



**Pontificia Universidad Católica del Ecuador**

**Sede Ibarra**

**ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES**

**INFORME FINAL DEL PROYECTO**

**TEMA:**

**EVALUACIÓN MULTICRITERIO PARA LA UBICACIÓN DE ESCOMBRERAS  
EN EL CANTÓN IBARRA, A TRAVÉS DE LA PONDERACIÓN DE SUS  
VARIABLES CON EL USO DE LA HERRAMIENTA ARCGIS.**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:**

**GESTIÓN SOSTENIBLE Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

**SUBLINEA:**

**AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD**

**AUTOR: ESTEBAN JOSÉ BURBANO ERAZO**

**ASESOR: DIEGO LEOPOLDO MEJÍA ROMO**

**Ibarra, 8 de octubre de 2023**

Ibarra, 8 de octubre de 2023

MSc. Diego Leopoldo Mejía Romo

ASESOR

**CERTIFICA:**

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigente en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



(1).....

MSc. Diego Leopoldo Mejía Romo

C.C.: 1001912961

## PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):



(f).....

MSc. Diego Leopoldo Mejía Romo

C.C.: 1001912961



(f).....

Mgs. Paola Alexandra Chávez Guerrero

C.C.: 1002744090



(f).....

PhD Edmundo René Recalde Posso

C.C.: 1001774494

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo Esteban José Burbano Erazo, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 de Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derecho de disponer de sus derechos o autorizar de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 8 de octubre del 2023

f):



Esteban José Burbano Erazo

C.C.: 1004281851

## **AUTORÍA**

Yo, Esteban José Burbano Erazo, portador de la cédula de ciudadanía N°1004281851, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

f):



Esteban José Burbano Erazo

C.C.: 1004281851

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN


Yo, Esteban José Burbano Erazo, con C.C.: 1004281851, autor del trabajo de grado intitulado: EVALUACIÓN MULTICRITERIO PARA LA UBICACIÓN DE ESCOMBRERAS EN EL CANTÓN IBARRA, A TRAVÉS DE LA PONDERACIÓN DE SUS VARIABLES CON EL USO DE LA HERRAMIENTA ARCGIS. previo a la obtención del título profesional de Ingeniería Ambiental, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 8 de octubre del 2023

f):



Esteban José Burbano Erazo

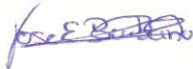
C.C.: 1004281851

## **DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación de Proyecto de Titulación: EVALUACIÓN MULTICRITERIO PARA LA UBICACIÓN DE ESCOMBRERAS EN EL CANTÓN IBARRA, A TRAVÉS DE LA PONDERACIÓN DE SUS VARIABLES CON EL USO DE LA HERRAMIENTA ARCGIS., lo propuesto en el Código de Ética de la investigación y el aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 15 de abril de 2023

Para constancia firma:

f):



Esteban José Burbano Erazo  
Estudiante que ejecuta el trabajo de Titulación  
C.C/ Pasaporte: 1004281851  
Carrera: Ingeniería Ambiental

Ibarra, 8 de octubre del 2023

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo a mi familia quienes fueron mi motor durante toda la carrera y en especial a mi amado padre José Aurelio Burbano García quién en vida siempre me brindo su apoyo incondicional, su amor y sus valiosos consejos, sin el nada de esto podría haber sido posible.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco ante todo a Dios, a mi madre Guadalupe, a mis hermanas Angie y Cristina, a mi cuñado Cristian y mis sobrinos quienes han ido de la mano conmigo en el transcurso de este camino, también por su amor incondicional en todo momento.

Un agradecimiento a mi asesor MSc Diego Mejía por brindarme sus conocimientos y su ayuda en el proceso de esta investigación.

Así mismo quiero agradecer a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra, a los docentes de la ECAA que también me brindaron de sus conocimientos.

A mi docente MSc Paola Chávez quién me supo direccionar a lo largo de la materia de integración curricular, muchas gracias por su guía y paciencia.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	2
OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos.....	2
2.3. Pregunta de investigación.....	2
CAPÍTULO III.....	3
ESTADO DEL ARTE.....	3
3.1. Escombreras.....	3
3.1.1 Escombrera por su extensión.....	4
3.1.2. Problemas ambientales por el mal manejo de escombreras.....	4
3.1.3. Post escombrera.....	5
3.2. Implementación escombreras.....	6
3.2.1. Sistemas de información geográfica aplicado a la gestión de escombreras.....	7
3.2.2 Álgebra de mapas.....	8
3.3. Normativa manejo de escombreras.....	10
CAPÍTULO IV.....	12
MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
4.1. Materiales.....	12
4.2. Métodos.....	12
4.2.1. Área de estudio.....	12
4.2.2 Diseño cartografías base.....	13
4.2.3 Flujograma de restricciones.....	15
4.2.4 Ubicación cartográfica de escombreras.....	18

4.2.5 Diseño de cartografías obtenidos del análisis multicriterio .....	19
CAPÍTULO V .....	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	20
5.1. Delimitaciones .....	20
5.2. Cartografía con el análisis multicriterio .....	26
5.3. Diseño cartografías sitios aptos para la ubicación de escombreras .....	29
CAPÍTULO VI .....	36
CONCLUSIONES .....	36
CAPÍTULO VII .....	37
RECOMENDACIONES .....	37
CAPÍTULO VIII .....	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Residuos Sólidos para escombreras.....	3
Tabla 2 Escombreras por su dimensión.....	4
Tabla 3 Simbología dentro de la herramienta model.....	14
Tabla 4 Parámetros para ubicación de escombreras.....	18
Tabla 5 Áreas para la ubicación de escombrera.....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación Cantón Ibarra .....	13
Figura 2 Procesos para el diseño de cartografías.....	14
Figura 3 Procesos para la aplicación de restricciones.....	15
Figura 4 Aplicación de la calculadora raster .....	17
Figura 5 Restricción Vías .....	20
Figura 6 Restricción Cuerpos Hídricos.....	21
Figura 7 Restricción Pendientes .....	22
Figura 8 Restricción zona urbana .....	23
Figura 9 Restricción uso de suelo.....	24
Figura 10 Mapa delimitado con las áreas óptimas para la ubicación de escombreras .....	26
Figura 11 Categorización de áreas.....	27
Figura 12 Alternativa 1.....	29
Figura 13 Alternativa 2.....	30
Figura 14 Alternativa 3.....	31
Figura 15 Alternativa 4.....	32
Figura 16 Alternativa 5.....	33
Figura 17 Alternativa 6.....	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 .....	40
Anexo 2 .....	40

## RESUMEN

La presente investigación se enfocó en el manejo de escombros de la ciudad e Ibarra provincia de Imbabura, tuvo la finalidad de determinar los criterios usados para la ubicación de las escombreras en el cantón Ibarra Aplicando el análisis multicriterio para la ubicación óptima de escombreras en el cantón Ibarra con la herramienta ArcGis. Y comprobar si los posibles sitios de ubicación de escombreras cumplen con los requisitos mínimos previstos en la normativa ambiental vigente. Para esto se utilizó el análisis multicriterio tomando en cuenta los parámetros mencionados en la normativa ambiental vigente específicamente en el TULSMA libro 6 anexo 6 mención a la disposición de residuos sólidos. Teniendo como resultado 6 escombreras con dimensiones igual o mayores a 1 hectárea, además se identificó áreas adecuadas para el establecimiento de escombreras que cumplen con los parámetros establecidos en la normativa. Con el uso del software ArcGis se identificó 6 áreas óptimas dentro del cantón Ibarra, las cuales pueden ser usadas para la implementación de escombreras y así manejar la disposición de escombros de una manera eficiente mitigando los impactos que podrían provocarse por una mala gestión de los mismos. Con el resultado de estas 6 áreas dadas por la aplicación del análisis multicriterio las autoridades del cantón Ibarra podrán escoger cual área les favorece más tomando en cuenta la cercanía a las obras públicas que se realicen en su período.

**Palabras clave:** Escombrera, ArcGis, Impacto, Ambiental, Ibarra

## **ABSTRACT**

This research focused on the management of debris in the city and Ibarra, province of Imbabura, had the purpose of determining the criteria used for the location of dumps in the canton of Ibarra, applying the multi-criteria analysis for the optimal location of dumps in the canton of Ibarra with the ArcGis tool. To verify if the possible sites for the location of landfills comply with the minimum requirements established in the current environmental regulations. For this purpose, a multi-criteria analysis was used, taking into account the parameters mentioned in the current environmental regulations, specifically in TULSMA book 6, annex 6, which mentions solid waste disposal. As a result, 6 landfills with dimensions equal to or greater than 1 hectare were identified, as well as areas suitable for the establishment of landfills that comply with the parameters established in the regulations. With the use of ArcGis software, 6 optimal areas were identified within the canton of Ibarra, which can be used for the implementation of landfills and thus manage the disposal of debris in an efficient manner, mitigating the impacts that could be caused by poor debris management. With the result of these 6 areas given by the application of the multicriteria analysis, the authorities of the Ibarra canton will be able to choose which area favors them the most, taking into account the proximity to the public works to be carried out in their period.

**Keywords:** Dump, ArcGis, Impact, Environmental, Ibarra

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

Actualmente se han incorporado cada vez más proyectos de construcción dentro de las ciudades lo cual conlleva a un incremento en los desechos de materiales sobrantes catalogados como escombros. Según datos tomados de Arenas (2007), al sector de la construcción civil se le hace responsable del 40% de la energía consumida, del 50% de los recursos naturales empleados y del 50% de los residuos generados.

En Ecuador, en la ciudad de Ibarra, cada vez se aprecia un incremento notable en su demografía, trayendo con ello una generación de escombros provenientes de la construcción los cuales van a disposiciones no reguladas ocasionando impactos ambientales como menciona Martínez y Damián (1999, p. 12) destrucción de ecosistemas al depositar materia que podría dañar la cobertura vegetal en el área, pérdida de hábitats provocados por la construcción y hasta llegando a afectar las condiciones del agua subterránea al momento de la gestión de estos desechos.

Las escombreras que son implementadas sin previos estudios tomando en cuenta los parámetros de ubicación tienen un impacto ambiental notorio al afectar directamente a la cobertura vegetal del área implantada y también contribuyendo a la contaminación visual al afectar el paisaje. Además de que al no tener una gestión clara de los materiales que pueden entrar en dichas escombreras clandestinas, aquí se llega a depositar todo tipo de desecho que ya no sea catalogado como escombros, es decir, material que no sea inerte, que no sea contaminante. El material que contienen las actividades del sector de construcción en 80% llega a ser ladrillos, roca, bloques, concreto, material originario de excavaciones, también generando restos de acero y madera (Botero, 2003, p. 2).

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS**

#### **2.1. Objetivo general**

Usar el análisis multicriterio para la ubicación de escombreras en Ibarra con la herramienta ArcGis.

#### **2.2. Objetivos específicos**

- Determinar los criterios usados para la ubicación de las escombreras en el cantón Ibarra.
- Aplicar el análisis multicriterio para la ubicación óptima de escombreras en el cantón Ibarra con la herramienta ArcGis.
- Diseñar las cartografías de cada sitio para la ubicación de escombreras obtenido del análisis multicriterio.

#### **2.3. Pregunta de investigación**

¿Las escombreras del cantón de Ibarra están ubicadas en sitios adecuados?

## CAPÍTULO III

### ESTADO DEL ARTE

#### 3.1. Escombreras

Las escombreras son toda acumulación de materiales que sean de estados sólidos los cuales puedan provenir de actividades humanas o residuos de procedencia de actividades mineras y obras civiles (Donaire, 2015). La acumulación de estos residuos debe realizarse, fundamentalmente, por la carencia de valor económico o la imposibilidad de su aprovechamiento en el momento de su almacenamiento, o bien por la necesidad de mantenerlos controlados dadas sus características.

Los materiales que pueden tener como destino la escombrera son aquellos materiales inertes resultantes de obras civiles, mineras o actividades que sean consideradas complementarias a las mencionadas anteriormente. Los residuos de este tipo de actividades pueden ser:

**Tabla 1**

*Residuos Sólidos para escombreras*

<b>Material</b>	<b>Unidad</b>
Arena	$m^3$
Yeso natural	$m^3$
Grava	$m^3$
Arcilla	$m^3$
Piedra natural	$m^3$
Metales	$m^3$
Plásticos	$m^3$
Madera	$m^3$

*Nota.* Adaptado de (Actis , 2009)

### 3.1.1 Escombrera por su extensión

Donaire (2015) nos explica en su obra que las escombreras se pueden clasificar por sus dimensiones, teniendo en cuenta que se puede considerar escombrera al espacio con una acumulación de materiales los cuales estén sobre los 25 000  $m^3$  de volumen y los 15 m de diferencia de altura tomando en cuenta su pie y la parte superior del depósito.

**Tabla 2**

*Escombreras por su dimensión*

<b>Tamaño</b>	<b>Descripción</b>
Pequeñas	Altura mayor a 15 metros, inferior a 20 metros
Medianas	Altura mayor a 20 metros, inferior a 30 metros
Grande	Altura mayor a 30 metros

*Nota:* Tomado de (Donaire, 2015)

### 3.1.2. Problemas ambientales por el mal manejo de escombreras

El mal manejo de los escombros y no contar con un plan de gestión para la disposición de los mismos puede dar luz a diferentes impactos ambientales, los cuales realizan cambios tanto a los componentes aire, suelo, tierra y por con ello a la salud de la población en general.

Tomando en cuenta los datos del estudio de caso sobre los impactos que genera un mal manejo de los escombros Tamayo (2016) podemos detallar que los diferentes residuos de actividades civiles y mineras generan un impacto en tanto a la contaminación por partículas en ámbitos como la excavación, demolición y transporte

de dichos residuos dentro de la actividad. Se generan impactos por ruido y vibraciones, alteraciones en los diferentes sistemas de drenaje y pluvial, debido a que la acumulación de estos residuos en sitios donde no cumplan los requerimientos necesarios para su acopio genera un impacto negativo.

Al día de hoy la falta de interés hacia la disposición y tratamiento de los residuos provenientes de la construcción crea un impacto al cual no se le da la debida relevancia. Este impacto se refiere a no implementar un sistema de gestión de reciclaje hacia el sobrante de materia prima en el proceso productivo de una determinada obra civil, dando como resultado un incremento en los gastos. Dicho impacto puede ser disminuido llevando a cabo la jerarquía de responsabilidades de residuos de construcción como nos menciona López (2012) la cual contiene los siguientes apartados: prevención, minimización, reutilización, reciclaje y revalorización de los diferentes residuos que podemos encontrar en las obras civiles. De esta manera, se reduce la cantidad de desechos generados, se minimizan los costos asociados y se promueve una construcción más sostenible y respetuosa con el ambiente.

### **3.1.3. Post escombrera**

Cuando la escombrera haya alcanzado el límite de residuos sólidos provenientes de actividades civiles y/o mineras, esta deberá pasar por un proceso cierre, en cual se tratará de dejar el suelo donde se implementó las escombreras tal y como estaba antes de su construcción y funcionamiento, Actis (2009) nos explica que se deberá realizar su recuperación ambiental mediante técnicas específicas como son la revegetación de taludes haciendo uso de plantas ayuden a la estabilización del suelo, como ejemplo de esto pueden ser las plantas herbáceas. También nos recomienda hacer uso de plantas de tipo leguminosas ya que éstas tienen la característica de fijar el nitrógeno de la atmósfera en el suelo con su sistema de raíces. Las especies que más se recomienda usar son la cebada o alfalfa.

Teniendo en cuenta que las escombreras tienen un tiempo de vida útil dependiendo de su capacidad, al culminar este tiempo se deben llevar a cabo diferentes lineamientos para evitar impactos negativos en el área que se encuentre la escombrera, Donaire (2015) nos sugiere lo siguiente:

- Realizar monitores periódicos estando atentos a la aparición de grietas o movimientos de tierra dentro de los taludes.
- Revisar si dentro de los taludes hay formación de humedad.
- Verificar las instalaciones del drenaje.
- De existir inestabilidad debido a lluvias una alternativa que se a utilizado mostrando efectividad es el esparcimiento de cal viva hasta que las condiciones mejoren y se pueda dar la cimentación.

El manejo adecuado de las escombreras implica considerar y abordar una serie de aspectos, como el abombamiento de las paredes, los asentamientos diferenciales, los problemas de drenaje y la estabilidad general del sitio. Con la aplicación de medidas preventivas y correctivas, así como la implementación de sistemas de drenaje adecuados, son fundamentales para garantizar la seguridad y la sostenibilidad de las escombreras y minimizar su impacto ambiental. Teniendo en cuenta los lineamientos mencionados, así como el seguimiento y control periódico de la situación será esencial para detectar posibles problemas a tiempo y tomar las acciones necesarias.

### **3.2. Implementación escombreras**

Al momento de implementar un plan para la creación de las escombreras se debe tomar en cuenta la viabilidad de transporte que se llevará a cabo para ingresar los diferentes desechos y también la gestión de espacios sin un plan previo de desarrollo. Aunque, en líneas generales, este proceder ha dado resultados aceptables, en algunos

casos se han producido accidentes importantes y en otros un impacto ambiental excesivo, lo que hace aconsejable disponer de unas normas de buena práctica y unos criterios de ejecución y control para futuras implantaciones.

Dentro de las escombreras es de vital importancia gestionar de manera óptima el transporte de materiales hacia las escombreras ya que en este apartado se verán reflejados los costos. Por ello, es importante que las escombreras estén ubicadas en sitios estratégicos de las minas o construcciones, donde no estén muy alejadas para así ahorrar recursos (Piña, 2014).

Las escombreras también cuentan con un plan de cierre el cual entra en vigencia cuando esta ha cumplido su objetivo, es decir, llegó a su capacidad máxima o las minas aledañas dejaron de funcionar. En este plan se debe llevar a cabo diversas técnicas para evitar el impacto ambiental de los residuos que se encuentran y poder recuperar la cobertura vegetal (Actis , 2009).

### **3.2.1. Sistemas de información geográfica aplicado a la gestión de escombreras**

Los SIG (sistemas de información geográfica) son un conjunto de herramientas digitales las cuales nos son de vital importancia al momento de recopilar datos específicos que pueden ser usados ya sea para informes, ensayos, proyectos y especialmente codificar dichos datos para representarlos en cartografías (Sarría, 2000).

Se entiende por Arc Gis como un sistema completo el cual permite realizar recopilaciones de datos, organizarlos, administrarlos, modificarlos y hasta compartirlos. Este sistema cuenta como principal aplicación Arc Map la cual cuenta con todas las entradas necesarias para realizar un análisis de un mapa o el análisis del

mismo. Según Environmental Systems Research Institute (ESRI, 2002), ArcCatalog es el apartado donde se realizará la administración de los datos recopilados, donde podremos delimitar una estructura del proyecto. ArcToolBox es una serie de herramientas de ámbito SIG las cuales son de vital importancia al momento de georreferenciar.

### **3.2.2 Álgebra de mapas**

Existen diferentes tipos de lineamientos para expresar los datos geográficos, entre estos podemos encontrar las líneas, puntos y polígonos a las que se les puede modificar su color, textura de línea, el nivel de transparencia que se necesite para lograr representar de una manera más didáctica el concepto que se quiera dar a esta información geográfica, y logrando con ello como objetivo principal que sea más fácil de entender (Quiroz, 2020). Haciendo uso de estos lineamientos podemos decir que las cartografías son una muestra de la realidad que queremos mostrar, resaltando los puntos relevantes dependiendo al tema que queramos transmitir.

Ahora bien, dentro de SIG también podemos encontrar calculadoras de tipo ráster, es decir, calculadoras de datos geoespaciales. Este tipo de herramienta cuenta con “operadores” los cuales representan las acciones matemáticas que se llevarán a cabo dentro de la calculadora (Franz et al., 2017, p. 51). La complejidad de las operaciones que llevará a cabo la calculadora ráster estará regida directamente al resultado que se necesite, es de gran importancia respetar los espacios y la ortografía dentro de la calculadora para no tener errores al momento de correr la operación.

Teniendo todos estos lineamientos presentes del álgebra de mapas podemos realizar los diferentes cálculos para el análisis de capas ráster y así obtener valores necesarios para realizar estudios e investigaciones a nivel geográfico, por su puesto, sin dejar de

lado la presentación de estos resultados, llevando un orden y utilizando una presentación clara y didáctica.

### 3.2.3 Diseño cartográfico

Se puede decir que una cartografía es una ilustración de índole gráfica en la cual se usa una determinada escala, comúnmente con proporciones reducidas, de un área determinada en la que se muestran los detalles necesarios según la investigación que se lleve a cabo y donde se vaya a hacer uso dicha cartografía (Fallas, 2003). De esta manera podemos llegar a la conclusión de que una cartografía se lo conoce fundamentalmente por su precisión tanto en medidas horizontales y verticales así también es conocido por detallar los aspectos visibles dentro de la superficie en cuestión.

El Instituto Geográfico Nacional (IGN, 2010) nos menciona en su obra los diferentes elementos que debe tener una cartografía para que se pueda interpretar de manera clara y concisa la información que esta abarca, estos son:

**Título:** En este apartado va detallado el tema principal del mapa, es decir, debe especificar de manera clara la información que llevará este.

**Fecha:** Se debe indicar la fecha en la que se realiza la cartografía para así poder informar al lector cuando fue que se llevó a cabo la recopilación de los datos.

**Leyenda:** En este apartado se ubican los diferentes signos, símbolos, colores, proporciones y parámetros que se especifique según la investigación que se lleve a cabo, en este apartado se deberá mencionar todos estos ítems de manera clara y legible.

**Proyección:** En este apartado se menciona el método que se utilizó para representar geoméricamente los datos de una superficie específica.

**Escala:** Deberá indicarse la escala gráfica que se usó para la realización de la cartografía, esto para identificar en la realidad en que parte se ubica la cartografía de estudio. A su vez deberá indicar la escala numérica empleada para identificar las proporciones de la cartografía.

**Autor:** Se deberá especificar quién realizó la cartografía para así dar los créditos correspondientes.

### 3.3. Normativa manejo de escombreras

Dentro de la normativa para el manejo de residuos sólidos encontramos en la Constitución de la República del Ecuador (2008) el Art 264, inciso 4, en el que nos explica que los gobiernos municipales son los que tienen la competencia de prestar los servicios públicos de manejo de desechos sólidos y actividades de saneamiento ambiental. Art. 396 el cual nos dice que el estado tiene la responsabilidad de adoptar medidas y políticas que eviten impactos ambientales negativos. Dentro de la constitución de la república del Ecuador también hay que tomar en cuenta el Art. 415, el cual determina que los GAD's deben establecer programas de tratamiento de desechos sólidos y líquidos.

Así mismo también debemos tomar en cuenta el Acuerdo ministerial 061 (2015). Libro VI TULSMA Texto unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. El Art. 49, el cual nos explica las políticas que deben llevarse a cabo para la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos, así como los residuos peligrosos y especiales.

El Código Orgánico del Ambiente 2017 (Corporación de Estudios y Publicaciones, 2019). Art 27, en donde el inciso 6 nos explica que los GAD's municipales hablando en el sector ambiental tienen esta facultad para la elaboración de planes, programas y proyectos para los sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos o desechos sólidos. Art 225, donde se nombra las políticas generales de la gestión integral de los residuos y desechos. Art 230, los GAD's deberán proveer de la infraestructura para la gestión integral de desechos sólidos no peligrosos. Art 231, en el cual se detalla que dichas entidades serán las responsables directas para la gestión de los desechos.

## CAPÍTULO IV

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 4.1. Materiales

- Laptop
- Software ArcGis
- ShapeFile Cartografía digital

#### 4.2. Métodos

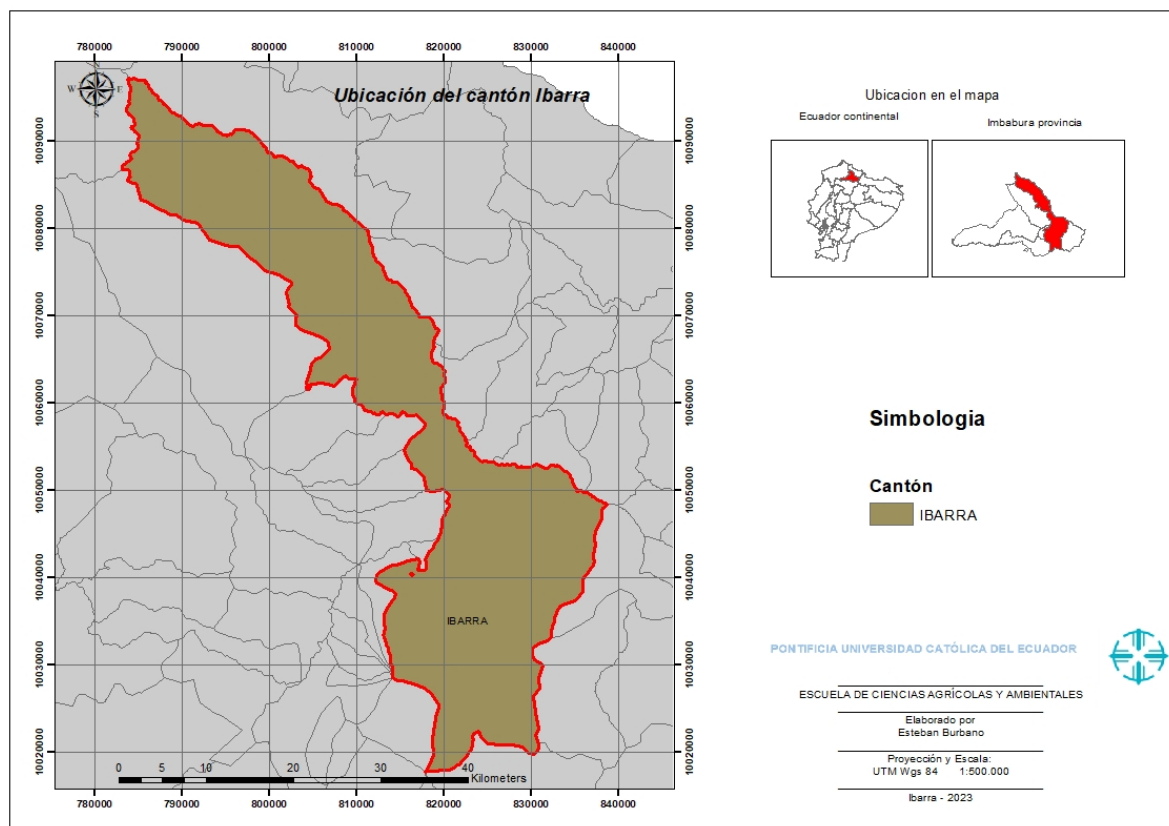
Para esta investigación se aplicó una metodología analítica para el diseño de cartografías que permita establecer la ubicación más adecuadas en el cantón de Ibarra. Se tomó en cuenta la normativa vigente TULSMA, libro VI, Anexo 6, para la disposición de residuos sólidos dentro del cantón Ibarra. así también como los diversos parámetros y los lineamientos específicos de los mismos, entre los que encontramos el distanciamiento mínimo de las vías, de las zonas pobladas, las restricciones de distancia de los diferentes cuerpos hídricos que conforman el cantón, la pendiente máxima que debe tener el terreno y por supuesto el uso de suelo. Para el diseño de los mapas se hizo uso de las herramientas del software ArcGis el cual permite delimitar las áreas en donde se pueda observar e identificar las zonas óptimas para la ubicación de escombreras en el cantón Ibarra.

##### 4.2.1. Área de estudio

El cantón de Ibarra, capital de la provincia de Imbabura, se encuentra ubicada en la región sierra del Ecuador. Posee una altitud de 2 225 m.s.n.m y un área de influencia de 123.29  $km^2$ . Los límites del cantón Ibarra están divididos al Norte: con la provincia del Carchi, al Este: con el cantón Pimampiro, al Oeste: con el cantón Antonio antes y al Sur: con la provincia de pichincha (Municipio de Ibarra, 2021).

**Figura 1**

*Ubicación Cantón Ibarra*



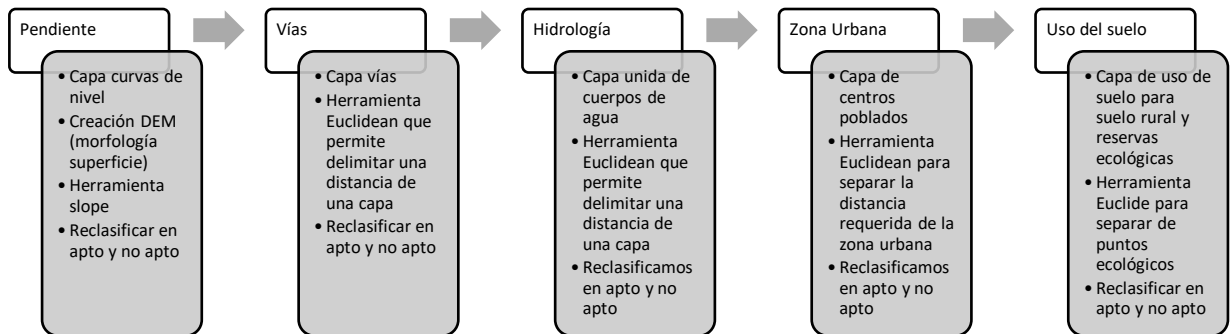
*Nota.* El gráfico representa el cantón Ibarra usando sus respectivas coordenadas geográficas en cual vamos a delimitar las respectivas zonas que cumplan los parámetros para la ubicación de una escombrera.

#### 4.2.2 Diseño cartografías base

Para esta cartografía se empleó base de datos de uso de suelo y geomorfología tomadas de las plataformas Instituto Geográfico Militar e Instituto Espacial Ecuatoriano. En el proceso de la misma se siguieron los siguientes pasos para cada uno de los parámetros

**Figura 2**


*Procesos para el diseño de cartografías*



Para llevar a cabo estos procesos dentro del software ArcGis se hizo uso de la herramienta Model Builder la cual nos ayuda a conectar diversos parámetros y llevar de una manera más ordenada el proceso. A continuación, se indica lo que significa cada elemento:

**Tabla 3**

*Simbología dentro de la herramienta Model Builder*

Figura y Color	Descripción
	Hace referencia a la capa de entrada la cual es la que contiene los datos geoespaciales con los que se realizarán los diversos procesos



Nos indica la herramienta que implementaremos a la capa de entrada



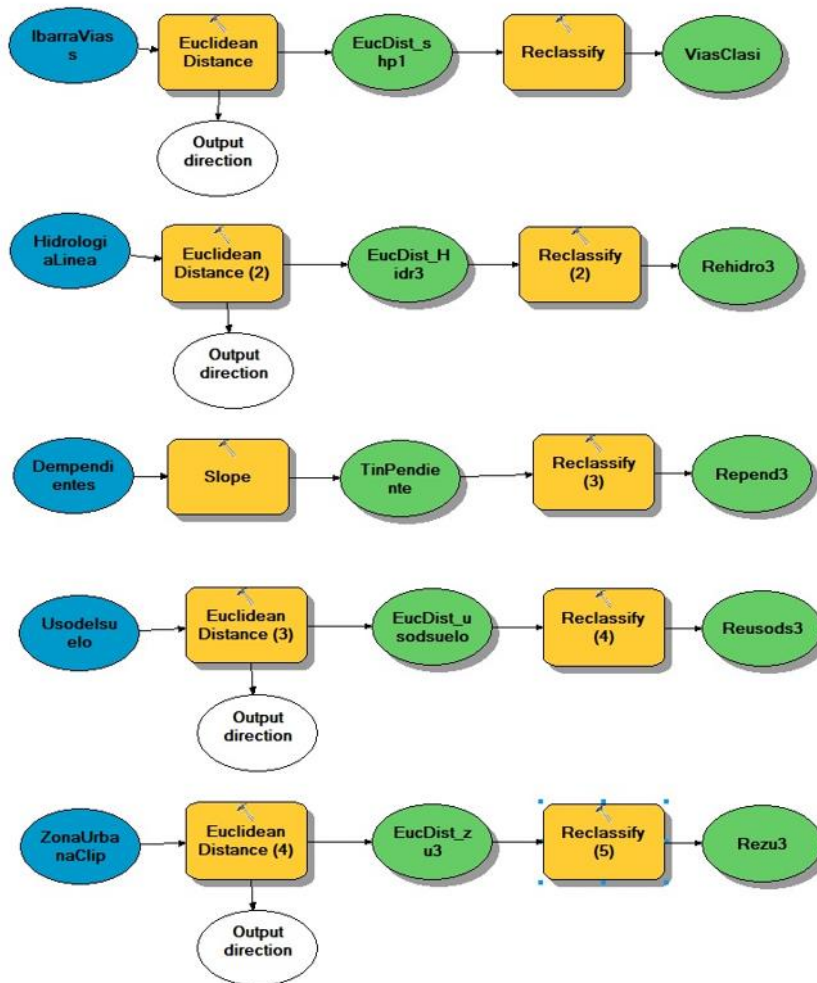
Este gráfico hace referencia al resultado de los procesos llevados a cabo por la herramienta utilizada

---

### 4.2.3 Flujograma de restricciones

#### Figura 3

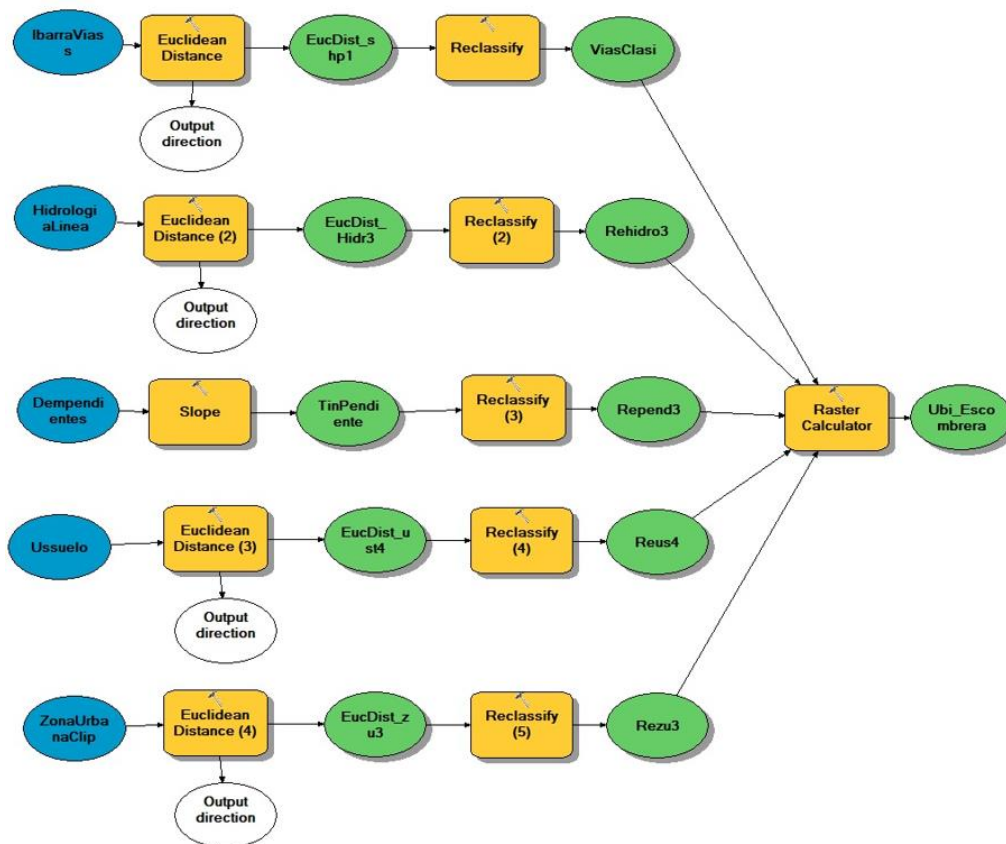
*Procesos para la aplicación de restricciones*



Este diagrama presenta los diferentes procesos que se llevaron a cabo para poder aplicar los parámetros necesarios para la ubicación de una escombrera. En los íconos azules tenemos las entradas, en este caso las cartografías delimitadas con el cantón Ibarra, seguido de la herramienta de análisis espacial y por último por la reclasificación de los valores en donde se otorgaba a los valores válidos dentro de los parámetros con el número “1” y a los valores que no estaban en el rango del parámetro con el número “0”, de esta manera podremos identificar mediante una simbología dinámica y fácil de identificar que lugares cumplen con las restricciones.

**Figura 4**

*Aplicación de la calculadora raster*



Una vez obtenidas las restricciones de todos los parámetros procedemos a correr la calculadora ráster, la cual tiene como función principal utilizar los datos obtenidos y crear una capa resultando en la cual se puedan observar todas las restricciones juntas. En este caso la entrada que se usó dentro de la calculadora fue "% ViasClasi%" \* "%Rehidro3%" \* "%Repend3%" \* "%Reus4%" \* "%Rezu3%".

#### 4.2.4 Ubicación cartográfica de escombreras

Se diseñó un mapa donde se ubiquen las escombreras tomando en cuenta los parámetros mencionados en las normativas vigentes para el depósito de escombros.

**Tabla 4**

*Parámetros para ubicación de escombreras*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Vías	>500 metros distancia
Zona Urbana	>500 metros distancia
Pendiente	Menor o igual al 15%
Uso del suelo	Zona rural
Hidrología	>200 metros distancia

*Nota:* Tomado de *TULSMA Libro VI, Anexo 6: Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos* (p.33), Ministerio del Ambiente, 2015

Para la obtención de datos en los parámetros mencionados nos ayudaremos de las plataformas Instituto Espacial Ecuatoriano e Instituto Geográfico Militar en donde se encuentran en formato shapefile el cual es un archivo informático que se utiliza para almacenar datos espaciales y mediante el software ArcGis se los puede interpretar en cartografías.

- Vías: las vías serán clasificadas desde primer, segundo y tercer orden.
- Zona Urbana: En este apartado se delimitará todo el cantón Ibarra haciendo uso de la capa “zona urbana” del IEE.

- Pendiente: Las escombreras, debido a los peligros como deslizamientos, se deben ubicar en terrenos con una pendiente menor o igual a  $15^\circ$  (Actis , 2009).
- Uso del suelo: El IEE nos brinda la información en formato shapefile donde podemos visualizar todas las actividades que se da en el suelo dentro del cantón Ibarra, haciendo uso de las herramientas en ArcGis se puede delimitar para que nos indique las áreas donde sean rurales.
- Hidrología: Este parámetro lo podemos encontrar en el shapefile del cantón de Ibarra donde podemos delimitar haciendo uso del apartado “Select by location” dentro del software.

#### **4.2.5 Diseño de cartografías obtenidos del análisis multicriterio**

Para el diseño de las cartografías de los sitios óptimos resultado del análisis multicriterio en el software ArcGis 10.7.1 se utilizó los datos geográficos recopilados por la calculadora raster, delimitando las coordenadas geográficas X, Y en unidades UTM añadiendo los componentes necesarios para la identificación de áreas en una cartografía, siendo estos la barra de escala, las flechas de orientación las cuales indican el norte, sur, este, oeste del mismo modo en cada cartografía se implementó una leyenda la cual indica detalladamente el áreas de cada una de las zonas delimitadas y finalmente se añadió una cuadrícula la cual nos indica los bordes en coordenadas UTM de las áreas delimitadas dentro de la cartografía para poder ubicarla en el espacio.

## CAPÍTULO V

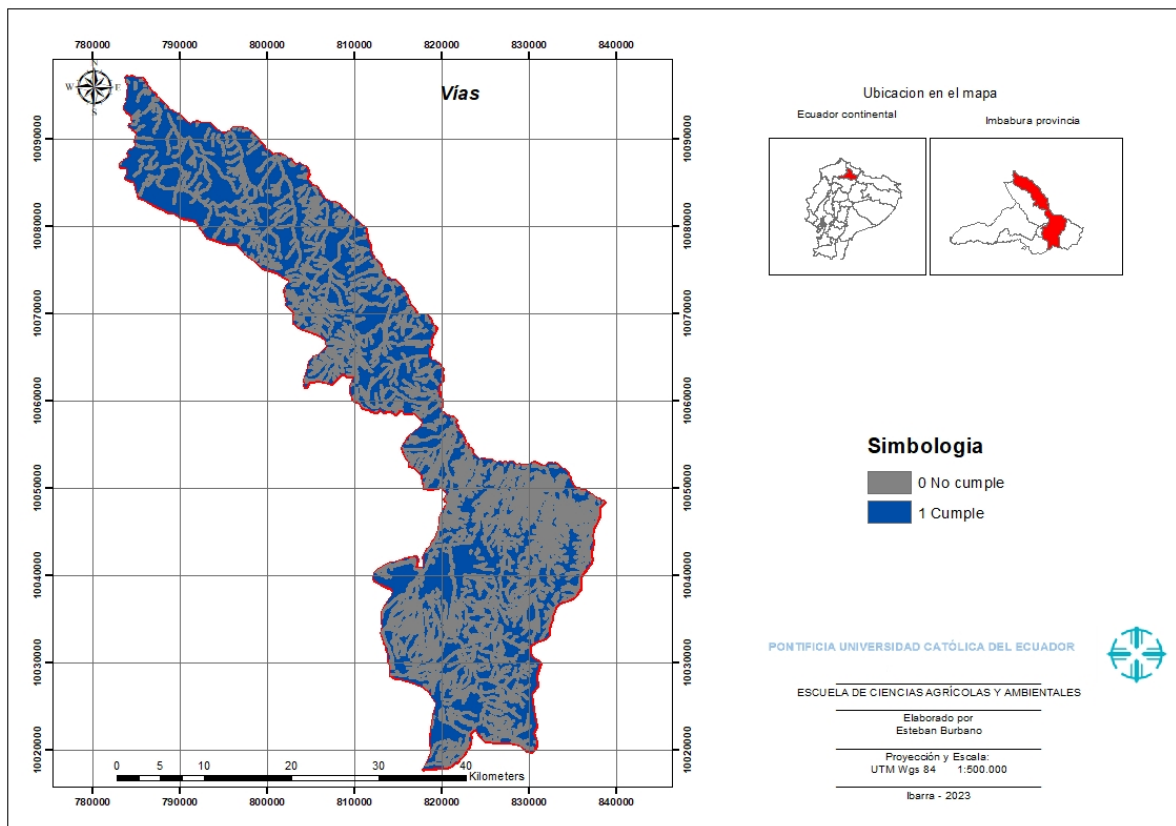
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. Delimitaciones

##### 5.1.1 Vías

Figura 5

*Restricción Vías*



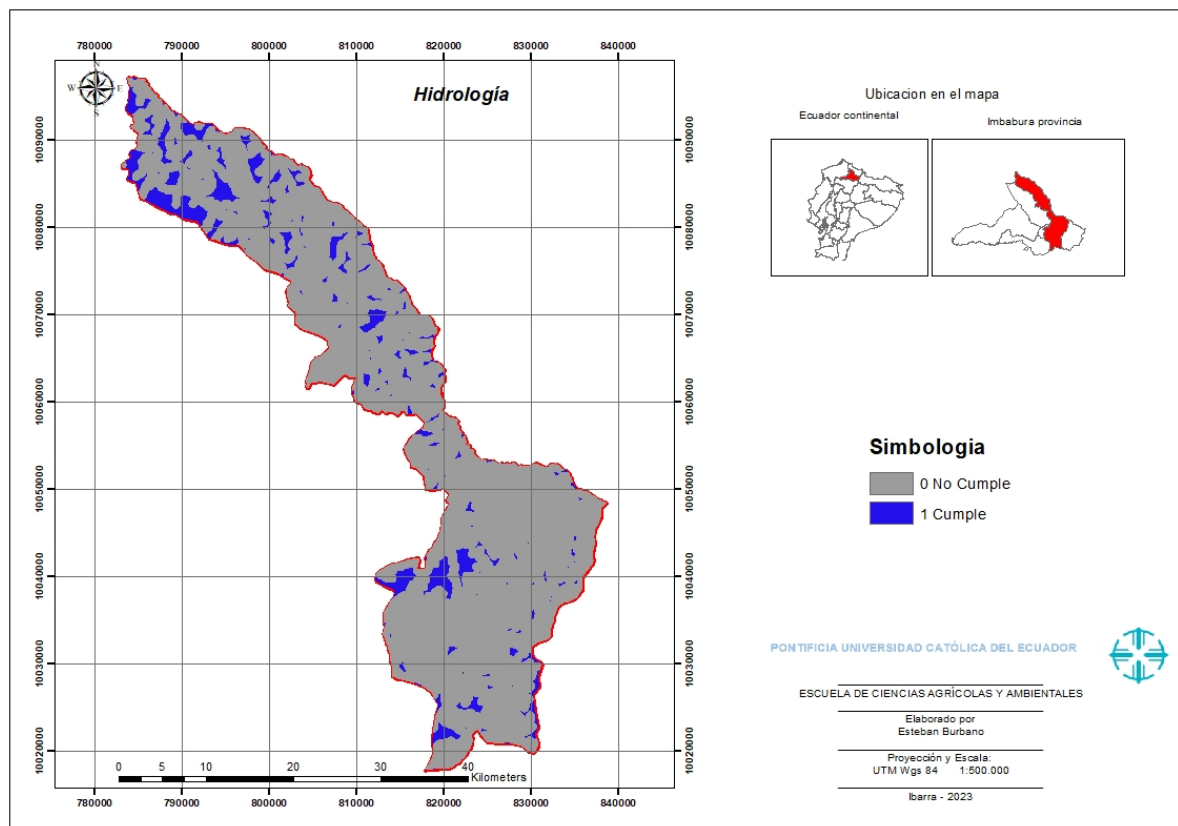
Como Podemos observar en la figura 5 en la cartografía vías, las áreas dentro del cantón Ibarra que se de color azul son aquellas que están dentro del parámetro de vías donde sería posible la ubicación de escombreras esto debido a que se encuentran a una distancia mayor a 500 metros de las vías, mientras que las zonas marcadas por el color gris son las que no

cumplen con el parámetro, es decir, están ubicadas a una distancia menor de 500 metros. Este parámetro se utilizará al final del capítulo para una discusión general.

### 5.1.2 Cuerpos Hídricos

**Figura 6**

*Restricción Cuerpos Hídricos*



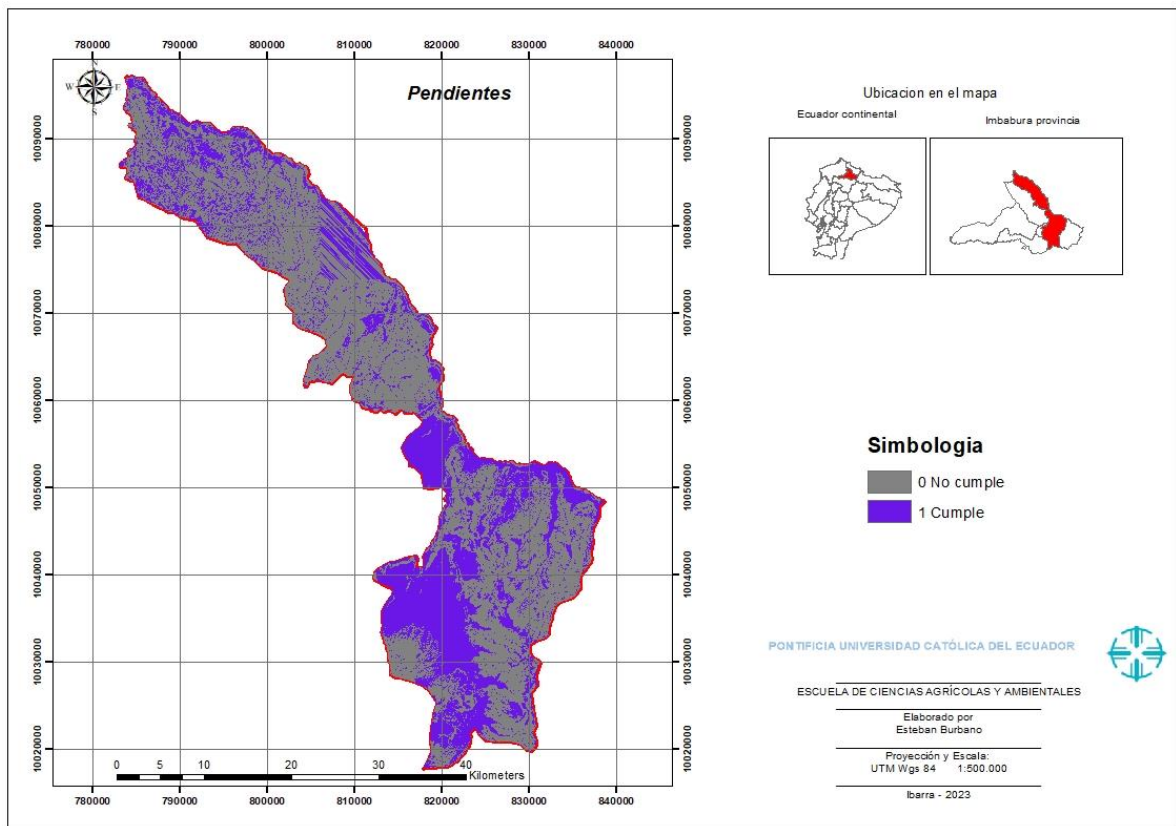
En la figura 6 podemos ver la unión de todos los cuerpos hídricos del cantón Ibarra y dentro del mismo las restricciones en tanto que se pueda observar las áreas que se encuentran a más de 500 metros y las áreas que se encuentren a menos de 500 metros de los diferentes cuerpos hídricos dentro del cantón, se usó la simbología “0” para indicar que no cumplen el parámetro y fue señalado con color de tonalidad gris y “1” para indicar las áreas que, si cumplen con el

valor mencionado, estas señaladas con un color azul que se resalta y es fácilmente identificable. Este parámetro se utilizará al final del capítulo para una discusión general.

### 5.1.3 Pendientes

**Figura 7**

*Restricción Pendientes*



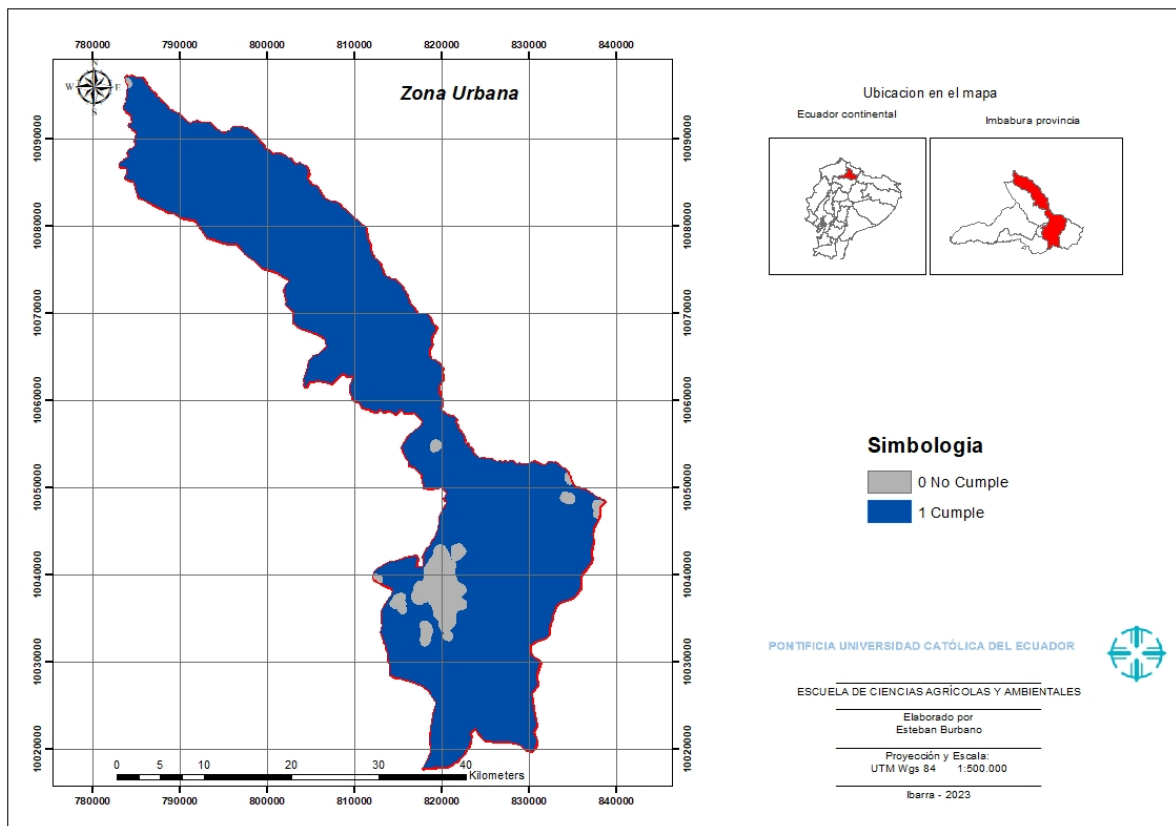
En la figura 7 podemos observar el mapa de pendientes del cantón Ibarra en el cual utilizando la herramienta reclasificación a través de la capa curvas de nivel la cual fue creada haciendo uso del shapefile del Instituto geográfico militar, identificamos las áreas cuyas pendientes cumplan con el parámetro de ser inferiores al 15% y están de color azul. A su vez podemos identificar las áreas cuya pendiente sobre pasa el valor máximo requerido que serían mayores

a un 15% y estas estarían marcadas con color gris. Este parámetro se utilizará al final del capítulo para una discusión general.

### 5.1.4 Zona Urbana

**Figura 8**

*Restricción zona urbana*

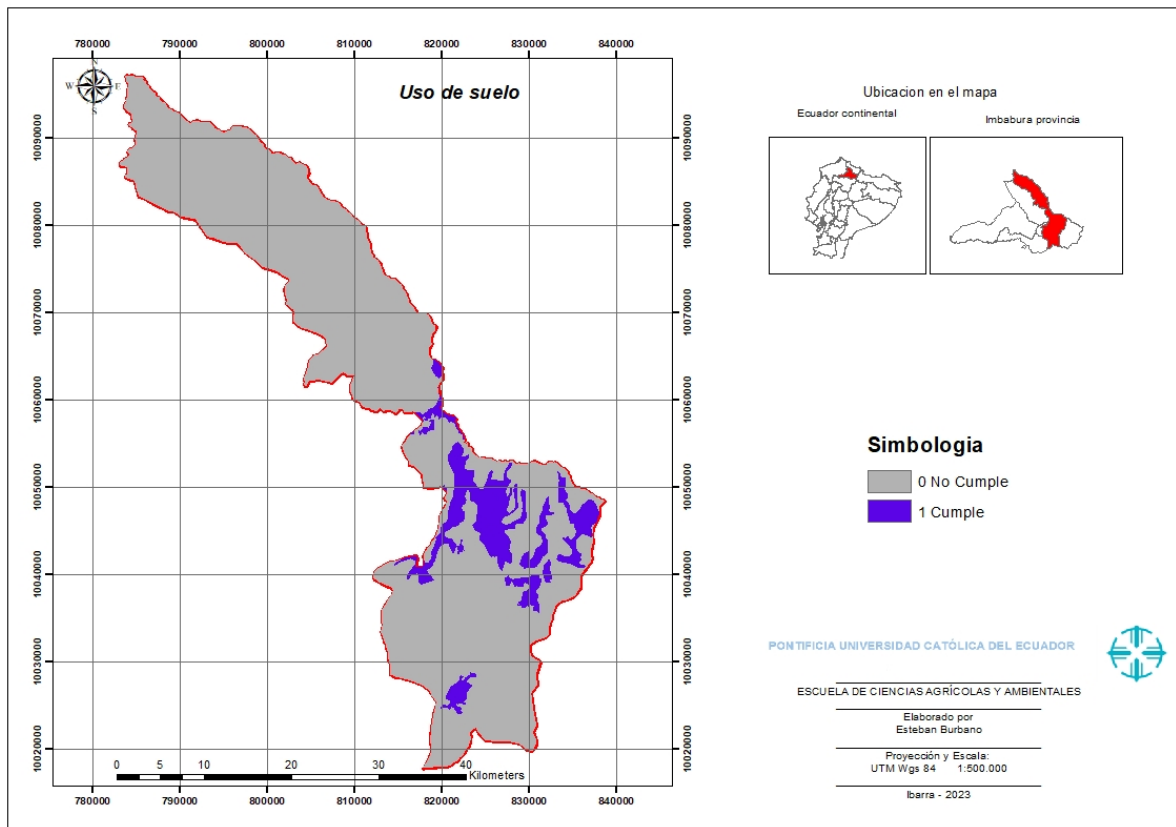


Podemos evidenciar en la figura 8 las áreas de color azul identificadas con el símbolo "1" que nos indica que son aptas para la ubicación de una escombrera ya que estas están a más de 500 metros de distancia de las zonas urbanas y las de color gris con el símbolo "0" señaladas como áreas donde no se puede implementar una escombrera al no cumplir con el parámetro de distancia de las zonas urbanas. Este parámetro se utilizará al final del capítulo para una discusión general.

## 5.1.5 Uso de suelo

**Figura 9**

*Restricción uso de suelo*



En la figura 9 podemos observar como resultado las áreas, según el parámetro uso de suelo, donde se puede ubicar una escombrera al cumplir el parámetro de uso de suelo. En este parámetro las áreas estas marcadas de color azul y con simbología 1 hacen referencia a que son áreas donde puede ubicarse una escombrera dentro del cantón Ibarra, mientras que las áreas que no pueden llevar una escombrera están marcadas por el color gris y con la simbología 0.

En los resultados del trabajo en el apartado de restricciones de cada parámetro se pudo observar que los apartados de vías, uso de suelo, zona urbana, pendiente y cuerpos hídricos

coinciden en su implementación a un estudio de localización de una escombrera de (Coronel, 2022).

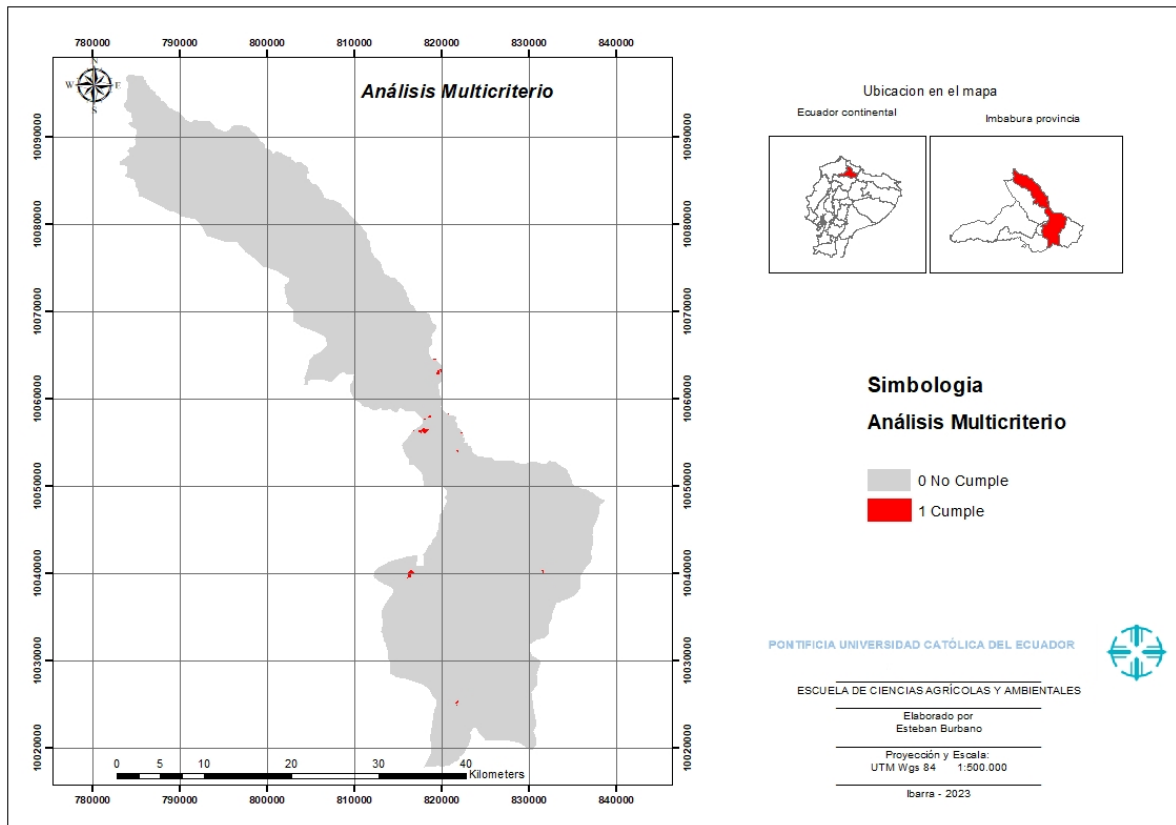
Por su parte hay que resaltar que en su estudio implementó parámetros como distancia de un aeropuerto y las rutas de acceso debido a los factores en donde se desarrolla sus áreas de estudio.

Los parámetros tomados en cuenta se obtuvieron de los lineamientos mencionados en Ministerio del ambiente (2015) donde se detalla que conceptos tomar en cuenta al momento de realizar un estudio para la disposición de residuos sólidos, el apartado de pendiente y uso de suelo también es mencionado en el estudio de Actis (2009) donde se recopila información sobre la implementación de escombreras y la importancia de seleccionar un sitio adecuado para las mismas.

## 5.2. Cartografía con el análisis multicriterio

**Figura 10**

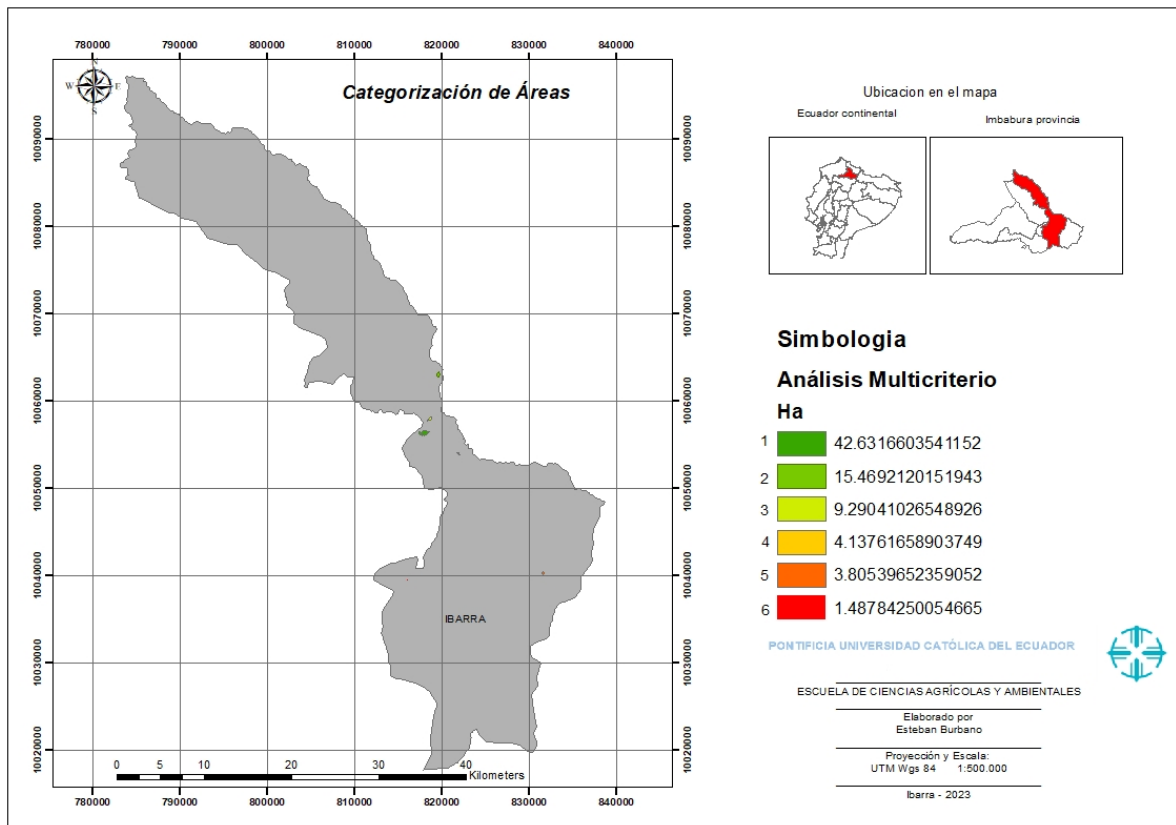
*Mapa delimitado con las áreas óptimas para la ubicación de escombreras*



En la figura 10 podemos observar las áreas donde ubicar las escombreras, estas áreas cumplen con los 5 parámetros cuerpos hídricos, zona urbana, uso de suelo, pendiente y vías. Es el resultante de la aplicación de la herramienta calculadora ráster la cual pudo analizar las variables y plasmarlas dentro del Software.

**Figura 11**

*Categorización de áreas*



Aplicando la categorización al momento de realizar la cartografía podemos observar las diferentes áreas resultantes del análisis multicriterio con su respectivo cálculo de área en hectáreas. En este proceso se puede identificar áreas que sirvan para la ubicación de una escombrera y además que sea sostenible tomando en cuenta su tamaño ya que áreas menores a una hectárea llegarían al proceso de cierre muy rápido. De la misma manera podemos identificar cada ítem con un color específico para poder ubicarlos dentro del mapa. Este proceso es de vital importancia ya que nos ayuda en los procesos siguientes para realizar la elección de áreas y tener una visión más clara del análisis multicriterio.

**Tabla 5***Áreas para la ubicación de escombrera*

<b>Ubicación</b>	<b>Hectáreas</b>	<b>Coordenada UTM X</b>	<b>Coordenada UTM Y</b>
1	42.63	817884.923489	10056351.991982
2	15.46	819566.738704	10063019.828027
3	9.29	818569.109365	10057943.37572
4	4.13	821815.858301	10053968.209329
5	3.80	831550.753384	10040230.007528
6	1.48	816060.597204	10039508.574274

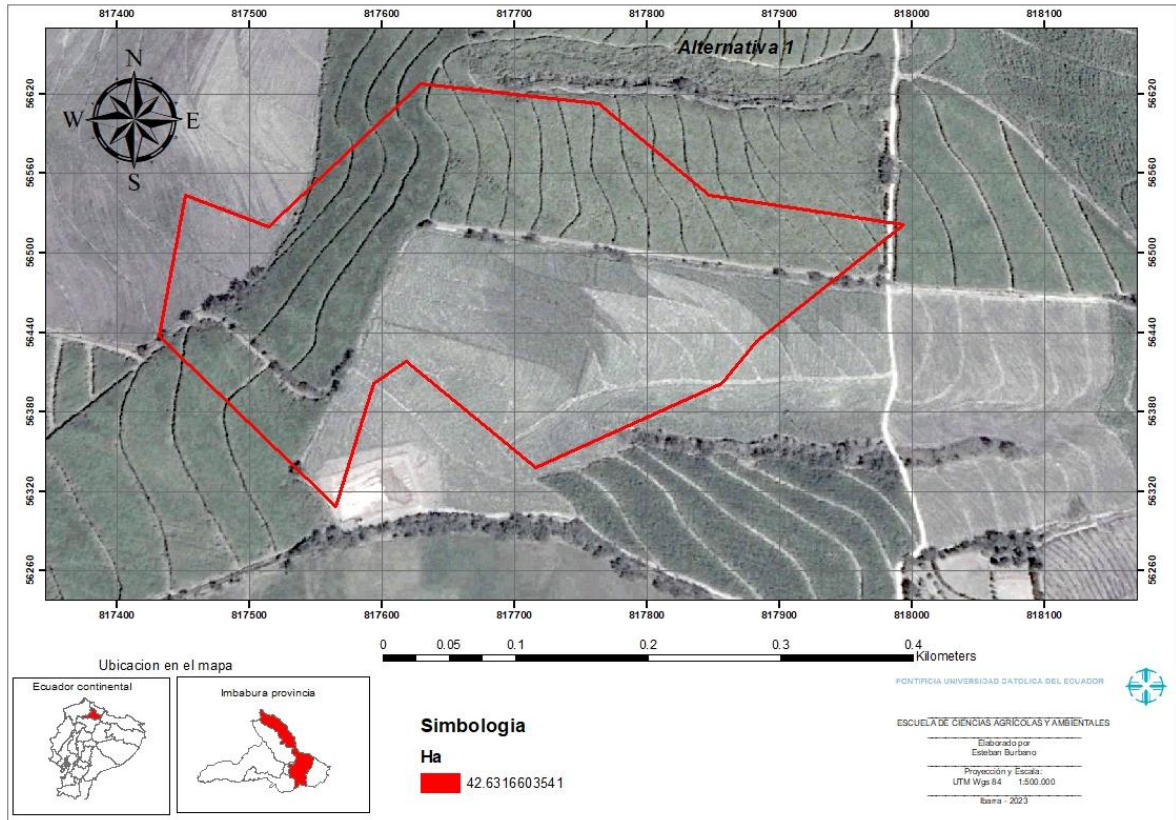
*Nota:* Tomado de la aplicación del análisis multicriterio

Aplicando el análisis multicriterio dentro del software ArcGis nos dio como resultado final 6 áreas dentro del cantón Ibarra en la provincia Imbabura que pueden considerarse según la normativa ambiental vigente para la ubicación de escombreras. Aplicando la herramienta calculadora geométrica pudimos obtener el área en hectáreas de cada una de estas áreas y así mismo con esta herramienta se pudo calcular las coordenadas en los ejes “X” “Y” en unidades UTM, tomando en cuenta que estos cálculos están ligados al uso de sistema de coordenadas UTM WSG 84.

### 5.3. Diseño cartografías sitios aptos para la ubicación de escombreras

**Figura 12**

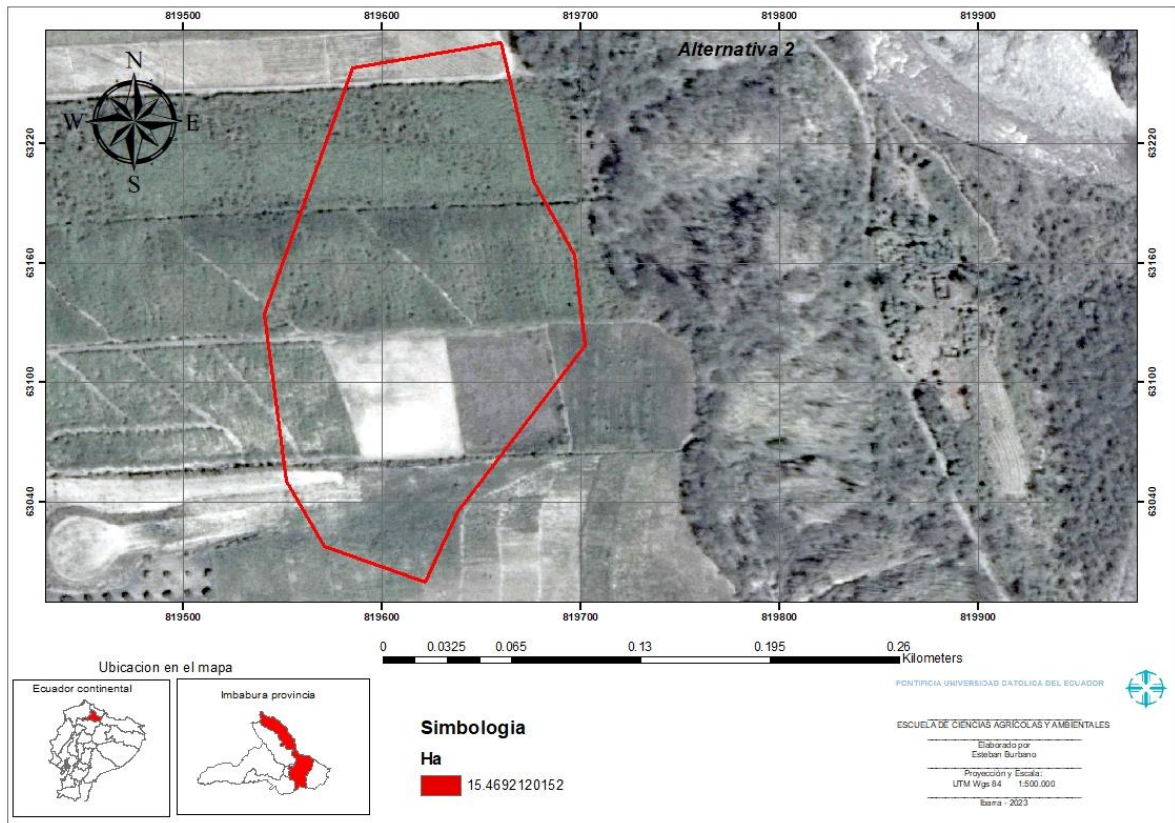
*Alternativa 1*



En la figura 12 podemos identificar la primera alternativa la cual tiene 42.63 Hectáreas, ubicada en las coordenadas UTM X:817884.923489 y Y:10056351.991982. Esta es la alternativa con más hectáreas que cumple con todos los parámetros del análisis multicriterio. Este parámetro se utilizará al final del capítulo para una discusión general

**Figura 13**

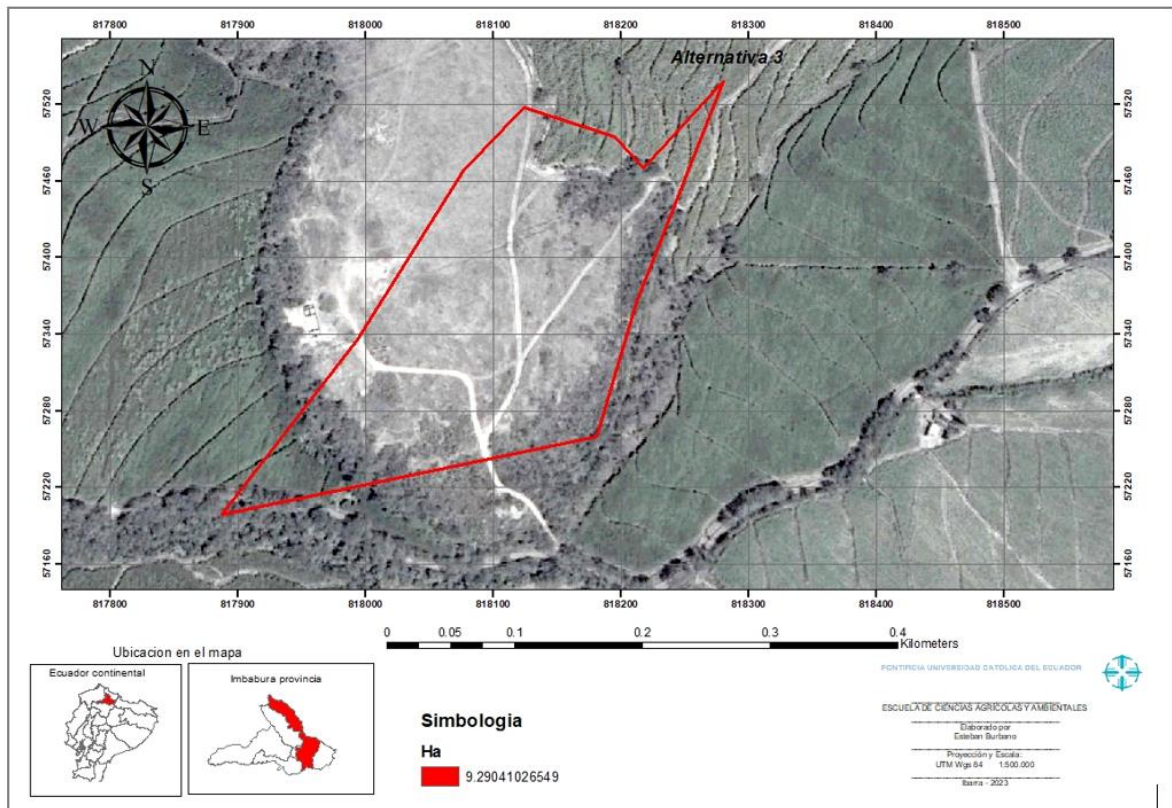
*Alternativa 2*



En la figura 13 observamos la segunda alternativa para la ubicación de una escombrera dentro del cantón Ibarra, esta cuenta con un área de 15.46 Ha y está ubicada en las coordenadas UTM X: 819566.738704Y: 10063019.828027. Este parámetro se utilizará al final del capítulo para una discusión general.

**Figura 14**

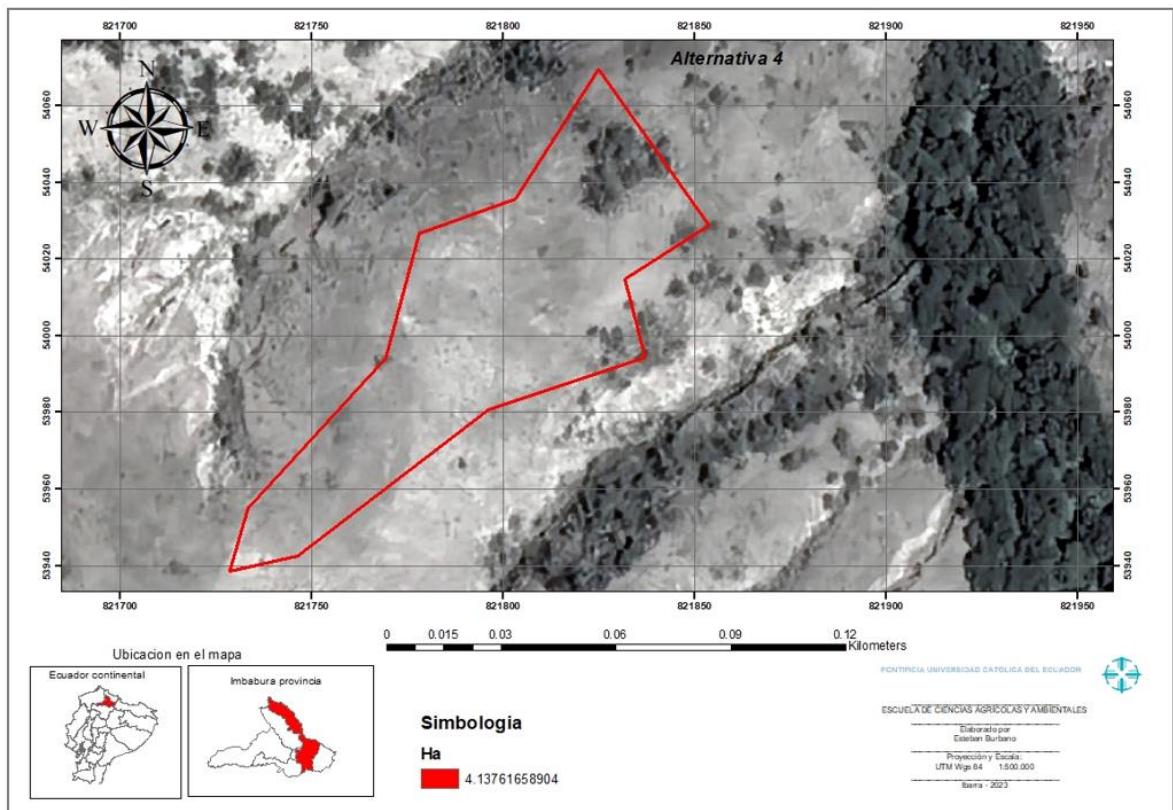
*Alternativa 3*



En la figura 14 identificamos la tercera alternativa que nos da como resultado en el análisis multicriterio para la ubicación de una escombrera dentro del cantón Ibarra, esta cuenta con un área de 9.29 Ha y está ubicada en las coordenadas UTM X: 818569.109365 Y: 10057943.37572. Este parámetro se utilizará al final del capítulo para una discusión general.

**Figura 15**

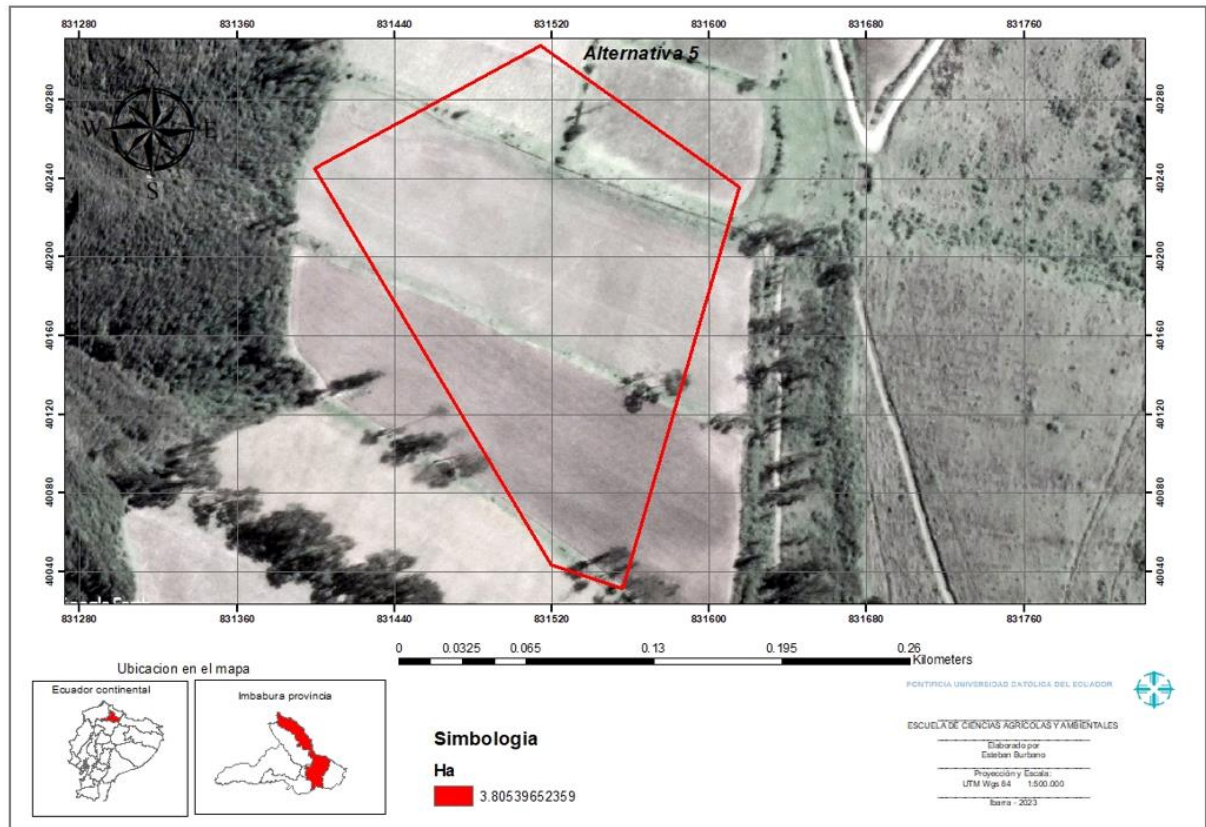
*Alternativa 4*



En la figura 15 podemos identificar la cuarta alternativa para la ubicación de una escombrera dentro del cantón Ibarra. Esta cuenta con un área de 4.13 Ha y está ubicada en las coordenadas UTM X: 821815.858301 Y: 10053968.209329. Este parámetro se utilizará al final del capítulo para una discusión general.

**Figura 16**

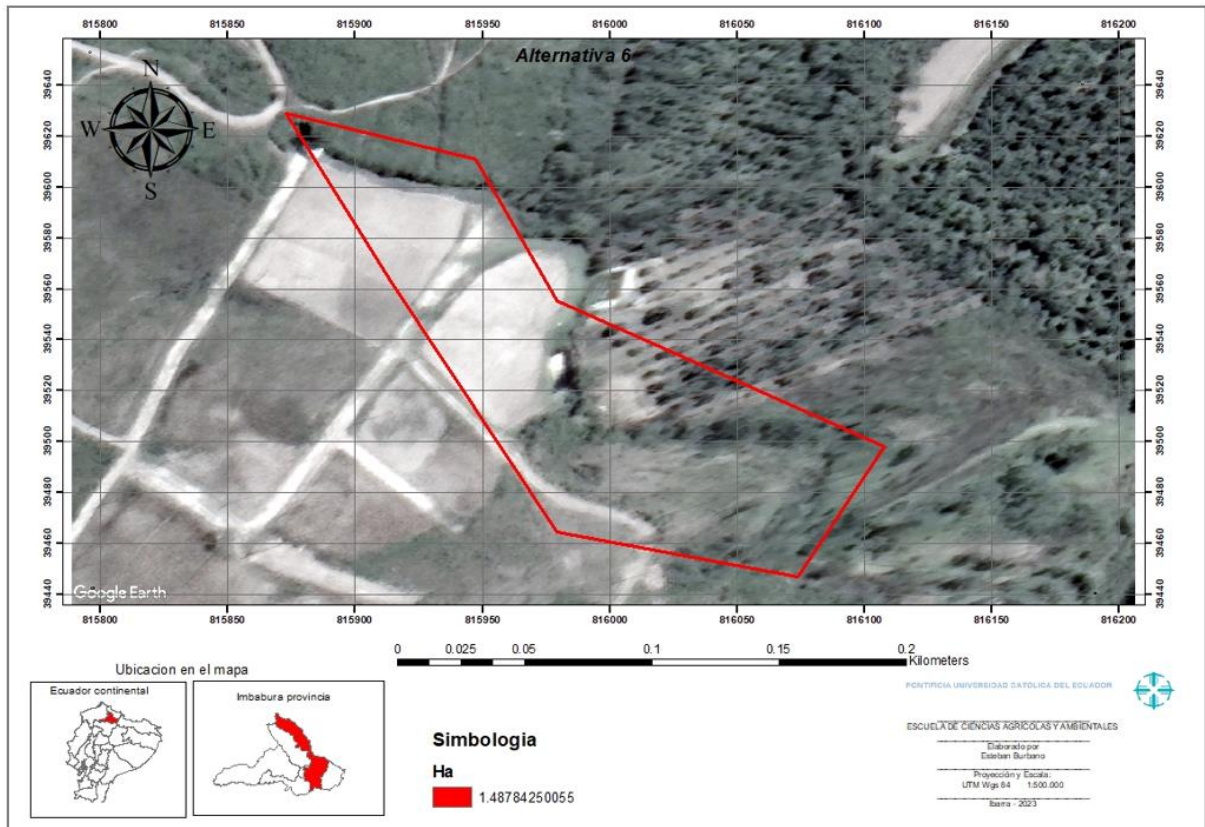
*Alternativa 5*



La figura 16 nos muestra la quinta alternativa para la ubicación de una escombrera dentro del cantón Ibarra la misma cuenta con un área de 3.80 Ha y está ubicada en las coordenadas UTM X: 831550.753384 Y: 10040230.007528. Este parámetro se utilizará al final del capítulo para una discusión general.

**Figura 17**

*Alternativa 6*



Como observamos en la figura 17 la sexta alternativa para la ubicación de una escombrera dentro del cantón Ibarra cuenta con un área de 1.48 Ha y está ubicada en las coordenadas UTM X: 816060.597204 Y: 10039508.574274.

En las diferentes alternativas que tuvimos como resultado para la ubicación de una escombrera en el cantón Ibarra las cuales cumplen con los parámetros mencionados en el TULSMA Libro VI, Anexo 6: Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos, que no coinciden con la investigación de (Báez, 2023), en la cual se determinó una zona factible en azaya teniendo en cuenta que tenía valores de distancia diferentes a los usados en el modelo del software ArcGIS.

Como podemos observar las alternativas han sido organizadas de mayor área a una menor área, teniendo en cuenta que estas zonas son las que cumplen con los parámetros dictados por la normativa ambiental vigente para la disposición de residuos sólidos.

Hay que tener en cuenta que estas áreas tienen vías de acceso lo cual es fundamental para la ubicación de una escombrera, ya que para el depósito de escombros se necesita el ingreso de automotores de carga pesada, así mismo como maquinaria pesada.

Tomando en cuenta los estudios realizados de una evaluación multicriterio en la ciudad de Macas por Palacios (2018) observamos que la herramienta ArcGis es de vital importancia al realizar estudios de ubicación de una determinada construcción.

A su vez Coronel (2022) usa el análisis multicriterio en la ciudad de Cuenca para evaluar los diferentes sitios que se puedan usar para la ubicación de una escombrera. En su obra aplica una metodología diferente para llegar a las zonas favorables, pero hace uso de las mismas herramientas que ofrece el software ArcGis.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES**

- Mediante los resultados obtenidos en la investigación podemos manifestar que se llegaron a cumplir de manera eficiente y favorable con los objetivos definidos al principio del estudio, el cual fue llevar a cabo un análisis multicriterio para la obtención de áreas dentro del cantón Ibarra para la ubicación de escombreras, tomando en cuenta las normas ambientales vigentes, podemos determinar que sí existen áreas dentro del cantón para la ubicación de escombreras.
- El análisis multicriterio pudo obtener áreas factibles para la ubicación de una escombrera en el cantón Ibarra teniendo en cuenta todos los parámetros dictados por la normativa ambiental vigente para la disposición de residuos sólidos.
- Con la metodología aplicada en esta investigación se pudo identificar 6 sitios que cumplen con todos los parámetros expresados en la ley para la ubicación de escombreras dentro del cantón Ibarra.
- En esta investigación también se apunta a mostrar una metodología didáctica, eficiente y que se puede implementar en cualquiera parte del mundo teniendo los datos necesarios para la delimitación de áreas, mediante el uso de tecnologías como en este caso el software ArcGis.

## CAPÍTULO VII

### RECOMENDACIONES

- Al momento de llevar a cabo proyectos con el uso de SIG, es de vital importancia hacer uso de datos base con fuentes confiables, ya sean institutos regulados o de entidades gubernamentales, de esta manera podremos garantizar que los resultados estén los más apegados posibles a la realidad y podremos minimizar el margen de error.
- De la misma manera se recomienda tener una buena capacitación sobre el tema que se vaya a llevar a cabo, con esto se asegura la implementación de metodologías eficientes garantizando resultados óptimos.
- Cuando se lleva a cabo estudios para implementar espacios dentro de un territorio es recomendable mantener contacto con entidades públicas ya sean municipales o cantonales ya que así se podrá garantizar que los resultados de la investigación puedan llegar a ser aplicados en la realidad.
- Se recomienda hacer uso de datos actualizados al momento de realizar análisis geoespaciales con cualquiera sistema de información geográfica, así se podrán obtener resultados lo más cercanos a la realidad posible.
- De las áreas obtenidas las autoridades deberán escoger cual es más viable dependiendo de la cercanía de las obras públicas programadas por las autoridades presentes en la actualidad, de este modo podrán reducir costos en transporte. Por ello es que se han generado 6 alternativas que cumplan los parámetros especificados en la normativa.

## CAPÍTULO VIII

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Actis , R. (2009). *Escombreras Ubicación, Estabilidad y Contaminación Ambiental* (1a edición ed.). Buenos Aires: Fundación Empremin. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/231220982.pdf>
- Arenas, C. (2007). *El impacto ambiental en la Edificación. Criterios para una construcción sostenible*. Madrid: Edisofer.
- Báez, O. (2023). “*Propuesta para el manejo integral de los escombros en el cantón Ibarra*. Ibarra: [Tesis de pregrado. Universidad Técnica del norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14513>
- Botero, L. (2003). *Sostenibilidad de la disposición de escombros de construcción y demolición en Bogotá*. [Tesis doctoral, Uniandes]. <http://hdl.handle.net/1992/10013>
- Chica, M., & Beltran, M. (2018). Demolition and construction waste characterization for. *DYNA*, 85(206), pp. 338-347. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n206.68824>
- Coronel, M. (2022). *Localización de una escombrera aplicando técnicas multicriterio en sistemas de información geográfica (SIG) en la macrocomunidad del pueblo Cañari*. Cuenca: Universidad Católica de Cuenca. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/11085>
- Corporación de Estudios y Publicaciones. (2019). *Código Orgánico del Ambiente*. Quito, Ecuador: Corporación de Estudios y Publicaciones.
- Donaire, M. (2015). *Guía para el diseño y construcción de escombreras*. Andalucía : E.T.S. de Ingenieros de Minas de Madrid. [https://www.academia.edu/42972330/GU%C3%8DA\\_PARA\\_EL\\_DISE%C3%91O\\_Y\\_CONSTRUCCI%C3%93N\\_DE\\_ESCOMBRERAS](https://www.academia.edu/42972330/GU%C3%8DA_PARA_EL_DISE%C3%91O_Y_CONSTRUCCI%C3%93N_DE_ESCOMBRERAS)
- EMGIRS. (2019). *Cierre y abandono de escombreras*. Quito: EmgirsEP. [https://emgirs.gob.ec/phocadownload/lotaip2021/julio/juridico/GOP-GES-01-POE02%20Cierre\\_%20Aban\\_Escom..pdf](https://emgirs.gob.ec/phocadownload/lotaip2021/julio/juridico/GOP-GES-01-POE02%20Cierre_%20Aban_Escom..pdf)
- Environmental Systems Research Institute. (2002). *¿Qué es ArcGis?* New York: Redlands. [http://.esri.com/support/whitepapers/ao\\_/what-is-arcgis-spanish.pdf](http://.esri.com/support/whitepapers/ao_/what-is-arcgis-spanish.pdf)
- Fallas, J. (2003). *Conceptos básicos de la cartografía*. Heredia: [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Costa Rica]. <https://pim.udelar.edu.uy/portal/wp->

content/uploads/sites/14/2019/07/CONCEPTOS-B% C3% 81SICOS-DE-  
CARTOGRAF% C3% 8DA.pdf

- Franz, P., Fries , A., Cánovas, F., Oñate , F., Gonzáles , V., & Pucha, D. (2017). *Fundamentos del Sig.* Loja: Ediloja Cia. Ltda. [https://www.academia.edu/34927204/Fundamentos\\_de\\_SIG](https://www.academia.edu/34927204/Fundamentos_de_SIG)
- Instituto Geográfico Nacional. (2010). *Conceptos Cartográficos*. Madrid: Creative Commons.
- López, F. (2012). *Propuesta para el manejo adecuado de los escombros de bogotá*. Bogotá: [Tesis de posgrado. Universidad Libre de Colombia]. <https://core.ac.uk/download/pdf/198441825.pdf>
- Martínez, A., & Damián, S. (1999). *Catalogo de impactos ambientales generados por las carreteras y sus medidas de mitigación*. Sanfandila. <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt133.pdf>
- Ministerio del ambiente. (2015). *TULSMA, Libro VI, Anexo 6: Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos*. Quito: MAE. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu112185.pdf>
- Municipio de Ibarra. (2021). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial*. . Ibarra.
- Palacios , I. (2018). *Evaluación multicriterio para la ubicación de un relleno sanitario en la ciudad de macas, a través de la ponderación de sus variables con el proceso analítico jerárquico, AHP*. Revista De Ciencias De Seguridad Y Defensa, 3(2), 12. <https://doi.org/10.24133/rcsd.V3N2.2018.04>
- Piña, A. (2014). *Taller sobre diseño y manejo de escombreras*. Caracas: [Semana de la minería 2014. Universidad Central de Venezuela]. 10.13140/RG.2.1.4761.4889
- Quiroz, G. (2020). *Diseño Cartográfico*. Ciudad de México: Centro de Investigación en Geografía y Geomática A.C. <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/172/1/29-Dise%C3%B1o%20Cartogr%C3%A1fico%20-%20%20Diplomado%20en%20An%C3%A1lisis%20de%20Informaci%C3%B3n%20Geoespacial.pdf>
- Sarría, A. (2000). *Sistemas de información geográfica*. Ed. Rialp, Madrid, 451 pp. <https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>
- Tamayo, S. (2016). *Manejo de escombros de la regeneración urbana, barrio rayito de luz, machala*. Guayaquil: [Tesis de posgrado. Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/15186>
- Tejada, D. (2013). *Manejo de residuos sólidos urbanos en la ciudad de La Paz, B.C.S: Estrategia para su gestión y recomendaciones para el desarrollo sustentable*. La Paz: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/378>

# ANEXOS

## Anexo 1

Coordenadas de áreas para posibles escombreras

OBJECTID *	Shape *	Id	gridcode	Shape Length	Shape Area	Ha	X centroide	Y centroide	
43	Polygon	43	0	291005.549932	1121114702.763899		112111.470276	814423.545279	10056649.085772
18	Polygon	18	1	3201.566749	426316.603541		42.63166	817884.923489	10056351.991982
35	Polygon	35	1	2883.761041	374721.098862		37.47211	816412.948952	10040023.919322
6	Polygon	6	1	1534.336301	154692.120152		15.469212	819566.738704	10063019.828027
39	Polygon	39	1	1491.084877	106155.483927		10.615548	821710.651142	10025215.569987
10	Polygon	10	1	1544.027184	92904.102655		9.29041	818569.109365	10057943.37572
5	Polygon	5	1	967.970809	53073.348144		5.307335	819905.820789	10063186.011921
22	Polygon	22	1	1096.83245	41376.16589		4.137617	821815.858301	10053968.209329
32	Polygon	32	1	1048.038627	38053.965236		3.805397	831550.753384	10040230.007528
36	Polygon	36	1	623.853607	14878.425005		1.487843	816060.597204	10039508.574274
3	Polygon	3	1	572.702624	13431.824054		1.343182	819115.625774	10064494.081627
17	Polygon	17	1	497.837139	13431.451267		1.343145	822225.385473	10056122.694807
33	Polygon	33	1	490.055329	9722.22955		0.972223	831623.813782	10039884.711317

## Anexo 2

Ecuación multiplicación en calculadora raster

