medio ambiente y a la economía circular que en países externos está más avanzada que en el país, sobre todo las ventajas que se obtienen implementado dichos conocimientos.

Es importante conocer la cantidad de Residuos de Construcción que se genera en el Ecuador, según la Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (N.E.C, 2018) de las 14.019 de 14.386 empresas (=97,45%) que generaron residuos no peligrosos, el 49,74% conoce la cantidad generada. En total, se generaron 21.562.374,41 toneladas de residuos no peligrosos (+429,33% con respecto al año 2018). La mayor cantidad de residuos no peligrosos corresponde a Plástico (92,92%), seguido de Escombros de construcción (3,26%) y Orgánicos (2,45%). En la Tabla 1 se muestran los resultados de la generación de residuos no peligrosos para los años 2018 y 2019.

Tabla 1. *Generación de residuos no peligrosos.*

Residuos no peligrosos	Empresas 2018	Toneladas (t)		Empresas 2019	Toneladas (t)	
	Recuento	Absoluto 2018	Relativo 2018	Recuento	Absoluto 2019	Relativo 2019
Plástico	6.380	48.356	1.19%	4.946	120.035.510	92,92%
Escombros de	697	872.810	21.43%	650	703.518	3.26%
Orgánicos	2.206	465.836	1.144%	2.214	528.033	2.45%
Chatarra Liviano	1.893	89.801	2.20%	1.600	78.353	0.36%
Otros residuos no peligrosos	13.699	2.596.684	63.75%	13.713	216.961	1.01%

Fuente: Modulo Ambiental ENESEM, (2018-2019).

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

Es necesario mencionar que el término que usa el Ministerio del Ambiente, que tiene como nombre a los Residuos de Construcción Peligrosos a los denominados Desperdicios de Construcción que se llaman comúnmente Residuos no contaminante. Es decir que significa que no posee sustancias químicas peligrosas, pero que si implica un daño ambiental.

Existen diferentes tipos de hormigón, uno de ellos es con el uso de aditivos que poseen sustancias químicas que representan un mayor impacto ambiental el cual se denominaría Residuos de Construcción Peligrosos.

Se debe aclarar que las construcciones que posee un hormigón con aditivos no es una construcción cualquiera, ya que el uso de diferentes aditivos representa un costo mayor a la construcción y mayormente este tipo de hormigones se usan en obras de mayor nivel estructural, por ejemplo: puentes, edificios, etc.

En otras palabras, no es tan común utilizar estos aditivos, porque representan un mayor nivel de complejidad y generalmente lo manejan empresas constructoras donde ellos tienen establecido cada proceso de construcción y obviamente el manejo de los desperdicios de construcción.

Por tanto, una vez mencionado que no es tan común el empleo de hormigón con aditivos. No existe este tipo de problemas con los desperdicios de este tipo de construcción. El mayor índice de desperdicios de construcción es de obras comunes, por ejemplo: la construcción de una casa que no posee Residuos de Construcción Peligrosos. Al no contar con ningún tipo de aditivos, pero presenta la mayor cantidad de los desperdicios de construcción que, su destino en la mayoría de los casos, finalizan en los ríos, vertederos, lotes abandonados.

La reutilización de los desechos de construcción es algo que se pretende aplicar hoy en día, por ende, la presente investigación tiene como finalidad, la reutilización de los desperdicios de construcción enfatizando en los desechos del hormigón donde se obtendrá la materia prima para un nuevo hormigón.

1.3. Formulación del Problema:

¿Cómo es la regularización ambiental reutilizando los áridos reciclados provenientes del hormigón?

1.4. Objetivo General

Analizar la regularización ambiental reutilizando los áridos reciclados provenientes del hormigón.

1.5. Objetivos Específicos

- Describir los procesos que regularizan las normas ambientales.
- Determinar la obtención del árido reciclado.
- Identificar los impactos ambientales generados en las actividades de obtención de los áridos reciclados mediante la aplicación de la Matriz de Leopold modificada.

1.6. Idea Para Defender

La regularización ambiental reutilizando los áridos reciclados provenientes del hormigón sirve como una alternativa constructiva para reducir el impacto ambiental

1.7. Línea de Investigación Institucional/Facultad.

Tabla 2. *Línea de Investigación*

Campo de conocimiento	Línea de Investigación	Sub-Línea de Investigación
Ingeniería, Industria y Construcción	Territorio	Ordenamiento territorial, Usos del Suelo y Urbanismo.

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Teórico:

Es necesario mencionar que el reciclaje de los RCD (Residuos de Construcción y Demolición) constituye una opción poco empleada en la sustitución del árido tradicional que se pretende aplicar por las limitaciones económicas propias de los países del Tercer Mundo incluyendo al país.

Las causas fundamentales de esta problemática vienen dadas no solo por la tecnología acarea que provoca la generación y acumulación de residuos, sino también por la ausencia de sinergia entre las agrupaciones, actores, procesos, actividades implicadas en el tratamiento de los RCD.

Además, se presenta la falta de cultura y educación en esta temática. La falta de gestión de estos residuos presenta el defecto de un enfoque sistémico en la planificación, organización, ejecución y control en el manejo de los Residuos de Construcción RCD para su uso como materia prima similar y complementaria, principalmente, a escala local.

Al no poseer una regularización ambiental referente a los áridos reciclados a nivel nacional, es necesario ajustarse a normativas externas que poseen un campo más extenso referente a dicho material. Por lo tanto, al momento de realizar esta tesis se debe regir a las normativas vigentes. La carencia de estas normativas perjudica el uso de nuevas formas constructivas.

En concreto, la reutilización de los áridos reciclados en el país no representa una cantidad significativa. Así pues, al no poseer igual nivel de control que otros países desarrollados, no contar con una planta de tratamiento o de reciclaje, además de la carencia de normativas no permite la reutilización de los áridos reciclados.

En consecuencia, evita que se utilice una alternativa constructiva y amigable con el medio ambiente. Las acciones causadas por el hombre han estado marcadas por el

desarrollo y las necesidades humanas a lo largo de la historia que ha alterado el paisaje natural y la composición del medio ambiente, creando impactos significativos. Relacionados con los materiales y procesos de construcción utilizados en el hábitat donde están ubicados.

Las causas y efectos de esta transición han cobrado relevancia en los últimos años, debido al declive de las fuentes de energía no renovables en todo el mundo, la degradación de los recursos naturales y la creación de nuevas sustancias que conducen a graves desequilibrios ecológicos y climáticos.

Las actividades que extraen y transforman recursos no renovables para producir materiales y elementos de construcción, generando un gran impacto en el ecosistema, afectando la biodiversidad en las zonas mineras, provocando deforestación, erosión, fuentes de contaminación del agua y del aire. Además, los procesos de producción en las industrias del cemento, la cerámica y la metalurgia son intensivos en energía.

Por lo tanto, para la regulación ambiental de los áridos reciclados es necesario un reglamento y normativa que regule las propiedades físicas y mecánicas por la cual se pueda tener un fundamento donde justifique la parte ambiental y la parte técnica. Por esto, se acude a las oficinas del Ministerio del Ambiente y se contacta con un personal técnico, el cual comunicó que no existe una normativa que regule los áridos reciclados sino existe una normativa la que regula los áridos pétreos.

Por otra parte, en una tesis realizada en España al no contar con una normativa que regule la parte ambiental, ni las propiedades físicas y mecánicas. Donde la Ingeniera (Sánchez, 2004) optó con la implantación de las mismas normativas que se usa para un árido de dichas características y menciona que la carencia de normativa nacional que regule el control de este tipo de áridos conduce a estudiar las mismas propiedades que se controlan actualmente en el árido grueso natural, esto es:

- Granulometría
- Densidad
- Absorción
- Coeficiente de los
Ángeles
- Coeficiente de forma
- Partículas blandas
- Partículas ligeras
- Terrones de arcilla

- Contenido de cloruros
- Contenido de sulfatos
- Contenido de materia orgánica
- Resistencia a la helada

También, tras la revisión bibliográfica y de las distintas normas internacionales consultadas se han realizado adicionalmente otros ensayos específicos para estos áridos, tales como:

- Contenido de mortero adherido
- Contenido de impurezas
- Contenido de álcalis

Así, teniendo como antecedente dichos acontecimientos el reglamento que controla la parte ambiental de los áridos pétreos es la misma para los áridos reciclados. Entonces el encargado de gestionar todos los aspectos ambientales en Ecuador es la normativa que es la encargada de estandarizar y controlar su explotación y el uso adecuado de los áridos pétreos. El sector de los agregados naturales constituye la industria extractiva más grande del mundo, con alrededor de 500 mil canteras y pozos en todo el mundo, empleando hasta 4 millones de personas (Global Aggregates Information Network, 2018).

Siendo este el producto a granel más consumido en el planeta: 6 ton/persona/año. Donde la obtención de los áridos reciclados tiene características diferentes a los áridos gruesos naturales, debido al mortero adherido a sus partículas (Hansen, 1986); (Xiao, 2018); (ACI Committee & Arredondo-Rea, 2001; 2019).

En otros estudios de durabilidad, se ha demostrado que las partículas de árido poroso pierden significancia cuando son incorporadas en una matriz poco porosa. Los áridos reciclados (RCD) permiten diseñar hormigones durables en tanto y en cuanto se alcance el desempeño indicado para el hormigón que se desea elaborar y estudios experimentales han demostrado que esto es ampliamente factible (Zega C. D.-z., 2016).

Además, el árido reciclado puede afectar a la carbonatación en dos aspectos importantes. Por otro lado, el mortero adherido en las partículas del árido aumenta la porosidad de la mezcla y permite una mayor velocidad de transporte del CO₂ (dióxido de carbono). Por esta razón, a veces se recomienda una reducción en la relación

agua/cemento cuando se usan áridos reciclados como reemplazo parcial de áridos naturales (Silva, 2015); (Faleschini, 2018).

De hecho, el diseño basado en prestaciones para la durabilidad generalmente considera propiedades de este tipo para estipular los requisitos para la mezcla de hormigón. Además, se determinó la correlación entre los coeficientes de carbonatación de hormigones reciclados y las propiedades a 28 días. Donde los áridos reciclados tienen la capacidad potencial de incrementar la capacidad de retención de cloruro, debido principalmente al contenido de cemento correspondiente al mortero adherido en el árido reciclado. Esta capacidad potencial puede eventualmente contrarrestar inicialmente efectos negativos de una mayor porosidad del tipo de árido sobre la velocidad de ingreso de cloruro (Villagrán-Zaccardi, 2008); (Zega C. V.-Z., 2015); (Zega C. E.-Z., 2019).

La resistencia eléctrica se define como la relación entre el voltaje aplicado y la corriente eléctrica que fluye a través de una muestra. También se puede definir como la resistencia de los materiales al paso de corriente eléctrica. Esta propiedad se define por unidad de área y longitud, denominándose resistividad. Es importante conocer la resistencia del hormigón al flujo de corriente eléctrica porque contribuye a determinar el riesgo de corrosión del acero empotrado. La resistividad convencional del hormigón permite clasificarlo en cuatro tipos generales: <100 , $100-500$, $500-1000$ y $>1000 \Omega m$ (COST 509, 1997), para los cuales el riesgo de corrosión del refuerzo es alto, moderado, bajo y despreciable, respectivamente. Una consideración importante es diferenciar a la resistividad en masa de la resistividad superficial (método Wenner), ya que los valores entre ambos difieren y no resultan directamente comparables (Azarsa, 2017).

La resistencia del hormigón en estado saturado es una función inversa de la porosidad del material y la conductividad del líquido de poro. Porque el uso de árido reciclado no cambia notablemente a la conductividad del líquido de poro del hormigón, resulta lógico que un árido con mayor porosidad como lo es el reciclado disminuya linealmente la resistividad del hormigón (Arredondo-Rea, 2019).

El menor desarrollo de fisuración para igual nivel de corrosión fue observado que para hormigones con entre 0 y 100% de árido grueso reciclado. Los mayores anchos de fisuras y el crecimiento más acelerado de los mismos fueron observados para las vigas

con hormigón convencional, disminuyendo a medida que aumenta el porcentaje de reemplazo de árido natural por reciclado. De esta forma, el desarrollo de fisuración por corrosión en estructuras con árido reciclado no necesariamente se verá afectado desfavorablemente por la mayor porosidad del hormigón (Moro, 2016).

Por otro lado, las normativas que se utilizarán para la calidad y el proceso de los áridos reciclado se ajustan con las normativas externas (internacionales) que tienen una mayor apertura en el campo de los áridos reciclados, una de ellas es la normativa UNE que es el nombre que reciben las normas creadas por la entidad AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación donde poseen normativas específicas para los áridos reciclados.

Es necesario mencionar que existen normativas como la ASTM C 33-93 “Standard Specification for Concrete Aggregates” que establecen especificaciones ligeramente más restrictivas que la normativa española. Aunque la española no establece ningún requisito referente a la granulometría del árido grueso para su utilización en hormigón, el proyecto de Norma Europea EN 12620:00 “Aggregates for concrete”.

Incluso existen normativas externas que especifica a los áridos reciclados a diferencia de la ASTM y de la UNE que especifican sobre los áridos gruesos. Una de esas es la normativa japonesa y belga que especifican los aspectos de dichas características. Es evidente destacar el adelanto constructivo y el amplio conocimiento en la reutilización de materiales de construcción, donde existe un notable dominio a comparación con el país que no cuenta con dichos conocimientos o experiencias que otros países desarrollados lo poseen.

La optimización de recursos y la existencia de normativa específica para el uso de áridos reciclados suponen una ventaja para la reutilización de residuos de construcción. Existen normas internacionales que controlan las características de los áridos reciclados. Por ejemplo: una de ellas es la granulometría, que no existe una normativa vigente en Ecuador que estandarice el tamaño de los áridos reciclados, pero tampoco existe la normativa que regulariza los áridos reciclados, por lo tanto, se utilizan las mismas normativas que regularizan los áridos pétreos.

Pero, en la actualidad, ya existen normativas internacionales que estandarizan los áridos como la normativa japonesa que recomienda la utilización de árido reciclado, la granulometría del árido deberá ajustarse a los valores que aparecen en las siguientes tablas diferenciando las especificaciones establecidas para hormigón de edificación. (Tabla 2) y hormigón para obra pública. (Tabla 3):

Tabla 3. *Uso granulométrico, según la norma japonesa, para árido reciclado utilizado en edificación.*

Tamaño Máximo	Porcentaje en peso que pasa (%)					
	30	25	20	10	5	2,5
25	100	90-100	50-90	10-60	0-15	0-5
10	-	100	90-100	10-60	0-15	-

Fuente: Kasai, (1994).

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

Tabla 4. *Uso granulométrico, según la norma japonesa, para árido reciclado utilizado en obra civil.*

Tamaño Máximo	Porcentaje en peso que pasa (%)								
	50	40	30	25	20	15	10	5	2,5
40	100	95-100	-	-	35-70	-	10-30	0-5	-
25	-	-	100	95-100	-	30-70	-	0-10	0-5
20	-	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5

Fuente: Kasai, (1994).

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

También existen otros parámetros como el caso de la normativa belga que establecen las siguientes limitaciones en la granulometría del árido reciclado procedente de hormigón. (Tabla 4):

Tabla 5. *Uso granulométrico, según la norma belga, para árido reciclado.*

Tamaño Máximo	Porcentaje en peso que pasa (%)											
	Tamiz	63	31,5	22,4	16	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125
0/4	-	-	-	-	100	90-98	.	50-85	-	0-20	-	-
4/8	-	-	-	100	90-100	0-20	0-2	-	-	-	-	-
4/16	-	-	100	95-100	30-65	0-15	0-5	0-4	-	-	-	-
4/32	100	98-100	70-95	45-75	15-40	0-10	-	0-4	-	-	-	-
8/16	-	-	100	90-100	0.10	0-2	-	-	-	-	-	-
16/32	100	90 100	-	0 20	0-2	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: VINCKE & ROUSSEAU, (1994).

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

Luego de mencionar algunas normativas también es necesario resaltar que en Ecuador el concepto de economía circular ha tenido diversos impulsos. Estos se orientan principalmente hacia la reducción de daños ambientales, la promoción de mecanismos socioeconómicos, así como para potenciar la oferta exportable del país.

A través del desarrollo de la marca sectorial denominada “Economía circular del Ecuador”, el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca está principalmente orientado a la reducción de dióxido de carbono y a la concientización civil y productiva sobre la importancia de industrias sostenibles (Daniel Marcelo Charro, 2020).

La economía circular como una de las mayores oportunidades de crecimiento económico con beneficios estimados en continentes como Europa de 1.8 trillones de euros para el año 2030, junto con las ventajas que esto aportaría. Así pues, en la construcción, esto representaría una disminución en los gastos de materiales, cadenas de oferta de intercambio de recursos, desbloqueo de nuevas fuentes de ingresos, aumento de trabajos, crecimiento económico del sector y resistencia a alteraciones externas, aumento de la competitividad, entre otros.

En definitiva, para el sector de la construcción esto podría suponer salir del estancamiento en el que se encuentra desde el 2014 aumentando su participación en el PIB y en la generación de empleo.

2.1.1 Referencias ULVR Disponibles

Como antecedente de la tesis “Sistema De Gestión Ambiental Basado En La Norma Iso 14000 En El Proceso De Excavación Sin Zanja”, del Ing. Merino Franco Christian Miguel, de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, en el año 2021, para la obtención del título de magíster en Ingeniería Civil, Mención Construcción Civil Sustentable, teniendo como objetivo Analizar el Sistema de Gestión Ambiental basado en la norma ISO 14001:2015 en el proceso de excavación sin zanja.

Aporta que cuando se habla de la norma de protección y prevención ambiental, se debe referir a la norma ISO 1000, que especifica los requisitos para implementar un sistema de gestión ambiental, en tanto permite a la organización crear la política y los objetivos. Así, teniendo en cuenta los requisitos legales y toda la información disponible sobre los impactos ambientales más significativos.

2.1.2. Modelos o Experiencias Análogas

Como modelos de experiencias análogas tenemos como referente al estudio de plantas productoras de los áridos reciclados o RCD (Residuos de Construcción y Demolición) donde estudian las propiedades del RCD. La Ingeniera Obregón, (2021) que la industria de la construcción es uno de los sectores más grandes y activos de Europa, pero consume más materias primas y energía que ninguna otra actividad económica, y genera un flujo de residuos de construcción y demolición (RCD) que representa entre el 25 y el 30% de todos los residuos generados en la UE. Es por esto por lo que el principal problema ambiental que plantean estos residuos procede del gran volumen de generación.

Los residuos de construcción y demolición se obtienen en mayor parte de demoliciones de edificios o rechazos de los materiales de construcción de las obras de nueva planta y de pequeñas construcciones de reformas en viviendas o urbanizaciones.

El tratamiento más común de estos RCD en los países desarrollados se basa en la transferencia a una instalación de reciclaje, que está destinada a ser reutilizada/reciclada tanto como sea posible y enviada a vertederos en pequeñas cantidades.

Por lo tanto, las plantas de procesamiento pueden producir agregados reciclados que pueden reemplazar los agregados naturales con beneficios sociales, económicos y ambientales relevantes para diferentes variables.

Los RCD que lleguen a la instalación de reciclaje pueden llegar en forma separada o mixta dependiendo de si se ha realizado el proceso de desmantelamiento.

Luego en este proceso, los RCD se clasifican en tres lugares en función de su composición: segregados que representa la parte de residuos que ha sido seleccionada y separada en obra y mezclado que representa la parte de residuos que ha sido mezclada en obra es dividido este a su vez en mezclado de origen natural que representa la mezcla de RCD de origen pétreo únicamente y mezclado total, que representa RCD incluyendo todos los posibles factores.

Las técnicas y maquinarias utilizadas en las plantas de procesamiento de RCD son factores clave para obtener productos reciclados de alta calidad que puedan sustituir a los áridos naturales.

En el trabajo, se analizan cuatro diferentes tipos de plantas de reciclaje comenzando por una planta de reciclaje convencional, en la que se hace uso de una maquinaria básica, y se generan productos reciclados de menor calidad denominada planta básica donde se obtiene RCD de baja calidad hasta una planta de reciclaje con altas prestaciones donde se obtiene los RCD de mejores características, en la cual se dispone de una maquinaria variada, actualizada y de un proceso de reciclaje complejo que permite obtener productos reciclados de alta calidad, denominada como la planta avanzada.

Se analizan también dos plantas de prestaciones intermedias entre la básica y la avanzada llamada: intermedia y desarrollada donde se obtiene una variedad intermedia de

los RCD. Para obtener un RCD de una calidad y cantidad satisfactoria se requiere de las plantas y maquinaria adaptadas, y para evaluar dicha adaptación se deberán tener en cuenta diferentes factores tecnológicos, medioambientales y de gestión.

2.1.3. Tasa de Filtración Granula (TFG).

Se procura valorar con antelación cuál es la influencia que ejerce el tipo de planta de reciclaje en las características finales del árido adquirido, en base a apreciaciones técnicas y ambientales.

2.2. Marco Legal:

2.2.1. Legislación y Normativa Aplicable

2.2.1.1. Constitución de la República del Ecuador Registro Oficial No. 449, 20 De octubre 2008

Capítulo II: Derechos del Buen Vivir

Sección II: Ambiente Sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay* (Tribunal Constitucional del Ecuador, 2008, p.5).

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto (Tribunal Constitucional del Ecuador, 2008, p.5).

Capítulo II: Biodiversidad Y Recursos Naturales

Sección I: Naturaleza Y Ambiente

Art. 395.- Reconoce los siguientes principios ambientales:

El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural que conserve la biodiversidad y la

capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza (Tribunal Constitucional del Ecuador, 2008, p.105).

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental (Tribunal Constitucional del Ecuador, 2008, p.105).

Sección IV: Recursos Naturales.

Art. 408.- Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; así como la biodiversidad y su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico.

Estos bienes sólo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución (Tribunal Constitucional del Ecuador, 2008, p.107).

2.2.1.2. Ley de Gestión Ambiental Registro Oficial 418 del 10 de septiembre del 2004

Capítulo II: De la Evaluación de Impacto Ambiental y del Control Ambiental

Art. 19.- Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición ecológica, 2021, p.4).

Art. 21.- Los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental; evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos, el Ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición ecológica, 2021, p.5).

Art. 23.- La evaluación del impacto ambiental comprenderá:

La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada.

Las condiciones de tranquilidad públicas, tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución.

La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico, escénico y cultural (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición ecológica, 2021, p.5).

2.2.1.3. Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

Resuelve: Expedir la Siguiete Codificación de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

Capitulo III

De la Prevención y Control de la Contaminación de los Suelos

Art. 10.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, cualquier tipo de contaminantes que puedan alterar la calidad del suelo y afectar a la salud humana, la flora, la fauna, los recursos naturales y otros bienes.

Art. 11.- Para los efectos de esta Ley, serán consideradas como fuentes potenciales de contaminación, las sustancias radioactivas y los desechos sólidos, líquidos o gaseosos de procedencia industrial, agropecuaria, municipal o doméstica.

Art. 12.- Los Ministerios de Agricultura y Ganadería y del Ambiente, cada uno en el área de su competencia, limitarán, regularán o prohibirán el empleo de sustancias, tales como plaguicidas, herbicidas, fertilizantes, desfoliadores, detergentes, materiales radioactivos y otros, cuyo uso pueda causar contaminación.

Art. 13.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, cada uno en el área de su competencia, en coordinación con las municipalidades, planificarán, regularán, normarán, limitarán y supervisarán los sistemas de recolección, transporte y disposición final de basuras en el medio urbano y rural.

En igual forma estos Ministerios, en el área de su competencia, en coordinación con la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, limitarán, regularán, planificarán y supervisarán todo lo concerniente a la disposición final de desechos radioactivos de cualquier origen que fueren.

Art. 14.- Las personas naturales o jurídicas que utilicen desechos sólidos o basuras, deberán hacerlo con sujeción a las regulaciones que al efecto se dictará. En caso de contar con sistemas de tratamiento privado o industrializado, requerirán la aprobación de los respectivos proyectos e instalaciones, por parte de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia.

Art. 16.- Se concede acción popular para denunciar ante las autoridades competentes, toda actividad que contamine el medio ambiente.

Art. 17.- Son supletorias de esta Ley, el Código de la Salud, la Ley de Gestión Ambiental, la Ley de Aguas, el Código de Policía Marítima y las demás leyes que rigen en materia de aire, agua, suelo, flora y fauna.

2.2.1.4. Ley de Minería Registro Oficial 517 de 29 de enero del 2009

Título I: Disposiciones Fundamentales

Capítulo II: De la Preservación del Medio Ambiente

Art. 78.- Estudios de impacto ambiental y Auditorías Ambientales.- Los titulares de concesiones mineras y plantas de beneficio, fundición y refinación, previamente a la iniciación de las actividades mineras en todas sus fases, de conformidad a lo determinado en el inciso siguiente, deberán efectuar y presentar estudios de impacto ambiental en la fase de exploración inicial, estudios de impacto ambiental definitivos y planes de manejo ambiental en la fase de exploración avanzada y subsiguientes, para prevenir, mitigar, controlar y reparar los impactos ambientales y sociales derivados de sus actividades, estudios que deberán ser aprobados por el Ministerio del Ambiente, con el otorgamiento de la respectiva Licencia Ambiental (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición ecológica, 2021, p.15).

Art. 83.- Manejo de Desechos. - El manejo de desechos y residuos sólidos, líquidos y emisiones gaseosas que la actividad minera produzca dentro de los límites del territorio nacional, deberá cumplir con lo establecido en la Constitución y en la normativa ambiental vigente (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición ecológica, 2021, p.16).

Art. 84.- Protección del Ecosistema. - Las actividades mineras en todas sus fases, contarán con medidas de protección del ecosistema, sujetándose a lo previsto en la Constitución de la República del Ecuador y la normativa ambiental vigente (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición ecológica, 2021, p.16).

2.2.1.5. Texto Unificado de legislación Ambiental Secundaria (TULSMA)

Libro VI: De la Calidad Ambiental

Capítulo IV: De los Estudios Ambientales

Art. 28.- De la evaluación de impactos ambientales. - La evaluación de impactos ambientales es un procedimiento que permite predecir, identificar, describir, y evaluar los potenciales impactos ambientales que un proyecto, obra o actividad pueda ocasionar al ambiente; y con este análisis determinar las medidas más efectivas para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos, enmarcado en lo establecido en la normativa ambiental aplicable.

Para la evaluación de impactos ambientales se observa las variables ambientales relevantes de los medios o matrices, entre estos:

- a) Físico (agua, aire, suelo y clima);
- b) Biótico (flora, fauna y sus habitat);
- c) Socio-cultural (arqueología, organización socioeconómica, entre otros);

Se garantiza el acceso de la información ambiental a la sociedad civil y funcionarios públicos de los proyectos, obras o actividades que se encuentran en proceso o cuentan con licenciamiento ambiental (Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente., 2017, p.170).

Art. 32.- Del Plan de Manejo Ambiental. - El Plan de Manejo Ambiental consiste de varios sub-planes, dependiendo de las características de la actividad o proyecto. El Plan de Manejo Ambiental contendrá los siguientes sub planes, con sus respectivos programas, presupuestos, responsables, medios de verificación y cronograma.

- a) Plan de Prevención y Mitigación de Impactos;
- b) Plan de Contingencias;
- c) Plan de Capacitación;
- d) Plan de Seguridad y Salud ocupacional;
- e) Plan de Manejo de Desechos;

- f) Plan de Relaciones Comunitarias;
- g) Plan de Rehabilitación de Áreas afectadas;
- h) Plan de Abandono y Entrega del Área;
- i) Plan de Monitoreo y Seguimiento.

En el caso de que los Estudios de Impacto Ambiental, para actividades en funcionamiento (EsIA Ex post) se incluirá adicionalmente a los planes mencionados, el plan de acción que permita corregir las No Conformidades (NC), encontradas durante el proceso (Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente., 2017, p.171).

Art. 35.- Estudios Ambientales Ex Post (EsIA Ex Post). - Son estudios ambientales que guardan el mismo fin que los estudios ex ante y que permiten regularizar en términos ambientales la ejecución de una obra o actividad en funcionamiento, de conformidad con lo dispuesto en este instrumento jurídico (Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente., 2017, p.172).

Capítulo VI: Gestión Integral de Residuos Sólidos no Peligrosos, y Desechos Peligrosos Y/O Especiales

Art. 49.- Políticas generales de la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales. - Se establecen como políticas generales para la gestión integral de estos residuos y/o desechos y son de obligatorio cumplimiento tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles de gobierno, como para las personas naturales o jurídicas públicas o privadas, comunitarias o mixtas, nacionales o extranjeras, las siguientes:

- a) Manejo integral de residuos y/o desechos;
- b) Responsabilidad extendida del productor y/o importador;
- c) Minimización de generación de residuos y/o desechos;
- d) Minimización de riesgos sanitarios y ambientales;

e) Fortalecimiento de la educación ambiental, la participación ciudadana y una mayor conciencia en relación con el manejo de los residuos y/o desechos;

f) Fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos y/o desechos, considerándolos un bien económico, mediante el establecimiento de herramientas de aplicación como el principio de jerarquización:

1. Prevención
2. Minimización de la generación en la fuente
3. Clasificación
4. Aprovechamiento y/o valorización, incluye el recurso y reciclaje
5. Tratamiento y Disposición Final (Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente., 2017, p.175).

Capítulo VIII: Calidad De Los Componentes Bióticos Y Abióticos

Sección II: Calidad De Componentes Bióticos

Art. 203.- De la minimización de impactos. - Para aquellos proyectos que afecten de forma directa o indirecta áreas con cobertura vegetal primaria, bosques nativos, áreas protegidas, ecosistemas sensibles, se deberá analizar todas las alternativas tecnológicas existentes a nivel nacional e internacional para minimizar los impactos; para el análisis de alternativas se contemplará principalmente el aspecto ambiental (Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente., 2017, p.224).

Art. 205.- De la evaluación ambiental. - La caracterización del componente biótico tiene como finalidad establecer medidas preventivas para garantizar la conservación de la biodiversidad, el mantenimiento y regeneración de los ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos de la naturaleza (Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente., 2017, p.225).

Art. 206.- Del control y seguimiento ambiental. - El control y seguimiento de los componentes bióticos tiene como finalidad el verificar la calidad ambiental por medio de indicadores, identificar posibles alteraciones en la diversidad, determinar y aplicar las

medidas correctivas de ser el caso (Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente., 2017, p.225).

Sección III: Calidad De Componentes Abióticos

Parágrafo II Del Suelo

Art. 212.- Calidad de Suelos. - Para realizar una adecuada caracterización de este componente en los estudios ambientales, así como un adecuado control, se deberán realizar muestreos y monitoreo siguiendo las metodologías establecidas en el Anexo II y demás normativa correspondiente. La Autoridad Ambiental Competente y las entidades del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, en el marco de sus competencias, realizarán el control de la calidad del suelo de conformidad con las normas técnicas expedidas para el efecto. Constituyen normas de calidad del suelo, características físico-químicas y biológicas que establecen la composición del suelo y lo hacen aceptable para garantizar el equilibrio ecológico, la salud y el bienestar de la población (Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente., 2017, p.227).

Capítulo V: Concesiones Mineras de Materiales de Construcción

Art. 44.- Competencia de los gobiernos municipales. - Los gobiernos municipales son competentes para autorizar, regular y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, en concordancia con los procedimientos, requisitos y limitaciones que para el efecto se establezca en el reglamento especial dictado por el Ejecutivo (ENAMIEP, 2015, p.14).

2.2.1.6. Ordenanza Municipal de la Ciudad de Guayaquil

El M. I. Concejo Cantonal De Guayaquil Considerando

QUE, la Constitución Política de la República del Ecuador, en el Art. 86, dispone que el Estado Ecuatoriano reconoce y garantiza a los habitantes del país, el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación.

QUE, de conformidad con lo dispuesto en el Art. 13 de la Codificación de la Ley de Gestión Ambiental, la M. I. Municipalidad de Guayaquil tiene la facultad de dictar las políticas ambientales aplicables para el cantón.

QUE, conforme al Convenio de Transferencia de Competencias, suscrito el 12 de abril del 2002 entre el Ministerio del Ambiente y la M. I. Municipalidad de Guayaquil, se transfirió a este Cabildo dentro del marco de la Ley de Gestión Ambiental, varias competencias ambientales, entre las cuales se incluye la elaboración y definición de políticas, normas técnicas, y estrategias ambientales cantonales, mediante la expedición de Ordenanzas.

QUE, en virtud de lo establecido en el Art. 149 literal j) de la Codificación de la Ley Orgánica de Régimen Municipal, a la administración municipal le corresponde velar por el fiel cumplimiento de las normas legales sobre saneamiento ambiental.

QUE, el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, en su Anexo 6 (Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos), establece los criterios para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos, desde su generación hasta su disposición final.

QUE, en todo proceso de ejecución de una obra pública o privada se producen desechos de materiales de construcción y/o demolición, los que, por acción u omisión de los responsables de las mismas, son normalmente desalojados en lugares no autorizados ni planificados, contaminando vías y modificando negativamente esteros y en general, espacios de uso público o privado.

QUE, es necesario erradicar la práctica común de depositar los desechos sólidos sobrantes de la actividad de la construcción o demolición en la realización de obras civiles en vías públicas, en riberas o lechos de esteros y canales naturales, en lotes vacíos o parcialmente construidos a modo de relleno, provocando taponamientos de cauces naturales en el primer caso y potenciales problemas de inestabilidad de las edificaciones.

QUE, es necesario establecer, en salvaguardia del derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, un marco jurídico en el que se establezca que este tipo de conducta merece ser enérgicamente sancionada.

EN uso de las atribuciones y facultades que le confieren los Arts. 228, de la Constitución Política de la República, en concordancia con lo establecido en el Art. 63, numeral 49 y Art. 123 de la Codificación de la Ley de Régimen Municipal.

2.2.1.7. La “Ordenanza Que Norma el Manejo y Disposición Final de Escombros Para la Ciudad de Guayaquil”.

Título II Disposiciones Particulares

Capítulo Único

De la Recolección y Disposición Final de Escombros

Artículo 4.-Clasificación. - Los escombros no peligrosos se clasifican en:

4.1.- Desechos sólidos no peligrosos producidos por las demoliciones de edificaciones y/o construcciones.

4.2.- Desechos sólidos no peligrosos de materiales de construcción utilizados en una obra.

4.3.- Material a desalojar en la excavación para la construcción de cimentaciones de obras civiles, tales como edificios, vías, ductos, etc.

Título III

De los Deberes y Obligaciones Capítulo I

De los Propietarios Y/O Responsables Técnicos de las Obras

Art. 5.- Es responsabilidad de los generadores de escombros no peligrosos su recolección, transporte y descarga en el relleno sanitario previamente autorizados por la Municipalidad.

Los generadores de escombros no peligrosos son responsables de su almacenamiento temporal, siendo también co-responsables de la recolección, transporte y descarga en el relleno sanitario. Al respecto los generadores (propietarios de obra,

empresa o contratista y responsable técnico de obra) estarán sujetos a las siguientes disposiciones:

5.1.- Se deberá almacenar los escombros no peligrosos sólo en áreas privadas y si se tratare de obras públicas, disponerlos en lugar y en forma que no se esparzan por el espacio público y no perturben las actividades del lugar, de acuerdo con las normas vigentes sobre la materia.

5.2.- Gestionar y/o contratar el retiro de los escombros no peligrosos en forma inmediata del frente de la obra y transportarlos al relleno sanitario para su disposición final o almacenarlos temporalmente en los contenedores móviles para su posterior traslado siempre y cuando el volumen a trasladar sea mayor o igual a 4m³.

5.3.- Para desalojar los escombros no peligrosos identificados en el artículo anterior (Art.4), deberá contratar exclusivamente con las prestatarias autorizadas del servicio de recolección de escombros por la Municipalidad, bajo la debida coordinación de la Dirección de Aseo Cantonal, Mercados y Servicios Especiales (DACMSE).

Queda establecido que la empresa que presta servicios de recolección, transporte y descarga de los desechos sólidos generados en la ciudad, podrá prestar el servicio al que se refiere esta Ordenanza, previa calificación de sus vehículos, por parte de la (DACMSE).

Queda establecido en esta Ordenanza que es responsabilidad exclusiva de la empresa- contratista, prestataria del servicio de aseo, la recolección de los escombros de arrojado clandestino mediante autorización previa de la DACMSE, tal como lo estipula el contrato que mantiene ésta con la Municipalidad.

5.4.- En el evento en que sea necesario almacenar temporalmente los escombros en el espacio público y éstos sean susceptibles de emitir al aire polvo y partículas contaminantes, deberán estar delimitados, señalizados y cubiertos en su totalidad de manera adecuada y optimizando al máximo el uso con el fin de reducir las áreas afectadas o almacenarse en recintos cerrados para impedir cualquier emisión fugitiva, de tal forma que se facilite el paso peatonal o el tránsito vehicular.

5.5.- No arrojar tierra, piedra o desperdicios de cualquier índole en el espacio público.

5.6.- No depositar o almacenar en el espacio público escombros que puedan originar emisión de partículas al aire.

5.7.- No utilizar las zonas verdes para la disposición temporal de escombros excepto cuando la zona esté destinada a ser zona de uso distinto de acuerdo con sus diseños, teniendo en cuenta que al finalizar la obra se deberá recuperar el espacio público o privado utilizado, de acuerdo con su uso y garantizando la reconformación total de la infraestructura y la eliminación absoluta de los materiales, elementos y residuos.

5.8.- Firma de una carta de responsabilidad y aceptación de las condiciones de operación establecidas en la presente Ordenanza, comprometiéndose adicionalmente a:

a) El generador deberá contratar personas naturales o jurídicas propietarias de vehículos que cumplan con las regulaciones de tránsito y los requerimientos del Municipio respecto de los transportes, vehículos que deberán ser autorizados por la Municipalidad para el transporte y descarga en el relleno sanitario de los escombros, debidamente cubiertos a fin de evitar que se boten desperdicios en la vía pública y sin sobrepasar la capacidad máxima de almacenamiento de los contenedores.

b) Descargar los escombros exclusivamente en los sitios autorizados para ello por parte de la Municipalidad.

5.9.- El material puede ser reutilizado dentro de la misma obra municipal, siempre y cuando:

a) No contravenga otras disposiciones contenidas en la presente Ordenanza y su Reglamento.

b) Cumpla con las especificaciones técnicas de la obra.

c) Se obtenga la autorización por escrito por parte de la M. I. Municipalidad de Guayaquil, a través de la Dirección de Aseo Cantonal, Mercados y Servicios Especiales; Dirección de Medio Ambiente; y, Dirección de Obras Públicas.

ARTÍCULO 6.- El incumplimiento debidamente comprobado de cualquiera de estas disposiciones por parte del responsable técnico de la obra, y a falta de éste, del propietario de la misma, será causal de oficio para la aplicación de la multa según lo dispuesto en el Art. 12 de la presente Ordenanza.

Capítulo III

De las Responsabilidades Municipales

Artículo 8.- Determinación del Sitio. - El sitio para la disposición final de los escombros deberá ser determinado por la Municipalidad, dentro de las instalaciones oficiales (Relleno Sanitario de la ciudad de Guayaquil), tomando en consideración requerimientos sanitarios y ambientales vigentes.

Artículo 9.- Responsabilidad de Direcciones Municipales. - Para el cumplimiento de las previsiones establecidas en la presente Ordenanza, se establecen las siguientes responsabilidades Municipales:

a) La DACMSE, determinará el o los sitios en los que se deberán depositar los escombros dentro de las instalaciones del relleno sanitario. Adicionalmente, deberá otorgar a los interesados en el desalojo de escombros (generador), la correspondiente autorización previa inspección del sitio para poder realizar labores de desalojo siempre y cuando el transporte de estos materiales no peligrosos sean realizados por vehículos de las prestatarias autorizadas del servicio de recolección de escombros.

La DACMSE verificará mediante los registros de pesaje que los desechos producidos ingresen al sitio de disposición final (Relleno Sanitario). En caso de que producto del seguimiento a realizar por la DACMSE se detecte que el responsable Técnico Contratista y/o Propietario no esté disponiendo sus escombros a través del sistema de recolección autorizado por la Municipalidad para este fin, dará parte por escrito a la Dirección de Justicia y Vigilancia, para que se proceda a la sanción de acuerdo a lo establecido en esta Ordenanza.

El generador de escombros coordinará con la DACMSE para el traslado de escombros, la misma que solicitará a la prestataria autorizada del servicio de recolección

de escombros, ejecute dicha actividad indicando la condición de costo a la cual se obligará el generador de escombros, la misma que se detalla en el Reglamento a establecer por la Municipalidad.

La recolección de escombros se programará dentro de los dos (2) días siguientes a la solicitud del generador de escombros, pero lo cual la prestataria autorizada del servicio de recolección de escombros le deberá indicar al generador el día y hora de recolección de esta clase de residuos, con el fin de que éstos no estén dispuestos en el espacio público sino lo estrictamente necesario para efecto de su recolección.

b) La Dirección de Urbanismo, Avalúos y Registros dentro del documento que sirve de requisito para la obtención de la autorización por parte de la Municipalidad para emitir el Registro de Construcción, incluirá una cuantificación de los escombros que serán generados, producto de demoliciones o procesos constructivos de las obras civiles a construir.

Esta cuantificación será realizada por el peticionario del Registro de Construcción, debiendo especificar el volumen aproximado de los desechos a ser dispuestos en el relleno sanitario, volumen cuyo rango de aproximación deberá fluctuar entre el $\pm 10\%$ del volumen realmente desalojado.

Para el caso de escombros generados por la acción de demolición de obras civiles, el generador incluirá en la solicitud de permiso otorgado por la Dirección de Urbanismo, Avalúos y Registros una estimación de los desechos a generar, solicitud que una vez aprobada será remitida a la DACMSE para ejercer el control respectivo mediante los registros de pesaje en el sistema de balanzas del Relleno Sanitario y los controles periódicos a realizar al sitio de demolición reportado en tal solicitud, así como a la Dirección de Medio Ambiente (DMA) para efecto de seguimiento.

Para el caso en que el control de pesaje a realizar por la DACMSE indique que el generador no está disponiendo los escombros en el relleno sanitario, ésta dará parte por escrito a la Dirección de Justicia y Vigilancia y a la Dirección de Medio Ambiente, para que se sancione con la paralización de los trabajos de demolición y se ejecuten las multas respectivas de acuerdo a lo dispuesto en esta Ordenanza, y otras Ordenanzas que fueran pertinentes.

c) La DACMSE controlará que los desechos producidos ingresen al sitio de disposición final emitiendo un formulario que será llenado y verificado mediante inspecciones rutinarias en los sitios de obras, chequeándose las cantidades desalojadas en el sistema de pesaje instalado en las instalaciones del relleno sanitario.

Este control servirá para verificar el cálculo declarado por el peticionario y por ende que el material sea depositado en el sitio designado.

En caso de que, mediante estos chequeos rutinarios, se detecte que la cuantificación de escombros registrada por el peticionario del Registro de Construcción no se ha cumplido o que ha rebasado esta cantidad, el peticionario actualizará el registro de cuantificación de desechos en un plazo no mayor a 48 horas, mediante solicitud escrita a la DACMSE para los respectivos controles.

Para el caso en que el control de pesaje a realizar por la DACMSE indique que el constructor no está disponiendo los escombros en el relleno sanitario, ésta dará parte por escrito a la Dirección de Justicia y Vigilancia, para que se sancione con la paralización de la obra y se ejecuten las multas respectivas de acuerdo a lo dispuesto en esta Ordenanza.

Una vez cumplidas las exigencias antes expuestas el Responsable Técnico de la obra estará habilitado para seguir construyendo.

d) Una vez culminada la obra y previo a la aprobación de la inspección final y certificación de habitabilidad, la DACMSE comparará la cantidad de escombros calculada y la que realmente fue desalojada y dispuesta en el relleno sanitario, cantidad que certificará el cumplimiento o no de la cantidad que fue indicada en el formulario adjunto a los documentos que se tuvo que llenar para la aprobación del Registro de Construcción.

e) Además de las inspecciones a realizar por la DACMSE, la Dirección de Justicia y Vigilancia y la Dirección de Medio Ambiente, realizará inspecciones a las obras a efecto de comprobar el cumplimiento de las obligaciones fijadas respecto del manejo temporal de escombros.

En caso de existir causales de infracciones a lo estipulado en la presente Ordenanza, se procederá a través de una de las Comisarías Municipales, a levantar el

expediente respectivo y a proceder de conformidad a lo estipulado en el presente instrumento previo cumplimiento de las disposiciones de ley, las ordenanzas y reglamentos municipales vigentes.

Título IV

De las Infracciones y Multas Capítulo I

De las Infracciones

Art.10.- A efectos de la presente Ordenanza, se establecen las siguientes causales de infracciones respecto de los Responsables Técnicos y/o Propietarios de las Obras:

10.1.- Disponer los escombros en lugar y en forma que se esparzan por el espacio público y perturben las actividades del lugar.

10.2.- Contratar para la realización de labores de desalojo, a personas naturales o jurídicas no registradas y autorizadas por la Municipalidad.

10.3.- Almacenar temporalmente escombros sin haberlos delimitado, señalizado y cubierto en su totalidad de manera adecuada, de tal forma que se dificulte el paso peatonal, el tránsito vehicular, o que puedan originar emisión de partículas al aire o al medio ambiente o que puedan originar emisiones de material particulado al aire o aporte de sedimentos hacia los cuerpos hídricos y redes de drenaje naturales o artificiales.

10.4.- Proceder o permitir el que se desaloje escombros dentro del área misma de las instalaciones de la obra, o en su defecto en los solares contiguos a la misma.

10.5.- Arrojar escombros en el espacio público.

10.6.- Arrojar los escombros en cualquier área fuera del relleno sanitario.

10.7.- Los generadores o poseedores de escombros que los entreguen a terceros para su recogida, transporte y/o descarga en el sitio de disposición final, responderán solidariamente con aquellos de cualquier daño que pudieren producirse por la incorrecta gestión de los mismos, en los siguientes supuestos:

- a) Que se entregue escombros a un transportista no autorizado conociendo tal limitación.
- b) Que se entregue al transportista autorizado, con conocimiento de que se va a proceder a una disposición final inadecuada del mismo con respecto a las disposiciones de esta Ordenanza.
- c) Los generadores de escombros deberán actuar con la mayor diligencia posible en la comprobación del transportista, e informarse debidamente del destino de los mismos.
- d) Empleo de escombros como material de relleno de riberas y cauces de cuerpos hídricos naturales y artificiales.
- e) De los daños que se produzcan en los procesos de eliminación por una descarga no autorizada serán responsables los generadores o las personas que hayan depositado los escombros objeto de esta anomalía.

Art. 11.- Respecto de la prestataria autorizada del servicio de recolección de escombros se establecen las siguientes infracciones:

11.1.- Realizar labores de desalojo de escombros en vehículos no autorizados por la Municipalidad y sin contar con la debida licencia o permiso otorgado por parte de la Municipalidad.

11.2.- No transportar y no depositar los escombros en el relleno sanitario sitio autorizado por la Municipalidad para su disposición final.

11.3.- Transportar los escombros sin los debidos cuidados a efecto de evitar que se rieguen por el espacio público, poniendo de esa manera en peligro la integridad de bienes y personas.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque De La Investigación

El enfoque de la investigación es cualitativo con método inductivo, se investigó el estado actual del sistema ambiental de la organización y se obtuvo una descripción detallada.

Esta investigación se sustenta básicamente en teorías extraídas de medios como libros, trabajos académicos, disertaciones y otros documentos que brindan el conocimiento suficiente para realizar esta tarea.

3.2. Alcance De La Investigación

La presente investigación fue para determinar cómo la normativa medioambiental contribuye a la regularización ambiental en la reutilización de árido de hormigón reciclado.

Para ello, se realizó una investigación descriptiva, debido a que mediante este tipo de investigación se busca caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus características y propiedades. Combinada con ciertos criterios de clasificación sirve para ordenar, agrupar o sistematizar los objetos involucrados en el trabajo indagatorio (Behar & Rubeira, 2008).

Además, es de tipo no experimental debido a que se evalúa el cumplimiento de la norma en función de los requisitos y no de elementos definidos por los investigadores.

3.3. Técnica e Instrumentos para Obtener los Datos:

El proyecto de investigación consideró fundamental que la recopilación de información se hizo a partir de la investigación en: registros, libros, reglamentos y leyes

ambientales sobre la normativa ambiental agregada que guía el logro de los objetivos propuestos. Con esta información se inició la etapa de determinación cualitativa de indicadores ambientales, requisitos ambientales, que sirven de apoyo a futuras actividades de campo, se realizan en diferentes procesos para un completo EIA (Estudio de Impacto Ambiental).

Se basa en la resolución científica de problemas y en la implementación de sus fases que permite mediante técnicas de observación y grupos focales, la determinación de requerimientos ambientales en las actividades de trabajo. Así, con la definición de interacciones con el medio ambiente se desarrolla la identificación de entradas y salidas sobre las cuales se genera el impacto ambiental, ya sea positivo o negativo.

4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.2. Descripción de proceso para regularización

4.1. Fase Preparatoria

Se planifica la estructura final del trabajo y se recopila toda la información relevante para el marco normativo ambiental del proceso de gestión ambiental para las operaciones mineras en el Ecuador, enfocándose en las necesidades del proyecto en cuestión.

También se identifican los distintos aspectos socioambientales que generan un impacto ambiental y se relacionan con el desarrollo de las actividades de los áridos reciclados.

4.2. Metodología para evaluar los impactos ambientales

Al aplicar una guía metodológica a la evaluación de impacto ambiental es posible identificar y cuantificar los impactos ambientales más importantes que ocurren durante el desarrollo de actividades de reutilización integrada, ya sean positivos o negativos. Para eso, se tomó en cuenta los siguientes criterios de evaluación:

Tabla 6. Variables de Evaluación de Impactos.

VARIABLE DE EVALUACIÓN	CARACTERÍSTICAS DE EVALUACIÓN	
Carácter del Impacto (Matriz 1)	Positivo (+)	Cuando el componente realiza una mejora al medio ambiente
	Negativo (-)	Cuando el componente deteriora el medio ambiente
Intensidad del Impacto (Matriz 2)	Alta	Alteración muy notoria o excesiva
	Moderada	Alteración notoria
	Baja	Impacto con recuperación natural
Extensión y Dimensión del Impacto (Matriz 3)	Regional	Afecta a la región geográfica
	Local	Afecta hasta los 3km del área del proyecto
	Puntual	Afecta al medio ambiente de manera puntual
Duración del Impacto (Matriz 4)	Permanente	Permanece aun cuando se termina el proyecto
	Temporal	Dura al inicio y final del proyecto
	Periódica	Se presenta en forma intermitente
Reversibilidad del Impacto (Matriz 5)	Irrecuperable	Cuando no se recupera el medio ambiente
	Poco recuperable	Recuperación intermedia con ayuda humana
	Recuperable	Cuando el medio puede recuperarse de forma natural
Riesgo de Impacto ((Matriz 6)	Alto	Se produce de forma real
	Medio	Condición intermedia o duda
	Bajo	Probabilidad del impacto

Fuente: CONESA, (2011).

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

Para determinar la magnitud e importancia de los impactos se utilizó los criterios de evaluación que se les asignó valores en una escala relativa que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 7. *Criterios de Evaluación de Impactos.*

VARIABLE DE EVALUACIÓN	CARÁCTER	VALOR
Intensidad del Impacto (I)	Alta	2
	Moderada	2
	Baja	1
Extensión y Dimensión del Impacto (E)	Regional	3
	Local	2
	Puntual	1
Duración del Impacto (D)	Permanente	3
	Temporal	2
	Periódica	1
Reversibilidad del Impacto (R)	Irrecuperable	3
	Poco recuperable	2
	Recuperable	1
Riesgo de Impacto (S)	Alto	3
	Medio	2
	Bajo	1

Fuente: CONESA, (2011).

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

4.3. Valoración de Impactos

Para evaluar los impactos ambientales generados se debe realizar una suma de cada valor asignado a cada variable y se han calculado la magnitud y la significancia de los impactos generados para medir la magnitud del impacto causado.

4.4. Magnitud

El cálculo de la magnitud depende directamente de la intensidad, extensión y duración del impacto que se produzca, por lo que su valoración se realizó mediante la sumatoria total de las variables y a la vez se tomó en cuenta el peso ponderado asignado (CONESA, 2011, p.235).

$$M = (I \times WI) + (E \times WE) + (D \times WD)$$

Donde:

WI: Peso de la variable intensidad 0.40

WE: Peso de la variable extensión 0.40

WD: Peso de la variable dimensión 0.20

4.5. Importancia

El cálculo de la importancia depende directamente de la extensión, reversibilidad y riesgo, para lo cual se realizó la sumatoria total de las variables y se tomó en cuenta el peso o índice ponderado asignado (CONESA, 2011, p.235).

$$I = (T \times WT) + (R \times WR) + (S \times WS)$$

Donde:

WT: Peso de la variable extensión 0.30

WR: Peso de la variable reversibilidad 0.20

WS: Peso de la variable riesgo 0.50

Para interpretar los resultados obtenidos, tanto en términos de magnitud como de significación, se ha tenido en cuenta la escala de evaluación de impacto ambiental que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 8. *Escala de valoración de magnitud e importancia de impactos ambientales.*

VALORACIÓN DE IMPACTO	VALORES ESTIMADOS
Alto	2.4-3.0
Medio	1.7-2.3
Bajo	0.1-1.6

Fuente: CONESA, (2011).

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

4.6. Nivel de Impacto Ocasionado (Severidad)

Finalmente, se midió el grado de impacto causado a los factores ambientales, de manera que se pueda saber si el impacto es leve, moderado, crítico o severo, según la siguiente fórmula que se ha utilizado:

$$S = M \times I$$

Donde:

M: Magnitud

I: Importancia

Para priorizar los valores obtenidos fue importante analizar la escala de los valores asignados de manera que se presenten los impactos ocurridos durante las diferentes fases de la concesión, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 9. *Escala de valoración de severidad de impactos.*

VALORACIÓN DE IMPACTO	VALORES ESTIMADOS
Leve	1.0-1.9
Moderado	2.0-2.9
Crítico	3.0-3.9
Severo	4.0-6.0

Fuente: CONESA, (2011).

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

Donde:

Impacto Leve: Son aquellos impactos negativos en el que no es necesario la aplicación de prácticas mitigadoras correspondiente a un valor de 1.0-1.9.

Impacto Moderado: Son aquellos impactos negativos que requieren de prácticas de mitigación simple con un valor de 2.0-2.9.

Impacto Crítico: Son aquellos impactos reversibles que producen una pérdida permanente de calidad de las condiciones ambientales con una duración esporádica y con influencia puntual de 3.0-3.9.

Impacto Severo: Son aquellos impactos negativos que difícilmente pueden ser corregidos, debido al impacto irreversible que provoca la destrucción del entorno de manera permanente con un valor de 4.0-6.0

Impacto Positivo: Son aquellos impactos beneficiosos que ayudan a que se mantenga el entorno en el cual se desarrolla el proyecto (CONESA, 2011)

4.7. Resultados

4.8. Evaluación de impactos ambientales.

Tabla 10. Características del Impacto (Matriz 1)

Fase	Código	Actividad	MEDIO ABIÓTICO										MEDIO BIÓTICO			MEDIO SOCIOECONÓMICO										
			AIRE			RUIDO	AGUA		SUELO					FLORA	FAUNA		Economía y población			Seguridad Industrial		Medio Perceptual		Infraestructura		
			Polvo	Gases	Calidad del	Nivel Sonoro	Contaminación	Calidad del Agua	Característica Físicas	Permeabilidad	Erosión	Degradación Físico	Degradación Química	Flora y Vegetación	Fauna	Fauna Acuática	Generación	Densidad	Turismo	Riesgo	Salud	Naturalidad	Paisaje	Red de energía	Trasporte y Comunicación	Sistema de Saneamiento
Fase de Transporte	FT1	Acopio de Escombros	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-2	-1	-2	-1	-1			2	-1	-1	-1	-1		-2	-1		
	FT2	Carga de Escombros	-1	-1	-2					-1	-2	-1	-1					-1	-1				-2			
	FT3	Traslado de Escombros	-1	-2	-2	-1												-1	-1		-1	-1	1			
	FT4	Descarga de Escombros	-1	-2	-1	-1			-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1	-1	-1	-1	1	-1		
Fase de Ejecucion	FE1	Demolición Selectiva	-1	-1	-1													-2	-1	-1						
	FE2	Transformación de Escombros	-1	-1	-1													-1	-1			-1				
Fase de Producción	FP1	Proceso de recepción de Escombros	-1	-1	-1													-1	-1	-1			1			
	FP2	Traslado de los escombros a la Tolva	-1	-1	-1	-1	-1											-1	-1	-1		-1	-1			
	FP3	Sistemas de trituración de Escombros	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1	-1							-1	-1	-1						
	FP4	Sistemas de cribado	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1		1	1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
	FP5	Descarga de aridos	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1		1	1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
	FP6	Tratamiento de Impurezas	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1		1	1		-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Fase de Almacenamiento	FA1	Separación de Agregados	-1	-1	-1		-1		-1	-1	-1		-1	-1		1	1		-1	-1	-1	-1	-1	-1		
	FA2	Traslado de Agregados	-1	-1	-1													-1	-1		-1	-1	1			

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

Tabla 11. Intensidad del Impacto (Matriz 2)

Fase	Código	Actividad	MEDIO ABIÓTICO									MEDIO BIÓTICO			MEDIO SOCIOECONÓMICO										
			AIRE		RUIDO	AGUA		SUELO					FLORA	FAUNA		Economía y población			Seguridad Industrial		Medio Perceptual		Infraestructura		
			Polvo	Gases	Calidad del	Nivel Sonoro	Contaminación	Calidad del Agua	Característica Físicas	Permeabilidad	Erosión	Degradación Físico	Degradación Química	Flora y Vegetación	Fauna	Fauna Acuática	Generación	Densidad	Turismo	Riesgo	Salud	Naturalidad	Paisaje	Red de energía	Trasporte y Comunicación
Fase de Transporte	FT1	Acopio de Escombros	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1			2	1	1	1	1		2	1	
	FT2	Carga de Escombros	1	1	1					1	1	1	1	1				1	1				1		
	FT3	Traslado de Escombros	1	2	1	1												1	1		1	1	1	1	
	FT4	Descarga de Escombros	1	2	1	1			1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	
Fase de Ejecucion	FE1	Demolición Selectiva	1	1	1													1	1	1					
	FE2	Transformación de Escombros	1	1	1													1	1			1			
Fase de Producción	FP1	Proceso de recepción de Escombros	1	1	1													1	1	1			1		
	FP2	Traslado de los escombros a la Tolva	1	2	1	1	1											1	1	1		1	1		
	FP3	Sistemas de trituración de Escombros	1	2	1	1	1		1	2	1							1	1	1					
	FP4	Sistemas de cribado	1	2	1	1	1	2	1	1	1		1	1		1	1		1	1	1	1	1	1	
	FP5	Descarga de aridos	1	2	1	1	1	1	1	2	1		1	1		1	1		1	1	1	1	1	1	
	FP6	Tratamiento de Impurezas	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		1	1		1	1	1	1	1	1	
Fase de Almacenamiento	FA1	Separación de Agregados	1	2	1	1	1		1	1	1		1	1		1	1		1	1	1	1	1		
	FA2	Traslado de Agregados	1	1	1													1	1		1	1	1		

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

Tabla 12. Extensión o dimensión del Impacto (Matriz 3)

Fase	Código	Actividad	MEDIO ABIÓTICO									MEDIO BIÓTICO			MEDIO SOCIOECONÓMICO										
			AIRE		RUIDO	AGUA		SUELO					FLORA	FAUNA		Economía y población			Seguridad Industrial		Medio Perceptual		Infraestructura		
			Polvo	Gases	Calidad del	Nivel Sonoro	Contaminación	Calidad del Agua	Característica Físicas	Permeabilidad	Erosión	Degradación Físico	Degradación Química	Flora y Vegetación	Fauna	Fauna Acuática	Generación	Densidad	Turismo	Riesgo	Salud	Naturalidad	Paisaje	Red de energía	Trasporte y Comunicación
Fase de Transporte	FT1	Acopio de Escombros	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1			2	1	1	1	1		1	1	-1
	FT2	Carga de Escombros	1	1	1					2	1	1	1					1	1				2		
	FT3	Traslado de Escombros	1	1	1	1												1	1		1	1	1	1	
	FT4	Descarga de Escombros	1	1	1	1			1	1	2	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1
Fase de Ejecucion	FE1	Demolición Selectiva	1	1	1													1	1	1					
	FE2	Transformación de Escombros	1	1	1													1	1				-1		
Fase de Producción	FP1	Proceso de recepción de Escombros	1	1	1													1	1	1			1		
	FP2	Traslado de los escombros a la Tolva	1	1	1	1	2											1	1	1		1	1		
	FP3	Sistemas de trituración de Escombros	1	2	1	1	1		1	1	1							1	1	1					
	FP4	Sistemas de cribado	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		1	1		1	1	1	1	1	1	1
	FP5	Descarga de aridos	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		1	1		1	1	1	1	1	1	1
	FP6	Tratamiento de Impurezas	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		1	1		1	1	1	1	1	1	1
Fase de Almacenamiento	FA1	Separación de Agregados	1	1	1		1		1	1			1	1		1	1		1	1	1	1	1	1	
	FA2	Traslado de Agregados	1	1	1													1	1		1	1	1		

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

Tabla 13. Duración del Impacto (Matriz 4)

Fase	Código	Actividad	MEDIO ABIÓTICO									MEDIO BIÓTICO			MEDIO SOCIOECONÓMICO										
			AIRE		RUIDO	AGUA		SUELO					FLORA	FAUNA		Economía y población			Seguridad Industrial		Medio Perceptual		Infraestructura		
			Polvo	Gases	Calidad del	Nivel Sonoro	Contaminación	Calidad del Agua	Característica Físicas	Permeabilidad	Erosión	Degradación Físico	Degradación Química	Flora y Vegetación	Fauna	Fauna Acuática	Generación	Densidad	Turismo	Riesgo	Salud	Naturalidad	Paisaje	Red de energía	Trasporte y Comunicación
Fase de Transporte	FT1	Acopio de Escombros	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1			2	1	1	1	1		2	1	
	FT2	Carga de Escombros	1	1	1					1	2	1	1					1	1				2		
	FT3	Traslado de Escombros	1	1	1	1												1	1		1	1	1		
	FT4	Descarga de Escombros	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	
Fase de Ejecucion	FE1	Demolición Selectiva	1	1	1													1	1	1					
	FE2	Transformación de Escombros	1	1	1													1	1			1			
Fase de Producción	FP1	Proceso de recepción de Escombros	1	1	1													1	1	1			1		
	FP2	Traslado de los escombros a la Tolva	1	1	1	1	1											1	1	1		1	1		
	FP3	Sistemas de trituración de Escombros	1	1	1	1	1		2	1	1							1	1	1			1		
	FP4	Sistemas de cribado	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		1	1		1	1	1	1	1	1	
	FP5	Descarga de aridos	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		1	1		1	1	1	1	1	1	
	FP6	Tratamiento de Impurezas	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		1	1		1	1	1	1	1	1	
Fase de Almacenamiento	FA1	Separación de Agregados	1	1	1		1		1	1	1		1	1		1	1		1	1	1	1	1		
	FA2	Traslado de Agregados	1	1	1													1	1		1	1	1		

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

Tabla 14. Reversibilidad del Impacto (Matriz 5)

Fase	Código	Actividad	MEDIO ABIÓTICO									MEDIO BIÓTICO			MEDIO SOCIOECONÓMICO										
			AIRE		RUIDO	AGUA		SUELO					FLORA	FAUNA		Economía y población			Seguridad Industrial		Medio Perceptual		Infraestructura		
			Polvo	Gases	Calidad del	Nivel Sonoro	Contaminación	Calidad del Agua	Característica Físicas	Permeabilidad	Erosión	Degradación Físico	Degradación Química	Flora y Vegetación	Fauna	Fauna Acuática	Generación	Densidad	Turismo	Riesgo	Salud	Naturalidad	Paisaje	Red de energía	Trasporte y Comunicación
Fase de Transporte	FT1	Acopio de Escombros	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1			2	1	1	1	1		1	1
	FT2	Carga de Escombros	1	1	1						1	1	1	1	1				1	1				2	
	FT3	Traslado de Escombros	1	2	1	1													1	1		1	1	1	
	FT4	Descarga de Escombros	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1
Fase de Ejecución	FE1	Demolición Selectiva	1	1	1														1	1	1				
	FE2	Transformación de Escombros	1	1	1														1	1			1		
Fase de Producción	FP1	Proceso de recepción de Escombros	1	1	1														1	1	1			1	
	FP2	Traslado de los escombros a la Tolva	1	1	1	1	1												1	1	1		1	1	
	FP3	Sistemas de trituración de Escombros	1	1	1	1	1		1	1	1								1	1	1				1
	FP4	Sistemas de cribado	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
	FP5	Descarga de aridos	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
	FP6	Tratamiento de Impurezas	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fase de Almacenamiento	FA1	Separación de Agregados	1	1	1		1		1	1	1			1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	
	FA2	Traslado de Agregados	1	1	1														1	1		1	1	1	

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

Tabla 15. Riesgo del Impacto (Matriz 6)

Fase	Código	Actividad	MEDIO ABIÓTICO									MEDIO BIÓTICO			MEDIO SOCIOECONÓMICO										
			AIRE		RUIDO	AGUA		SUELO					FLORA	FAUNA		Economía y población			Seguridad Industrial		Medio Perceptual		Infraestructura		
			Polvo	Gases	Calidad del	Nivel Sonoro	Contaminación	Calidad del Agua	Característica Físicas	Permeabilidad	Erosión	Degradación Físico	Degradación Química	Flora y Vegetación	Fauna	Fauna Acuática	Generación	Densidad	Turismo	Riesgo	Salud	Naturalidad	Paisaje	Red de energía	Trasporte y Comunicación
Fase de Transporte	FT1	Acopio de Escombros	1	1	1	11	2	1	1	1	2	1	1				2	1	1	2	1		2	-1	
	FT2	Carga de Escombros	1	1	1		1				1	1	1					1	2		2		1		
	FT3	Traslado de Escombros	1	2	1	1		1											1	2		1	2	1	
	FT4	Descarga de Escombros	1	1	1	1		1	1	1	1	1	2	1					1	1	2	1	1	1	-1
Fase de Ejecucion	FE1	Demolición Selectiva	1		1		1												2	2	1				
	FE2	Transformación de Escombros	1		1		1												1	1			1		
Fase de Producción	FP1	Proceso de recepción de Escombros	1		1														2	1	2			1	
	FP2	Traslado de los escombros a la Tolva	1	1	1	1	1												2	1	1		2	1	
	FP3	Sistemas de trituración de Escombros	1	1	1	1	1		1	1	1								1	1	1				
	FP4	Sistemas de cribado	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		1	1		1	1	1	1	1	2	1
	FP5	Descarga de aridos	1	1	1	1	1	1	2	2	1		1	1		1	1		1	1	1	1	1	1	2
	FP6	Tratamiento de Impurezas	1		1	1	1	1	1	1	1		1	1		1	1		2	1	1	1	1	1	1
Fase de Almacenamiento	FA1	Separación de Agregados	1	1	1		1		1	1		1	1		1	1			2	1	1	1	1	1	
	FA2	Traslado de Agregados	1		1								1						1	1		1	1	1	

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

Para la parte de la reutilización de los áridos es importante conocer cómo se obtiene los áridos reciclados provenientes del hormigón. Para la obtención de los áridos reciclados existen dos formas de obtener un árido reciclado una de ellas es adquiriendo los áridos ya procesados directamente de una planta productora de áridos reciclados donde ya se mencionó que sería una de las maneras más sencillas de obtener los áridos que básicamente sería la obtención de un producto que brindan al constructor una variedad de áridos reciclados de diferentes especificaciones y de calidad.

Sin embargo, esta realidad no se aplica en el país al no contar con plantas de procesamiento, pero es importante mencionarlo. También existen diferentes tipos de plantas de reciclaje comenzando por una planta de reciclaje convencional, en la que se hace uso de una maquinaria básica y se generan productos reciclados de menor calidad denominada planta básica, donde se obtiene RCD de baja calidad hasta una planta de reciclaje con altas prestaciones donde se obtiene los RCD de mejores características, en la cual se dispone de una maquinaria variada, actualizada y de un proceso de reciclaje complejo que permite obtener productos reciclados de alta calidad, denominada como la planta avanzada.

Como parte del proceso, se analizan también dos plantas de prestaciones intermedias entre la básica y la avanzada llamada: intermedia y desarrollada donde se obtiene una variedad intermedia de los RCD. El otro que se plantea es la obtención de los áridos reciclados desde el inicio que vendría desde la etapa de procesamiento hasta la etapa de almacenamiento.

Este estudio tiene una mirada distinta para la concepción del tratamiento ambiental que se debe dar a los residuos de construcción, porque no existe ley o normativa existente comparados con otros países desarrollados que reutilizan este recurso para métodos constructivos y es parte de la economía circular de cada uno de ellos.

Esto representa varias complicaciones para la implementación y obtención de los áridos reciclados. Una de esas complicaciones sería la falta de normas y de reglamentos que regularicen a los áridos reciclados. También al no contar con sitios de almacenamiento para dichos desperdicios implicaría una adversidad significativa, aunque

en realidad si existen sitios de depósitos para los desperdicios de construcción, aunque no se cumpla con ello.

Partiendo de esta problemática y evidenciando la carencia de normativas estatales será de gran aporte al medio ambiente. Para comenzar el proceso de obtención de los áridos reciclados es importante identificar el lugar donde se encuentran los desperdicios ya sean en terrenos abandonados, ríos o vertederos o a su vez en sitios destinados específicamente para los desperdicios de construcción.

Una vez ubicados los sitios donde se encuentran los desperdicios de construcción se hace acopio en un solo lugar para el proceso de selección y obtención de los áridos reciclados.

5. PRODUCCIÓN DE ÁRIDO RECICLADO

5.1. Etapas del Procesamiento

Para el empleo del árido procedente de escombros de hormigón en la fabricación de hormigón nuevo es necesario un procesamiento del residuo en el que se pueden diferenciar dos fases:

a) Demolición selectiva en origen. El proceso de demolición requiere que se tomen algunas precauciones para evitar que los escombros de hormigón se mezclen con el suelo y para reducir al máximo la proporción de otros materiales de construcción no deseados. De esta forma, es práctico separar escombros de mampostería y escombros de hormigón durante el proceso de demolición para reducir el post-tratamiento, pero es un elemento pequeño que permanece en los escombros y no se puede separar durante la demolición, por lo que el tratamiento de áridos causará más problemas. Además, al reciclar escombros, es recomendable utilizar métodos de demolición in situ para reducción de su tamaño de tal forma que puedan ser tratados por el sistema de trituración para plantas de reciclaje, es menos de 1200 mm para plantas fijas y 400-700 mm para plantas móviles.

b) Transformación de los escombros de demolición en áridos. Las plantas de agregados reciclados son similares a las plantas de agregados naturales y solo requieren electroimanes para separar el acero y otros contaminantes.

La siguiente sección detalla el proceso que tiene lugar en la planta de fabricación de agregados reciclados.

5.2. Demolición Selectiva

Cuando los escombros de demolición proceden de grandes obras de ingeniería civil, como demolición de puentes o la estructura, el material resultante puede contener una pequeña cantidad de impurezas. La mayor parte de estos residuos provienen de la estructura del edificio, siendo necesario para el reciclaje de estos, una separación cuidadosa de los materiales generados durante el desmontaje para evitar mezclar materiales y contaminar materiales reciclables como madera, papel, cartón y plástico. Esto, por supuesto, hace que la demolición selectiva sea más costosa en comparación con los métodos de demolición tradicionales. Sin embargo, esto significa utilizar materiales de demolición de mayor calidad eliminando la necesidad de clasificación en plantas de reciclaje. Los costos de transporte pueden reducirse y ya no se requieren tarifas de vertedero. Por lo tanto, el trabajo de demolición debe planificarse y gestionarse de una manera completamente diferente a los métodos tradicionales. La demolición selectiva se basa en el proceso de construcción e incluye los siguientes pasos:

1. Retirar los escombros y las molduras sueltas.
2. Desmantelar los elementos no fijos como puertas, ventanas, tejados, instalaciones de agua, electricidad y calefacción, etc.
3. Demoler de la estructura

La demolición de elementos no fijos se realiza inicialmente de forma manual, pero la construcción se realiza con técnicas y métodos adecuados (martillo, voladura, etc.).

El material triturado y separado puede almacenarse temporalmente o transportarse a una instalación de reciclaje para su clasificación y trituración.

Según un estudio francés en el que se realizó una comparación entre la demolición selectiva de 4 edificios frente a la demolición de forma convencional de otros cuatro, algunos de los beneficios de la terminación selectiva y la desconexión de la fuente son: La demolición y separación sistemática permite la reutilización directa de elementos de construcción (vigas de madera, ladrillos, losas, marcos de ventanas de piedra, rampas de escaleras) que constituyen el 4% de la masa total del edificio. Representan el 9% de los derribos selectivos.

Las fracciones minerales recicladas a partir de residuos de demolición selectiva en plantas de trituración móviles tienen un contenido orgánico y de yeso cercano a cero y tienen mejores propiedades que los áridos reciclados de demolición convencional.

Este estudio no analiza los beneficios económicos que representa dentro de la cadena de reciclaje de residuos de construcción.

Únicamente se transportaron a vertedero los materiales aislados que no pudieron ser reciclados, representando el 6% de la masa total de demolición, incluyendo principalmente yesos y residuos (plásticos, papeles pintados, telas bituminosas).

Por el contrario, para la demolición convencional, que incluía una separación básica de materiales in situ, los materiales reutilizables apenas representan un 0,3% de la masa total. Sin embargo, en este estudio en particular, el costo de la demolición selectiva fue el doble que el de la demolición convencional. Los costos adicionales se relacionan principalmente con la naturaleza experimental del trabajo de demolición y no tanto con los costos de envío.

El costo de abandono selectivo asociado con esta experiencia en particular definitivamente se considera el límite superior que se puede reducir en el abandono posterior. La razón principal de esta valoración radica en el hecho de que las técnicas se utilizan de forma empírica para el desmantelamiento de algunos elementos de construcción (desmantelamiento de paredes y revestimientos), no se corresponden necesariamente con las técnicas mejor adaptadas.

Además, el conocimiento y la experiencia adquirida durante la implementación de estas técnicas reducirá significativamente el costo y el tiempo de ciertas operaciones en aplicaciones futuras. La segunda razón es el desmontaje sistemático de tantos componentes como sea posible, lo que permite un reciclaje “máximo” con la mejor relación coste beneficio (incluyendo beneficios medioambientales). Puede ser, por lo tanto, importante buscar en la planificación de los trabajos de demolición una combinación óptima de operaciones de separación en origen (separación de elementos durante la demolición) y los trabajos de separación posteriores a la demolición se realizan en obras de construcción o plantas de reciclaje.

5.3. Plantas de Producción de Árido Reciclado

El equipo de producción de agregados reciclados incluye trituradoras, cribas, mecanismos transportadores y equipos de descontaminación. La planta de procesamiento debe garantizar una distancia mínima de transporte. Además, intenta estar lo más cerca posible del centro de la ciudad, donde se genera la mayor parte de los residuos de construcción y las materias primas deben reciclarse. También se pueden construir vertederos temporales y pequeñas plantas móviles que se pueden utilizar para el tratamiento primario de residuos. Los sistemas de procesamiento utilizados dependerán de la aplicación final que se le vaya a dar al material reciclado (material para relleno para sub-bases en firmes para carreteras u Hormigón) y la cantidad de impurezas que contiene.

Las plantas se pueden clasificar en:

1. Plantas de 1ra. generación: carecen de mecanismos de eliminación de contaminantes, a excepción del acero y otros elementos mecánicos.
2. Plantas de 2da. generación: añade al tipo anterior sistemas mecánicos o manuales de eliminación de contaminantes previos al machaqueo, elementos de limpieza y clasificación del producto machacado, por vía seca o húmeda. Son las más extendidas en el reciclado del hormigón.

3. Plantas de 3ra. generación: dirigidas a una reutilización prácticamente integral de otros materiales secundarios, considerados como contaminantes de los áridos regenerados.

5.4. Proceso de Recepción

El proceso de fabricación del árido reciclado comienza con la recepción de un camión con escombros. Debe estar disponible en el tamaño máximo adecuado para que pueda ser suministrado a la trituradora primaria. Los materiales deben recogerse por separado: una mezcla de mampostería rota, hormigón y asfalto. La norma europea prEN12620: 99 “Áridos para hormigón” también recomienda la creación de un certificado de origen para los residuos de construcción. Esto incluye tipos de materiales (hormigón, ladrillo, compuestos, etc.), empresas de transporte y presencia. Posibles impurezas (madera, asfalto), indicación de procedencia (origen o tipo de estructura de la que se deriva) y otra información de interés (contaminación por cloruros, hormigón afectado por reacción alcalina de áridos, etc.).

5.5. Sistemas de Trituración

Están disponibles las siguientes trituradoras: de mandíbulas, de impactos o de conos.

- **Trituradoras de mandíbulas (Figura 1.):** Producen una buena distribución del tamaño del árido para la producción de hormigón, ya que produce una cantidad de finos reducida (menor del 10%); Aunque la forma de las partículas es más angular. No muy adecuado para trituración primaria.

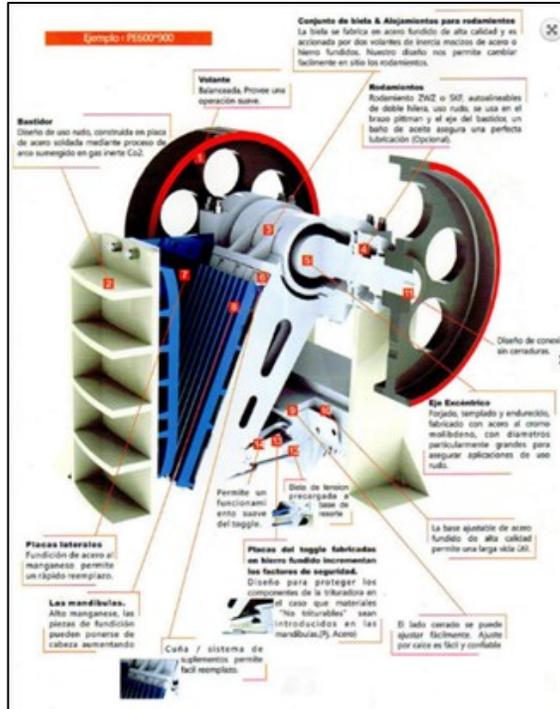


FIGURA 1. Esquema de una trituradora de mandíbulas.

Fuente: FACSOL, (2016)

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

- **Trituradoras de impacto (Figura 2.):** Son mejores para la trituración de áridos para carreteras. Su principal desventaja es que pueden ser significativamente abrasivos en caso de impacto. Generan una enorme cantidad de multas (hasta un 40%).

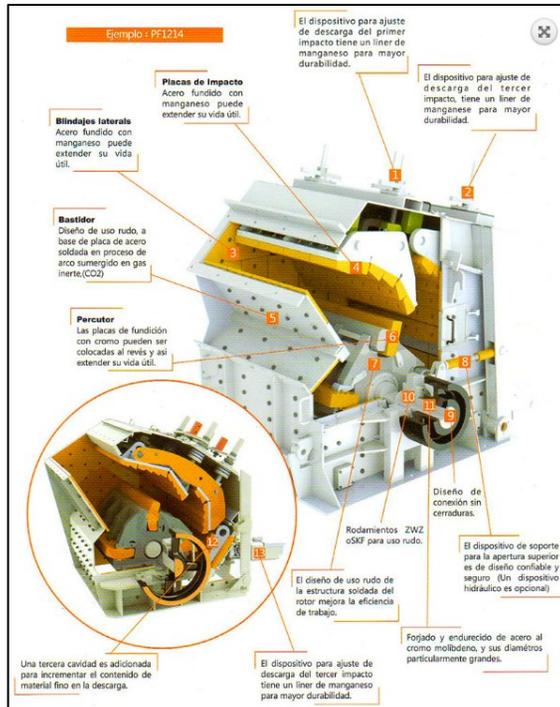


FIGURA 2. Esquema de una trituradora de impacto.

Fuente: (FACSOL, 2016)

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

- **Trituradoras de conos (Figura 3.):** El tamaño máximo del árido que admite este tipo de máquina es aproximadamente de 200 mm, por lo que son más apropiadas para la trituración secundaria. Genera una modesta cantidad de multas (menos del 20%).

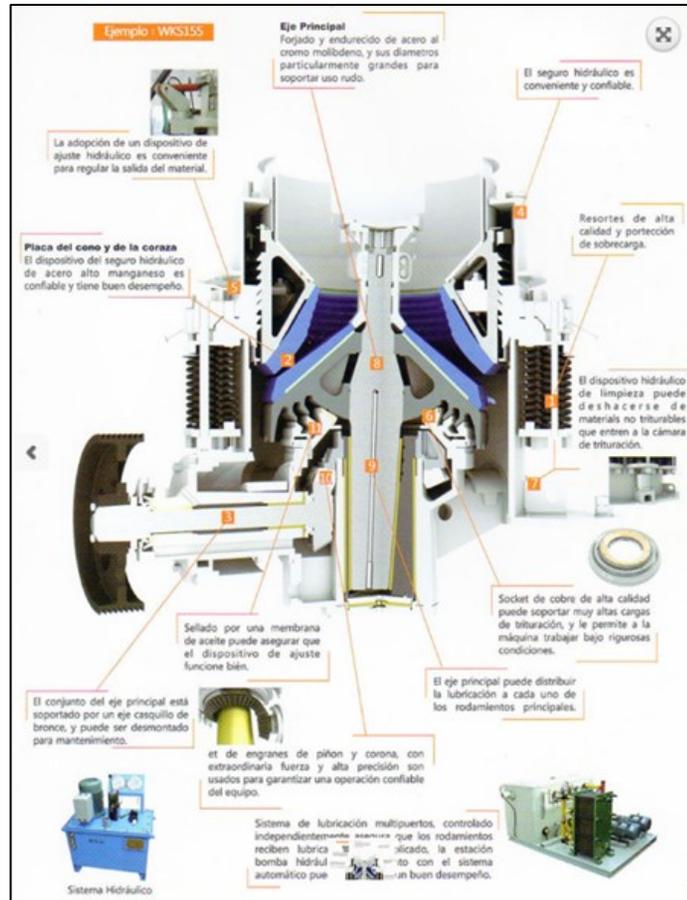


FIGURA 3. Esquema de una trituradora de cono.

Fuente: (FACSOL, 2016)

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

Puede utilizar diferentes tipos de máquinas para realizar una o más operaciones de trituración. Las combinaciones más comunes de máquinas para trituración primaria y secundaria se muestran en la tabla 15:

Tabla 16. *Tipos de triturados utilizados.*

TRITURACIÓN PRIMARIA	TRITURACIÓN SECUNDARIA
Machacadora de mandíbulas	Machacadora de cono o giratoria
Machacadora de mandíbulas	Machacadora de impactos
Machacadora de impactos	Machacadora de impactos
Machacadora de impactos	-

Fuente: EUROPEAN DEMOLITION ASSOCIATION (EDA), (1992).

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

Cada elección depende de tres factores: el consumo energético, los costes de fabricación y la calidad del producto obtenido. La Tabla 16 resume las características principales de cada uno de los tres sistemas de trituración.

Tabla 17. *Propiedades específicas de distintos sistemas de trituración.*

PROPIEDAD	MACHACADORA DE MANDÍBULAS	MACHACADORA DE CONO	MACHACADORA DE IMPACTOS
Capacidad	Alto	Medio	Bajo
Coste de producción	Bajo	Medio	Alto
Desgaste	Bajo	Bajo	Alto
Calidad del árido	Bajo	Medio	Alto
Contenido de finos	Bajo	Medio	Alto
Consumo de energía	Bajo	Medio	Alto

Fuente: EUROPEAN DEMOLITION ASSOCIATION (EDA), (1992).

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

A modo de ejemplo, la combinación más utilizada en Holanda, con amplia experiencia en el reciclaje de residuos de construcción, es la trituradora de mandíbulas

para trituración primaria debido a su alta capacidad, bajo coste y potencia en trituración secundaria. Como resultado, se mejora la calidad general.

5.6. Sistemas de Cribado

Las cribas sirven para clasificar granulométricamente los productos y la luz de malla es función de las especificaciones vigentes para la utilización de los productos que se puede obtener. La criba vibratoria inclinada de baja frecuencia y alta amplitud es ideal para separar polvo fino.

5.7. Métodos de Eliminación de Impurezas

Los residuos de demolición contienen una cierta cantidad de impurezas como: metales, madera, plásticos, yeso, que deben ser eliminados para su empleo como árido para hormigón. Hay tres sistemas para eliminar estos contaminantes: filtración, eliminación manual y separación con cinta magnética. A continuación, se describen cada una de ellas:

- **Tamizado:** con este sistema se eliminan las impurezas de menor tamaño, como puede ser la tierra, pudiéndose realizar en varias etapas para que resulte más efectivo.
- **Eliminación manual de impurezas:** permite retirar los contaminantes de mayor tamaño, que otros sistemas no pueden eliminar.
- **Separación magnética:** Mediante una cinta magnética situada tras un proceso de trituración, se consigue separar las armaduras que incorporan los escombros de hormigón además de otras impurezas metálicas.

Estos son métodos comúnmente utilizados en las plantas de reciclaje, pero existen otros sistemas que eliminan los contaminantes más livianos de manera más eficiente, mediante el uso de agua, gas y aire. Los materiales livianos no deseados se pueden

eliminar fácilmente cuando se humedecen con aditivos, según sea necesario. Las impurezas más pesadas que el agua se pueden secar y eliminar.

- **Separación en seco (Figura 4.):** Se pueden emplear sistemas de succión, situados tras un proceso de tamizado, capaces de eliminar hasta un 90-95% de los contaminantes ligeros. Otra técnica empleada para la eliminación de impurezas consiste en un chorro de aire que pasa a través del material triturado mientras cae desde una cinta transportadora, separando los materiales ligeros. Cuando la separación de partículas se realiza por aire es importante realizar el dimensionamiento adecuado del separador para obtener la clasificación y distribución granulométrica correcta del producto, puesto que como materiales heterogéneos tienen diferentes densidades, lo que puede interferir con la separación.

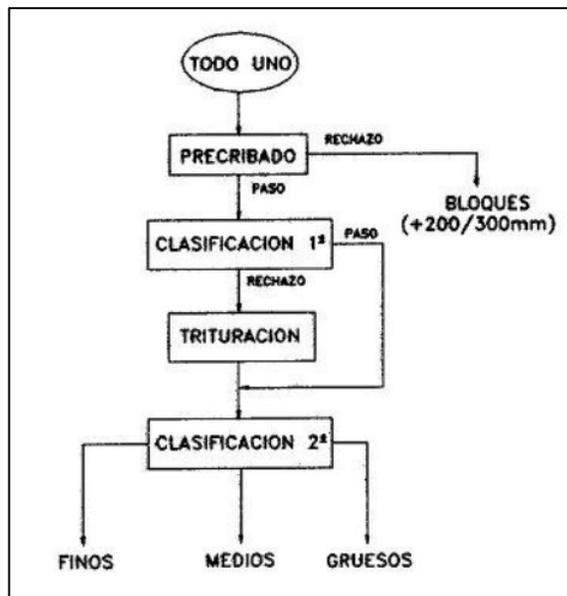


FIGURA 4. Esquema de bloques de una planta de trituración primaria y clasificación en seco.

Fuente: (Blanco, 2014)

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

- **Separación en húmedo (Figura 5):** Este sistema se basa en la eliminación de impurezas mediante flotación de los materiales ligeros. Cuando el material triturado se deposita en una balsa con agua o sobre transportadores dispuestos de manera que se proyecte un chorro de agua en contra de la dirección del movimiento del transportador.

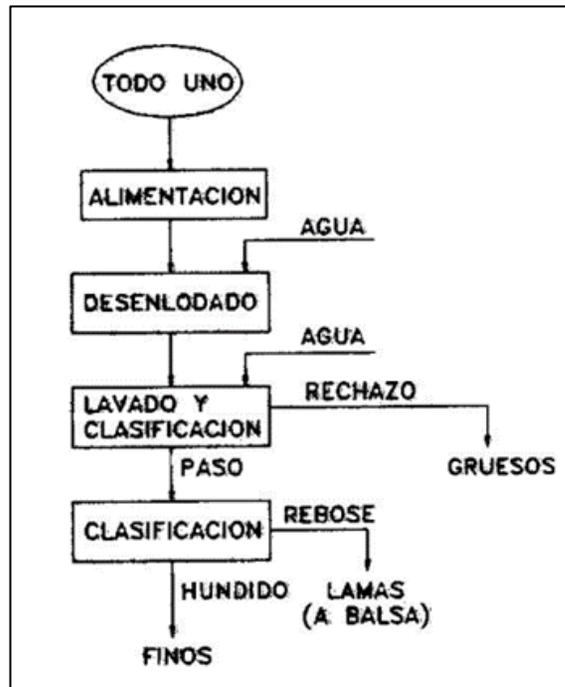


FIGURA 5. Esquema de bloques de una planta de lavado y clasificación de áridos gruesos y finos.

Fuente: (Blanco, 2014)

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

5.7. Almacenamiento

La normativa japonesa para la implementación del árido reciclado y hormigón reciclado establece las siguientes recomendaciones para el almacenamiento de los áridos reciclados:

1. Es aconsejable que los áridos reciclados procedentes de hormigones de distintas calidades se almacenen separadamente. Eventualmente, se dificulta al momento de

obtenerlos, ya que el control de estos materiales se suele hacer al inicio de la planta de reciclaje con una inspección visual.

2. Almacenar en lugar distinto el árido grueso reciclado y el árido fino reciclado.
3. Separar los áridos reciclados de los áridos naturales.
4. La absorción de agua del árido grueso reciclado es elevada, por lo que es aconsejable utilizar los áridos en condiciones de saturación. Las tolvas de los áridos pueden tener aspersores de agua para mantener estas características de humedad.
5. Conviene no almacenar los áridos finos durante un periodo largo de tiempo.

6. Población y Muestra

Para definir, la población y muestra es necesario mencionar que la tesis se refiere a la regularización y a la reutilización de los áridos reciclados.

Donde no tenemos una población única sino una población general, ya que los residuos de construcción no afectan a un sector determinado sino existen varios puntos al nivel nacional que se encuentra los desperdicios de construcción.

Pero, para establecer una población se menciona lo siguiente. En cada ciudad del Ecuador en los municipios debe existir un punto de acopio específico para los desechos de construcción en la cual se desaloja todos los escombros producidos por cada obra. No en toda ciudad se cumple con un lugar adecuado para el desalojo de escombros o el simple hecho de desconocer que existe un lugar de acopio. Por ende, la población será el lugar que provee los municipios de cada ciudad para el acopio de escombros.

Además, se estima como una muestra no probabilista que en Guayaquil solo existen cinco lugares ocupados como centro de acopio para desechos sólidos no peligrosos, en el cual se permite recibir residuos de construcciones o demoliciones.

Este espacio está ubicado en la cooperativa Nuevo Ecuador, en el sector de la Isla Trinitaria, al sur de Guayaquil, Mucho Lote 1 (Bloque 5 av. 11 NO y Primer Paseo NO), Mucho Lote 2 (av. Narcisa de Jesús, Autopista Terminal Terrestre-Pascuales, entrada

principal, Mucho Lote 2, frente a Paraíso del Río. y otro sitio está ubicado en el bloque 5 de Bastión Popular, al noroeste del Puerto Principal. Siendo estos los sitios autorizados por el Municipio de Guayaquil para el correcto desalojo de materiales de construcción.

CONCLUSIONES

- La deficiencia de la regularización ambiental a nivel internacional es escasa y al nivel nacional nula. Al no contar con normativas que regularizan al árido reciclado, se hizo una investigación más amplia en su espectro con la finalidad de abordar otros escenarios en distintos países, especialmente de continentes como Europa y Asia que tienen el cuidado ambiental como una de sus principales fuentes de generación económica y de crecimiento en producción y consumos responsables.
- Una vez realizada la recopilación de datos se describió el proceso de la reutilización de los áridos, donde se observa que hay que cumplir fases dentro de ese sistema y para implementarlo se requieren recursos económicos, levantar la infraestructura y tener voluntad política de crear la política pública para regularizar los desechos de construcción.
- Uno de los aspectos más complicados es de establecer el impacto ambiental que genera el proceso de obtención del árido en la cual se aplica una matriz modificada de Leopold que ayuda a categorizar el tipo de impacto que genera. La matriz recopila información socioeconómica, de impacto de suelo, de agua, flora y fauna con agentes bióticos y no bióticos, para levantar los datos relevantes para la categorización y el impacto ambiental que genera la propuesta investigativa.

RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones al no contar con variedad de información sobre el árido reciclado se puede usar la misma penalidad que un árido natural o pétreo.
- El uso de los áridos reciclados está en función a los resultados de laboratorio dependiendo de su dosificación y de muchos parámetros diferente se podrá usar los áridos reciclados en diferentes ámbitos de la construcción.
- La combinación de estos elementos (árido reciclado y árido pétreo) en algunos casos no cumple con las características de un hormigón tradicional. Por lo tanto, es necesario hacer varios ensayos para obtener una combinación óptima con características similares al hormigón tradicional.
- El árido reciclado incumple algunas de las especificaciones exigidas por la Instrucción EHE (Instrucción de Hormigón Estructural). Estos incumplimientos son en algunos casos prácticamente sistemáticos.
- Es necesario adoptar normativas externas para el uso de los áridos reciclados. La falta de visión de desarrollo sustentable del país impide la aplicación de diferentes métodos de construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

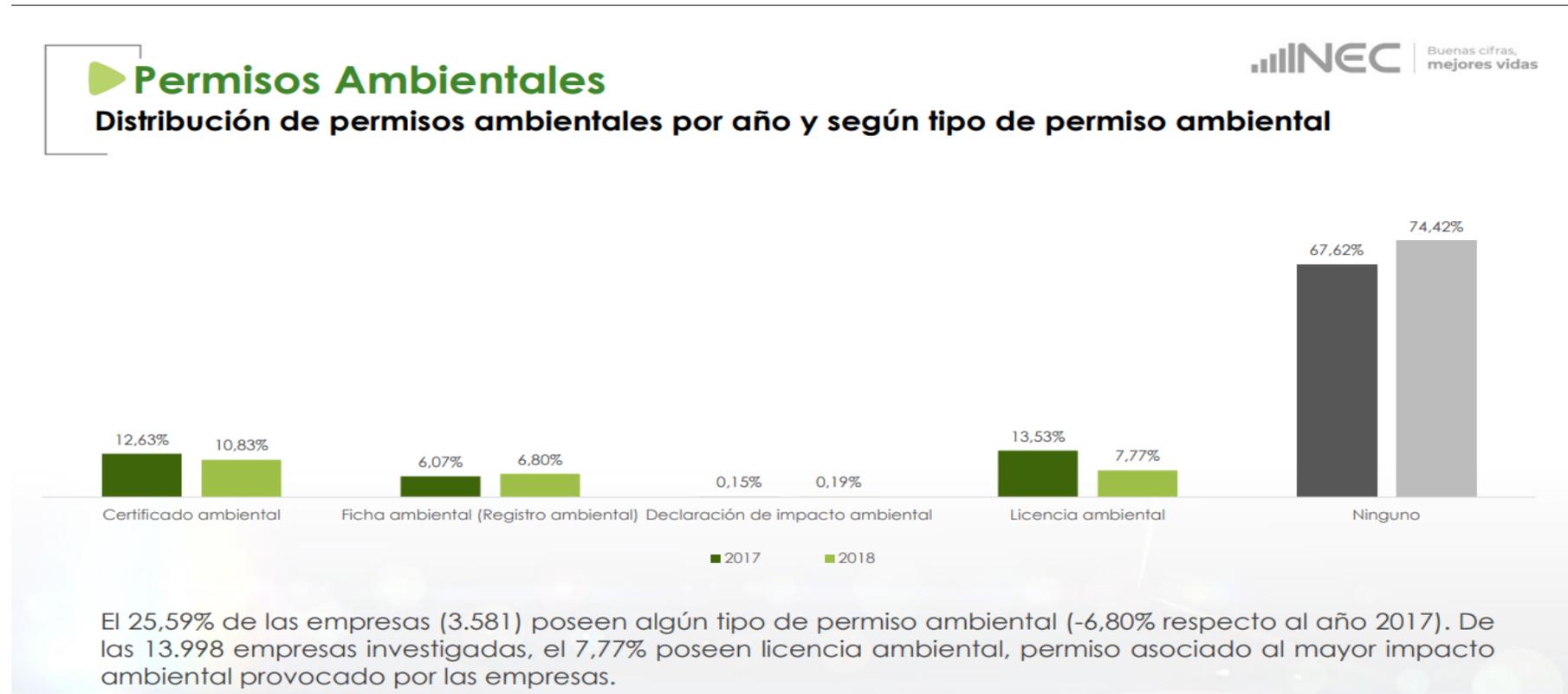
- ACI Committee, 5., & Arredondo-Rea, S. C.-H.-S.-G.-C.-N. (2001; 2019). *Durability Parameters of Reinforced Recycled Aggregate Concrete: Case Study. Applied Sciences*. Vol. 9, No. 617, DOI.
- Arredondo-Rea, S. C.-H.-S.-G.-C.-C.-N. (2019). *Durability Parameters of Reinforced Recycled Aggregate Concrete: Case Study. Applied Sciences*. (Vol. 9). doi:<https://doi.org/10.3390/app9040617>
- Azarsa, P. a. (2017). *Electrical Resistivity of Concrete for Durability Evaluation: A Review, Advances in Materials Science and Engineering*. (8453095 ed., Vol. 2017). doi:<https://doi.org/10.1155/2017/8453095>
- Blanco, E. A. (2014). *Tecnología mineralúrgica. Bloque III. Capítulo 11. Plantas De Aridos*. Obtenido de https://ocw.unican.es/pluginfile.php/693/course/section/703/11._plantas_de_aridos.pdf
- CONESA, V. (2011). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (4° ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books/about/Guía_metodológica_para_la_evaluación.html?id=wa4SAQAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&hl=es-419&redir_esc=y"%20\l%20"v=onepage&q&f=false#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books/about/Guía_metodológica_para_la_evaluación.html?id=wa4SAQAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&hl=es-419&redir_esc=y)
- EUROPEAN DEMOLITION ASSOCIATION (EDA),. (1992). *Demolition and Construction Debris: Questionnaire about an EC Priority Waste Stream*. The Hague. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=TqjyXpkxKnwC&pg=PA140&lpg=PA140&dq=EUROPEAN+DEMOLITION+ASSOCIATION+\(EDA\),+"Demolition+and+Construction+Debris:+Questionnaire+about+an+EC+Priority+Waste+Stream".+The+Hague,+1992.&source=bl&ots=KxqgauT4Oe&sig=ACfU3U1yrWO](https://books.google.com.ec/books?id=TqjyXpkxKnwC&pg=PA140&lpg=PA140&dq=EUROPEAN+DEMOLITION+ASSOCIATION+(EDA),+)
- FACSOL. (2016). *FACSOL*. Obtenido de <https://facsol.com.pe/trituradora-demandibulas/>

- Faleschini, F. Z. (2018). *Reliability-Based Analysis of Recycled Aggregate Concrete under Carbonation, Advances in Civil Engineering*. (Vol. 2018).
- Hansen, T. (1986). Recycled aggregates and recycled aggregate concrete second state-of-the-art report developments 1945-1985. *Matériaux et Constructions*.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos NEC. (2018). Presentacion de resultados MIAEE. Obtenido de file:///C:/Users/aedin/Downloads/Presentacion%20de%20resultados%20MIAEE%202018%20(1).pdf
- Kasai, Y. (1994). "Guidelines and the Present State of the Reuse of Demolished Concrete in Japan". *Demolition and Reuse of Concrete and Masonry. Proceedings of the Third International RILEM Symposium*. (Primera Edicion ed.). (E. Lauritzen, Ed.) Japon: E&FN Spon, 2-6 Boundary Row, London SE 1 8HN. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=P0VZDwAAQBAJ&pg=PA93&lpg=PA93&dq=Guidelines+and+the+Present+State+of+the+Reuse+of+Demolished+Concrete+in+Japan"+Demolition+and+Reuse+of+Concrete+and+Masonry.+Proceedings+of+the+Third+International+RILEM+Symposium,&source](https://books.google.com.ec/books?id=P0VZDwAAQBAJ&pg=PA93&lpg=PA93&dq=Guidelines+and+the+Present+State+of+the+Reuse+of+Demolished+Concrete+in+Japan)
- KOHLER, G., & KURKOWSKI, H. (1998.). *Optimising the Use of RCA Use of Recycled Concrete Aggregate, Sustainable Construction*. Dhir, Henderson y Limbachiya; Modulo Ambiental ENESEM. (2018-2019).
- Moro, J. M. (2016). "Corrosión de armaduras en elementos de hormigón reciclado con tratamientos de lechada de cemento." *VII Congreso Internacional de la AATH*. Salta, Argentina.
- Obregón, P. P. (2021). INFLUENCIA DE LAS PLANTAS DE CONTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LAS PROPIEDADES DEL ÁRIDO RECICLADO .
- Sánchez, M. (2004). *Estudio sobre la utilización de árido reciclado para la fabricación de*.
- Silva, R. V. (2015). *Carbonation behaviour of recycled aggregate concrete, Cement & Concrete Composites* (Vol. 62). doi:<https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2015.04.017>

- Villagrán-Zaccardi, Y. Z. (2008). *Chloride Penetration and Binding in Recycled Concrete*, *Journal of Materials in Civil Engineering* (6 ed., Vol. 20). doi:[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2008\)20:6\(449\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0899-1561(2008)20:6(449))
- VINCKE, J., & ROUSSEAU, E. (1994). *"Recycling of Construction and Demolition Waste in Belgium: Actual Situation and Future Evolution"*. *Demolition and Reuse of Concrete and Masonry, Proceedings of the Third International RILEM Symposium*, (Primera Edición ed.). (E. Lauritzen, Ed.) E&FN Spon, 2-6 Boundary Row, London SE 1 8HN,. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4eerqvOPhnoC&oi=fnd&pg=PA60&dq=ROUSSEAU,+e:+Recycling+of+Construction+and+Demolition+Waste+i+n+Belgium:+Actual+Situation+and+Future+Evolution"&ots=WQi_TLwgPx&sig=-xsvrflUyYH4FeV6XzItX7tzcqw#v=onepage&q=ROUSSEAU%2C](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4eerqvOPhnoC&oi=fnd&pg=PA60&dq=ROUSSEAU,+e:+Recycling+of+Construction+and+Demolition+Waste+i+n+Belgium:+Actual+Situation+and+Future+Evolution)
- Xiao, J. (2018). *Recycled Aggregate Concrete Structures*. Springer, Berlin.
- Zega, C. D.-z. (2016). *Performance of recycled concretes exposed to sulphate soil for 10 years*, *CONSTRUCTION & BUILDING MATERIALS* (Vol. 102). doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.11.025>
- Zega, C. E.-Z. (2019). *NATURAL CARBONATION OF MULTIPLELY RECYCLED AGGREGATE CONCRETE.* " *International Workshop CO2 Storage in Concrete*, Djerbi, A., Omikrine-Metalssi, O. and Fen-Chong, T. eds. Paris.
- Zega, C. V.-Z. (2015). *Chloride diffusion in recycled concretes made with different types of natural coarse aggregates.* " *International Conference on Sustainable Structural Concrete*. La Plata.

ANEXOS

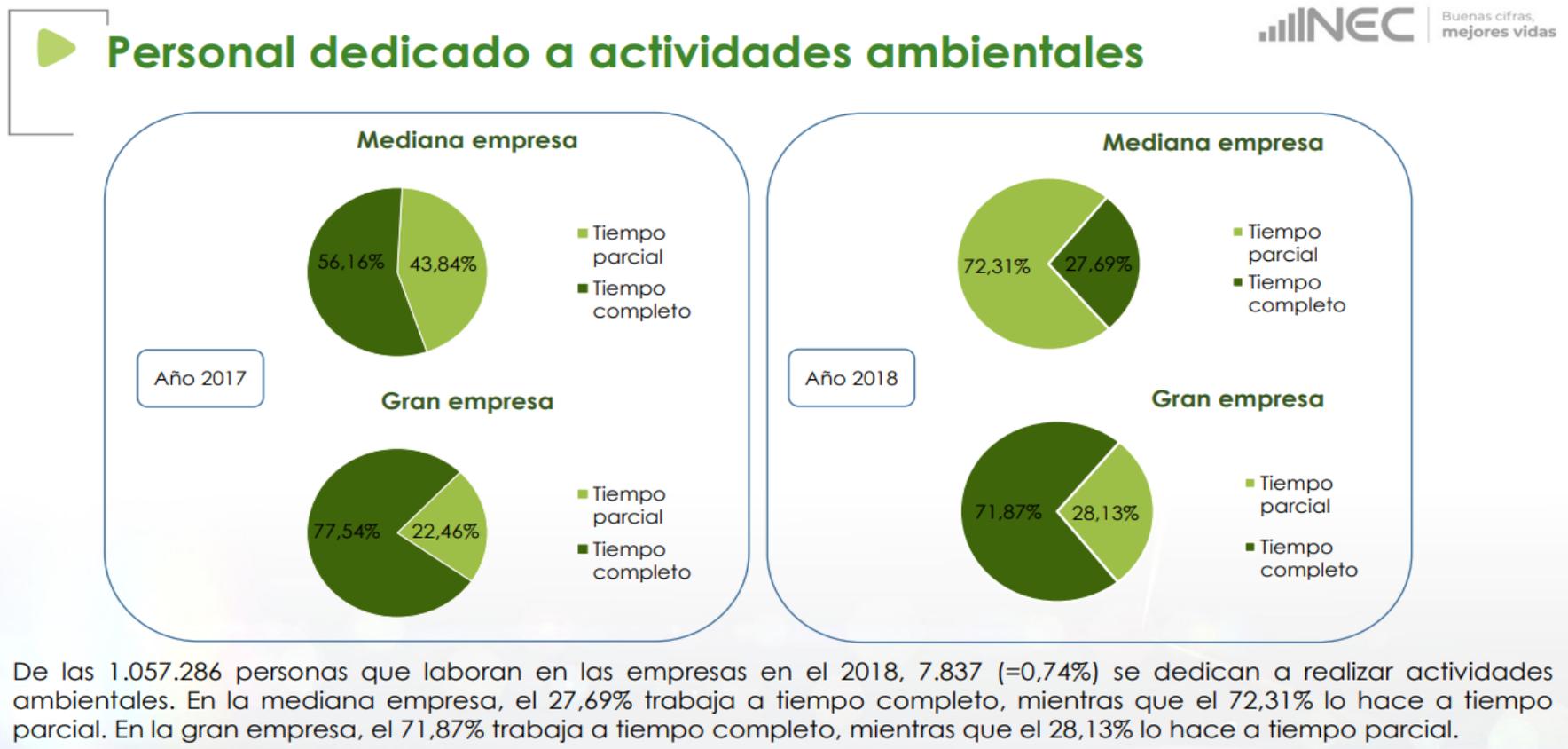
Anexo 1. Permisos Ambientales.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos NEC, (2018).

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

Anexo 2. Personas Dedicadas a Actividades Ambientales.



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos NEC, (2018).

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

Anexo 3. Personal Dedicado a Actividades Ambientales.

Personal dedicado a actividades ambientales
Por actividad económica

Número promedio de personas en actividades ambientales por empresa, según actividad económica y por año



En el 2018 en promedio trabajaron 6 personas dedicadas a actividades ambientales en el sector de Explotación de minas y Canteras. A nivel nacional, aproximadamente existe una 1 persona en actividades ambientales por cada dos empresas.

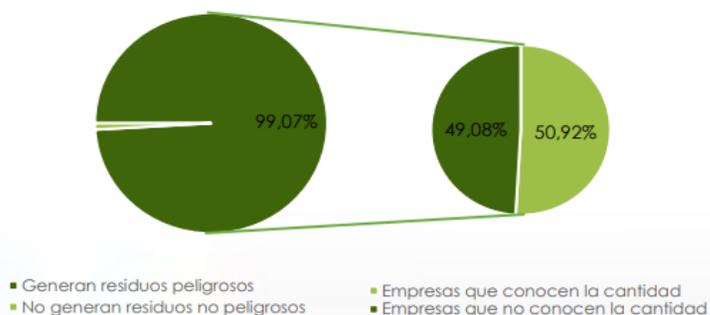
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos NEC, (2018).

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).

Anexo 4. Residuos no Peligroso.

Residuos no Peligrosos

Distribución de empresas que generaron residuos no peligrosos, desagregado por las empresas que conocen la cantidad generada



Residuos no peligrosos	Empresas que generan	Empresas que conocen las cantidades generadas	Toneladas (t)	
	Recuento	Recuento	Absoluto	Relativo
Madera	1.166	649	2.188.913,32	53,74%
Escombros de construcción	697	440	872.810,13	21,43%
Orgánicos	2.206	997	465.835,89	11,44%
Papel y cartón	13.699	6.394	294.131,42	7,22%
Chatarra Liviana	1.893	1.893	89.801,43	2,20%
Otros residuos no peligrosos	8.422	3.495	161.995,56	3,98%

De las 13.998 empresas investigadas, 13.867 empresas (=99,07%) generan residuos no peligrosos. De éstas 7.062 empresas (=49,08%) conoce la cantidad generada. En total, se generaron 4.073.487,74 toneladas de residuos no peligrosos.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos NEC, (2018).

Elaborado por: Quintero, E. y Vallejo, V. (2022).