



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Título

**PROPUESTA DE DISEÑO DE ESCOMBRERA PARA EL GOBIERNO
AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN GUANO,
PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Ambiental

Autores

Alomoto Rocana Klever David

Quinllin Samaniego Dayán Alexander

Tutor

Ing. Marco Marcel Paredes Herrera

Riobamba, Ecuador, 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Alomoto Rocana Klever David con cédula de ciudadanía con cedula de ciudadanía 050400377-3 y Quinllin Samaniego Dayán Alexander con cédula de ciudadanía 210077554-9 autores del trabajo de investigación titulado: “PROPUESTA DE DISEÑO DE ESCOMBRERA PARA EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 20 de marzo del 2023.



Klever David Alomoto Rocana
C.I: 050400377-3



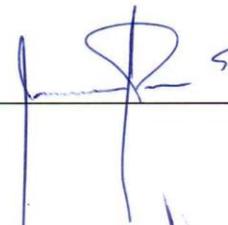
Dayán Alexander Quinllin Samaniego
C.I: 210077554-9

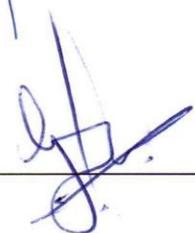
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL;

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **“PROPUESTA DE DISEÑO DE ESCOMBRERA PARA EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**, presentado por **ALOMOTO ROCANA KLEVER DAVID** con número de cédula **050400377-3** y **QUINLLIN SAMANIEGO DAYÁN ALEXANDER** con cédula de identidad número **210077554-9**, certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a 09 de marzo del 2023.

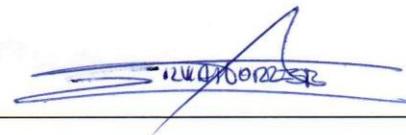
Ing. Iván Ríos. Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO





Ing. Patricio Santillán. Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Dra. Silvia Torres
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Marcel Paredes. MSc
TUTOR



DEDICATORIA

Le dedico el resultado de esta investigación a toda mi familia de todo corazón a mis padres, María Jesús Rocana Tocte por su amor incondicional, su cuidado y apoyo en todo el proceso desde mi niñez, a mi papá José Segundo Alomoto Sillo por ser la persona quien ha velado por todos los hijos sembrando bases de responsabilidad y amor, cuya virtud fue inculcar la vida cristiana durante toda mi vida.

A mis hermanos en general por siempre apoyarme y brindarme cariño, saber que cuento con ellos en todo momento, ha fundamentado inspiración y seguridad para ser la persona quien soy, aun a pesar de la distancia.

A Mishell Katherine quien durante más de 6 años me ha brindado un apoyo incondicional, siendo una persona muy especial y de mucha ayuda en mi vida personal, permitiendo lograr culminar este proceso académico universitario, por siempre solventar en los momentos difíciles que atravesé.

Klever David Alomoto Rocana

DEDICATORIA

A mi padre Luis Quinllin y mi madre Patricia Samaniego, ellos son mi mayor fuente de inspiración para sobresalir en la vida, por los valores inculcados y sobre todo por el amor incondicional que un hijo puede sentir de sus padres, a esas hermosas personas les debo mi formación personal y el hombre en el cual voy enfocado a ser.

A mi abuelita María Esperanza Orozco y en la memoria de mi abuelito Gilberto Samaniego, mi abuelita me acogió como un hijo más en su hogar, me supo brindar alimento y en sus posibilidades trató de que jamás faltara algo en la casa y siempre tengo en la memoria ser un buen hombre ejemplo de mi abuelito.

A mi compañero Klever Alomoto, quien pese a las dificultades que se presentaron en el transcurso de esta investigación, fue un buen amigo y supo apoyar a su manera, es un gran joven y espero que la vida le brinde su momento para lucirse.

Dayán Alexander Quinllin Samaniego

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo primeramente le agradezco a Dios por siempre bendecirme y guiarme en cada paso que di en la Universidad Nacional de Chimborazo, de la misma forma a no perder la fe jamás, para alcanzar a culminar mis estudios y formarme un profesional como tal; quienes estuvieron involucrados en mi entorno social gracias; a mi padre José Segundo Alomoto Sillo por educarme con sus consejos incitando siempre a hacer las cosas bien, a mi madre María Jesús Rocana Tocte por regalarme un amor incondicional fortaleciendo en hechos, reflejo de ello es la paciencia, sus consejos y su atención; acto recibido hasta el día actual, dicho de otra manera son piezas fundamentales en el proceso de mi diario vivir.

Dar las gracias a mi tutor académico Ing. Marcel Paredes por ser la persona quien brindo ayuda, compartiendo su conocimiento en base a la propuesta del tema, a fin de lograr resultados de forma eficiente sobre el proyecto de investigación que está enfocado a la propuesta del diseño de una escombrera municipal, desarrollo benéfico para toda la población pertenecientes al Cantón Guano.

Asimismo, agradecer al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Guano, al Departamento de Gestión de Ambiente y Riesgos del GADM-CG al director Ing. Wilmer Tingo; en el área de áridos y pétreos a la Ing. Verónica Escudero por la gestión brindada en la realización del desarrollo del tema de investigación y su debido acompañamiento facilitado por el DAGM Guano; junto a mi compañero Dayan Quinllin por el trabajo realizado como equipo y compañero; en el ámbito académico, social y profesional.

Klever David Alomoto Rocana

AGRADECIMIENTO

En primero lugar quiero agradecer a mi padre Luis Quinllin y mi madre Patricia Samaniego, los cuales me apoyaron incondicionalmente desde el inicio de mi vida universitario, me supieron guiar y darme los valores suficientes para ser un buen hombre, sobre todo agradecer a mi abuelita Esperanza Orozco, quien me acogió en su hogar y supo darme ánimos en los momentos más duros.

Un agradecimiento a mi hermana menor, quien me inspiró a ser una mejor persona y me dio las pautas para lograr motivarme, dedicándome de manera centrada en mis responsabilidades.

Agradezco de manera grata a mi tutor académico, el Ingeniero Marcel Paredes, quien supo aportarme con nuevos conocimientos, motivarme y enfocarme en mi carrera profesional; contribuyendo de manera esencial en el desarrollo de mi tesis.

Un agradecimiento infinito a la Universidad Nacional de Chimborazo, la cual me formo como un buen profesional, capaz de desenvolverme en cualquier ámbito relacionado con mi hermosa carrera de Ingeniería Ambiental.

Quiero agradecer al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guano, bajo el cargo del Ingeniero Raúl Cabrera y del Departamento de Ambiente y Riesgo bajo la guía del Ingeniero Wilmer Tingo, quien con sus conocimientos nos ayudó con el desarrollo de la investigación.

Y, por último, deseo agradecer a todas las personas directas o indirectas que contribuyeron con su apoyo moral en todo el transcurso de mi carrera universitaria.

Dayán Alexander Quinllin Samaniego

SIGLAS Y ABREVIATURAS

AHP o Analytic Hierarchy Process = Proceso Analítico Jerárquico.

Antropogénica = Actividad procedente de los seres humanos.

Arc Map = Aplicación de información geográfica.

Bermas = Elemento de la sección transversal, que permite seguridad y estabilidad de los taludes.

Catastro = Censo estadístico de los bienes inmuebles de una población específica .

Celdas = Intersección entre una fila y una columna.

Codificación = Un sistema de uso transitorio entre cuadro y cuadro que codifica imágenes.

GADM-CG = Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Guano.

INEC = Instituto Nacional de Estadísticas y Censos en el Ecuador.

In Situ = Análisis en el sitio de origen.

NEC = Norma Ecuatoriana de la Construcción.

Normas = Principio de adopción para la realización de un correcto desarrollo.

PDOT = Plan de Ordenamiento Territorial.

PNRCD = Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición.

Predios = Terrenos delimitados de una cierta extensión superficial.

UTM = Universal Transverse Mercator.

Reglamento = Reglas o preceptos dictados por la autoridad, previa ejecución de una ley.

MARN= Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Shapefile = Formato de almacenamiento de información geográficas.

Sostenibilidad = Aprovechamiento de los recursos naturales, sin comprometer a la necesidades de las generaciones futuras.

Terraza = Parte amplia en un lugar de elevación.

Toba = Piedra caliza muy porosa.

INDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL.....	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
SIGLAS Y ABREVIATURAS.....	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS.....	
ÍNDICE DE ECUACIONES	
RESUMEN	
ABSTRACT.....	
CAPITULO I	20
INTRODUCCIÓN	20
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
JUSTIFICACIÓN	22
OBJETIVOS	23
1.1. Objetivo General	23
1.2. Objetivos Específicos.....	23
CAPÍTULO II.....	24
2.1. Residuos de Escombros.....	24
2.1.1. Definición.....	24
2.1.2. Generación.....	24
2.2. Clasificación de los Tipo de Escombros	25
2.2.1. Materiales de la construcción	25
2.2.2. Residuos peligrosos	25
2.2.3. Materiales de dragado.....	25
2.3. Manejo y disposición final de escombros	25
2.3.1. Derecho de la naturaleza	25
2.3.2. Protección Ambiental	26
2.3.3. Gestión integral de residuos sólidos	26

2.3.4.	Sostenibilidad y Sustentabilidad Ambiental.....	27
2.4.	Caracterización de los residuos de Escombros	27
2.4.1.	Origen.....	27
2.4.2.	Composición.....	28
2.4.3.	Clasificación.....	29
2.5.	Lugar de Emplazamiento	30
2.6.	Tipología de Escombreras.....	30
2.6.1.	Definición de Escombrera	30
2.6.2.	Tipo de escombrera por su dimensión.....	30
2.6.3.	Tipo de escombrera por su emplazamiento	31
2.7.	Tipo de sistema de vertido de la escombrera	33
2.7.1.	Vertido libre o por gravedad.....	33
2.7.2.	Vertido por fases adosadas	34
2.7.3.	Dique de retención en pie	34
2.7.4.	Fases ascendentes superpuestas.....	35
2.8.	Método de construcción de la escombrera	36
2.8.1.	Por basculamiento final	36
2.8.2.	Por tongadas horizontales compactadas	36
CAPÍTULO III.....		37
Marco legal		37
CAPÍTULO IV.....		38
Metodología		38
4.1.	Área de Estudio.....	38
4.2.	Metodología para la Propuesta de Diseño de la Escombrera	39
4.3.	Primera Etapa	40
4.3.1.	Metodologías para la caracterización de residuos de escombros	40
4.3.2.	Análisis de generación de escombros en el cantón Guano.....	40
4.3.3.	Sectorización de los lugares identificados como no autorizados	41
4.3.4.	Cálculo del índice de generación de escombros en el cantón Guano.....	43
4.4.	Segunda Etapa.....	45

4.4.1.	Análisis espacial del área de estudio para la ubicación de la escombrera municipal del cantón Guano	45
4.4.2.	Análisis de criterios para la elección del emplazamiento para el diseño de la escombrera municipal.....	45
4.4.2.5.1.	49
4.4.2.5.2.	Desarrollo de mapas de cumplimiento de las zonas aptas y no aptas por medio del método Fishnet en base a las limitantes de cada criterio de ubicación.	49
4.4.2.6.	Contraste de información para la selección de la ubicación de la escombrera municipal del cantón Guano.	52
4.5.	Tercera Etapa.....	53
4.5.1.	Metodología para el diseño de la escombrera municipal del cantón Guano	53
4.5.1.1.1.	Tipología del suelo del área establecida para el diseño de una escombrera. ..	54
4.5.1.3.1.	Método de levantamiento cinemático.....	59
4.5.1.4.1.	Elección del tipo de escombrera.	60
4.5.1.4.2.	Geometría de la escombrera.	60
4.5.1.4.3.	Sistema de Construcción.....	60
CAPITULO V.....		61
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	61
5.1.	Primera Etapa	61
5.1.1.	Caracterización de los residuos de escombros en el cantón Guano	61
5.1.1.1.1.	Clasificación de Residuos de Escombros según las etapas.	63
5.1.1.1.2.	Clasificación de residuos de escombros en el cantón Guano.	65
5.1.1.2.1.	Identificación de lugares no Autorizadas.	66
5.1.1.2.2.	Levantamiento de información de los lugares no autorizados.....	66
5.1.1.3.1.	Estudio demográfico del crecimiento Poblacional del cantón Guano.	81
5.1.1.3.2.	Cálculo de Volumen de Escombros.....	82
5.1.1.3.3.	Cantidad de Volumen de Ingreso Diario.	84
5.1.1.3.4.	Estrategia para la gestión del manejo y disposición final de Escombros en el cantón Guano.	85
5.2.	Segunda Etapa.....	87
5.2.1.	Análisis espacial de decisión multicriterio para la ubicación de la escombrera municipal del cantón Guano	87
5.3.	Tercera Etapa.....	110

5.3.1.	Geología de la Concesión de Miraflores de Guano	110
5.3.2.	Consideraciones Sísmicas del cantón Guano	112
5.3.3.	Levantamiento topográfico del área de Miraflores de Guano	115
5.3.4.	Consideraciones para el diseño de la escombrera municipal	116
5.4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	122
BIBLIOGRAFÍA		124
Anexos		127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de composición de residuos de construcción en porcentajes volumétricos (%)	28
Tabla 2. Composición de materiales en % de Peso	29
Tabla 3. Localización de los lugares identificados para muestreos	41
Tabla 4. Criterios para la selección del emplazamiento	46
Tabla 5. Escala de idoneidad de los criterios establecidos para la selección del emplazamiento	47
Tabla 6. Escala de valores de los grados de importancia	47
Tabla 7. Clasificación y limitantes de los criterios de ubicación	50
Tabla 8. Porcentajes de cumplimiento de los criterios de ubicación	51
Tabla 9. Localización geográfica de las celdas codificadas con los lugares propuestos por el GADM-CG	52
Tabla 10. Clasificación de los Perfiles del Suelo	58
Tabla 11. Clasificación de residuos de escombros por etapas	64
Tabla 12. Clasificación de residuos de escombros en referencia al cantón Guano	65
Tabla 13. Diagnóstico actual del manejo de los lugares no autorizadas	66
Tabla 14. Generación de escombros del lugar no autorizado 1, “San Andrés”	67
Tabla 15. Generación de escombros en el lugar no autorizado 2, “Vía Langos 1”	70
Tabla 16. Generación de escombros en el lugar no autorizada 3, “Vía Langos 2”	72
Tabla 17. Generación de escombros en el lugar no autorizada 4 “San Gerardo”	75
Tabla 18. Generación de escombros en el lugar no autorizada 5 “Cerro Igualata”	77
Tabla 19. Caracterización del volumen total de residuos de escombros generados en los lugares no autorizados.	80
Tabla 20. Crecimiento poblacional para el periodo de 20 años en el cantón Guano	82
Tabla 21. Proyección del cálculo del volumen de generación en el cantón Guano, Año 2022 - 2042	83
Tabla 22. Cálculo del volumen de escombros	85
Tabla 23. Mapas de criterios para la selección de la ubicación	87
Tabla 24. Matriz de Comparación por Pares	88
Tabla 25. Matriz Normalizada	89

Tabla 26. Consistencia de la Matriz Normalizada	91
Tabla 27. Porcentaje de Cumplimiento de los Criterios en la Sectorización del cantón Guano..	93
Tabla 28. Información de la cantidad de predios identificados en los sectores aptos.....	96
Tabla 29. Identificación de los lugares pertenecientes al GADM-CG	97
Tabla 30. Sectorización y Descripción de los Lugares disponibles por el GADM-CG.....	98
Tabla 31. Parroquias del cantón Guano y su valor correspondiente del factor Z	113
Tabla 32. Valores del factor Z en base a la zona sísmica	113
Tabla 33. Tipos de suelos y Factores de sitio Fa en base a la parroquia San Andrés	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de manejo de residuos de escombros -----	27
Figura 2. Escombrera de Vaguada-----	31
Figura 3. Escombrera de Ladera -----	32
Figura 4. Establecimiento de Divisoria -----	32
Figura 5. Escombrera Exenta o de Llanura -----	33
Figura 6. Escombrera de Hueco Minero-----	33
Figura 7. Sistema de Vertido Libre-----	34
Figura 8. Sistema de Vertido por Fases Adosadas -----	34
Figura 9. Sistema de Vertido de Dique de Retención en Pie -----	35
Figura 10. Sistema de Vertido por Fases Ascendentes Superpuestas-----	36
Figura 11. Mapa de ubicación de la Zona de Investigación -----	38
Figura 12. Fases de la Metodología -----	39
Figura 13. Mapa de sectorización de los lugares identificados como no autorizados -----	42
Figura 14. Mapa para la selección del emplazamiento -----	45
Figura 15. Mapa referencial de los tipos de suelos del cantón Guano. -----	55
Figura 16. Mapa para el Diseño Sísmico-----	57
Figura 17. GPS Estacionario Trimble utilizado para el levantamiento-----	59
Figura 18. Resumen de la composición de residuos de escombros en su totalidad según su procedencia -----	61
Figura 19. Tipos de composición de residuos de escombros en porcentaje volumétrico -----	62
Figura 20. Mapa de Ubicación del lugar no autorizado 1. “San Andrés” -----	69
Figura 21. Mapa de Ubicación del lugar no autorizado 2, “Langos 1” -----	71
Figura 22. Ubicación del lugar no autorizada 3, “Vía Langos 2” -----	74
Figura 23. Mapa de Ubicación del lugar no Autorizado 4, “San Gerardo”-----	76
Figura 24. Mapa de ubicación de los lugares no autorizados 5, Cerro Igualata -----	79
Figura 25. Esquema de manejo y disposición final de residuos de escombros en el cantón Guano -----	86
Figura 26. Sectorización y codificación del cantón Guano -----	92

Figura 27. Sectorización de las celdas que cuentan con el 100% de cumplimiento de los criterios de ubicación-----	94
Figura 28. Identificación de los predios bajo propiedad de los sectores aptos-----	95
Figura 29. Sectorización y ubicación de las celdas pertenecientes a los lugares establecidos por el GADM-CG -----	99
Figura 30. Ubicación de la “Concesión Miraflores de Guano” -----	100
Figura 31. Verificación de cumplimiento de criterio de Distancia a los Recursos Hídricos de la Concesión Minera Miraflores -----	101
Figura 32. Verificación de cumplimiento del criterio de Uso de Suelo de la Concesión Minera Miraflores -----	102
Figura 33. Sectorización de la ubicación de la “Concesión Sigsipamba”-----	103
Figura 34. Verificación de cumplimiento del criterio de Recursos Hídricos de la Concesión Sigsipamba-----	104
Figura 35. Verificación de cumplimiento del criterio de Uso de Suelo de la Concesión Sigsipamba -----	105
Figura 36. Sectorización de la Ubicación del Lugar de “San Vicente” -----	106
Figura 37. Verificación de cumplimiento del criterio de Recursos Hídricos de la Concesión San Vicente-----	107
Figura 38. Verificación de cumplimiento del criterio de Distancia a Zonas Urbanas de la Concesión San Vicente -----	108
Figura 39. Selección del lugar apto para la ubicación de una escombrera-----	109
Figura 40. Formación geológica del área establecida para la escombrera -----	110
Figura 41. Conformación de los pisos del área de Miraflores de Guano-----	111
Figura 42. Mapa de identificación del tipo de suelo del área de Miraflores de Guano-----	112
Figura 43. Perfiles del levantamiento topográfico del área de Miraflores de Guano -----	115
Figura 44. Gráfica en 3D del levantamiento topográficos del área de Miraflores de Guano----	116
Figura 45. Área de emplazamiento de hueco minero y el sistema de vertido por fases ascendentes superpuestas -----	116
Figura 46. Cálculo del volumen total de la escombrera municipal del cantón Guano-----	118
Figura 47. Diseño de las dos terrazas correspondientes a la primera etapa-----	120
Figura 48. Diseño de las dos terrazas correspondientes a la segunda etapa -----	121
Figura 49. Diseño de la última terraza correspondiente a la tercera etapa -----	121

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fórmula para calcular la población afectada	43
Ecuación 2. Fórmula de la Proyección de la Población.....	43
Ecuación 3. Fórmula de Volumen de Residuos.....	44
Ecuación 4. Fórmula de la ecuación del índice de Consistencia	44
Ecuación 4. Índice de consistencia.....	48
Ecuación 6. Fórmula del Índice de Consistencia Aleatoria	48
Ecuación 7. Fórmula de la Razón de Consistencia.....	48
Ecuación 8. Fórmula para el cálculo del Componente Horizontal	48
Ecuación 9. Fórmula para el cálculo de la aceleración máxima.....	56
Ecuación 10. Fórmula para el cálculo de la componente vertical	56
Ecuación 11. Fórmula para el cálculo de la altura de la escombrera.....	59
Ecuación 12. Fórmula para el cálculo de la vida útil de la escombrera	117

RESUMEN

La generación de los residuos de escombros y su deficiencia en la gestión integral de los mismos a nivel mundial, nacional o incluso local, son alarmantes; como lo evidencia el cantón de Guano, el cual no cuenta con un plan de manejo que establezca los parámetros técnicos de respuesta ante el problema. Bajo este contexto, la presente investigación tiene como objetivo fundamental; el diseño de una escombrera municipal que acumule este tipo de residuos bajo todos los parámetros técnicos establecidos. Mediante el estudio descriptivo y revisión bibliográfica, en donde se realizará la caracterización de los residuos de escombros que se generan dentro del cantón Guano; bajo la aplicación del Proceso de Planificación en el Sector Constructivo, en donde se determinó la totalidad de la población actual del año 2022 como muestreo poblacional base y su proyección al año 2042 de la población futura para la estimación de valores de los volúmenes de residuos de escombros.

Luego se procederá con la selección del emplazamiento con mejores características ambientales para la ubicación de la escombrera municipal, mediante el software de localización espacial como el ArcGIS y aplicando la metodología del Proceso Analítico Jerárquico; en donde, por medio de la ponderación de criterios técnicos y la sectorización del cantón Guano aplicando la Malla Vectorial Fishnet con un área de 4 km² de cada celda y su respectiva codificación; permitió la identificación de las zonas aptas y no aptas en el cantón, dando como resultado el cumplimiento al 100% de los criterios en tres celdas (A5, B2 y B3). Pero en vista de la respuesta rápida ante esta problemática, el GADM-CG propuso tres lugares (Sigsipamba, San Vicente y Miraflores) que fueron sometidos al mismo análisis técnico, en la cual se identificó que la Concesión de Miraflores de Guano es apta para el diseño de una escombrera.

Una vez seleccionado el lugar, se procedió con el levantamiento topográfico de la zona para la identificación de las diferentes elevaciones y sus características; en donde, se determinó que la escombrera es de tipo Hueco Minero y su sistema de vertido debe ser por fases ascendentes superpuestas. Con esta característica, se procedió con el diseño estructural mediante el AutoCAD civil 3D; para lo cual, la escombrera contará con una altura máxima de 30 metros conformada por 5 terrazas, un volumen total de 152.464,69 m³ y un tiempo de vida útil de 13,1 años.

Palabras Claves: Caracterización / Emplazamiento / Escombrera / Fases Ascendentes Superpuestas / Gestión Integral / Levantamiento Topográfico / Proceso Analítico Jerárquico.

ABSTRACT

The generation of debris waste and its deficiency in integral management at a global, national, or even local level is alarming; as evidenced by the canton of Guano, this area doesn't have a waste management plan establishing the technical parameters of response to the problem. In this context, the main objective of this research is the design of a municipal landfill that accumulates this type of waste under all the established technical parameters through the descriptive study and bibliographic review, where the characterization of the debris waste generated within the Guano canton will be carried out; under the application of the Planning Process in the Construction Sector, where the totality of the current population of the year 2022 was determined as a base of population sampling and the projection to the year 2042 of the future people for the estimation of values of the volumes of debris waste.

Then we proceed with the selection of the site with the best environmental characteristics for the location of the municipal landfill, using spatial location software such as ArcGIS and applying the methodology of the Analytic Hierarchy Process, where employing the weighting of technical criteria and the sectorization of Guano canton applying the Vector Mesh Fishnet with an area of 4 km² of each cell and its respective codification; allowed the identification of the suitable and unsuitable location in the canton Guano, resulting in 100% compliance with the criteria in three cells named (A5, B2, and B3). But because of the rapid response to this problem, the municipality proposed three sites (Sigsipamba, San Vicente, and Miraflores) that were subjected to the same technical analysis, in which it was identified that the Miraflores de Guano Concession is suitable for the design of a landfill.

Once the site was selected, we proceeded with the topographic survey of the area to identify the different elevations and their characteristics. It was determined that the dump is of the Hollow Mine type, and its dumping system must be by superimposed ascending phases. With this characteristic, we proceeded with the structural design using AutoCAD.

Civil 3D; for which the dump will have a maximum height of 30 meters formed by five terraces, a total volume of 152.464,69 m³, and a useful life of 13,1 years.

Keywords: Characterization / Site / Tip / Overlapping Rising Phases / Integral management / Topographic survey / Analytical Hierarchical Process.



Reviewed by:
Danilo Yépez Oviedo
English professor UNACH
06015746

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El crecimiento y desarrollo territorial, principalmente de los centros urbanos y núcleos de población; se debe a las diversas actividades de construcción que generan grandes cantidades de residuos de escombros a nivel mundial.

En torno al conocimiento, (Suárez et al., 2019) sostiene que este sector es responsable del 40% de la energía consumida, del 50% de los recursos naturales empleados y del 50% de los residuos generados. Si no se optan medidas urgentes, para el año 2050 los desechos a nivel mundial crecerán un 70% con respecto a los niveles actuales impulsada por la rápida urbanización y el crecimiento de las poblaciones. (p. 228)

Debido a estas actividades, se generan varios impactos de manera directa en el medio ambiente y la sociedad; en donde, se refleja la necesidad de un sistema de gestión especial para este tipo de residuos. De acuerdo con informes del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador (INEC); se otorgaron 46.799 permisos de construcción en los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales registrados en los años 2021 y 2022, aportando en la ejecución de reglamentos y normativas que constituyen un paso hacia soluciones integrales para impulsar la gestión de residuos de escombros en los municipios del país (INEC, 2022).

El cantón Guano debido al desconocimiento del tipo de residuos de escombros generados, carece de un correcto sistema de gestión de los mismos. En donde, se ven afectados los ejes social, ambiental, económico y técnico. Bajo este contexto, el transporte y disposición final de estos residuos, se los acumula en un área ubicada en la parroquia de San Andrés que no cuenta con la reglamentación adecuada de diseño.

La presente investigación se enfocó en diseñar un lugar apropiado, bajo todos los parámetros técnicos ambientales establecidos por las diversas entidades legales del Ecuador, mediante datos investigativos y cuantitativos, con el propósito de establecer una correcta gestión de los residuos de escombros que se generan en el cantón Guano; mediante la implementación de una escombrera municipal que permita la ejecución de dicha estrategia de control.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En diferentes partes del país existen barreras y limitantes para llevar a cabo una correcta gestión integral de los residuos provenientes de las diferentes actividades de construcción y mantenimiento de las zonas urbanas y rurales de los cantones. Una de esas barreras es la falta de estándares de diseño para la reducción de residuos de escombros, su disposición final y la inexistencia de una planificación urbana adecuada. De modo que las limitaciones existentes para la gestión de este tipo de residuos son: la falta de orientación para la recolección y clasificación efectiva de los mismos, la carencia de conocimientos en temas de reutilización y la inexistencia de un mercado desarrollado para el comercio de estos (Rea & Hermida, 2017, p. 53).

Según el inventario de recolección de escombros perteneciente al año 2022 facilitado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Guano, se generan aproximadamente 640 m³/mes de residuos de escombros que se disponen para usos de rellenos en puentes cercanos al cantón, reasfaltado de vías de segundo orden o sitios no autorizados, que se ejecutan ante la falta de un diseño técnico de gestión (Información otorgada por el departamento de Maquinaria Pesada y Mantenimiento Vial del GADM-CG). Así mismo se refleja las necesidades en cuanto a: la falta de sensibilidad, conciencia y responsabilidad ambiental por parte de la ciudadanía, al desconocimiento de la reutilización de productos que pueden ser reciclados, a la carencia del fortalecimiento de normas o reglamentos para el manejo de residuos escombros en el sitio donde se generan; lo cual, ocasiona problemas medio ambientales en los recursos suelo, aire y agua, afectando el entorno social y la generación de una mala calidad paisajística para los habitantes.

En vista de la necesidad por la cual atraviesa el cantón Guano, el propósito del proyecto de investigación se enfocó en la realización de un diseño de escombrera de manera técnica, económico, ambiental y social; lo cual, servirá como respuesta ante la generación de residuos de material pétreo, residuos forestales, desperdicios que se encuentran en las vías, material de cerámica, residuos de elementos prefabricados y materiales de parques y estadios (Información facilitada por el Departamento de Maquinaria Pesada y Mantenimiento Vial del GADM-CG en el periodo 2022).

La finalidad de la investigación es promover el desarrollo sostenible y garantizar un ambiente sano y equilibrado, trabajando en conjunto con las autoridades pertenecientes al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Guano, tomando en cuenta todas las variables que influyen en el diseño de un espacio en beneficio de la población, enfocado en mejorar la calidad de vida de los mismos, impulsando la iniciativa de un correcto manejo de los residuos en temas de leyes ambientales que ejecuten sanciones que logren desincentivar a los infractores de la norma, fortaleciendo las políticas ambientales del cantón.

JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto de investigación se justificará debido a la necesidad que atraviesa el cantón Guano en temas de gestión de residuos de escombros, ya que estos aumentan de manera considerable en cada actividad de desarrollo que se lleve a cabo dentro del cantón. Considerando que, una de las principales fuentes generadoras se da por actividades de construcción en las zonas urbanas y rurales; los cuales, al momento de limpiar o despejar cualquier tipo de área no siguen un protocolo establecido por la municipalidad local en cuanto a la clasificación, transportes y disposición final de manera técnica.

Mediante la caracterización de los residuos de escombros generados en las diferentes actividades de construcción o limpieza de áreas dentro del cantón Guano, se establecerá una línea base en cuanto a la identificación de los volúmenes, recolección y posible tratamiento de los mismos, sin excluir la idea del reciclado de ciertos materiales recolectados.

En base a los tipos de residuos y sus fuentes de generación, se establecerá el lugar óptimo para su disposición final, mediante análisis de decisión multicriterio en base a criterios aplicados por otros Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales y bajo la guía del departamento de Ambiente y Riesgos del GADM-CG, siguiendo todos los parámetros en cuanto a los distintos cuerpos legales de construcción establecidas en el Ecuador y fuentes bibliográficas relacionadas con el tema para seleccionar la ubicación de un lugar apropiado para el diseño de una escombrera municipal.

Con una clasificación de los residuos clara y un fortalecimiento técnico en cuanto a criterios de ubicación, se procederá con el diseño en base a la topografía del lugar seleccionado para el diseño; con la finalidad de garantizar un correcto sistema de disposición final de este tipo de residuos.

OBJETIVOS

1.1.Objetivo General

- Proponer el diseño de escombrera para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Guano, Provincia de Chimborazo.

1.2.Objetivos Específicos

- Caracterizar los residuos de escombros que se originan en el cantón Guano.
- Determinar la ubicación del emplazamiento mediante análisis de decisión multicriterio para el establecimiento de la escombrera.
- Identificar el tipo de diseño de la escombrera adecuada a la ubicación seleccionada para la construcción.

CAPÍTULO II

2.1. Residuos de Escombros

2.1.1. Definición.

Son aquellos residuos sólidos denominado como no peligroso, que restan de las actividades de construcción de obras civiles, complementarias o conexas y restos; ya sea de carácter público o privado, catalogándolos como residuos básicamente inertes (Pacheco et al., 2017, p. 536). Una de las formas de clasificación internacional es caracterizar estos residuos de acuerdo a su composición:

- **Materiales de excavación:** tierra, arena, grava, rocas, piedras, etc.
- **Construcción y mantenimiento de obras civiles:** asfalto, arena, grava y metales, madera.
- **Materiales de demolición:** bloques de hormigón, cemento, ladrillos, yeso, porcelana, cal-yeso entre otros (Pacheco et al., 2017).

2.1.2. Generación

Son todos los residuos de origen biológico o no biológico provenientes de las diferentes actividades antropogénicas que ocurren en una variedad de formas y en los diferentes procesos de construcción y mantenimiento en zonas urbanas y rurales, influyendo impactos sobre los recursos naturales y sociales (Morales et al., 2011, p. 15).

La generación de residuos de escombros puede clasificarse de diversas maneras en referencia a:

2.1.2.1. Descapotes. Son aquellos residuos que se genera en la etapa de excavación, en la cual se retira el material vegetal o movimiento de tierra para la adecuación inicial del proceso constructivo en el terreno. Los residuos generados incluyen plantas y suelos con alto contenido de materia orgánica, arena, limo y arcilla; se pueden utilizar para labores de relleno de jardines y zonas verdes.

2.1.2.2. Excavaciones. Son todos los residuos de origen biológico proveniente de actividades de construcción (excavación para cimientos, alcantarillas y servicios bajo el nivel del suelo), los materiales provenientes de las excavaciones pueden usarse más tarde en la misma obra, como en rellenos o capas de base.

2.1.2.3. Explanaciones. Son todos los materiales producidos por actividades relacionadas a los movimientos de tierra que son adecuadas en áreas previstas para construcción de obras de cualquier tipo, es decir; permitiendo determinar perfiles y niveles definitivos en los terrenos. La materia residual generada, se puede procesar de la misma manera que los materiales de las excavaciones.

2.1.2.4. Construcción y Demolición. Los residuos de demolición se generan después de realizar una obra en la zona urbana (restos de mamposterías, losas de hormigón, estructuras como vigas y columnas) y no son caracterizados como residuos sólidos urbanos (domiciliarios y comerciales). Este tipo de materiales pueden ser reutilizables, como los áridos y minerales que pueden servir como base o cimentación de estructuras (Morales et al., 2011).

2.2. Clasificación de los Tipo de Escombros

2.2.1. Materiales de la construcción

Se denomina a toda materia prima destinada para la construcción de obras civiles, cuyas actividades generan residuos durante la renovación, demolición, restauración y remodelación. Se consideran otros elementos generados en dicha obra, como; varillas, madera, chatarra, cemento y ladrillos; que requieren de la gestión de los mismos (Arias et al., 2018).

2.2.2. Residuos peligrosos

Son aquellos residuos que representa un peligro para la salud humana o el medio ambiente, creados en diferentes actividades de carácter comercial o industrial que contenga sustancias químicas, como son: plomo, asbesto de yeso, diluyentes de pintura, limpiadores, solventes y mercurio.

2.2.3. Materiales de dragado

Son el conjunto de actividades de limpieza que generan residuos que son básicamente restos forestales, tierra y roca; gran parte de estos residuos se pueden reciclar y reintroducir en nuevos proyectos de construcción con una manipulación eficiente (Arias et al., 2018).

2.3. Manejo y disposición final de escombros

2.3.1. Derecho de la naturaleza

La naturaleza es un lugar donde se reproduce y se desarrolla la vida, el cual fomenta el derecho a cuidarla y respetarla. La Constitución del Ecuador promulga; que toda persona, comunidad, población, barrio o nacionalidad puede reclamar a las autoridades el derecho a

cuidar la naturaleza a través de un respecto integral de sus ciclos vitales, la estructura de los procesos evolutivos y la restauración para las futuras generaciones (Lexis, 2017).

2.3.2. Protección Ambiental

Es el conjunto de medidas tomadas desde el ámbito público y privado para cuidar el hábitat natural, lo cual implica evitar el deterioro y la contaminación del mismo mediante diversas acciones, tales son (Lexis, 2017):

- Impedir o limitar la tala de los árboles.
- Proponer un buen tratamiento a los residuos.
- Utilizar fuentes de energía renovables y disminuir el consumo de combustibles.
- Minimizar los ruidos.
- Reciclar la basura., entre otras.

2.3.3. Gestión integral de residuos sólidos

Es un sistema de saneamiento ambiental que se desarrolla mediante la gestión de residuos orgánicos, residuos peligrosos (sustancias químicas) y residuos no peligrosos (figura 1); cuyas estrategias buscan el desarrollo sostenible y sustentable, con la finalidad de la reducción del volumen de los residuos para su posterior disposición final (Rea & Hermida, 2017, p. 19).

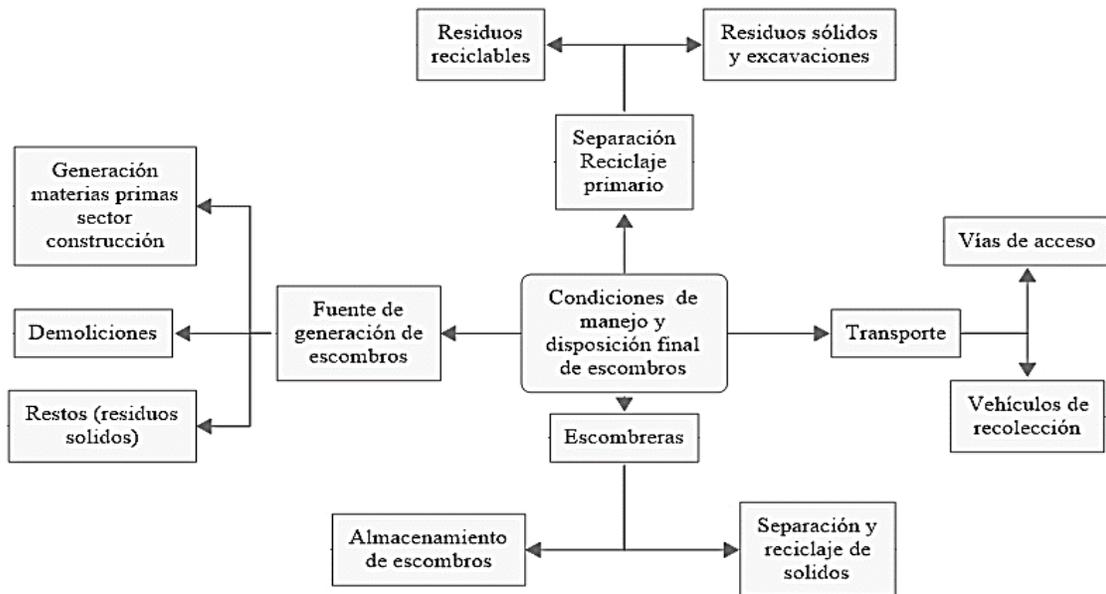


Figura 1. Esquema de manejo de residuos de escombros

Fuente: Elaborado por el Investigador

2.3.4. Sostenibilidad y Sustentabilidad Ambiental

La sostenibilidad es la gestión eficiente de los recursos naturales en las diversas actividades de producción, transporte y procesamiento, lo cual permita preservar los mismos para las generaciones futuras (Rea & Hermida, 2017).

La sustentabilidad es la aptitud que tiene una sociedad para el uso racional, consciente y responsable de sus recursos naturales; sin excederse o extinguir su capacidad de renovación, con la finalidad de no limitar el acceso de estos por parte de las generaciones futuras (Rea & Hermida, 2017, p. 20).

2.4. Caracterización de los residuos de Escombros

2.4.1. Origen

Se refieren a materiales que son descartados al final de su vida útil y que generalmente no poseen algún valor económico. Estos residuos proceden de diversas actividades de construcción, demolición, mantenimiento y limpieza de zonas urbanas y rurales (Landau, 2006).

2.4.2. Composición

Es la descripción individual que constituye el proceso de los componentes de los residuos sólidos de escombros, variando en función del tipo de obra del que se trate; manifestando su distribución en datos de las materias primas que utiliza el sector.

Es de suma importancia considerar el porcentaje de cada uno de los residuos que se puedan generar en diferentes sectores, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Crterios de composición de residuos de construcción en porcentajes volumétricos (%)

N°	Materia	%Volumen	Unidad
1	Arena	60	m ³
2	Yeso Natural	1	m ³
3	Grava	14	m ³
4	Arcilla	6	m ³
5	Piedra natural	4	m ³
6	Metales	4	m ³
7	Plásticos	3	m ³
8	Madera	2	m ³
9	Caliza (Producción de cemento)	6	m ³
Total, Peso Volumétrico %		100	m³

Nota. Fuente (Landau, 2006).

Los residuos de escombros que llegan al vertedero generan un 75% de su totalidad desglosados en los siguientes materiales, como se muestra en la tabla 2

Tabla 2*Composición de materiales en % de Peso*

Nº	Materia	%Peso	Unidades
1	Escombros	75	m ³ /kg
2	Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	54	m ³ /kg
3	Hormigón	12	m ³ /kg
4	Piedra	5	m ³ /kg
5	Grava y otros áridos	4	m ³ /kg
6	Resto	25	m ³ /kg
7	Madera	4	m ³ /kg
8	Vidrio	0,5	m ³ /kg
9	Plástico	1,5	m ³ /kg
10	Metales	2,5	m ³ /kg
11	Asfalto	5	m ³ /kg
12	Yeso	0,2	m ³ /kg
13	Papel	0,3	m ³ /kg
14	Basura	7	m ³ /kg
15	Otros	4	m ³ /kg
Total, Peso Volumétrico %		100	m ³ /kg

Nota. Fuente (Landau, 2006).

2.4.3. Clasificación

Es la realización en base a su composición, relacionándolos con contenidos tales, como la separación selectiva, la recogida de forma ordenada (Construcción y Demolición) y la peligrosidad por parte de los mismos. Pueden clasificar en:

- Residuos de Escombros no inertes, justificando una separación y recogida selectiva en función al valor económico que esta puede presentar.

- Residuos de Escombros Inertes, justificando una separación y recogida selectiva principalmente en materiales contenidos en la corriente destinada a machaqueo, identificando materiales tales como: ladrillos y tejas.
- Residuos de escombros y potencialmente peligrosos (Arias et al., 2018).

2.5.Lugar de Emplazamiento

La elección del emplazamiento de una escombrera (Donaire et al., 2015) afirma que si se dictamina mediante la toma de decisión a través del cumplimiento que establecen ciertos criterios de diversos entornos: técnicos, económicos, ambientales y sociales . Mediante la aplicación del ámbito jurídico y la legislación ambiental, el estado garantiza un ambiente sano y libre de contaminación. (p.58)

La elección del área de implantación de una escombrera establece diversos objetivos, entre los que cabe destacar los siguientes:

- Realizar la integración y restauración de la estructura del entorno.
- Garantizar el drenaje del agua.
- Reducir los costes de transporte y vertido.
- Reducir el área afectada.
- Evitar el cambio en hábitats y especies protegidas (Donaire et al., 2015).

2.6.Tipología de Escombreras

2.6.1. Definición de Escombrera

Una escombrera es un lugar destinado para el acopio y acumulación de residuos de escombros de granulometría variables proveniente de las diferentes etapas de una obra civil, bajo todos los parámetros ambientales y legales (Actis, 2009).

2.6.2. Tipo de escombrera por su dimensión

Lugares con características topográficas de superficie variada cuya acumulación de escombros que sobrepase los 25.000 m³ de volumen y los 15 metros de altura entre su pie y la

parte superior geográfica del lugar, tienden a dividirse en tres grupos que son (Donaire et al., 2015):

- **Grandes:** Aquellas cuya altura sea superior a 30m.
- **Medianas:** Aquella cuya altura sea superior a 20m e inferior a 30m.
- **Pequeñas:** Aquellas cuya altura sea superior a 15m e inferior a 20 m.

2.6.3. Tipo de escombrera por su emplazamiento

Área de establecimiento apto para el diseño de la escombrera cuyas zonas intervenidas en actividades antrópicas requiere de un relleno previo con materiales gruesos seleccionados, con el fin de conseguir el drenaje adecuado, evitando que el agua no entre en contacto con los estériles (Donaire et al., 2015). De acuerdo a los tipos de escombreras según el lugar de emplazamiento se clasifican en:

2.6.3.1. De Vaguada. Escombrera que tiene la capacidad de rellenar parcial o totalmente un valle o vaguada, aprovechando la superficie de la escombrera con una cierta inclinación para prevenir la acumulación de agua en la parte superior, en función al condicionamiento de aguas arriba dependiendo de la altura de la escombrera, en ciertos casos se requiere instalar el sistema de drenaje en su interior (Donaire et al., 2015, p. 59) figura 2.

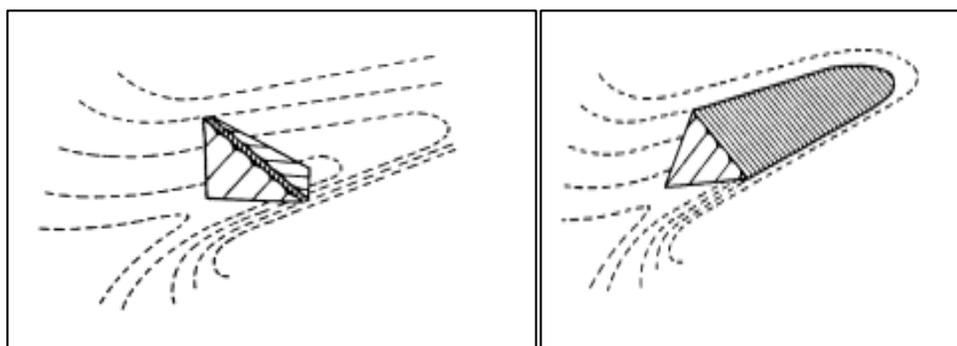


Figura 2. Escombrera de Vaguada

Fuente: (Donaire et al., 2015, p. 59)

2.6.3.2. De ladera. Escombreras ubicadas en sectores con pendientes con un grado de inclinación de hasta el 8%, sin llegar a bloquear totalmente el drenaje principal. En general, el talud de la escombrera está en función de la inclinación de la superficie del terreno sobre la que se apoya (Morales et al., 2011, p. 81), figura 3.

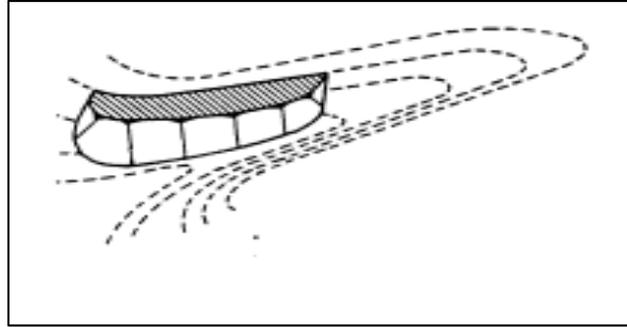


Figura3. Escombrera de Ladera

Fuente: (Donaire et al., 2015, p. 60)

2.6.3.3. Relleno de cresta de loma o de Divisoria. Es un caso especial de escombrera en ladera, la cual se encuentra situada y queda apoyada sobre ambos lados de la línea divisoria del terreno (Donaire et al., 2015), figura 4.

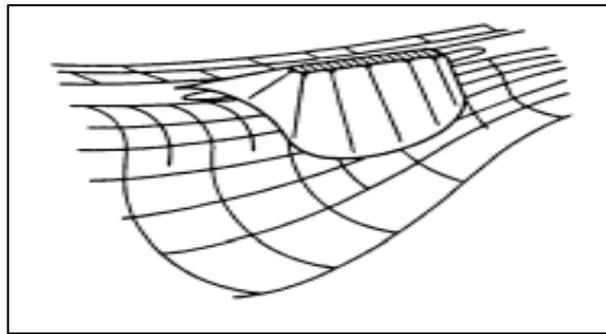


Figura 4. Establecimiento de Divisoria

Fuente: (Donaire et al., 2015, p. 60)

2.6.3.4. En llanura o exenta. El diseño de la escombrera se construye por medio de apilamiento o amontonamiento de material sobre un terreno plano o con ligera inclinación, cuando la escombrera alcanza una altura considerable; la construcción se realiza mediante terrazas y bermas (Donaire et al., 2015), figura 5.

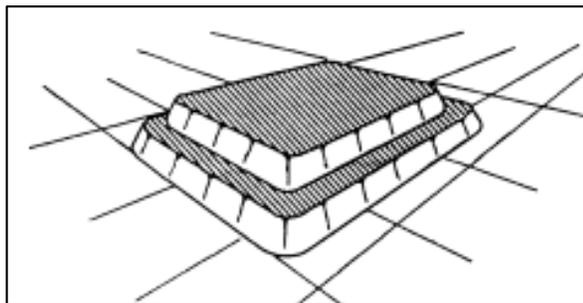


Figura 5. Escombrera Exenta o de Llanura

Fuente: (Donaire et al., 2015, p. 60)

2.6.3.5. De relleno de corta o hueco minero. Escombrera establecida para la recuperación de terrenos debido a las actividades antrópicas que genera gran presión ambiental, mediante la acumulación de residuos de los procesos mineros y residuos de escombros generados en el sector urbano (Donaire et al., 2015, p. 12).

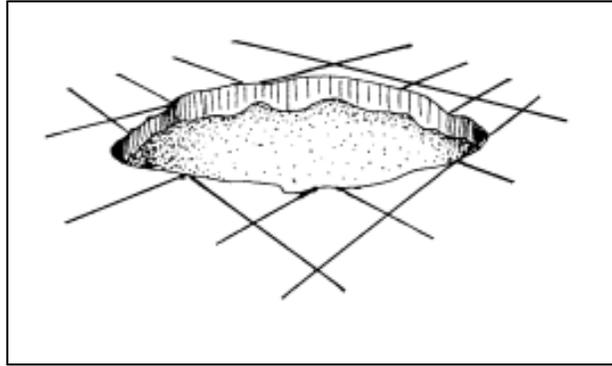


Figura 6. Escombrera de Hueco Minero

Fuente: (Donaire et al., 2015, p. 61)

2.7. Tipo de sistema de vertido de la escombrera

Sistema que trabaja dependiendo de la secuencia constructiva en zonas con pendiente que condiciona el tipo de vertido; siendo así el caso, puede darse de la siguiente manera:

- 1) Vertido libre
- 2) Vertido por fases adosadas
- 3) Dique de retención en pie
- 4) Fases ascendentes superpuestas

2.7.1. Vertido libre o por gravedad

Este sistema de vertido se implementa en escombreras de pequeñas dimensiones, no son recomendables debido a que el riesgo de rodadura de las rocas no aporta la inclinación segura en las fases del proyecto, caracterizado por presentar en cada instante un talud que coincide con el ángulo de reposo de los estériles y una segregación por tamaños muy limitada (Piña, 2012).

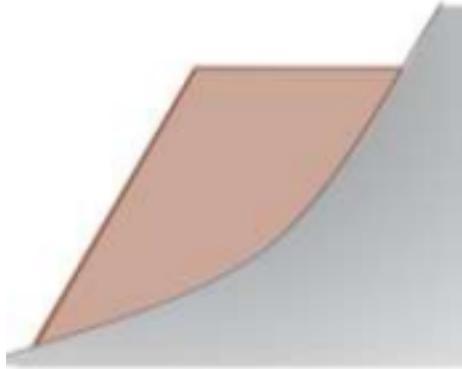


Figura 7. Sistema de Vertido Libre

Fuente: (Piña, 2012)

2.7.2. Vertido por fases adosadas

Sistema que proporciona mayor estabilidad y seguridad, ya que; consigue una menor altura del talud. La altura total puede convertirse en una limitante, debido a consideraciones de prácticas al acceder a pisos inferiores del proyecto (Piña, 2012, p. 13).

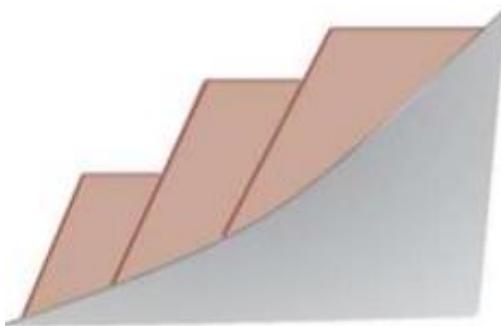


Figura 8. Sistema de Vertido por Fases Adosadas

Fuente: (Piña, 2012)

2.7.3. Dique de retención en pie

Sistema que se aplica cuando los residuos a verter no son uniformes y tienen propiedades geotécnicas y litológicas diferentes, para lo cual es recomendable construir una presa o dique vertical de materiales más gruesos y duraderos, con la finalidad de que actúe como un muro de contención en sus asentamientos para la acumulación de residuos estériles (Actis, 2009).

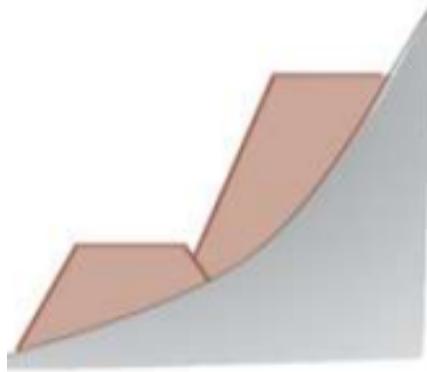


Figura 9. Sistema de Vertido de Dique de Retención en Pie

Fuente: (Piña, 2012)

2.7.4. Fases ascendentes superpuestas

Sistema que aporta una mayor estabilidad en sus asentamientos, ya que reduce los taludes finales y consigue una mayor compactación del material acumulado; debido a esto, los procesos de vertido dictaminan en gran medida el método de construcción o el diseño de la escombrera (Piña, 2012). Generalmente se reconocen dos métodos de vertido, que son:

1. Por tongadas
2. Por basculamiento final

En exploraciones en donde la topografía es suave, se recomienda el basculamiento final para aprovechar el tránsito de camiones y lograr una mejor compactación de los materiales (Actis, 2009).

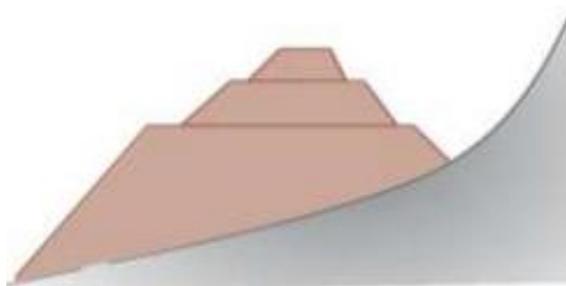


Figura 10. Sistema de Vertido por Fases Ascendentes Superpuestas

Fuente: (Piña, 2012)

2.8.Método de construcción de la escombrera

El método de construcción de escombreras tiene una gran importancia sobre la homogeneidad y estabilidad de la misma, predominando la estratificación horizontal o paralela al talud. Las escombreras se construyen en una serie de elevaciones o plataformas ya sea en secuencia ascendente o descendente (Donaire et al., 2015).

2.8.1. Por basculamiento final

Método de explotación en donde la zona presenta una topografía suave, es aplicable para el aprovechamiento del tránsito de camiones, con la finalidad de lograr una mejor compactación de los materiales. No obstante, este tipo de vertederos son susceptibles a la erosión por las aguas de escorrentía (Donaire et al., 2015).

2.8.2. Por tongadas horizontales compactadas

Método más recomendable debido que aporta una mayor estabilidad en la construcción de los cimientos, basándose en una combinación de factores que incluyen:

- La reducción de la distancia de acarreo.
- Accesibilidad a la obra.
- Una mayor capacidad disponible y estabilidad de la escombrera (Generalmente es crítico durante la construcción) (Piña, 2012).

CAPÍTULO III

MARCO LEGAL

Para el diseño de la escombrera municipal del cantón Guano, se deberán tener en consideración las leyes establecidas por la Constitución del Ecuador, en la cual se describan específicamente para el tipo de residuo que se gestionará, respetando los ejes económico, ecológico y social. Como se puede observar a continuación:

- La Constitución de la República del Ecuador 2008.
- Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.
- Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos.
- Código Orgánico de Organización Territorial (COOTAD).
- Código Orgánico del Ambiente (COA).
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD).
- Acuerdo Ministerial No. 061 – Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULSMA).
- Ordenanza No. 001-2009 Sustitutiva a la Primera Reforma a la Ordenanza Sustitutiva que Regula el Uso y Ocupación del Suelo en el cantón Guano.

Conjuntamente con el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Guano, sobre todo del Departamento de Ambiente y Riesgos; se analizaron los artículos correspondientes a los títulos enmarcados anteriormente, permitiendo el fortalecimiento legal en cuanto al diseño y gestión de una escombrera municipal.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Área de Estudio

El presente proyecto se ejecutó en el cantón Guano, el cual está ubicado en la Sierra Central; en el Altiplano Andino al norte de la provincia de Chimborazo con coordenadas UTM 763576,6 E y 9822126,5 N. Contando con una superficie de 473 km² y con un rango altitudinal que va desde los 2.000 m.s.n.m. hasta los 7.310 m.s.n.m. (Villacís & Carrillo, 2012).

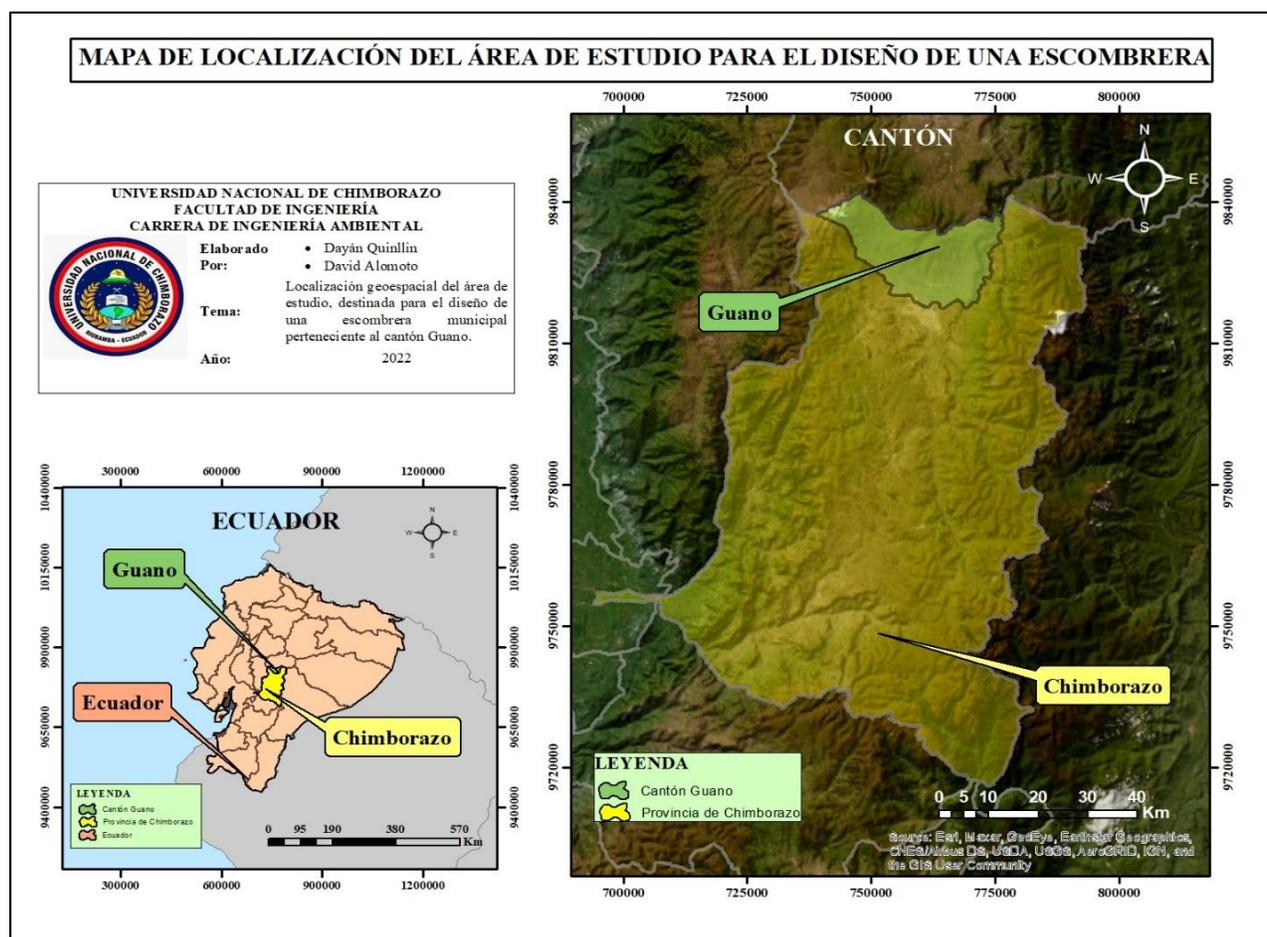


Figura 11. Mapa de ubicación de la Zona de Investigación

Fuente: Elaborado por el investigador.

4.2. Metodología para la Propuesta de Diseño de la Escombrera

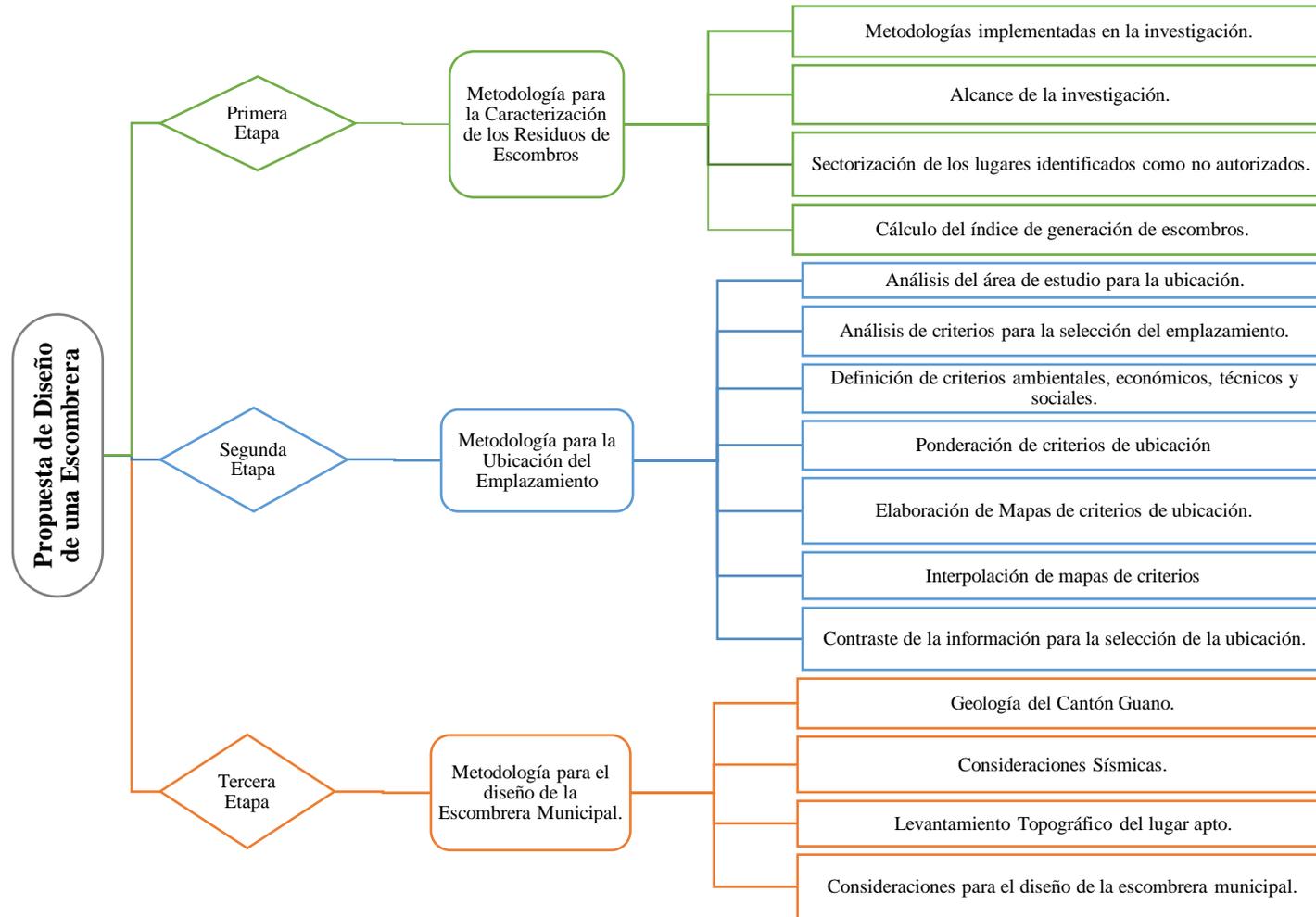


Figura 12. Fases de la Metodología
Fuente: Elaborado por el investigador.

4.3. Primera Etapa

4.3.1. Metodologías para la caracterización de residuos de escombros

La presente investigación, se trabajó mediante el método descriptivo, ya que esta permite; recolectar, organizar, sintetizar, ampliar y exteriorizar la información logrando resultados en referencia al cantón Guano. Así mismo, este método conlleva a comprender la explicación sistemática de datos, puesto que sirvió como una herramienta importante para su posterior tratamiento, este proceso beneficiará de manera directa a todos los implicados en el proceso de construcción en un determinado tiempo (Sandoval et al., 2016).

4.3.1.1. Fuentes bibliográfica. La investigación realizada a través de la revisión bibliográfica se efectuó conforme la caracterización de los residuos de escombros generados dentro del cantón Guano, para tal efecto se acudió a fuentes de información secundaria obtenidas en documentos autorizados por parte del GADM-CG, así también en: artículos científicos, libros y archivos (Anexo A y B).

4.3.1.2. Visita Técnica de campo. Las visitas técnicas se llevaron a cabo conjuntamente con las autoridades pertenecientes al Departamento de Ambiente y Riesgos del GADM-CG; acudiendo de manera personal con el técnico delegado a esta situación a los lugares no autorizados para la disposición final de residuos de escombros; donde se infrinjan las leyes ambientales que generen diferentes impactos negativos a los ejes ambiental, económico y social del cantón Guano (Anexo C).

4.3.1.3. Alcance de la investigación. El nivel de investigación descriptivo contribuyó en el trabajo con el accionar de la situación actual del cantón en función del manejo y disposición final de los residuos de escombros, basado en datos demográficos estadísticos; proceso en la cual, se trabajó mediante cálculos en el software Excel y el diseño de mapas referenciales en el software ArcGIS, misma información permitió proponer el diseño de una escombrera municipal en el cantón Guano (Sandoval et al., 2016).

4.3.2. Análisis de generación de escombros en el cantón Guano

El aporte de la investigación se determinó mediante la totalidad de la población del cantón Guano como muestreo poblacional; quienes son denominado como uno de los factores principales de generación de residuos de escombros en un promedio estimado. De acuerdo a la totalidad de los residuos de escombros, se los relacionó en base a su composición (Monroy, 2015).

En contraste con lo anterior, conjuntamente con el aporte del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Guano (GADM-CG), a través, de sus actividades de trabajo en mantenimiento y limpieza de las áreas perteneciente al territorio de guano; bajo la responsabilidad del Departamento de Maquinaria Pesada y Mantenimiento Vial; permitió la identificación del dato mensual en referencia al manejo y disposición final de residuos de escombros del año 2022; de la misma forma se emitió un oficio que resalta la información de recolecciones diarias de este tipo de residuos, con la finalidad de generar información sobre taza de generación de los residuos de escombros a nivel cantonal, (Información entregada por el departamento de Ambiente y Riesgos del GADM-CG) (Anexo D).

4.3.3. Sectorización de los lugares identificados como no autorizados

Como parte del estudio para la recopilación de información, se analizó el muestreo no probabilístico de cinco lugares no autorizados existentes en el cantón Guano identificados por el Departamento de Ambiente y Riesgos del GADM-CG, esto conforme a las características de anonimato y la falta de un registro oficial de los lugares en los cuales se depositan los escombros dentro de la urbe y en las zonas de las periferias; dichos sitios almacenan un volumen importante de escombros; lo cual, presenta un alto riesgo para la salud humana y el ambiente (Garz et al., 2019).

Se estableció que, por medio de cálculos de la proyección poblacional se obtuvieron los valores de volúmenes de generación de residuos de escombros en los lugares identificados como no autorizados y sus correspondientes análisis actual de las zonas establecidas; con el propósito de estimar su situación actual (Garz et al., 2019). La identificación de los cinco lugares no autorizados se visualiza en la tabla 3, como base fundamental para una correcta gestión de este tipo de residuos en el cantón Guano.

Tabla 3

Localización de los lugares identificados para muestreos

No.	Lugares no autorizados	UTM X	UTM Y
1	San Andrés	755892.77	9823545.51
2	Vía Langos 1	757405.32	9822091.83
3	Vía Langos 2	761706.64	9820917.49
4	San Gerardo	767266.34	9819514.12
5	Cerro Igualata	760890.60	9823796.24

Nota. Fuente: (Garz et al., 2019)

En la figura 14, se representa el mapa de ubicación geoespacial de los lugares identificados como no autorizados localizados en diferentes parroquias del cantón Guano, para lo cual, se realizó conjuntamente con ayuda del personal capacitado perteneciente al Departamento de Ambiente y Riesgos del GADM-CG.

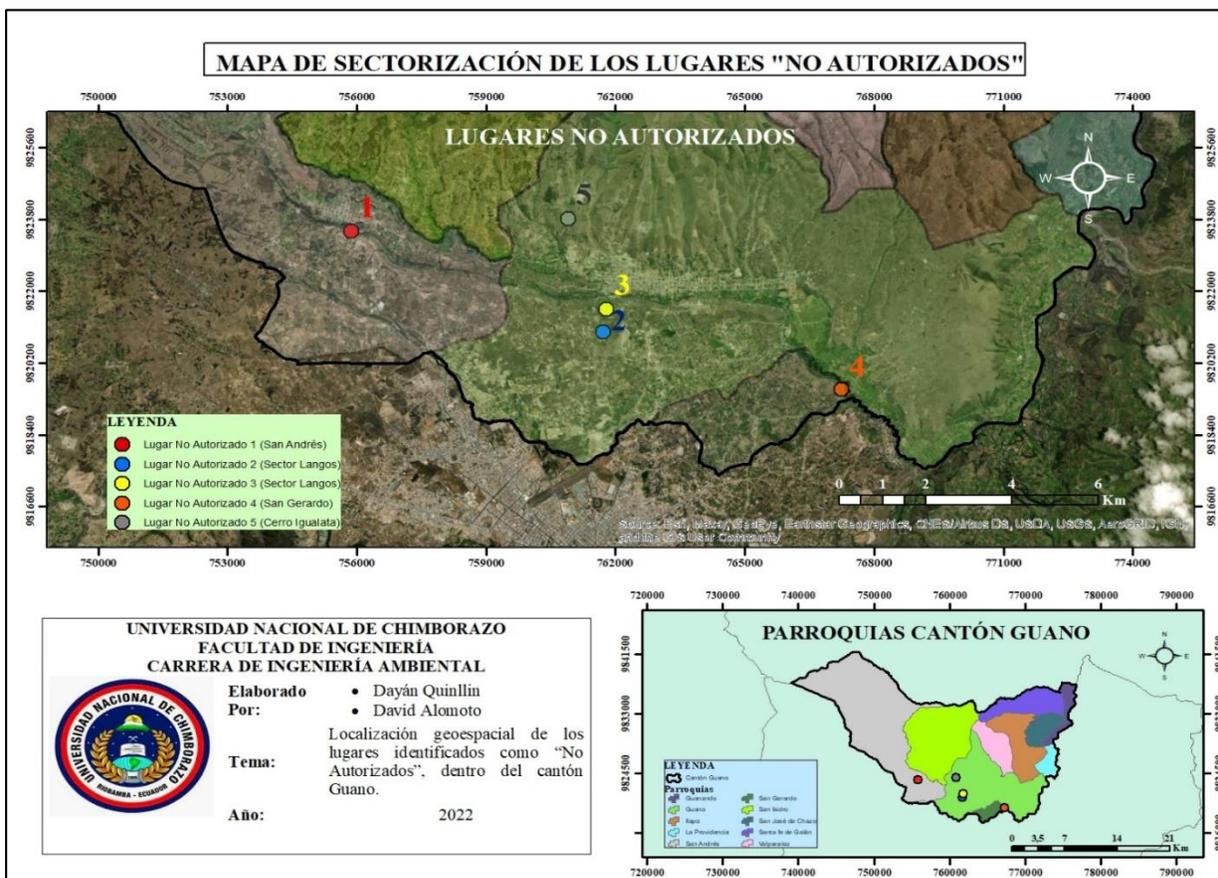


Figura 13. Mapa de sectorización de los lugares identificados como no autorizados

Fuente: Elaborado por el investigador.

4.3.3.1. Cálculo de las poblaciones afectadas de los lugares no autorizadas en el cantón Guano. Se efectuó el cálculo de la población afectada de los 5 lugares no autorizados de interés, donde se evidenciaron grandes cantidades de residuos de escombros producto de las diferentes actividades de construcción, limpieza y el mantenimiento en distintas áreas del cantón; acción que afecta los ejes económicos, ecológicos y sociales. De acuerdo con la función del tamaño de la población según el censo, se trabajó con el dato del año 2022, información que se utilizó para efectuar la ecuación 1 (Aguilar, 2005).

El cálculo la población afectada está definida mediante la Ecuación **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

$$n = \frac{z^2 \cdot n \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

Donde:

- **n:** Tamaño de la muestra para una población finita.
- **N:** Tamaño de la población (49.285 habitantes.)
- **Z:** Nivel de confianza 95 %, 1,96.
- **P:** Proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia (Porcentaje de aceptación), 0,5.
- **Q:** Proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio
- (porcentaje de aceptación) (1 - p), 0,5.
- **E:** Error de la estimación muestra, 8 % (Aguilar, 2005).

4.3.4. Cálculo del índice de generación de escombros en el cantón Guano

Mediante la información recopilada sobre la generación de escombros provenientes del sector urbano y rural del cantón Guano; enseguida se procedió a partir de información geoespacial; dicho resultado ayudó con la creación y procesamiento de bases de datos mediante el cálculo de volumen en el software Excel, datos que sirvieron de parámetros iniciales para el desarrollo de la caracterización de residuos de escombros y su posterior análisis de composición proyectada desde el año 2022 a veinte años a futuro.

4.3.4.1. Cálculo de proyección poblacional futura. Se estimó el cálculo de la proyección de la población, información que ayudó a identificar la cantidad de residuos que serán generados a diario, de forma mensual y anualmente, mediante la implementación de la ecuación (2) en software Excel; se elaboraron tablas de contenido con información sobre la población futura.

Las variables de la proyección de la población están definidas por:

$$Pf = Pi * (1 + r)^n \quad (2)$$

Donde:

- **Pf:** Población Futura
- **Pi:** Población inicial
- **r:** Taza de crecimiento Poblacional 0.0128 (INEC, 2010)
- **n:** Número de años (año inicial – año final)

4.3.4.2. Cálculo del volumen de escombros. Se determinó el volumen de escombros generados per-cápita en el cantón Guano; lo cual, para la obtención de los datos de generación de escombros se tomó como base el valor inicial de residuos de escombros obtenido mensualmente. De esta manera, para el cálculo del volumen de escombros, se utilizó el dato de la población del año 2022; para su posterior aplicación en la ecuación (3); en donde se obtuvieron datos sobre la generación de escombros anuales en una proyección futura de 20 años en el cantón Guano, identificado en la formula abajo.

$$RPCjt = \frac{RGjt}{PTjt} \quad (3)$$

Donde:

- **RPCjt:** Toneladas de escombros generados per cápita o vivienda, Tn (toneladas) * Hab (habitante) o vivienda.
- **RGjt:** Generación total de toneladas de escombros, en Tn (toneladas).
- **PTjt:** Población total del cantón, en número de habitantes o construcciones.
- **Jt:** Unidad de referencia j y el tiempo t (Ronquillo, 2019, p. 47).

4.3.4.3. Cálculo del volumen de ingreso diario. Para proyectar un volumen de ingreso al día, en base a los datos de generación de escombros producidos en el año 2022, dividido para la cantidad de los días laborables del año respectivo, implementados en el municipio del cantón Guano logrando el resultado del volumen de ingreso diario para el año 2022 proyectado a veinte años, se calculó mediante la ecuación (4).

$$Vd2022 = \frac{Vt2022}{260 \text{ días}} \quad (4)$$

Donde:

- **Vd₂₀₂₂:** Volumen diario
- **Vt₂₀₂₂:** Volumen total anual
- **260:** Días laborables anual

4.4. Segunda Etapa

4.4.1. Análisis espacial del área de estudio para la ubicación de la escombrera municipal del cantón Guano

La presente investigación se llevó a cabo en el cantón Guano (Figura 16), perteneciente a la provincia de Chimborazo, el cual se encuentra ubicado en las coordenadas UTM 763576 E y 9822126 N, contando con una superficie de 473 km².

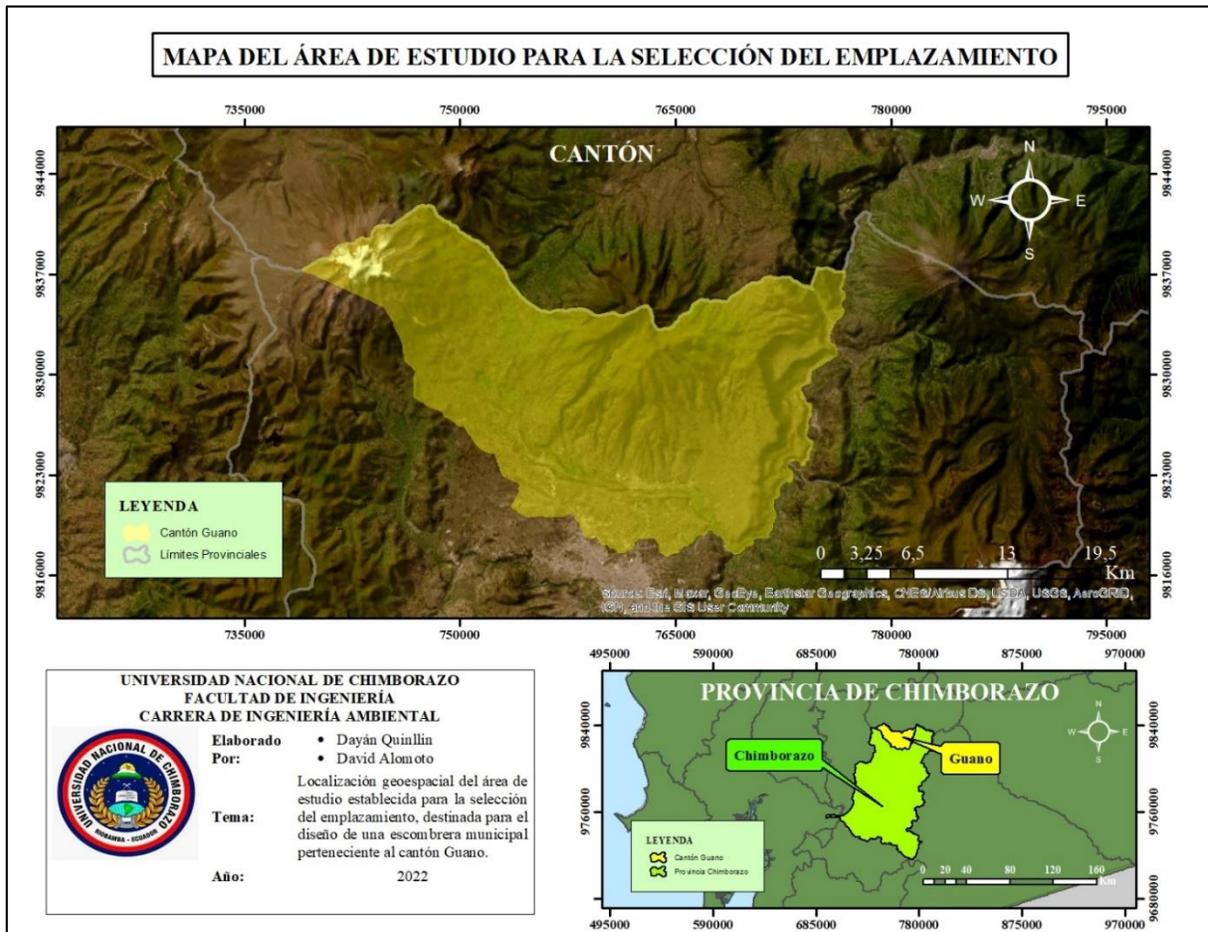


Figura 14. Mapa para la selección del emplazamiento

Fuente: Elaborado por el investigador.

4.4.2. Análisis de criterios para la elección del emplazamiento para el diseño de la escombrera municipal

La investigación en cuanto a la ubicación de un lugar apto para el diseño de una escombrera municipal se desarrolló a través del análisis de criterios ambientales, técnicos, económicos y sociales, mismos que fueron analizados por el departamento de Ambiente y Riesgos del GADM-CG; los cuales, se identificaron de forma espacial mediante decisión multicriterio en el software ArcGIS establecido en todo el territorio del cantón Guano.

4.4.2.1. Definición de criterios ambientales, técnicos, económicos. Debido a la necesidad que atraviesa el cantón Guano y a la carencia de un cuerpo normativo regulador que dictamine los criterios mínimos técnicos establecidos para la gestión de este tipo de residuos. La investigación de los criterios establecidos se dio mediante revisión bibliográfica de documentos oficiales de diferentes municipios, visitas técnicas y reuniones con la autoridad encargada del Departamento de Ambiente y Riesgos; manteniendo un modelo de selección para la ubicación del emplazamiento basado en otros proyectos de los distintos GAD del Ecuador, los cuales se muestran en la tabla 4.

Tabla 4

Criterios para la selección del emplazamiento

Ítem	Criterios de Selección
1	Distancia a Zonas Urbanas
2	Grado de pendiente
3	Distancia a Recursos Hídricos
4	Distancia a Vías
5	Uso de Suelo
6	Distancia a Fallas Geológicas
7	Precipitación

Nota. Criterios técnicos establecidos por el GADM-CG.

4.4.2.2. Escala de Clasificación de Criterios. En la tabla 5, se estableció valores de idoneidad en una escala de 0 y 1, a las capas de criterios en formato vectorial (Shapefile) con la finalidad de reclasificarlas y obtener una mejor percepción de las zonas aptas y no aptas al seleccionar el lugar para el diseño de la escombrera del cantón Guano (Vergara et al., 2020).

Tabla 5*Escala de idoneidad de los criterios establecidos para la selección del emplazamiento*

Valores	Sentencia
0	No Apto
1	Apto

Nota. Valores de escala que servirán para clasificar las limitantes de los criterios.

4.4.2.3. Ponderación de los criterios. Para asignar relevancia a las diferentes variables seleccionadas, se tomó en cuenta varios criterios según distintos autores bibliográficos para la jerarquización y la aplicación de técnicas de Proceso Analítico Jerárquico (AHP); método que se desarrolló con la construcción de una matriz de comparación por pares, utilizando una escala de 1, 3, 5, 7 y 9 para los criterios de ubicación, sin excluir los valores 2, 4, 6, 8 siendo valores intermedios. Los valores de ponderación asignadas se muestran en la tabla 6 (Casabán, 2019).

Tabla 6*Escala de valores de los grados de importancia*

Valores	Grado de importancia	Descripción
1	Igual Importancia	Ambos criterios contribuyen igualmente a la propiedad.
3	Algo más Importante	Evaluación y experiencia previa, preferencia de un elemento sobre el otro.
5	Bastante más Importante	Evaluación y experiencia previa, donde un elemento es más favorecido que el otro.
7	Mucho más Importante	Un criterio domina de forma fuerte sobre otro.
9	Absolutamente más Importante	Un elemento domina en su totalidad sobre otro.

Nota. Los valores 2, 4, 6 y 8, se implementan en situaciones intermedias y cifras decimales para estudios con mayor precisión.

Los datos se procesaron mediante la aplicación de una matriz normalizada, donde se establecerán los pesos o relevancias de la importancia de cada criterio elegido; mismo que, se determinan calculando el promedio de cada fila de la matriz.

4.4.2.4. Comprobación del Método Jerárquico AHP. Para la aplicación del método jerárquico AHP, se utilizó las siguientes ecuaciones, conjuntamente con el procesamiento de información en el software Excel (Casabán, 2019).

1) Índice de Consistencia

Para conocer el índice de consistencia se aplicó la Ecuación (5).

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

Donde:

- **CI:** Índice de Consistencia
- λ_{\max} : Máximo autovalor
- **n:** Dimensión de la Matriz de Decisión

2) Índice de Consistencia Aleatoria

Mediante la aplicación de la ecuación (6), se calculó el índice de consistencia aleatoria descrita a continuación:

$$RI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n} \quad (6)$$

Donde:

- **RI:** Índice de Consistencia Aleatoria
- **n:** Dimensión de la Matriz de Decisión

3) Razón de Consistencia

Para la obtención del valor de la razón de consistencia, se aplicó la ecuación (7) que se muestra a continuación:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (7)$$

Donde:

- **CR:** Razón de Consistencia
- **CI:** Índice de Consistencia
- **RI:** Índice de Consistencia Aleatoria

4.4.2.5. Mapeo e integración de criterios mediante el sistema de información geográfica ArcGIS 10.5. Para lograr con éxito la selección del mejor lugar para el diseño de la escombrera, se procedió con lo siguiente:

4.4.2.5.1. Sectorización del territorio por medio de la aplicación de la Malla Vectorial Fishnet en ArcMap. Mediante el programa ArcMap se estableció el área que se va a estudiar (cantón Guano), por medio de capas vectoriales de terrenos o parcelas; las cuales se procesaron utilizando herramientas de análisis espacial, como:

- **Create Fishnet:** Herramienta que permitió diseñar capas vectoriales de parcelas conformadas por varias celdas, los cuales serán identificadas como áreas individuales de 4 Km².
- **New shapefile:** Por medio de esta herramienta se procedió a la creación de entidades de puntos, líneas y polígonos; el cual nos permitirá visualizar de manera clara ciertas áreas por individual y a nivel cantonal.

Para una mejor identificación de las celdas, se realizó una codificación utilizando las letras del abecedario en mayúsculas A, B, C,..., Z., y una numeración que va del 1 hasta el número 10; viéndose repetido sucesivamente el patrón de codificación hasta terminar de nombrar toda la malla vectorial (Casabán, 2019).

4.4.2.5.2. Desarrollo de mapas de cumplimiento de las zonas aptas y no aptas por medio del método Fishnet en base a las limitantes de cada criterio de ubicación. Ya delimitada la zona de estudio en torno al cantón Guano y mediante la creación de la malla vectorial, se elaboró los correspondientes mapas con los criterios de ubicación seleccionados por medio del procesamiento de datos en formato shapefile en el programa ArcMap, asignando una clasificación y ponderación a cada criterio; con sus respectivas limitantes como se detalla en la tabla 7.

Tabla 7
Clasificación y limitantes de los criterios de ubicación

Criterios	Clasificación	Escala de Clasificación	Shapefile
Distancia a zonas urbanas	< 1000 m	1	Zona Urbana 5000
	> 1000 m	0	
Grado de Pendiente	0 - 15 %	1	Pendiente
	>15 %	0	
Distancia a recursos hídricos	< 150 m	0	Ríos doble 5000
	> 150 m	1	
Distancia a vías	< 5000 m	1	Vías 5000
	> 5000 m	0	
Uso de Suelo	Bosque Natural	0	Cobertura y uso de la tierra
	Bosque Plantado	0	
	Cultivo Indiferenciado	1	
	Cultivos de Ciclo Corto	1	
	Cultivos de Maíz	0	
	Nieve	0	
	Páramo	0	
	Pasto Cultivado	1	
	Pasto Natural	0	
	Zona Urbana	1	
	Vegetación Arbustiva	0	
	Zonas Erosionadas	1	
Distancia a fallas geológicas	< 60 m	0	Plate TectonicsInsert
	> 60 m	1	
Precipitación	> 750 mm	0	Isoyetas
	< 750 mm	1	

Nota. Establecimiento de criterios, sus capas vectoriales y sus limitantes.

La finalidad de diseñar mapas a partir de las limitantes de los criterios técnicos de ubicación establecidos, a partir de la obtención de datos de las áreas (celdas de la malla vectorial), en donde, se identificó las zonas aptas y no aptas para la ubicación de una escombrera.

Mediante el programa ArcMap, se procedió a la realización de la malla vectorial mediante la herramienta “Create Fishnet” en función al área de estudio; una vez establecida la zona a ser sectorizada, se analizó cada criterio establecido diseñando un mapa de cumplimiento, para lo cual, depende del criterio que se esté trabajando. Los mismos permitieron identificar las zonas denominadas como aptas y no aptas. Para una mayor apreciación, las zonas denominadas como aptas se muestran de color verde y las no aptas de color rojo.

Una vez establecido los 7 criterios mediante los programas ArcGIS 10.5 y Excel, se generó una base de datos establecida bajo un formato de tabla (Anexo J) con los códigos de las 150 celdas en base a los criterios, para lo cual, se procedió a la identificación del cumplimiento de los criterios de cada celda. Las cuadrículas sectorizadas dependerán del número de criterios técnicos, ambientales, económicos y sociales que cumplan; mismos que representan el grado de cumplimiento.

En la tabla 8, se muestran los porcentajes de cumplimiento en función del número de criterios que estos cumplan, siendo el número 1 el de menos porcentaje; por ende, el lugar menos apropiado y el 7; el de mayor porcentaje siendo el lugar apropiado para la ubicación de la escombrera.

Tabla 8

Porcentajes de cumplimiento de los criterios de ubicación

N° de Criterios	Porcentaje de Cumplimiento %
1	14%
2	29%
3	43%
4	57%
5	71%
6	86%
7	100%

Nota. Se recomienda tener en cuenta lugares que cumplan con un mínimo de 5 criterios de ubicación.

Por último, se identificaron los sectores idóneos para la ubicación de la escombrera según el número de los criterios establecidos anteriormente con un porcentaje de cumplimiento del 100%.

4.4.2.6. Contraste de información para la selección de la ubicación de la escombrera municipal del cantón Guano. Mediante localización geoespacial por medio del software ArcGIS 10.5, se identificó los sectores que cumplen con la totalidad de los 7 criterios, lo cual, garantizó el 100% al no presentar algún problema ambiental, económico y social.

Con el reconocimiento de los sectores aptos y la base de datos CATASTRO NOVIEMBRE 2022 en formato Shapefile (Anexo R); se procedió con el análisis de la identificación de las propiedades que se encuentren bajo algún registro legal dentro de los sectores aptos. La información recabada de los predios apropiados para el diseño de una escombrera municipal sirvió como guía para el proyecto de diseño a futuro en los sectores que cumplan el 100%.

El GADM-CG en vista de la situación económica que atraviesa y debido a los recursos que requieren las zonas aptas para contar con las características apropiadas para la construcción de una escombrera; asignó tres lugares que fueron identificados geográficamente y sometidos al análisis multicriterio en base a los siete criterios establecidos anteriormente (Tabla 9), con la finalidad de identificar el lugar más apropiado para el diseño y su posterior construcción.

Tabla 9

Localización geográfica de las celdas codificadas con los lugares propuestos por el GADM-CG

ID	UTM WGS 84 X	UTM WGS 84 Y	Celda Codificada	Descripción	Detalle
PT_MF	755067,7	9825374	D4 – C1	Concesión Miraflores de Guano	Área en plan de cierre y abandono.
PT_SIG	755067,7	9825374	D4	Concesión Sigsipamba	Área en plan de cierre y abandono.
PT_SV	767067,6	9823374	C7	Concesión San Vicente	Área en plan de cierre y abandono.

Nota. Identificación espacial de las celdas sectorizadas de los tres lugares pertenecientes al GADM-CG

4.5.Tercera Etapa

4.5.1. Metodología para el diseño de la escombrera municipal del cantón Guano

4.5.1.1. Geología del cantón Guano. Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Guano 2019 – 2023 (Garz et al., 2019), deduce que la zona cantonal se ubica entre tres grandes volcanes (El Chimborazo, El Altar y La Tungurahua); lo cual, por sus características presenta formaciones volcánicas como:

- Cangahua
- Pisayambo
- Riobamba
- Depósitos Coluviales
- Aluviales
- Lavas jóvenes del Chimborazo
- Lavas del Carihuairazo

La extensión de las fallas geológicas se encuentra comprendida por fallas desde la parte ancha, en la parte central y a lo largo de la parte Noroeste del cantón, de las cuales se mencionan:

- **Formación Pisayambo (Plioceno):** La formación Pisayambosupra es discordante con la formación Yunguilla, consistido por clastos en capas y lavas andesita horizontal moderadamente inclinada. Las lavas andesíticas generalmente forman crestas y láminas.
- **Volcánicos del Mulmul, Huisla E Igualata (Plioceno):** Son volcanes prominentes que se encuentran extintos, situados en la parte nororiental. El material más común de estos centros es denominado piro clástico y varía de toba de grano fino a gruesa pudicia.
- **Chimborazo y Carihuairazo, Volcánicos (Pleistoceno):** La actividad volcánica de estructuras geológicas se inició en el Pleistoceno en una plataforma de la Formación Pisayambo. Los productos de esta actividad son solamente andesitas pirogénicas porfíricas mesocráticas de grano fino.
- **Sedimentos del Río Chambo y Guano (Pleistoceno):** A lo largo de los ríos Chambo y Guano, al noroeste de San Gerardo; existe la presencia de conglomerados, areniscas y arcillas finas, con montículos de ceniza fina localmente intercalados.
- **Formación Riobamba (Pleistoceno):** Esta formación es un conglomerado volcánico que consiste en una mezcla de cantos rodados angulares y redondos de diferentes estructuras de andesita.
- **Lavas jóvenes del Chimborazo (Pleistoceno):** Se encuentra en forma de lodos en la parte sur y suroriental de la montaña, conformadas por andesitas piroxénicas, porfíricas, mesocráticas, vesiculares de grano fino.

- **Piroclastos del Chimborazo (Pleistoceno):** La última fase de actividad del Chimborazo se caracteriza por piroclastos desarrollados en un arco del noroeste al sur. Los piroclastos son tobas pomáceas de grano grueso, horizontalmente estratificados y fácilmente distinguibles desde una vista aérea; donde la cobertura de Toba Cangagua supra yacentes ha sido erosionada.
- **Piroclásticos del Altar (Pleistoceno):** Formado por rocas metamórficas que yacen al sureste del área y consiste en tobas de grano medio de colores marrón a blanco; contienen piedra pómez y fragmentos andesíticos.
- **Depósito Glacial (Pleistoceno):** La glaciación continúa en la parte alta cubierta por la nieve en el Chimborazo y el Carihuairazo, pero en algunas zonas se evidencia a los 3.200 metros.
- **Cangagua (Pleistoceno):** Se trata de una capa de toba café, la cual yace en gran parte de la parroquia San Andrés.
- **Depósitos Aluviales (Holoceno):** Están ampliamente distribuidas a lo largo de los ríos Chambo, Blanco, Puela y Guano; y de menor extensión a lo largo de los ríos Guaranda y Conventillo.

4.5.1.1.1. Tipología del suelo del área establecida para el diseño de una escombrera.

Mediante localización geoespacial, se levantó información de los tipos de suelos que existen en el cantón Guano, por medio de la herramienta ArcMap como se observa en la figura 15; en donde, se interpolan datos de la sectorización de las celdas aptas y la base de datos en formato vectorial denominada como “Geología Chimborazo” obtenida en la página del Sistema Nacional de Información. Con la finalidad de identificar los tipos de suelo en el sector apto que se va a diseñar la escombrera.

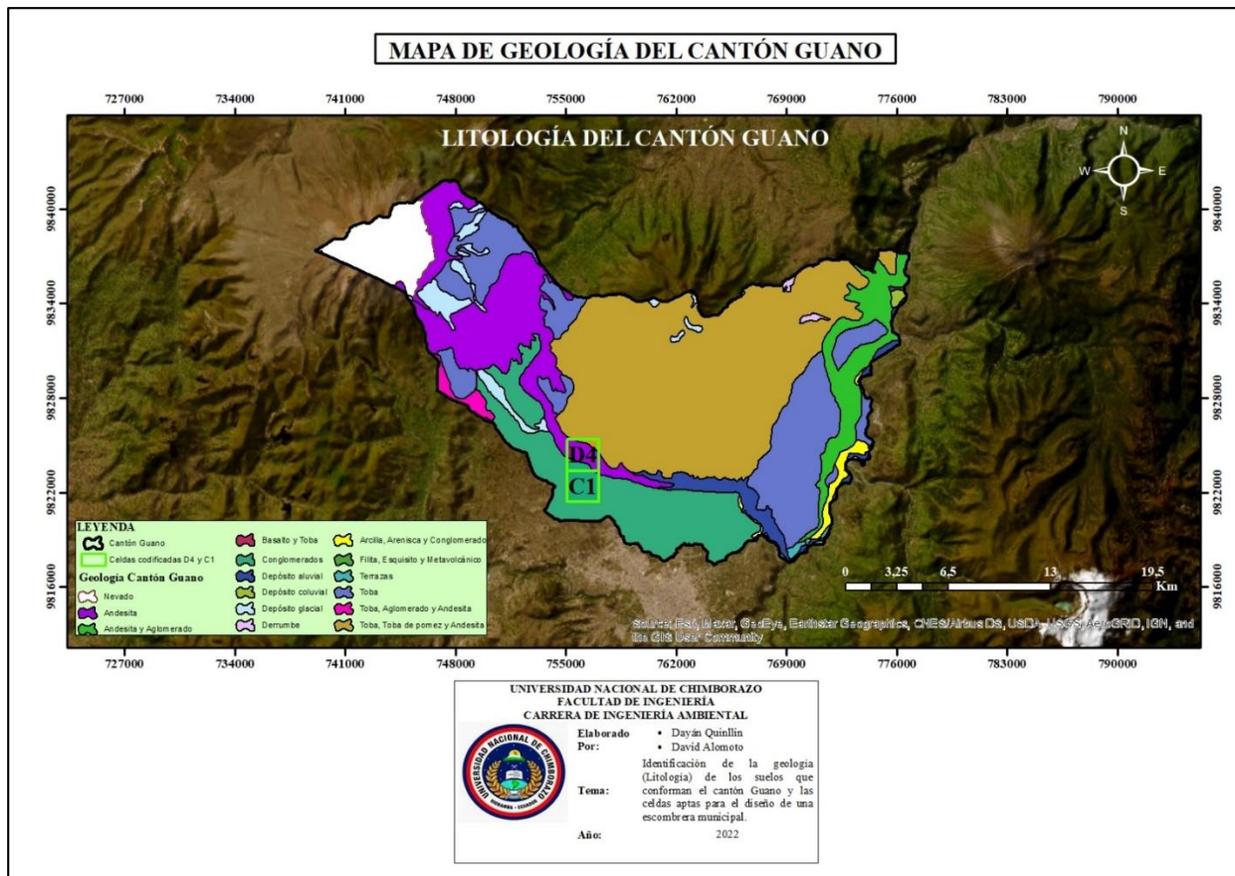


Figura 15. Mapa referencial de los tipos de suelos del cantón Guano

Fuente: Elaborado por el investigador.

Una vez cargada la información en base al área de estudio, se continuó con la identificación de los tipos de suelos, en los cuales, se encuentren limitados dentro de la celda codificada en la que se ubique el lugar apto para el diseño de la escombrera.

4.5.1.2. Consideraciones de Riesgo Sísmico. Para garantizar la estabilidad de la escombrera, se debió tomar en cuenta la sismicidad del área en la cual se va a dictaminar su construcción, debido a que las vibraciones sísmicas podrían ocasionar desestabilidad de los materiales compactados o desencadenar eventos de deslizamiento.

Mediante la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC – 2011 (Ecuador, 2014), se tiene que la subducción de la Placa de Nazca dentro de la Placa Sudamericana son la principal fuente que genera energía sísmica en el Ecuador; además, se le atribuyen un complejo sistema de fallamientos locales superficiales como el “Bloque Andino”; mismos que producen sismos

importantes en gran parte del territorio ecuatoriano. De acuerdo con este dato, se procedió al análisis sísmico en el cantón Guano y su nivel de amenaza; mediante las siguientes ecuaciones:

1. Componente Horizontal del sismo: De acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, en el Capítulo II – Peligro Sísmico y Requisitos de Diseño Sismo Resistente. Para el cálculo de la componente horizontal del sismo se tomó en cuenta el 60% de aceleración máxima en la zona aplicando la ecuación (8):

$$Eh = \frac{0,6 * (amax)}{g} \quad (8)$$

Donde:

- **Eh** = Componente Horizontal del Sismo
- **amax** = Aceleración Máxima
- **g** = Aceleración de la Gravedad

2. Aceleración Máxima: Para el cálculo de la aceleración máxima (a_{max}); se aplicó en la ecuación (9):

$$amax = Z * Fa \quad (9)$$

Donde:

- **Z** = Factor de Zona Sísmica
- **Fa** = Coeficiente de amplificación del suelo en la zona de periodo corto.

Para el valor del factor Z, se lo obtiene mediante el mapa para el diseño sísmico de la norma ecuatoriana de la construcción 2011, en torno a la parroquia “San Andrés”; como se muestra en la figura 16.

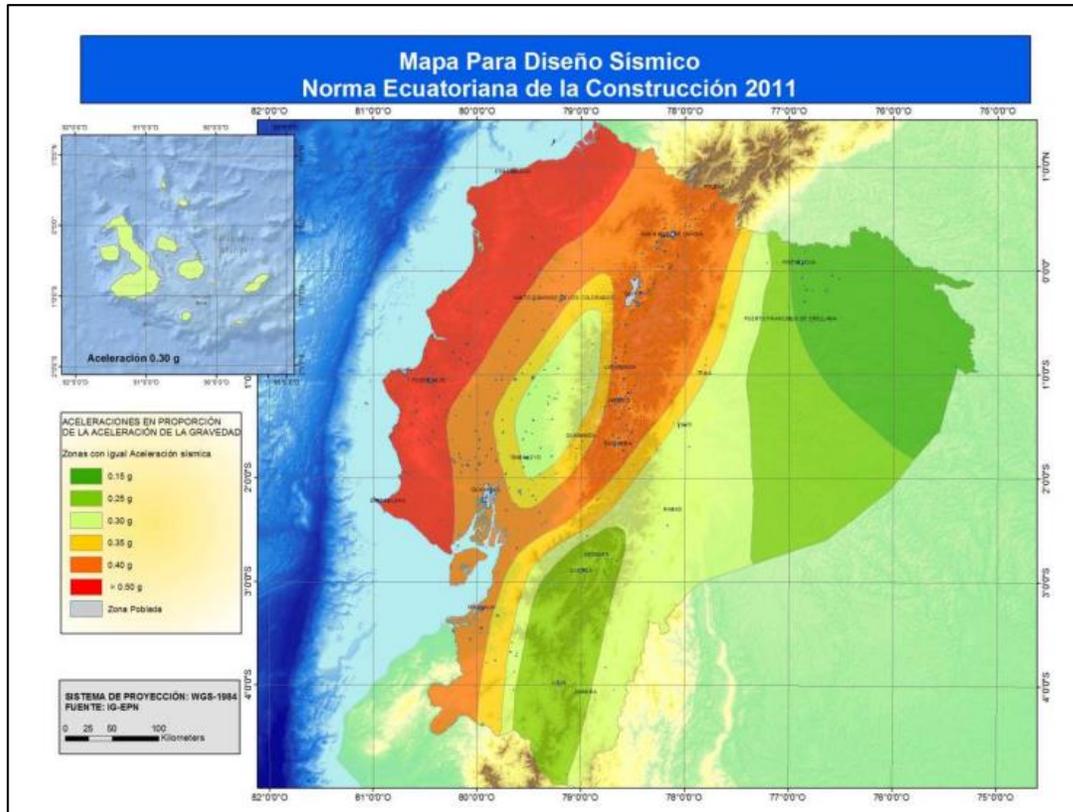


Figura 16. Mapa para el Diseño Sísmico

Nota. Fuente: (Miduví, 2011).

En cuanto al cálculo del coeficiente de amplificación del suelo en la zona de periodo corto (F_a), se procedió con el análisis de los perfiles del suelo según la NEC-2011, el cual, define seis tipos de perfiles del suelo, mediante el establecimiento de parámetros de clasificación a 30 metros superiores del perfil para los horizontes de tipo A hasta el E. En caso de existir perfiles que tengan estratos claramente diferenciados deben ser subdivididos, asignándose un subíndice (i) que va desde el 1 en la superficie, hasta la (n) en la parte inferior de los 30 metros superiores del perfil. Para suelos de tipo F; se aplican otros casos en donde no debe limitarse a los 30 metros superiores del perfil con espesor de suelo significativo, como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10*Clasificación de los Perfiles del Suelo*

Tipo de Perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de onda de cortante	760 m/s > $V_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50$ $S_u \geq 100$ Kpa ≈ 1 Kgf/cm ²
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de corte	360 m/s > $V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15$ 100 kPa (≈ 1 kgf/cm ²) > $S_u \geq 50$ kPa (≈ 0.5 kgf/cm ²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante	$V_s < 180$ m/s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 metros de arcillas blandas	$IP > 20$ $W \geq 40\%$ $S_u < 50$ kPa (≈ 0.50 kfg/cm ²)
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	<ul style="list-style-type: none"> • F1 = Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • F2 = Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H >3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). 	
	<ul style="list-style-type: none"> • F3 = Arcillas de muy alta plasticidad (H >7.5 m con índice de Plasticidad IP >75). 	
	<ul style="list-style-type: none"> • F4 = Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H >30m). 	
	<ul style="list-style-type: none"> • F5 = Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte. 	
<ul style="list-style-type: none"> • F6 = Rellenos colocados sin control ingenieril. 		

Nota. Fuente: (Miduví, 2011).

3. Componente Vertical del Sismo: Se midió por medio del escalamiento de la componente horizontal de la aceleración por un factor mínimo de $2/3$, como se observa en la ecuación (10).

$$E_v = \frac{2}{3} * E_h \quad (10)$$

4.5.1.3. Levantamiento topográfico del lugar aprobado para el diseño de la escombrera municipal del cantón Guano. El levantamiento topográfico del lugar aprobado para el diseño se realizó conjuntamente con técnicos capacitados pertenecientes al departamento de Gestión de Planificación del GADM-CG (Anexo S); mediante la aplicación del método de levantamiento cinemático y utilizado como instrumento el “GPS Estacionario Trimble” (figura 17).



Figura 17. GPS Estacionario Trimble utilizado para el levantamiento

Fuente: Elaborado por el investigador.

4.5.1.3.1. Método de levantamiento cinemático. Se implementó mediante la utilización de un receptor en modo estático en un punto conocido que sirve como referencia y un receptor móvil, que deberá inicializarse para resolver ambigüedades de una de las siguientes formas (González, 2010):

- Por observación estática (rápida)
- Por un punto de coordenadas conocidas.

4.5.1.4. Consideraciones para el Diseño de la Escombrera. Se tomó en cuenta la topografía del lugar apto, en donde, el método de construcción para la escombrera es de gran importancia sobre el equilibrio y la estabilidad de la misma, predominando como candidatos óptimos zonas estratificadas horizontal o paralela al talud; sobre todo se debe prestar mucha atención al sistema de vertido y su vida útil.

4.5.1.4.1. Elección del tipo de escombrera. El tipo de escombrera seleccionada es correspondiente a las características topográficas de la ubicación del emplazamiento, las actividades que se efectuaban en el lugar y la legalidad de la propiedad del área.

4.5.1.4.2. Geometría de la escombrera. Para la geometría de la escombrera, se realizaron los cálculos correspondientes en el software AutoCAD civil 3D; en el cual, por medio del método del Volumen Compuesto, se diseñó superficies que permitieron el cálculo de las distintas alturas, la capacidad de relleno y el tiempo de vida útil de la escombrera municipal del cantón Guano.

4.5.1.4.3. Sistema de Construcción. Por medio de proyecciones de los datos de volúmenes de la generación de residuos de escombros en el cantón Guano hasta el año 2042 y la topografía del emplazamiento en el cual se diseñará la escombrera; se determinó un sistema de vertido que aporte a la estabilidad de los taludes mediante el diseño de 5 terrazas; cuya finalidad sea lograr una mejor compactación de los residuos y el alcance favorable del tiempo de vida útil.

La determinación del diseño geométrico de la escombrera se realizó mediante estimaciones utilizando el método Grading; el cual, se implementó en el software AutoCAD Civil 3D, teniendo en cuenta la secuencia constructiva de la misma; por ejemplo, en terrenos con pendientes que son casos comunes, se tiene cuatro tipos que son: de vertido libre, por fases adosadas, con dique de pie y por fases ascendentes superpuestas.

CAPITULO V

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Primera Etapa

5.1.1. Caracterización de los residuos de escombros en el cantón Guano

De acuerdo con la metodología aplicada, se estableció el análisis de factores como el peso y el volumen, para la determinación de la obtención de los parámetros de composición y las cantidades totales en porcentaje volumétrico obtenidas bibliográficamente (Sandoval et al., 2016). El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Guano (GADM-CG), registra la cantidad de residuos de escombros en el año 2022 un promedio de 4 viajes diarios equivalentes a 8m³; dando un total de generación de 640 m³/mes, en referencia al manejo y disposición final en función al periodo de los 5 días laborables (información otorgada por el departamento de maquinaria del GADM-CG).

5.1.1.1. Establecimiento de parámetros de residuos de escombros. La composición de los residuos de escombros está compuesta de varios factores dependiendo de las características regionales (morfológicas y geológicas), hábitos y costumbres de la población, tomada como referencia en el cantón Guano. A fin de que se establezca la totalidad de la composición de residuos de escombros según su procedencia como se identifica en la siguiente figura 18.

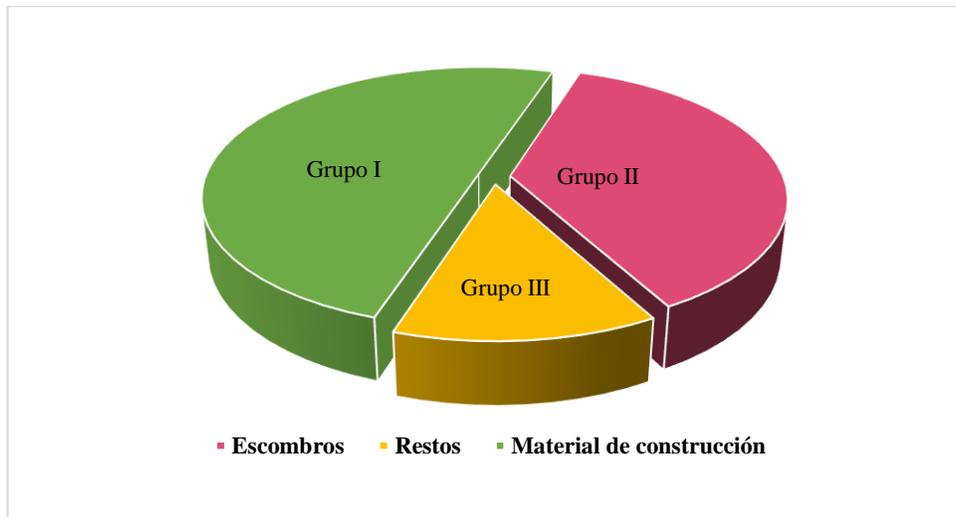


Figura 18. Resumen de la composición de residuos de escombros en su totalidad según su procedencia

Fuente: (Secretaría General de Medio Ambiente, 2006)

- **Grupo I:** Generación de residuos producto de las materias primas en el sector constructivo (50%): Arena, yeso, metales, grava, caliza, arcilla, piedra natural, madera, plásticos.

- **Grupo II:** Demoliciones (37%): Ladrillos, azulejos y otros cerámicos, hormigón, piedra, arena, grava y otros áridos.
- **Grupo III:** Restos denominados como escombros forestales y de mantenimiento urbano (13%): Madera, vidrio, plásticos, metales, asfalto, yeso, papel, basura.

La investigación se trabajó en base al uso de listado de materiales con porcentajes de residuos de escombros criterios que se maneja en países como: Brasil, España, Inglaterra, Chile y Ecuador; debido a la fuente de generación de escombros, se priorizo el uso de estos porcentajes que se generan en el Ecuador (Santis, 2018, p. 116).

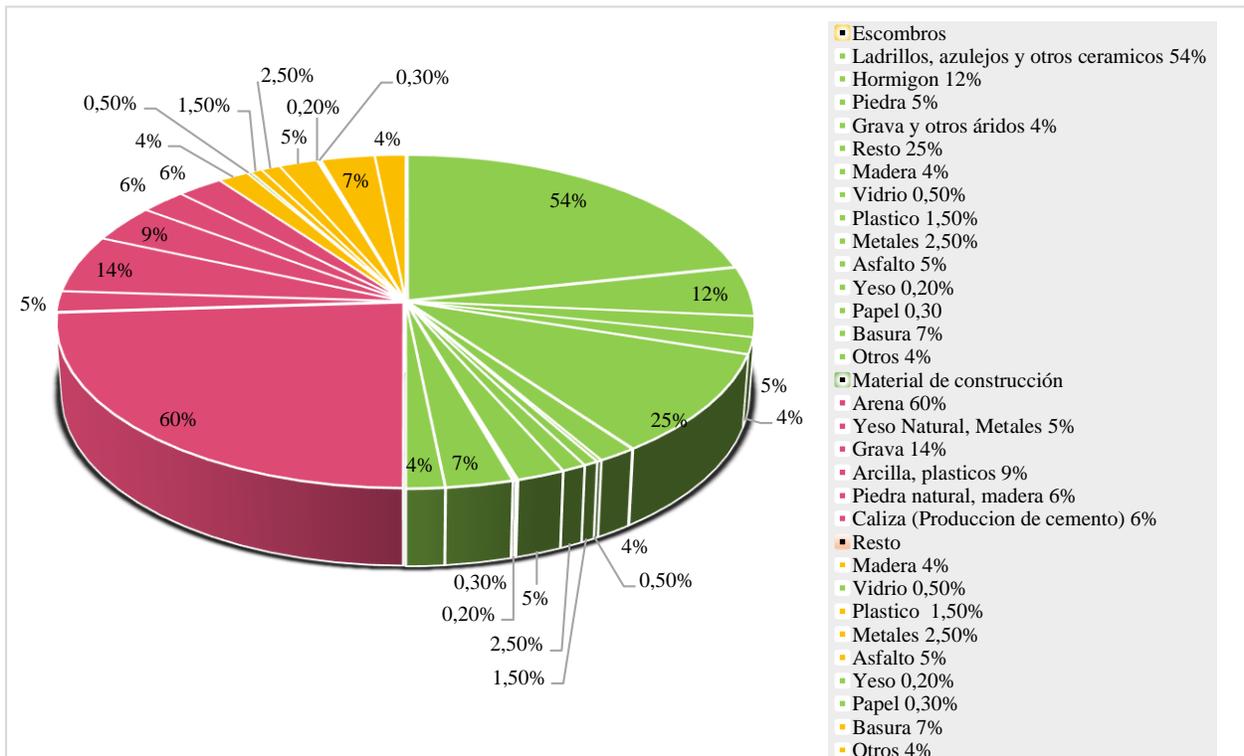


Figura 19. Tipos de composición de residuos de escombros en porcentaje volumétrico

Fuente: (Santis, 2018, p. 28)

La producción de los residuos de escombros según su procedencia ha generado anualmente grandes cantidades a causa de las diferentes actividades antropogénicas, por lo cual; estos residuos varían de acuerdo a su composición, datos que se visualizan mediante la figura 19, indicando la totalidad en porcentajes de volumen de cada tipo (Landau, 2006).

En relación con el manejo de residuos de escombros, según estimación del 100% en su totalidad, solo el 4% de los residuos de construcción que se generan son aprovechables (3% reciclaje y 1% reusó) (Ibarrola, 2013).

5.1.1.1.1. Clasificación de Residuos de Escombros según las etapas. Una vez establecida la composición de residuos de escombros, se realizó la clasificación de cada material identificando en las diferentes etapas según su aprovechamiento en cada proceso. Estos escombros son producidos en grandes cantidades y de diferentes tipos, los cuales deben ser transferidos a sitios autorizados (Arias et al., 2018).

El objetivo de la clasificación es aplicar un adecuado aprovechamiento y revalorización para el cantón Guano. Presentando así en la tabla 11, la clasificación de los residuos de escombros según las etapas constructivas.

Tabla 11

Clasificación de residuos de escombros por etapas

Clasificación para disposición final	ETAPAS									
	ESCAVACION		ESTRUCTURA		OBRA GRIS		INSTALACIONES		ACABADOS	
	Por formación	Por embalaje	Por formación	Por embalaje	Por formación	Por embalaje	Por formación	Por embalaje	Por formación	Por embalaje
Aprovechable	Material pétreo Caliza Piedra	Papel	Metales Madera Material pétreo	Papel	Ladrillos, azulejos y otros Cerámicos Hormigón Asfalto Arena	Papel	Yeso natural Metales Madera	Plástico PVC cartón	Grava Otros	Papel
No Aprovechable	Material pétreo Grava y otros áridos Piedra Arena		Metales Madera Material pétreo	Papel	Asfalto Arena	Papel			Vidrio Gypsum Pinturas	Papel
Residuo										Basura

Nota. Fuente: (Rea & Hermida, 2017, p. 20).

5.1.1.1.2. Clasificación de residuos de escombros en el cantón Guano. El proceso de la clasificación de residuos de escombros se realizó, mediante la composición de los materiales y sus posibilidades de aprovechamiento y no aprovechamiento, a fin de conocer el volumen de generación total, puesto que permite enfocar los ajustes al modelo actual utilizado como base las condiciones propias del cantón con la finalidad de aprovechar estos recursos. En la tabla 12, se presenta la clasificación de los materiales de escombros en referencia a los residuos generados en el cantón Guano.

Tabla 12

Clasificación de residuos de escombros en referencia al cantón Guano

Categoría	Grupo	Residuos cantón Guano	Componentes y porcentaje volumétrico (m³ - m³/kg)
	Residuos mezclados	Residuos de materiales pétreos	Caliza (6%), arena (60%), grava (14%), piedra natural (3%), otros áridos (4%)
Residuos Aprovechables	Residuos de material fino	Residuos finos no expansivos, material de cerámica	Hormigón (12%), ladrillos, azulejos y otros cerámicos (54%), piedra (5%), arcilla (6%), yeso natural 1(%)
		Residuos finos expansivos	Papel y Plásticos (4,8%) PVC, madera (2%), cauchos (4%), vidros (0,50%).
		Residuos no Pétreos	Metales (6,5%) Acero, hierro, cobre, aluminio.
	Otros Residuos	Residuos de carácter metálico	Residuos de tierra negra, parques, estadios mantenimiento de vías (4%).
Residuos No Aprovechables	Residuos Peligrosos	Residuos corrosivos, reactivos, radiactivos	Desechos de productos químicos, asfalto (5%), pinturas, disolventes orgánicos.
	Residuos especiales	No definida	Cartón, papel (0,30%), yeso (0,20%), Gypsum, Poliestireno (4%).
	Otros	No definida	Requisitos técnicos que no sea permitido su reuso en obras, basura (7%).

Nota. Composición de residuos de escombros en función al porcentaje total, utilizados en referencia a la generación de residuos en el cantón Guano.

5.1.1.2. Resultados de sectorización In-situ. Este proceso se lo llevó a cabo con las autoridades correspondientes del caso, en donde:

5.1.1.2.1. Identificación de lugares no Autorizadas. Se continuó con la sectorización de los lugares no autorizados donde se determinó el cálculo del índice de generación de residuos producidos en el cantón Guano; implicando así, la recopilación y evidencias de datos iniciales en base a los residuos con volúmenes de diferentes tipos, mismos que fueron estudiados en cada muestreo del proceso de caracterización (Garz et al., 2019).

A continuación, se detalló en la tabla 13 la distribución de las parroquias urbanas y rurales; las cuales, se tomó como análisis para el estudio la ubicación de cinco lugares identificados por el GADM-CG como no autorizados dentro del cantón Guano.

Tabla 13
Diagnóstico actual del manejo de los lugares no autorizadas

Cantón Guano	Parroquias	Habitantes 2010	Habitantes 2022	Promedio de personas por hogar	Área Km²
Área Urbana	- Guano (La Matriz)	12.058	13.870	3,78	6.648
	- El Rosario	4.461	5.131	3,78	2.371
	- Guanando	341	392	2,94	1.574
	- Ilapo	1.662	1.912	3,79	3.599
	- La Providencia	553	636	3,39	941,83
	- San Andrés	13.478	15.502	3,67	16.313
Área Rural	- San Gerardo de Pacaichuan	2.439	2.805	3,62	707,11
	- San José del Chazo	1.037	1.193	3,69	1.574
	- San Isidro de Patulú	4.774	5.456	3,69	7.846
	- Santa fe de Galán	1.673	1.924	4,07	3.038
	- Valparaíso	404	465	3,61	2.149
TOTAL		42.850	49.285		46.522

Nota. Muestreos identificados dentro de la zona Urbana y Rural, de acuerdo al mapa de sectorización.

5.1.1.2.2. Levantamiento de información de los lugares no autorizados. El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Guano, a través del técnico autorizado de

Maquinaria Pesada y Mantenimiento Vial del GADM-CG; mismo que, proporcionó la información de la generación de residuos de escombros. Por medio de la visita técnica realizada en diversos sectores, se recogió cinco muestreos con el objeto de sintetizar, analizar y caracterizar la tipología de los residuos de escombros en referencia a la población en específico de la zona ya establecida. También fue importante procesar información de datos de la población afectada a nivel del cantón Guano en cada uno de los lugares señalados.

1. Lugar no autorizado 1:

Ubicada al noroeste de la provincia de Chimborazo a 8 km de la ciudad de Riobamba, conformado por 34 comunidades rurales y 8 barrios urbanos situados en la cabecera parroquial con una estimación total de la población de 15,502 habitantes en el año 2022 (Garz et al., 2019). Considerando, así como se muestra en la tabla 14, el análisis de los resultados obtenidos de la generación de residuos de escombros del lugar no autorizado 1, que son.

Tabla 14

Generación de escombros del lugar no autorizado 1, “San Andrés”

Sector	Ubicación		Población Proyectada 2022	Área Total Ha	Población Afectada	Residuos Mensual (m ³ /mes)
San Andrés	Localización UTM- WGS84		15.501 habitantes	Cuenta con 16.313 Ha, a través de la delimitación se estableció que existe un área de afectación de 3877.80 m ² .	La población afectada mediante estudio demográfico en la parroquia San Andrés fue de 7.020 habitantes, muestreo probabilístico que se efectuó a través de la Ecuación	San Andrés genera 200.25 m ³ /mes, llegando a sumarse así; anualmente un total 2.403 m ³ /año.
	X	Y				
s	755892.77	9823545.5 1	Dato referencial que sirvió para el cálculo de la población del año 2022. En base al censo de Población y Vivienda del INEC 2010.		¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..	

Nota. Establecimiento de datos mediante cálculos de índice de generación de escombros y procesamiento de información del lugar no autorizado 1, San Andrés.

A continuación, se analizó los datos geográficos de la parroquia San Andrés durante la visita técnica donde se presencié:

- La no clasificación de escombros.
- Visualización de escenarios de escombros de diferente composición y tamaño expuesta en la superficie del predio.
- El lugar aún no se encuentra regulado técnicamente; sin embargo, todos estos residuos son depositados aún sin ser autorizados por la autoridad correspondiente.

Caracterización de residuos de escombros del lugar no autorizado 1:

En la parroquia San Andrés, como se muestra en la figura 20, cuenta con un área total de 16.313 hectáreas, donde mediante cálculos geométricos, se estimó la generación de los residuos dando un resultado de 200,25 m³/mes durante el año 2022; lo que, representa el 31,28% de la generación de residuos de escombros a nivel del cantón Guano, afectando a más 7.020 habitantes en toda la zona establecida como tal. De esta manera se dio la clasificación donde se indica los resultados de la generación de los residuos según su procedencia (Anexo E):

- Se evaluó hipotéticamente que 100,28 m³/mes, son residuos en base a la composición total en el sector de la construcción, tales son: ladrillos, azulejos, restos de cerámicas, hormigón, piedras, vidrio, papeles
- La obtención de 74 m³/mes, está constituido por los residuos de demolición como: arena, metales, grava, caliza, arcilla
- El 26 m³/mes, representa a restos de escombros conformado por residuos orgánicos, plástico, asfalto, basura entre otros.

Tabla 15*Generación de escombros en el lugar no autorizado 2, “Vía Langos 1”*

Sector	Ubicación		Población Proyectada 2022	Área Total Ha	Población Afectada	Residuos Mensual (m ³ /mes)
Guano la Matriz	Localización UTM-WGS84		13.870 habitantes	Cuenta con 6648,53 hectáreas, a	La población afectada en	Vía Langos 1
	X	Y	Dato referencial que sirvió para el cálculo de la población del año 2022. En base al censo de Población y Vivienda del INEC 2010 (INEC, 2016).	través de la delimitación se estableció que existe un área de afectación de 3.523 m ² .	el lugar no autorizado 2, “Vía Langos 1” fue de 6.694 habitantes, dato calculado a través de la Ecuación	genera 179,08 m ³ /mes, llegando a sumarse así; anualmente un total 2.149 m ³ /año.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..

Nota. Establecimiento de datos mediante cálculos de índice de generación de escombros y procesamiento de información del lugar no autorizado 2, Vía Langos 1.

En el sitio se identificó el tipo de residuo depositado y mediante datos espaciales obtenidos en base a la Parroquia La Matriz, se evidenció la acumulación de escombros, producto de:

- Depósitos de material de excavación, demolición, vidrios, cartón entre otros; mismos que son depositados en sitios no autorizados (Langos 1).
- No se ha realizado ningún tipo de proceso para disminuir los impactos generados hacia el medio ambiente y la población en el lugar.
- No se encuentra regularizada por el GADM-CG, en cuanto a la totalidad de volumen generado en el sitio.

Caracterización de residuos de escombros del lugar no autorizado, Vía Langos 1:

En la Parroquia La Matriz como se precisa en la figura 21, cuenta con un área de 6648,53 hectáreas, lo cual, mediante cálculos se estimó la generación de residuos de escombros mensuales, por medio del promedio total de 179,08 m³/mes; representando el 28% de la generación de escombros a nivel del cantón, afectando a 6.694 habitantes del total de la población. Al mismo tiempo se realizó la clasificación, resultado de ello se enmarca de la siguiente manera (Anexo E):

- Residuos generados por medio de las materias primas en el sector constructivo es de 89,54 m³/mes, tales son: material pétreo, grava, yeso natural, caliza.
- El 66,26 m³/mes, es generada mediante las actividades de demolición lo cual está conformado por: residuos de elementos prefabricados, metales, vidrio, grava y otros áridos.
- El 23,28 m³/mes de los residuos provenientes son de restos de escombros como: piedra, asfalto, material degradado de parques y estadios, por tal motivo resulta decisivo que estos sitios sean controlados por las entidades ambientales.

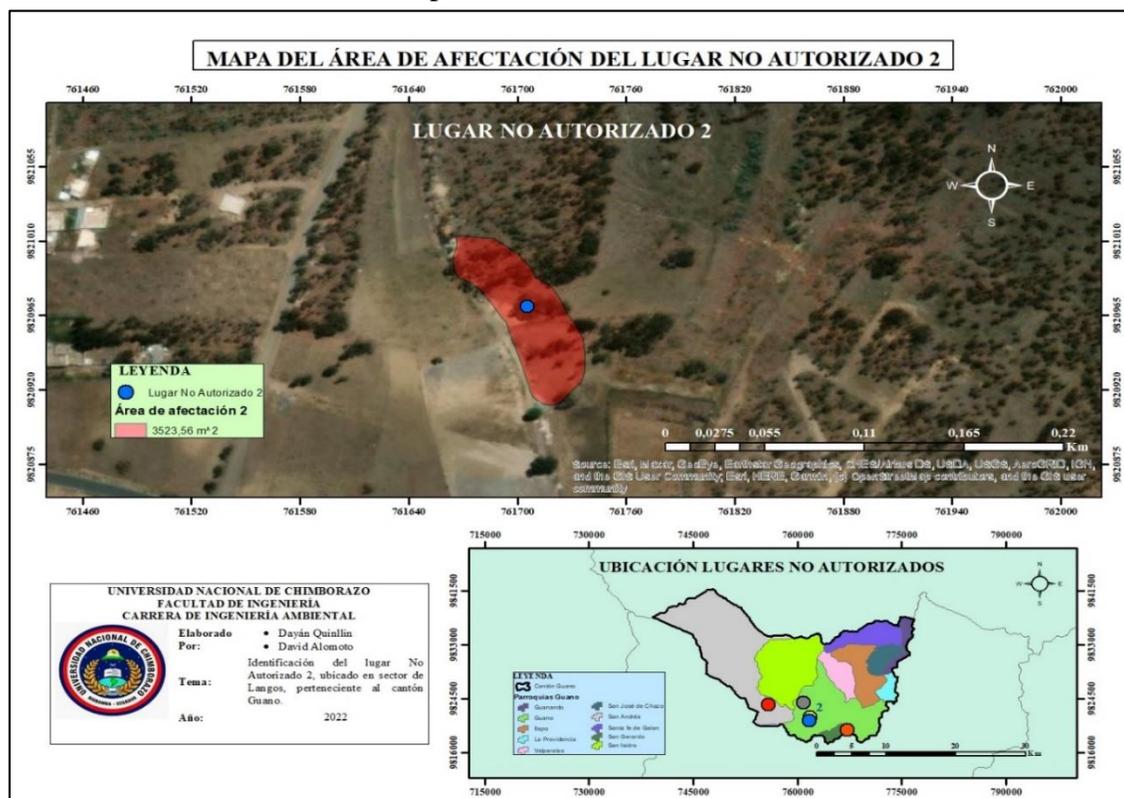


Figura 21. Mapa de Ubicación del lugar no autorizado 2, “Langos 1”

Fuente: Elaborado por el investigador.

3. Lugar no autorizado 3:

Localizado en la parroquia urbana del Rosario, a pocos metros de la vía principal Guano-Riobamba; lo que representan el 19,4 % del área cantonal y reciben 5.130 habitantes en el año 2022 (Garz et al., 2019); tal y como se establece en la tabla 16, los resultados obtenidos de la generación de residuos de escombros.

Tabla 16

Generación de escombros en el lugar no autorizada 3, “Vía Langos 2”

Sector	Ubicación		Población Proyectada 2022	Área Total Ha	Población Afectada	Residuos Mensual (m ³ /mes)
El Rosario	Localización UTM-WGS84		5.131 habitantes	Cuenta con	La población	Vía Langos
	X	Y	Dato referencial que sirvió para el cálculo de la población del año 2022. En base al censo de Población y Vivienda del INEC 2010 (INEC, 2016).	2371,08 hectáreas, a través de la delimitación se estableció que existe un área de afectación de 546,09 m ² .	afectada en la parroquia urbana, el Rosario es 3.817 habitantes, dato calculado mediante la Ecuación	2 genera, 66,26 m ³ /mes llegando a sumarse así; anualmente un total 795,15 m ³ /anual.
	761706.64	9820917.49			¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..	

Nota. Establecimiento de datos mediante cálculos de índice de generación de escombros y procesamiento de información del lugar no autorizado 3, Vía Langos 2.

Luego de analizar los datos territoriales en función a la visita técnica, en la parroquia urbana El Rosario, se evidencian diferentes tipos de actividades donde se especifica de la siguiente manera:

- Se registró que en el lugar existe la presencia de residuos de material de construcción, demolición, residuos forestales, vidrios, pintura, cartón, madera entre otros.
- Genera contaminación directa al suelo, teniendo en cuenta que no es un sitio autorizado como área de disposición de residuos de escombros.
- Los moradores del área de influencia han informado al Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Guano para que se efectuó la gestión en función al trabajo de manejo de residuos a través de técnicas eficientes, medidas de minimización de riesgos ambientales y la participación ciudadana; con la finalidad de evitar la degradación y generación de impactos negativos al medio ambiente (Delgado et al., 2015).

Caracterización de residuos de escombros del lugar no autorizado, Vía Langos 2:

En la parroquia urbana El Rosario como se establece en la figura 22, cuenta con un área de 2371,08 hectáreas, por medio de cálculos geométricos en el año 2022 produce un total de 66,26 m³/mes, lo que equivale a un porcentaje del 10,25% en su totalidad de generación a nivel del cantón Guano, la población afectada de la parroquia urbana del Rosario es de 3.817 habitantes. Por intermedio de su composición se dio la clasificación de escombros identificada según su procedencia (Anexo G):

- Se determinó que el 33,13 m³/mes, son residuos provenientes del sector de la construcción, de tal forma son: madera, metales, piedra, hormigón, azulejos, ladrillos.
- El 24,51 m³/mes son residuos generados de las actividades de demolición, infraestructuras, tales como: arena, yeso natural, grava, plásticos, caliza.
- Un 8,61 m³/mes son residuos provenientes del resto de escombros; de tal modo los residuos de escombros generados en estos sectores deben ser depositados en una escombrera autorizada por el GADM-CG.

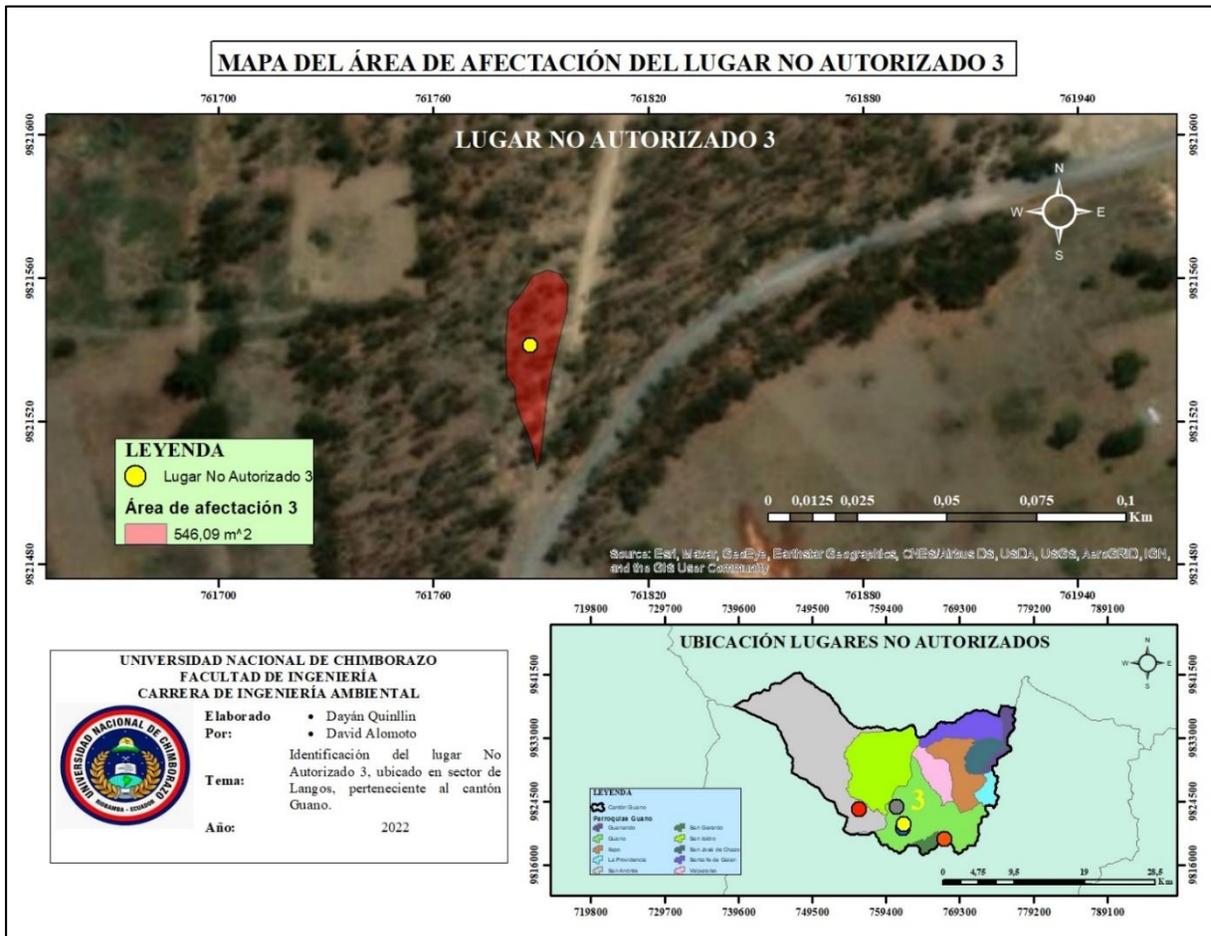


Figura 22. Ubicación del lugar no autorizada 3, “Vía Langos 2”

Fuente: Elaborado por el investigador.

4. Lugar no autorizado 4:

Se ubica al noroeste de la cabecera cantonal con una extensión de 2.285 habitantes en el año 2022, lo que representa un 4,64% de la totalidad de la población a nivel del cantón Guano (Delgado et al., 2015). En la tabla 17, se pueden apreciar los resultados obtenidos de la generación de residuos de escombros en este lugar.

Tabla 17*Generación de escombros en el lugar no autorizada 4 “San Gerardo”*

Sector	Ubicación		Población Proyectada 2022	Área Total Ha	Población Afectada	Residuos Mensual (m ³ /mes)
San Gerardo de Pacaicahuan	Localización UTM- WGS84		2.805 habitantes	Cuenta con 707,11 hectáreas, a	2.438 habitantes	San Gerardo
	X	Y	Dato referencial que sirvió para el cálculo de la población del año 2022. En base al censo de Población y Vivienda del INEC 2010 (INEC, 2016).	través de la delimitación se estableció que existe un área de afectación de 1327,79 m ² .	afectados en la parroquia San Gerardo, dato calculado mediante la Ecuación	genera 36,25 m ³ /mes, llegando a sumarse así; anualmente un total 435 m ³ /año.

Nota. Establecimiento de datos mediante cálculos de índice de generación de escombros y procesamiento de información del lugar no autorizado 4, San Gerardo.

A continuación, en el lugar no autorizado cuatro, en particular se registró los datos geográficos a través de la visita técnica del área, donde:

- La zona es utilizada por diversas volquetas que realizan desalojos de diferentes tipos de residuos procedentes de la ciudadanía cercana.
- Los responsables de trasladar dichos residuos no realizan una adecuada clasificación por lo mismo, estas acciones generan impacto al medio ambiente y la población.

Caracterización de residuos de escombros del lugar no autorizado, San Gerardo:

Ubicada en la parroquia de San Isidro de Patulú, cuenta con 16 comunidades y 4 barrios, una extensión de 7.846 hectáreas. La población estimada en el año 2022 es de 5,456 habitantes (Castillo, 2019). A continuación, en la tabla 18 se presenta los resultados obtenidos de la generación de residuos de escombros.

Tabla 18

Generación de escombros en el lugar no autorizada 5 “Cerro Igualata”

Sector	Ubicación		Población Proyectada 2022	Área Total Ha	Población Afectada	Residuos Mensual (m ³ /mes)
San Isidro	Localización UTM-WGS84		5.456 habitantes	Cuenta con 7846,47 hectáreas, a través de la delimitación se estableció que existe un área de afectación de 727,44 m ² .	La población afectada en la parroquia San Isidro fue de 3.979 habitantes, cálculo realizado mediante la Ecuación ¡Error! No se e ncuentra el origen de la referencia..	San Isidro genera 71 m ³ /mes, llegando a sumarse así; anualmente un total 846 m ³ /año.
	X	Y	Dato referencial que sirvió para el cálculo de la población del año 2022. En base al censo de Población y Vivienda del INEC 2010 (INEC, 2016).			
	760890.602	9823796.245				

Nota. Establecimiento de datos mediante cálculos de índice de generación de escombros y procesamiento de información del lugar no autorizado 5, Cerro Igualata.

De acuerdo a los datos espaciales en el sector de San Isidro zona en donde se evidencio que:

- No se realizó ningún manejo adecuado de residuos de escombros
- Se refleja la generación de residuos de manera inadecuada producto de las diferentes etapas de construcción, demolición o mantenimiento.

- La superficie de la zona delimitada es alterada, debido a las diferentes cantidades de residuos de escombros acumuladas en dicho sector.

Caracterización de residuos de escombros del lugar no autorizado Cerro Igualata:

Se ha determinado el origen de los residuos de escombros procedente del sector San Isidro que cuenta con 7846,47 hectáreas, como se identifica en la figura 24, generando un promedio total de 71 m³/mes lo que representa el 11,09% de la totalidad de residuos generados a nivel del cantón Guano. En cuanto a su clasificación en base a su composición (Anexo I), se calculó que:

- El 35,5 m³/mes, representa todo tipo de residuos provenientes de cerámicas, piedra, hormigón, ladrillos, restos de bloques, plásticos, basura, papeles provenientes del sector constructivo.
- Un 26,27 m³/mes es el resultado, producto de los residuos de obra civil o demoliciones
- El 9,23 m³/mes, son restos de escombros tales son: papel, yeso, asfalto, plástico, metales, arena.
- La zona identificada como no autorizada 5, Cerro Igualata es de 3.979 habitantes de 5.456 de la totalidad de la población perteneciente a la parroquia San Isidro.

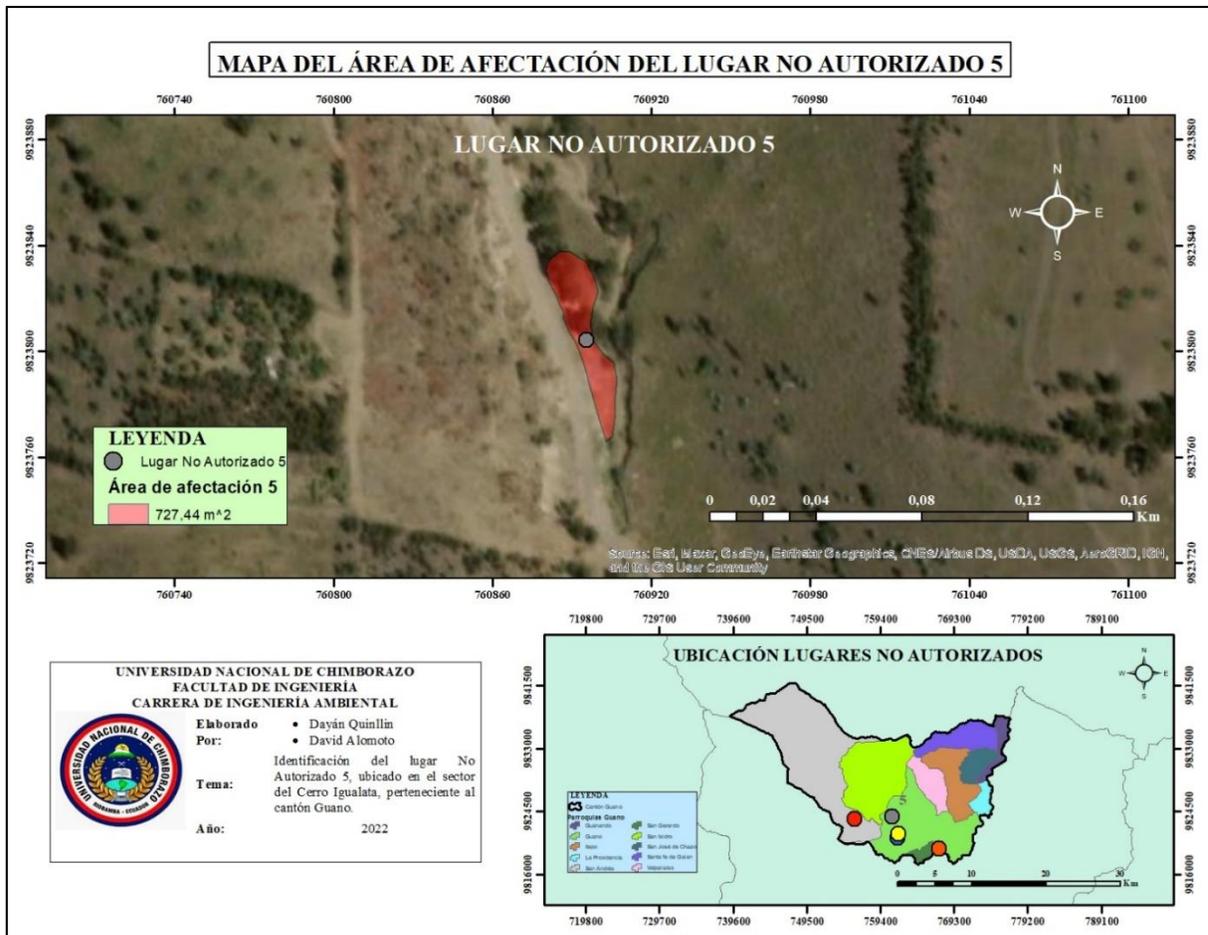


Figura 24. Mapa de ubicación de los lugares no autorizados 5, Cerro Igualata

Fuente: Elaborado por el investigador.

Resultados de la sectorización de los 5 lugares no autorizados:

Los cinco sitios no autorizados identificados para el tipo de estudio pertinente, se recabaron datos estratégicos de la caracterización de los residuos de escombros, identificando en la tabla 19, el resumen de la generación de residuos de escombros de los 5 lugares no Autorizados, muestreos que se realizó en el cantón Guano.

Tabla 19

Caracterización del volumen total de residuos de escombros generados en los lugares no autorizados.

Código	Lugares no Autorizados	Cantón Parroquias	Generación de residuos según su procedencia			Residuos mensuales
			Material de Construcción (m ³ /mes)	Demolición (m ³ /mes)	Restos (m ³ /mes)	
1	Miraflores de Guano	San Andrés	100,28	74	26	200,25
2	Vía Langos 1	Guano (La Matriz)	89,54	66,26	23,28	179,08
3	Vía Langos 2	El Rosario	33,13	24, 51	8,61	66,26
4	San Gerardo	San Gerardo de Pacaicaahuan	18,13	13,41	4,71	36,25
5	Cerro Igualata	San Isidro De Patulú	35,5	26,27	9,23	71
Total			276,58 m ³ /mes	204,45 m ³ /mes	62,5 m ³ /mes	552,84 m ³ /mes

Nota. Fuente: Elaboración del investigador

Mediante análisis de generación de residuos, se logró efectuar y sintetizar los muestreos establecidos con el fin de obtener datos para realizar un manejo adecuado a través de la caracterización, donde, a partir del análisis de los lugares no autorizados; San Andrés es quien genera más residuos de escombros; en vista de lo acontecido, la generación de residuos según su procedencia en el sector urbano generó un total de 277 m³/mes, de los cinco lugares no autorizados, los 204 m³/mes son residuos provenientes de actividades de demolición u obra civil y los 62,5 m³/mes son generados por cualquier otro tipo de residuos; éstos pueden ser residuos de mantenimiento y residuos forestales.

Se observa que el lugar no autorizado de San Gerardo es quien genera menos residuos de escombros, pero tampoco debe estar en funcionamiento. La totalidad de escombros de los 5 lugares no autorizados es 552,84 m³/mes, representando el 86,38% de la totalidad de residuos en referencia al Cantón Guano. La aplicación de gestión, medidas y planes son instrumentos para que estos residuos lleguen a sitios autorizados.

5.1.1.3. Cálculo del índice de Generación de Escombros. En base a la población actual se procedió con el cálculo de:

5.1.1.3.1. Estudio demográfico del crecimiento Poblacional del cantón Guano. Para determinar el estudio demográfico de la población, se contó con datos del INEC correspondiente al censo de la población 2010. Dado el caso, es elemental estimar la población futura que tendrá el cantón Guano desde el año 2022 hasta el año 2042 (Villacís & Carrillo, 2012), desarrollo previo al cálculo del origen del volumen de residuos de escombros que se deberá disponer de forma anual, mensual y diariamente en el trayecto de la vida útil de una Escombrera a largo plazo.

Datos:

- **Población inicial (Pi):** 42.851 habitantes (referencia según el último censo 2010, dato calculado de la población del año 2022).
- **Tasa de crecimiento poblacional (r):** 0,0128 Taza (Villacís & Carrillo, 2012).
- **Número de años:** 20 años (año inicial – año final)

A través de esta información se estimó el crecimiento de la población futura mediante el cálculo geométrico, asumiendo una tasa de crecimiento constante por medio de la aplicación de la ecuación (2).

$$Pf = Pi * (1 + r)^n$$
$$Pf = 42.851 * (1 + 0,0128)^{2021-2010} \quad (2)$$
$$Pf = 49.286 \text{ habitantes}$$

A continuación, en la tabla 20, se presenta la proyección de la población futura en virtud de la vida útil del proyecto de investigación durante un tiempo de 20 años.

Tabla 20

Crecimiento poblacional para el periodo de 20 años en el cantón Guano

Año	Población futura (Habitantes)
2022	49.286
2023	49.917
2024	50.556
2025	51.203
2026	51.858
2027	52.522
2028	53.194
2029	53.875
2030	54.565
2031	55.263
2032	55.970
2033	56.687
2034	57.412
2035	58.147
2036	58.892
2037	59.645
2038	60.409
2039	61.182
2040	61.965
2041	62.758
2042	63.562

Nota. Fuente: (Villacís & Carrillo, 2012)

La proyección de la población correspondiente al año 2042, cuenta con 63.562 habitantes resultado que se utilizó como base para el cálculo de la proyección per cápita y la cantidad del volumen de residuos de escombros totales diarios.

5.1.1.3.2. Cálculo de Volumen de Escombros. Mediante el análisis de la generación de escombros, se determinó el volumen de escombros per cápita o vivienda del año actual 2022, al año estimado del 2042, en base a la aplicación de la ecuación (3).

Para proyectar el cálculo de volumen de escombros generados en el cantón, se tomó como referencia el valor obtenido anualmente del año 2022; el cual, asciende a un total de 7.680

m³/año, por lo que, se transformó a toneladas logrando trabajar con unidades familiares, donde la cantidad total es de 11.520 toneladas/año, dato utilizado en la ecuación 3; en donde, se consideró los siguientes valores:

Datos:

- **Toneladas de escombros per cápita anualmente (RPCjt):** 11.520 toneladas/habitante * año.
- **Población del cantón Guano:** 49.285 habitantes.

$$RPCjt = \frac{11.520 \frac{ton}{hab. año}}{49.285 hab} = 0,23 ton/año \quad (3)$$

Como resultado final obtenido a partir de la ecuación 3 de la producción per cápita calculado hasta el año 2042; cuyo valor es de 0,23 ton/año, para el tema de investigación se trabajó en unidades de metros cúbicos (m³), siendo necesario volver a realizar el proceso de conversión logrando un resultado de 0.153 m³/año.

Tabla 21

Proyección del cálculo del volumen de generación en el cantón Guano, Año 2022 - 2042

Año	Población	Escombros m³/año	Escombros m³/mes
2022	49.286	7.680	640
2023	49.917	7.737	645
2024	50.556	7.836	653
2025	51.203	7.936	661
2026	51.858	8.038	670
2027	52.522	8.141	678
2028	53.194	8.245	687
2029	53.875	8.351	696
2030	54.565	8.458	705
2031	55.263	8.566	714
2032	55.970	8.675	723
2033	56.687	8.786	732
2034	57.412	8.899	742
2035	58.147	9.013	751

Año	Población	Escombros m³/año	Escombros m³/mes
2036	58.892	9.128	761
2037	59.645	9.245	770
2038	60.409	9.363	780
2039	61.182	9.483	790
2040	61.965	9.605	800
2041	62.758	9.728	811
2042	63.562	9.852	821

Nota. Fuente: Elaborado por el Investigador

5.1.1.3.3. Cantidad de Volumen de Ingreso Diario. Una vez obtenida el volumen total de la proyección de veinte años, identificado en la tabla 21, se calculó la proyección de ingreso de residuos de escombros totales diarios a nivel del cantón Guano, efectuando mediante la aplicación de la ecuación (4).

Datos:

- **Volumen total anual generado en el cantón Guano del año 2022 (Vt):**
7.680 m³/año.
- **Días laborables anual:** 260 (12 meses, 5 días laborables)

$$Vd_{2021} = \frac{Vt_{2022}}{260}$$

$$Vd_{2021} = \frac{7.680 \text{ m}^3}{260 \text{ dias}} \quad (4)$$

$$Vd_{2021} = 29,54 \text{ m}^3/\text{día}$$

El resultado obtenido del volumen diario inicial es de 29, 54 m³/día, en el año actual 2022 a nivel del cantón Guano, lo cual ha generado un volumen total de residuos de escombros de 7.680 m³/año con una población 49.286 de habitantes; por lo tanto, para proyectar un volumen de ingreso para el año 2042, se ejecutó en base a la población total de 63.562 habitantes. Dándonos como respuesta un ingreso diario promedio de 37,89 m³/día, de la misma forma se calculó para cada año establecido.

El promedio diario de los veinte años es de 32 m³, siendo así, que para el año 2042 se llegó a estimar la generación de 182.765 m³/año en total; así como lo indica en la tabla 22.

Tabla 22*Cálculo del volumen de escombros*

Año	Vol. Diario m³/día	Días de Operación	Vol. Anual m³/año	Vol. mensual m³/mes	Vol. Acumulado Total	Población
2022	29,54	260	7.680	640	7.680	49.286
2023	29,76	260	7.737	645	15.417	49.917
2024	30,14	260	7.836	653	23.253	50.556
2025	30,52	260	7.936	661	31.190	51.203
2026	30,92	260	8.038	670	39.228	51.858
2027	31,31	260	8.141	678	47.368	52.522
2028	31,71	260	8.245	687	55.614	53.194
2029	32,12	260	8.351	696	63.964	53.875
2030	32,53	260	8.458	705	72.422	54.565
2031	32,95	260	8.566	714	80.987	55.263
2032	33,37	260	8.675	723	89.663	55.970
2033	33,79	260	8.786	732	98.449	56.687
2034	34,23	260	8.899	742	107.348	57.412
2035	34,66	260	9.013	751	116.361	58.147
2036	35,11	260	9.128	761	125.489	58.892
2037	35,56	260	9.245	770	134.734	59.645
2038	36,01	260	9.363	780	144.098	60.409
2039	36,47	260	9.483	790	153.581	61.182
2040	36,94	260	9.605	800	163.186	61.965
2041	37,41	260	9.728	811	172.913	62.758
2042	37,89	260	9.852	821	182.765	63.562

Nota. Codificación de la totalidad de residuos de escombros año 2022 al 2042.

5.1.1.3.4. Estrategia para la gestión del manejo y disposición final de Escombros en el cantón Guano. El gobierno autónomo descentralizado del cantón Guano se encargará de realizar la parte de la gestión administrativa, permitiendo originar acciones que atiendan la problemática sobre la contaminación ambiental en cuanto al manejo apropiado y su disposición final en relación a la generación de escombros demostrando el esquema final a través de la figura 25. Realizada la caracterización de residuos de escombros, la aplicación permitió establecer la estimación del volumen total dentro del área establecida, consecuencia final que ayudó a simplificar a través del proceso de planificación en el ámbito del sector constructivo (Arias et al., 2018).

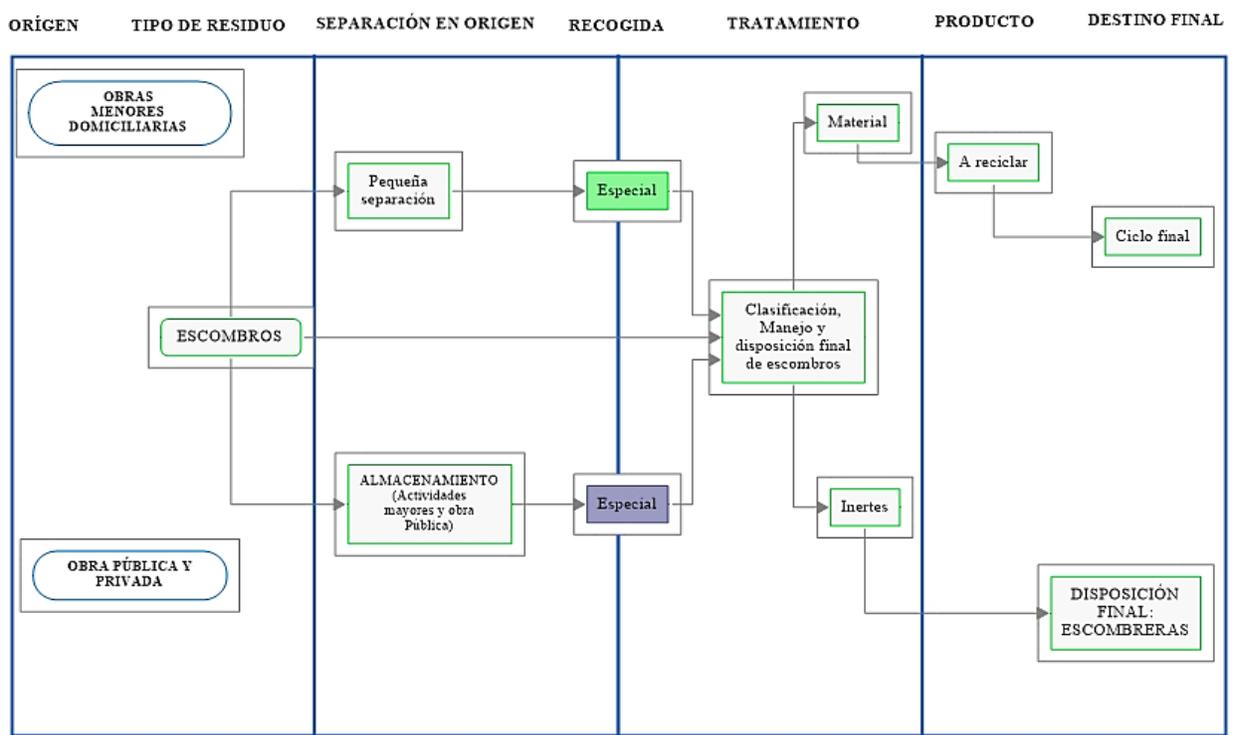


Figura 25. Esquema de manejo y disposición final de residuos de escombros en el cantón Guano

Fuente: Elaborado por el investigador.

5.2.Segunda Etapa

5.2.1. Análisis espacial de decisión multicriterio para la ubicación de la escombrera municipal del cantón Guano

La información obtenida mediante la ponderación de los criterios establecidos para la selección del lugar en función al territorio del cantón Guano, se presentaron mediante mapas temáticos de los criterios de ubicación realizados en el software ArcGIS 10.5; los cuales, se presentan como anexos en la tabla 23.

Tabla 23

Mapas de criterios para la selección de la ubicación

Criterios	Anexos
Distancia a Recursos Hídricos (metros)	Anexo k
Grado de Pendiente (°)	Anexo L
Uso de Suelo	Anexo M
Distancia a Zonas Urbanas (Km)	Anexo N
Precipitación (mm)	Anexo O
Distancia a vías (Km)	Anexo P
Distancia a Fallas Geológicas (metros)	Anexo Q

Nota. Cada criterio cuenta con un mapa de Cumplimiento

Con la elaboración de los mapas de criterios, se obtuvo una mejor percepción del cumplimiento de las áreas o celdas codificadas, en las cuales, se identificó las zonas catalogadas como aptas y no aptas para la ubicación de una escombrera municipal.

5.2.1.1. Ponderación de los Criterios mediante el Método Jerárquico AHP. Para la utilización de este método, se realizó la construcción de la matriz de comparación por pares en base al criterio técnico personal e información recopilada de otros Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. En donde, los criterios de la primera columna son los numeradores y los criterios de la primera fila son los denominadores; a los cuales se les otorgó un peso según la jerarquización AHP, como se observa en la tabla 24.

Tabla 24*Matriz de Comparación por Pares*

Criterios de Ubicación	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT7
Distancia a zonas urbanas (CT1)	1	5/7	5/9	5/3	5/7	5/1	7/5
Grado de pendiente (CT2)	7/5	1	7/9	7/5	7/5	7/1	7/5
Distancia a recursos hídricos (CT3)	9/5	9/7	1	9/5	9/7	9/1	9/7
Distancia a vías (CT4)	3/5	5/7	5/9	1	5/7	5/1	5/7
Uso de suelo (CT5)	7/5	5/7	7/9	7/5	1	5/1	7/5
Distancia a fallas geológicas (CT6)	1/5	1/7	1/9	1/5	1/5	1	1/7
Precipitación (CT7)	5/7	5/7	7/9	7/5	5/7	7/1	1
Total	7.11	5.29	4.56	8.87	6.03	39.00	7.34

Nota. Comparación entre criterios de la primera columna establecida como numerador con los criterios de la primera fila como denominador.

Con la elaboración de la matriz de comparación por pares, se procedió con el desarrollo de la matriz normalizada, la cual, nos aportó con el establecimiento del grado de importancia de los criterios que se están analizando, como se observa en la tabla.

Tabla 25*Matriz Normalizada*

Criterios de Ubicación	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT7	Ponderación	Grado de Importancia
Distancia a zonas urbanas (CT1)	0,14	0,14	0,12	0,19	0,12	0,13	0,19	15%	4
Pendiente (CT2)	0,20	0,19	0,17	0,16	0,23	0,18	0,19	19%	2
Distancia a recursos hídricos (CT3)	0,25	0,24	0,22	0,20	0,21	0,23	0,18	21%	1
Distancia a vías (CT4)	0,08	0,14	0,12	0,11	0,12	0,13	0,10	12%	6
Uso de suelo (CT5)	0,20	0,14	0,17	0,16	0,17	0,13	0,19	16%	3
Distancia a fallas geológicas (CT6)	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	3%	7
Precipitación (CT7)	0,10	0,14	0,17	0,16	0,12	0,18	0,14	15%	5
TOTAL								100%	

Nota. Cada criterio cuenta con un grado de importancia que va desde el 1 como el más importante, hasta el 7 como el de menos importancia

Mediante los resultados de la matriz normalizada, se mostró el grado de prioridad de los criterios que se establecieron técnicamente y su posterior consistencia; en la cual, se tiene:

- El criterio de Distancia a Recursos Hídricos (CT3): es el más importante con una ponderación de 21%; estableciendo que para la ubicación de una escombrera se debe mantener una distancia considerable ante este tipo de recursos, debido a que se pueden presentar agentes secundarios que generen contaminación directa con residuos de construcción, lixiviados, el deterioro de la zona, etc.
- El criterio de Pendiente (CT2): obtuvo una ponderación del 19%; siendo este el segundo criterio de mayor importancia para la selección de la ubicación de la escombrera, debido a que el grado de inclinación de una superficie terrestre facilita las labores de: construcción, compactación, estabilidad, entre otros.
- El criterio de Uso de Suelo (CT5): obtuvo una ponderación del 16%, siendo el tercer criterio de gran importancia, ya que el conocimiento de la propiedad de los predios que se ubiquen en ciertas zonas determinadas o la identificación de sectores abandonados; dictamina la posibilidad de construir una escombrera municipal.
- El criterio de Distancia a Zonas Urbanas (CT1): obtuvo una ponderación del 15%, siendo el cuarto criterio con una importancia considerable, debido a que se toma en cuenta la distancia apropiada a las zonas urbanas o rurales del cantón Guano; por temas económicos o de mantenimiento de la maquinaria.
- El criterio de precipitación (CT7): obtuvo una ponderación del 15%, siendo el quinto criterio con una importancia considerable, debido a que existen zonas en las cuales existe una mayor incidencia de precipitación, por lo que es necesario analizar lugares con antecedentes en los cuales no exista una mayor precipitación. Debido a que estas pueden generar desestabilidad en las fases de construcción de las bermas.
- El criterio de Distancia a Vías (CT4): obtuvo una ponderación del 12%, siendo el sexto criterio con una importancia menor, debido a que en gran parte del cantón Guano existen vías que logren el acceso de vehículos directo a la zona que se seleccione.
- El criterio de distancia a Fallas Geológicas (CT6): obtuvo una ponderación del 3%, siendo el séptimo y último criterio con menor importancia, debido a que el cantón Guano se encuentra a una distancia mayor a los límites en donde convergen las Placas de Nazca y de Sudamérica; las zonas son seguras en cuanto a la frecuencia de sismos de gran magnitud generados por la energía producida por estas placas tectónicas.

Para verificar la veracidad de los valores de la matriz normalizada, se procedió con el cálculo de la razón de consistencia; la cual, se obtuvo previamente con el cálculo del índice de consistencia y el índice de consistencia aleatoria. Los resultados se observan en la tabla 26.

Tabla 26

Consistencia de la Matriz Normalizada

Índices	Resultados
Índice de Consistencia (CI)	0,01
Índice de Consistencia Aleatoria (RI)	1,41
Razón de Consistencia (CR)	0,01

Nota. El procesamiento de la información se lo realizó mediante el software Excel

El resultado de la Razón de Consistencia (CR) es de 0,01; en donde, si el valor es menor a 1 indica que la matriz es consistente y aceptable, siendo de consideración importante debido a que el juicio de valor es razonable.

5.2.1.2. Sectorización y Mapeo del cantón Guano por medio de la generación de la Malla Vectorial Fishnet. En la figura 26 se muestra la sectorización del cantón Guano mediante la aplicación de la malla vectorial Fishnet, donde se obtuvo como resultado la creación de 150 celdas alrededor del territorio de Guano representadas como parcelas con una dimensión de 4 km² y su respectiva codificación en letras mayúsculas y números.

Tabla 27*Porcentaje de Cumplimiento de los Criterios en la Sectorización del cantón Guano*

Codificación de Sectores (Celdas)	Cantidad de Sectores Codificados	Cantidad de Criterios Cumplidos	Porcentaje de Cumplimiento
M1 – M5 – M6 – N8 – N9 – N10 – O6 – O7 – O8 – O9 – O10.	11	1	14%
G6 – G7 – H4 – I1 – I9 – I10 – J1 - K5 – K6 – K7 – K8 – M2 – M3 – M4 – M7 – N4 – N5 – N6 – N7 – O1 – O3.	21	2	29%
A7 – E2 – E10 – F1 – F6 – G4 – G5 – H1 – H2 – H5 – H10 – I2 – I3 – I6 – J2 – J5 – J6 – J9 – J10 – K1 – K2 – K3 – K9 – K10 – L10 – M8 – M9 – O4 – O5.	29	3	43%
A8 – B7 – B8 – C2 – C8 – C9 – D5 – D6 – E1 – E3 – E9 – F2 – F5 – F7 – F9 – G1 – G2 – G8 – H3 – H7 – H9 – I4 – I5 – I7 – J4 – J7 – J8 – K4 – L1 - L2 – L3 – L4 – L5 – L6 – L7 – N3.	36	4	57%
A1 – A2 – A3 – A9 – A10 – B1 – B6 – C1 – C3 – C4 – C5 – C6 – C7 – C10 – D2 – D3 – D4 – D7 – D8 – D9 – E5 – E6 – E7 – F3 – F8 – F10 – G3 – G9 – G10 – H6 – H8 – I9 – J3 – L8 – L9 – M10 – N2 – O2.	38	5	71%
A4 – A6 – B4 – B5 – B9 – B10 – D1 – D10 – E4 – E8 – F4 – N1.	12	6	86%
A5 – B2 – B3.	3	7	100%
TOTAL	150		

Nota. El número de criterios que cumpla cada sector define el porcentaje de cumplimiento de cada celda.

El número de criterios técnicos, ambientales, económicos y sociales; que se cumplan en determinado sector codificado, varió dependiendo su localidad en el cantón Guano. Debido a ello, se tiene que los lugares que cumplen con un solo criterio presentan un porcentaje del 14% y los que cumplan los siete criterios tendrán un porcentaje del 100%; por lo cual se tiene que las celdas A5, B2 y B3, son las celdas que cumplen al 100% con todos los criterios para la ubicación de una escombrera, como se observa en la figura 27.

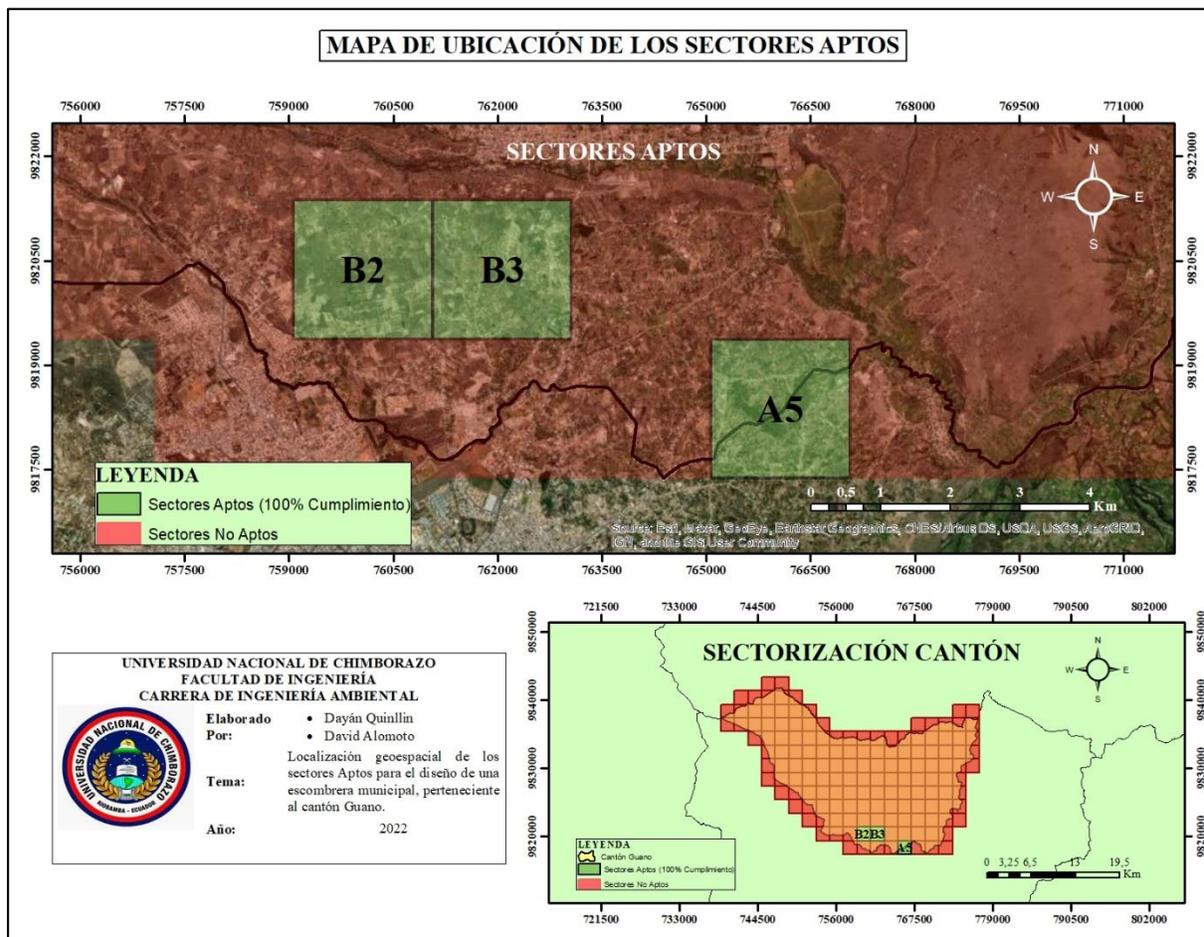


Figura 27. Sectorización de las celdas que cuentan con el 100% de cumplimiento de los criterios de ubicación

Fuente: Elaborado por el investigador.

5.2.1.4. Identificación de la cantidad de predios en los sectores aptos. En base a las zonas identificadas como aptas para la ubicación de una escombrera municipal, se procedió con el contraste de información de la base de datos del CATASTRO NOVIEMBRE 2022, como se observa en la figura 28; en donde, se identificó la cantidad de predios que se encuentren registrados de forma legal.



Figura 28. Identificación de los predios bajo propiedad de los sectores aptos

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Para realizar la identificación de la cantidad de los predios registrados en el Municipio del cantón Guano, se procedió con una selección por atributos de los predios bajo algún registro legal de propiedad pertenecientes a la base de datos CATASTRO NOVIEMBRE 2022 del cantón Guano y su respectiva sectorización; por medio del software ArcMap. Los resultados obtenidos, se muestran en la tabla 28.

Tabla 28*Información de la cantidad de predios identificados en los sectores aptos*

Celda Codificada	Área de Celda	Cantidad de Predios	Tipos de Predios
A5	4 km ²	674 Predios	<ul style="list-style-type: none"> - Terrenos urbanos. - Terrenos rurales. - Predios corregidos. - San Gerardo.
B2	4 km ²	2142 Predios	<ul style="list-style-type: none"> - Casas. - Parcelas. - Terrenos corregidos. - Terrenos urbanos y rurales. - Miraflores. - San Alfonso. - San Andrés - San Miguel.
B3	4 km ²	1518 Predios	<ul style="list-style-type: none"> - Parcelas. - Terrenos urbanos y rurales. - Bienes Municipales. - San Pedro las abras. - San Miguel. - San Alfonso.

Nota. El conocimiento de la cantidad de predios permitirá identificar zonas en las cuales sean posibles diseñar una escombrera.

5.2.1.5. Contraste de la Información de los lugares identificados como aptos. De acuerdo con el cumplimiento de los siete criterios establecidos para considerar un sector apto para la ubicación de una escombrera, se tiene:

- **La celda A4:** técnicamente toda el área dentro de la celda cumplió con los criterios de ubicación establecidos, pero debido a que existen zonas que no son propiedad del GADM-CG o incluso son utilizadas para actividades de desarrollo local; lo cual, indica que el sector es apropiado técnicamente para el diseño de una escombrera, pero debido a que por temas de propiedad de los predios o la inversión económica para el desarrollo del proyecto. El sector en la actualidad no es factible, debido a temas económicos relacionados con el diseño de una escombrera municipal.

- **Las celdas B2 y B3:** las áreas ubicadas dentro de los sectores que cumplieron con todos los criterios establecidos, pero al igual que en el anterior sector; ciertas áreas cuentan con propietarios o son utilizadas para actividades de desarrollo local. A lo cual, se suma la necesidad de una inversión económica alta para acondicionar el lugar elegido ante las características de construcción de la escombrera. Debido a ello no es factible económicamente, siendo un factor determinante para el inicio del proyecto.

En vista de que el recurso económico y el desconocimiento en su totalidad de las divisiones territoriales, han sido los principales factores para que se lleve a cabo el desarrollo del proyecto. Para lo cual, el GADM-CG propuso tres lugares que fueron sometidos al análisis de los mismos criterios, con la finalidad de que el factor económico no sea una limitante para la realización de la actividad, identificando el lugar apto bajo las características ambientales, económicas y sociales. En donde, se procedió con la sectorización de las áreas sugeridas por el GADM-CG y la elaboración de mapas de ubicación mediante el software ArcGIS 10.5, como se observa en la tabla 29.

Tabla 29
Identificación de los lugares pertenecientes al GADM-CG

Lugar	Código	Área	Descripción
Concesión Miraflores de Guano	MF	9839, 46 m ²	<ul style="list-style-type: none"> - Ubicada en la parroquia de San Andrés, en el sector de la curva de San Andrés. - Representante Legal: Jorge Estuardo Fiallos Infante. - Tipo de material de extracción: ripio, arena y piedra bola. - Explotación a cielo abierto.
Concesión Sigsipamba	SIGS	5463,83 m ²	<ul style="list-style-type: none"> - Ubicada en la parroquia San Andrés. - Representante legal: GADM-CG. - Tipo de material de extracción: Arena. - Explotación a cielo abierto. - Fin de actividad minera el 6 de Julio del 2022.
Concesión San Vicente	SV	5114,45 m ²	<ul style="list-style-type: none"> - Ubicada en la parroquia de La Matriz. - Representante legal: GADM-CG. - Tipo de material de extracción: Arena. - Explotación a cielo abierto. - Fin de actividad del área de San Vicente el 6 de Julio 2022.

Nota. De acuerdo a cada lugar se establecerá un mapa de ubicación en los cuales se analizarán el número de criterios técnicos que cumplan.

5.2.1.6. Resultado del lugar apto para el diseño de una escombrera municipal del cantón Guano. Una vez establecidas las ubicaciones de los tres lugares, se procedió con la verificación

del número de criterios que cumplan de acuerdo a la celda codificada en la que se encuentren, a su vez se revisaron los antecedentes de las zonas y se realizaron las respectivas visitas de técnicas in-situ para una mejor percepción de las zonas analizadas, como se muestra en la tabla 30.

Tabla 30

Sectorización y Descripción de los Lugares disponibles por el GADM-CG

Lugares	Número de Criterios Cumplidos	Porcentaje de Cumplimiento	Código de Celda Codificada	Criterios que No se Cumplen
Concesión Miraflores de Guano	5	71%	D4 – C1	1. Distancia a Recursos Hídricos. 2. Uso de Suelo.
Concesión Sigsipamba	5	71%	D4	1. Distancia a Recursos Hídricos. 2. Uso de Suelo.
San Vicente	5	71%	C7	1. Distancia a Recursos Hídricos. 2. Distancia a Zonas Urbanas.

Nota. Mediante el análisis técnico se determinó que el porcentaje mínimo idóneo para ser considerado un lugar apto es del 70%, una vez que cumpla el porcentaje requerido; se revisaran el cumplimiento de cada criterio establecido de manera minuciosa.

A continuación, se debe entender que cada celda codificada cuenta con un área de 4 km², lo que, quiere decir que: Si un criterio considerado como no apto sobrepasa el límite de su celda, la misma procederá a ser seleccionada como no apta; para lo cual, se analizaron las celdas de forma individual en base a los tres lugares y bajo todos los criterios de cumplimiento. Sometiéndose al proceso de análisis geoespacial de los criterios de ubicación que no se cumplan de las celdas codificadas en las que se encuentren ubicados los lugares pertenecientes al GADM-CG, identificando las celdas en las cuales se encuentran alojadas las zonas sometidas al análisis espacial mediante el software ArcGIS 10.5, como se muestra en la figura 29.

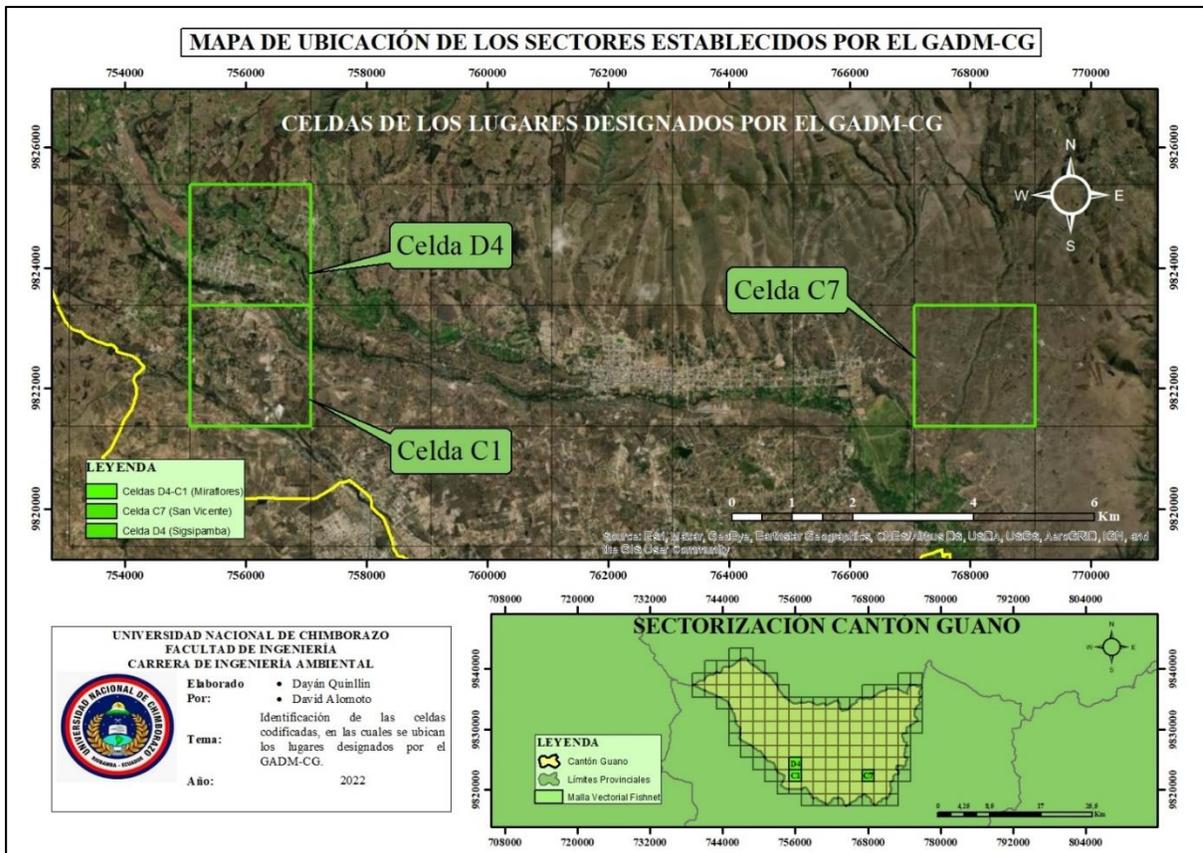


Figura 29. Sectorización y ubicación de las celdas pertenecientes a los lugares establecidos por el GADM-CG

Fuente: Elaborado por el investigador.

En base al análisis de los siete criterios de cumplimiento de los tres lugares pertenecientes al GADM-CG, se tiene:

1. Concesión Miraflores:

Lugar que se encuentra ubicado según la codificación por medio de la malla vectorial Fishnet, en las celdas D4 y C1, como se muestra en la figura 30, las cuales cumplen cinco criterios técnicos con un porcentaje de cumplimiento del 71%; más de lo mínimo necesario para ser aceptado como una zona apta técnicamente para la ubicación de una escombrera. Para lo cual, se procedió con el análisis de los criterios que no cumplen de manera individual y minuciosa, con la finalidad de verificar que el lugar no presenta ningún tipo de riesgos en los ejes ecológico, económico y social.

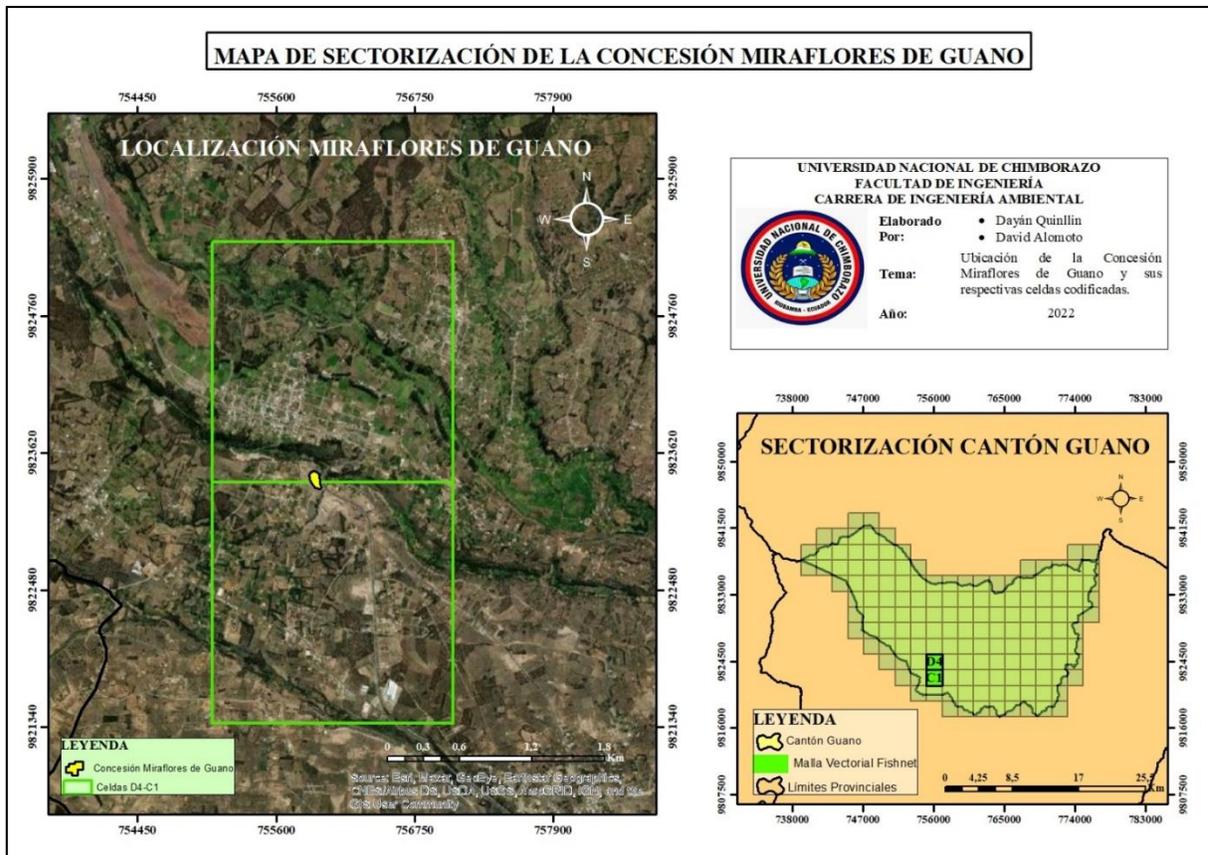


Figura 30. Ubicación de la “Concesión Miraflores de Guano”

Fuente: Elaborado por el investigador.

Análisis de criterios que No Cumplen:

- Recursos Hídricos:

Se debe a que la quebrada de Batzacón atraviesa las celdas D4 y C1, lo cual al momento de procesar la información de estos sectores se identifica como no apto en este criterio. Debido a ello, se procedió con la identificación de la distancia existente del recurso hídrico con respecto a la concesión Miraflores de Guano mediante el programa ArcMap como se muestra en la figura 31; demostrando que el lugar de Miraflores se encuentra a una distancia de 80,42 metros de la quebrada Batzacón.

El área de riesgo establecida por otros municipios cantonales es de 150 metros en general con cualquier recurso hídrico. Dicho esto, se denomina a la quebrada de Batzacón como una corriente natural más o menos continua; lo que, indica que tiene tiempos de sequía y de lluvia dependiendo el mes en el año, también se identifica que son aguas que no se utilizan para el consumo humano o de riego para cultivos. Por lo cual, se consideró la distancia de este lugar con respecto al recurso hídrico y con base en las características topográficas de la zona; el lugar

es apto para la ubicación de una escombrera, ya que no presenta algún tipo de riesgo para los recursos hídricos cercanos.

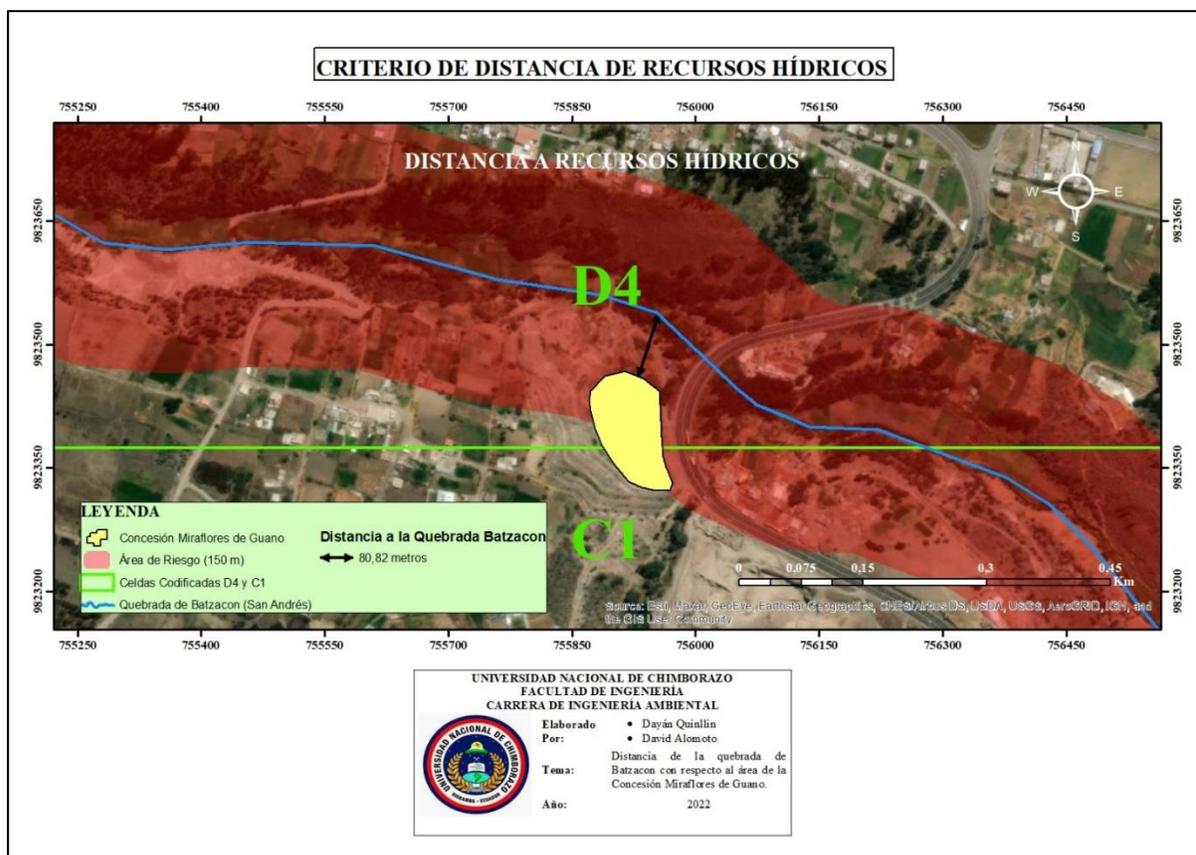


Figura 31. Verificación de cumplimiento de criterio de Distancia a los Recursos Hídricos de la Concesión Minera Miraflores

Fuente: Elaborado por el investigador.

- Uso de Suelo:

Se debe a que existen áreas con diferentes usos del suelo dentro de las celdas D4 y C1, en donde se procedió a la verificación del dueño de la propiedad en la cual se desea diseñar la escombrera municipal perteneciente al cantón Guano (Figura 32). Lo cual, al momento de procesar la información denomina al sector como no apto; pero en base a los antecedentes legales del lugar, se tiene que el área de Miraflores de Guano cuenta con un propietario que anteriormente realizaba actividades de extracción de material pétreo en el lugar, contando con la autorización legal debida para el tipo de actividad que se realizó. La legalidad del lugar y los antecedentes del mismo, denominan al lugar como apto en cuanto al cumplimiento de este criterio.

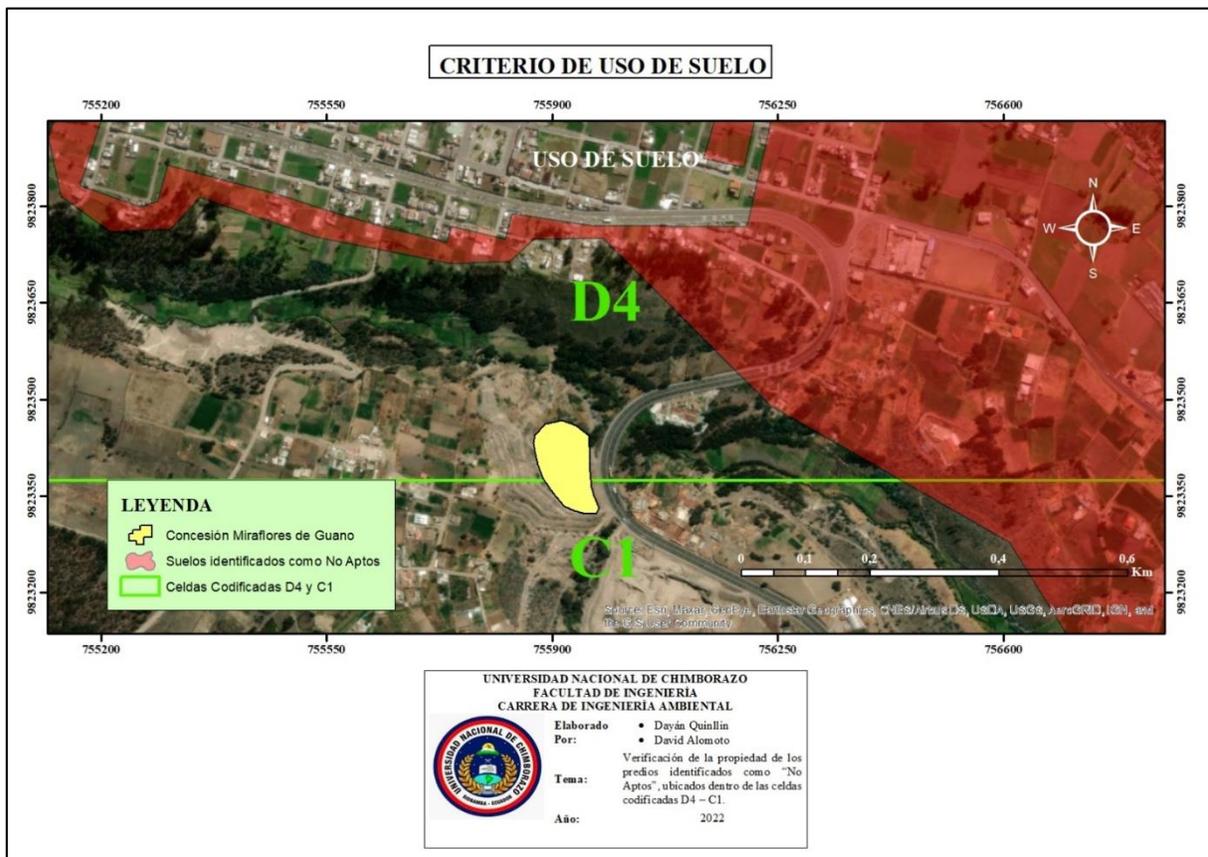


Figura 32. Verificación de cumplimiento del criterio de Uso de Suelo de la Concesión Minera Miraflores

Fuente: Elaborado por el investigador.

2. Concesión Sigsipamba:

Lugar que se encuentra ubicado en la celda codificada D4 como se muestra en la figura 33, en la cual, se identificó el cumplimiento de cinco criterios de ubicación con un porcentaje del 71%. Logrando alcanzar el porcentaje mínimo establecido; debido a esto, se procedió con el análisis de manera individual y minuciosa de cada criterio que no cumple, con la finalidad de verificar que la zona no presenta ningún tipo de riesgo en los ejes ambiental, económico y social.

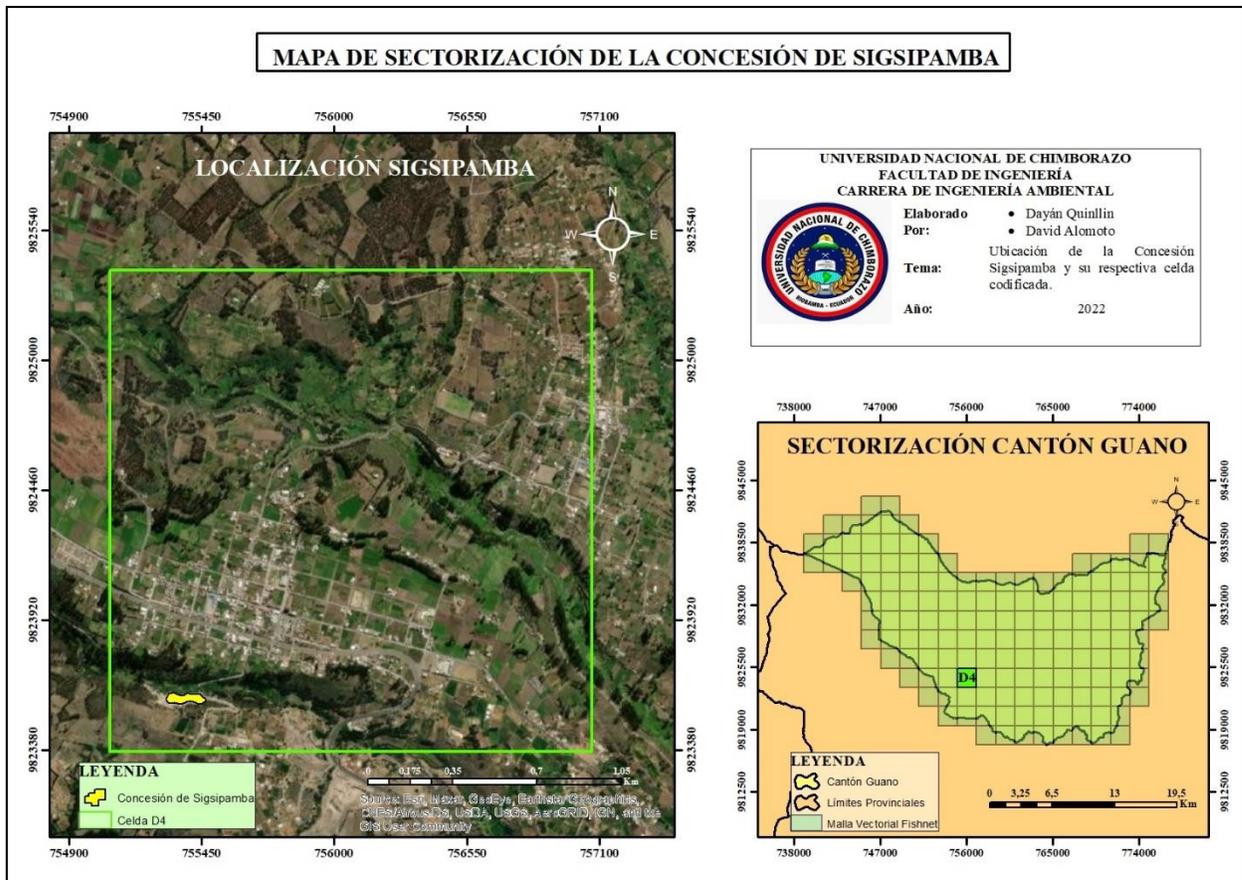


Figura 33. Sectorización de la ubicación de la “Concesión Sigispamba”

Fuente: Elaborado por el investigador.

Análisis de criterios que No Cumple:

- Recursos Hídricos:

Se debe a que la quebrada Batzacón atraviesa la celda D4, por lo cual, al momento de procesar la información se identificó la celda como no apta. Por lo mismo, se procedió con el análisis de la distancia del área de Sigispamba con respecto al recurso hídrico; en donde, se obtuvo que el lugar se encuentra ubicada a una distancia de 6,32 metros de distancia de la quebrada Batzacón como se muestra en la figura 34. Debido a esto, el lugar no cumple con este criterio; ya que todas las alertas por distintos tipos de contaminación a las fuentes hídricas son altas.

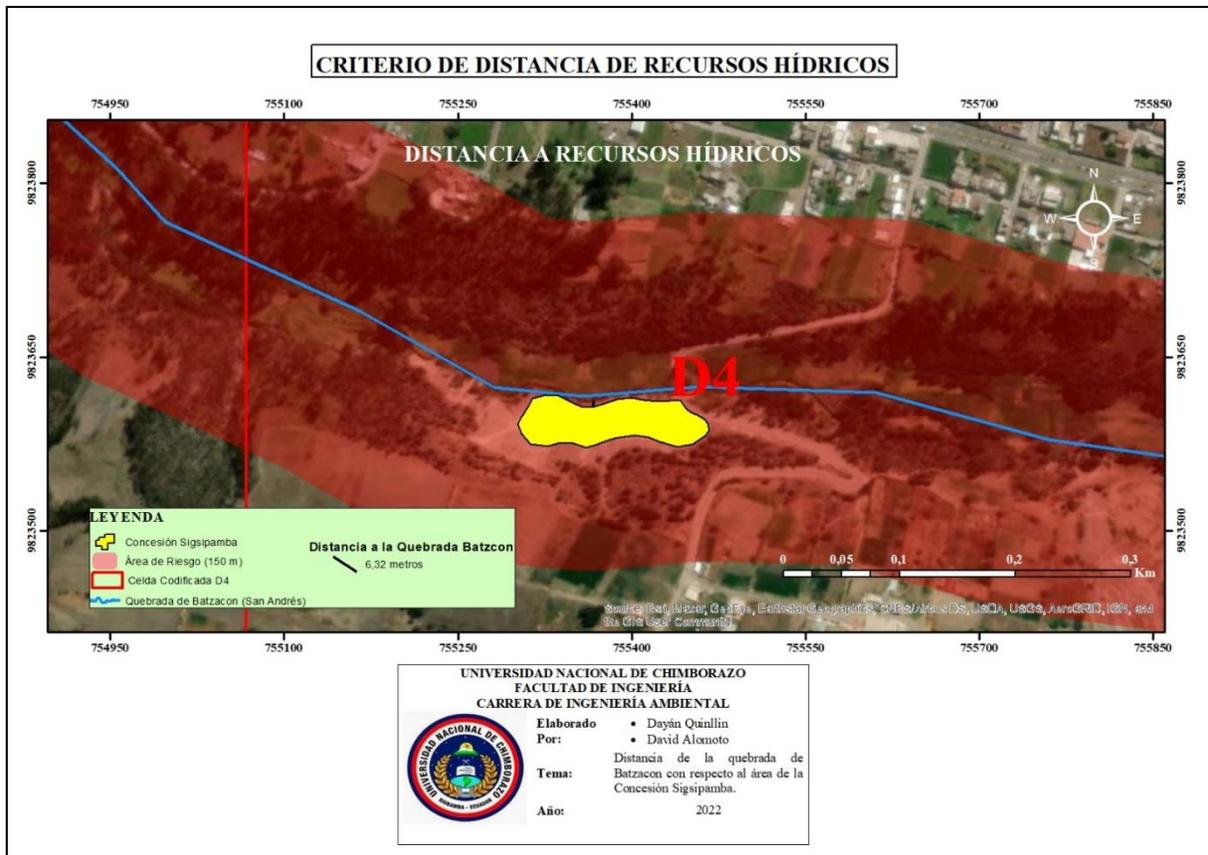


Figura 34. Verificación de cumplimiento del criterio de Recursos Hídricos de la Concesión Sigsipamba

Fuente: Elaborado por el investigador.

- Uso de Suelo:

Se debe a que ciertas áreas denominadas como suelos no aptos atraviesan la celda D4, designando la celda al momento de procesar la información como no apta, como se observa en la figura 35. Conforme la legalidad de propiedad se determinó que el lugar es identificado como un área privada y libre de realizarse cualquier tipo de actividad en ella.

Considerando las características del lugar y el tipo de actividad que se realizó, no es recomendable ubicar una escombrera; ya que existen otros recursos que puedan resultar afectados de manera indirecta y perjudicial.



Figura 35. Verificación de cumplimiento del criterio de Uso de Suelo de la Concesión Sigsipamba

Fuente: Elaborado por el investigador.

3. Concesión San Vicente

Lugar que se encuentra ubicado en la celda C7 como se muestra en la figura 36, el cual, cumple con cinco criterios, alcanzando más del porcentaje mínimo con el 71% de cumplimiento. Debido a la situación, se procedió con el análisis individual y minucioso de cada criterio que no se cumpla, con la finalidad de verificar que la zona no presenta ningún tipo de riesgo en los ejes ambiental, económico y social.

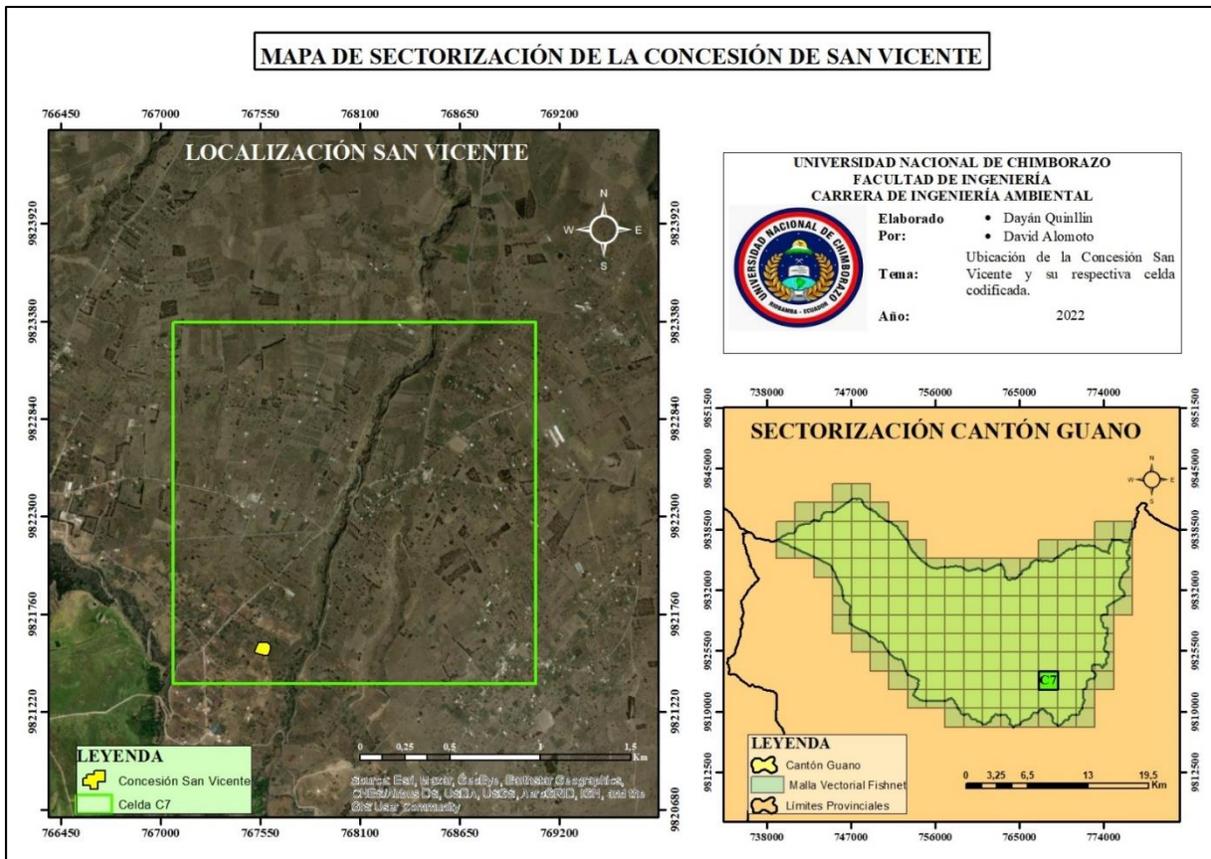


Figura 36. Sectorización de la Ubicación del Lugar de “San Vicente”

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Análisis de criterios que No Cumple:

- Recursos Hídricos:

Se debe a que la Quebrada Chocón atraviesa la celda C7, determinando al momento de procesar la información como no apto. Para lo cual, se procedió analizar la distancia del lugar con respecto al recurso hídrico más cercano, en donde, se identificó que la concesión se encuentra ubicada a una distancia de 167,72 metros como se muestra en la figura 37 y la distancia mínima es de 150 metros según lo recomendado por otros municipios. En base a lo dicho anteriormente, el lugar cumple con este criterio y no presenta ningún riesgo para cualquier tipo de recurso hídrico.



Figura 37. Verificación de cumplimiento del criterio de Recursos Hídricos de la Concesión San Vicente

Fuente: Elaborado por el investigador.

- Distancia a Zonas Urbanas:

Debido a que la concesión de San Vicente se encuentra ubicada a 2,05 kilómetros de distancia de la zona urbana más cercana y el valor mínimo establecido en los criterios de ubicación es de 1 kilómetro; como se observa en la figura 38. Lo que indicó que en temas de transporte se necesita recorrer una mayor distancia; implicando gastos económicos altos en combustibles y reparación de maquinaria. Por ende, no es apto en cuanto a este criterio.



Figura 38. Verificación de cumplimiento del criterio de Distancia a Zonas Urbanas de la Concesión San Vicente

Fuente: Elaborado por el investigador.

Resultado de los tres lugares establecidos por el GADM-CG, para la identificación del lugar más apropiado para el diseño de una escombrera:

Una vez analizado los criterios que no cumplen los lugares determinados por el GADM-CG, se logró elegir el lugar más apropiado para la ubicación de una escombrera municipal; el cual, es la concesión Miraflores de Guano ubicada en las celdas codificadas D4 y C1 perteneciente a la parroquia de San Andrés, como se observa en la figura 39. Debido a que, por las características topográficas y antecedentes del lugar, es el mejor candidato para el diseño de una escombrera.



Figura 39. Selección del lugar apto para la ubicación de una escombrera

Fuente: Elaborado por el investigador.

5.3.Tercera Etapa

5.3.1. Geología de la Concesión de Miraflores de Guano

La concesión minera se caracteriza por presentar rocas de Formación Riobamba como basamento local, sobre la cual descansan rocas volcánicas de tipo Cangahua y en los márgenes de los cauces se ubican depósitos aluviales y depósitos glaciares recientes, como se observa en la figura 40.



Figura 40. Formación geológica del área establecida para la escombrera

Fuente: Elaborado por el investigador.

Formación Riobamba (Pleistoceno): Es un material volcánico considerado como un lahar o un flujo de sedimento y agua, la cual, al depositarse dio origen a las depresiones topográficas de la planicie ondulada de Riobamba. Este material viene a ser explotado en diversas canteras de la zona de San Andrés; constituyendo el facie volcánico de flujos de lodo (Lahares del volcán Chimborazo), debido a erupciones que generaron el arrastre de material volcánico por las redes de drenaje; el cual estaba compuesto por: aglomerados volcánicos, bloques de forma redondeada de diferentes diámetros compuesto por andesita con textura porfidítica, polvo y arena (en algunos casos se aprecia de manera estratificada) (Miduví, 2011).

Depósitos Aluviales y Glaciales (Holoceno): En la parroquia San Andrés se visualiza dos tipos de horizontes cubiertas de Cangahua, que son:

- 1) El perfil superficial que es utilizada para cultivos, con hasta 15 metros de espesor que se encuentra formada por gravas que alternan con pisos de material laharítico y de forma clara en tobas (distribuidas horizontalmente).
- 2) El segundo perfil corresponde a la acumulación de una gran cantidad de rocas de la formación Riobamba; la cual, está constituida en lahares del volcán Chimborazo.

En la concesión minera de Miraflores de Guano, se explotó material correspondiente a la Formación Riobamba, conformado por rocas de tipo: magmáticas efusivas intermedias de andesitas basálticas de colores gris rojizas; con un alto porcentaje de minerales de tipo plagioclasas y material fino (Figura 41).



Figura 41. Conformación de los pisos del área de Miraflores de Guano

Fuente: Elaborado por el investigador.

5.3.1.1. Tipología del área de Miraflores de Guano. Mediante el procesamiento de información geoespacial en el software ArcMap, se identificó el tipo de suelo en el cual se encuentra ubicada las celdas codificadas D4 – C1 y en específico del área de la concesión Miraflores de Guano, como se puede observar en la figura 42.

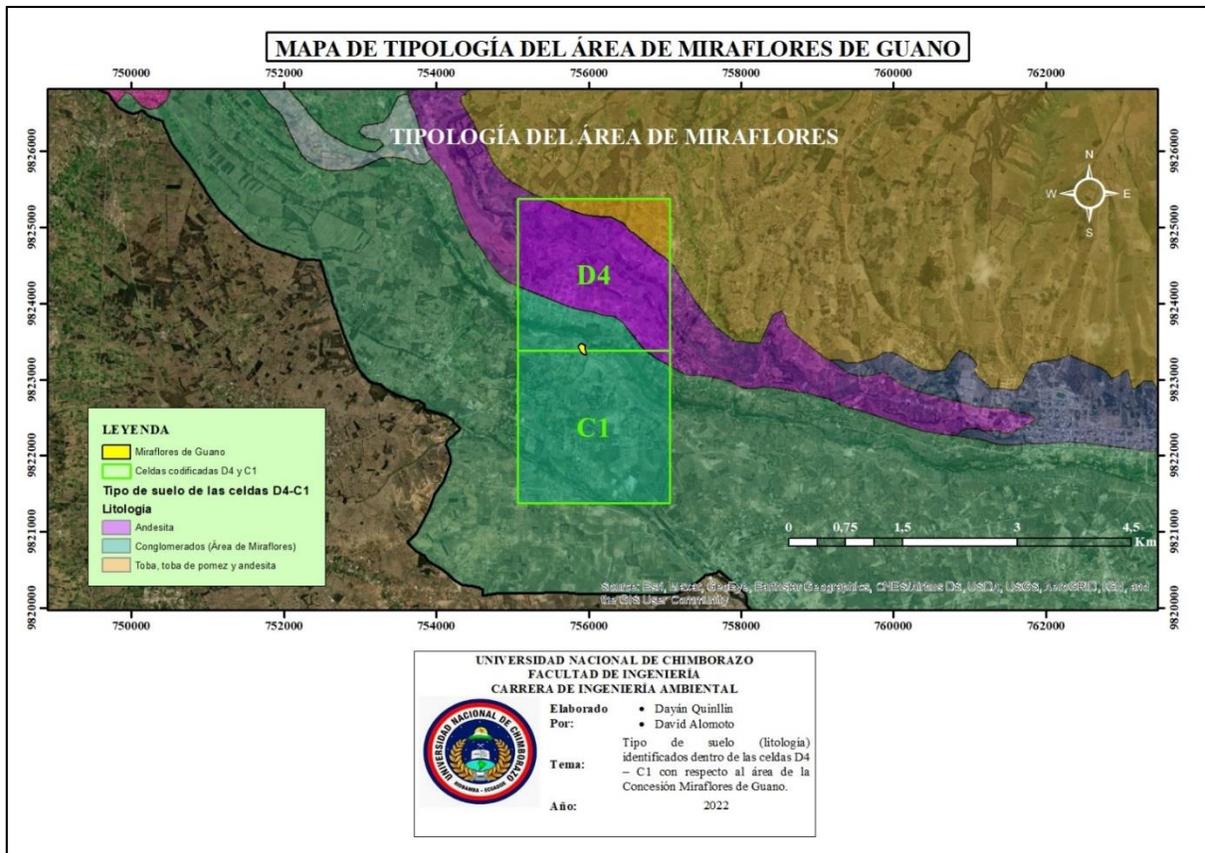


Figura 42. Mapa de identificación del tipo de suelo del área de Miraflores de Guano

Fuente: Elaborado por el investigador.

Una vez procesada la información geoespacial, se identificó que el área de Miraflores de Guano está ubicada en suelos compuestos por Conglomerados; de la misma manera, este suelo cuenta con la presencia de arena, materiales piroclásticos constituidos por tobas pumiceas, de granos gruesos y estratificados de manera horizontal.

5.3.2. Consideraciones Sísmicas del cantón Guano

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-2011 y en vista del tipo de proyecto, se calculó la componente horizontal del sismo; en la cual se debe obtener el valor de la aceleración máxima, cuyas variables serán en base al mapa de zonas sísmicas del Ecuador.

La parroquia de San Andrés perteneciente al cantón Guano, provincia de Chimborazo; cuenta con el valor del factor Z de 0,40. Como se puede apreciar en la tabla 31.

Tabla 31*Parroquias del cantón Guano y su valor correspondiente del factor Z*

Provincia	Cantón	Parroquia	Z
Chimborazo	Guano	Guanando	0,40
		Ilapo	0,40
		La Providencia	0,40
		San Andrés	0,40
		San Gerardo	0,40
		San Isidro	0,40
		San José de Chazo	0,40
		Santa Fe de Galán	0,40

Nota. Fuente: (Garz et al., 2019).

En base al valor del factor Z de la parroquia de San Andrés, se puede observar en el mapa de zonas sísmicas que la amenaza es alta, cuyo valor se puede apreciar en la tabla 32.

Tabla 32*Valores del factor Z en base a la zona sísmica*

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	≥ 0,50
Caracterización de la Amenaza Sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Nota. NEC 2011

Mediante el análisis de los perfiles del suelo según la NEC-2011 y de acuerdo a las características del tipo de suelo del área de Miraflores de Guano; se tiene que, al ser una explotación de material pétreo, cuyos suelos están conformados por conglomerados densos o rocas blandas, se clasifica como un perfil de tipo C, como se observa en la tabla 33.

Tabla 33*Tipos de suelos y Factores de sitio Fa en base a la parroquia San Andrés*

Tipo de Perfil del Subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	Valor Z	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	≥ 0,50
A		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
B		1	1	1	1	1	1
C		1,4	1,3	1,25	1,23	1,2	1,18
D		1,6	1,4	1,3	1,25	1,2	1,15
E		1,8	1,5	1,4	1,28	1,15	1,05
F		Se requiere de estudios previos.					

Nota. NEC 2011

Una vez obtenido los valores del factor Z (Z) y del coeficiente de amplificación del suelo en la zona de periodo corto (Fa), se obtiene el siguiente valor aplicándose en la ecuación (9).

$$amax = 0,4 * 1,2 = 0,48 \text{ m/s}^2 \quad (9)$$

Para calcular el componente horizontal del sismo, se tomó en consideración el 60% de la aceleración máxima de la zona; mediante la sustitución de valores en la ecuación (8), lo cual se tiene:

$$Eh = \frac{0,6 * (0,48 \text{ m/s}^2)}{9,8 \text{ m/s}^2} = 0,029 \quad (8)$$

En lo que corresponde a la componente vertical sísmica; la cual se considera un factor mínimo de la aceleración de la componente horizontal, como se aprecia en la ecuación (8).

$$Ev = \frac{2}{3} * 0,029 = 0,019 \quad (8)$$

5.3.3. Levantamiento topográfico del área de Miraflores de Guano

El levantamiento topográfico se lo llevó a cabo conjuntamente con técnicos especializados pertenecientes al departamento de Gestión de Planificación del GADM-CG (Anexo T), el cual, por medio de la estación GPS Estacionario Trimble ubicada a una altitud de 2.975 m.s.n.m., como punto de partida fijo para el receptor de referencia estático y se realizó la toma de varios puntos en la zona de Miraflores de Guano mediante el receptor móvil.

Una vez levantado los puntos de información referencial, se procedió a realizar el diseño topográfico mediante tres perfiles: uno vertical denominado A – A' y dos cortes horizontales denominados B – B' y C – C'; como se indica en la figura 43.

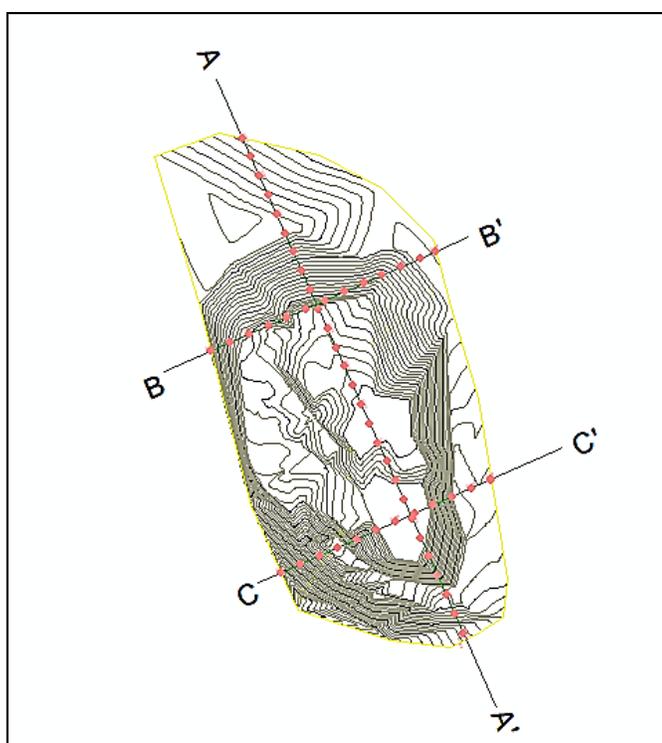


Figura 43. Perfiles del levantamiento topográfico en 2D del área de Miraflores de Guano

Fuente: Dirección de Planificación del GADM-CG, 2022

Mediante el diseño de los tres perfiles y sus gráficas correspondientes, se identificaron las diferencias de alturas del área en la cual se va a diseñar la escombrera municipal, en donde, se obtuvo como una altura superior el valor de 2.992,56 m.s.n.m. y con una altura menor a 2.939,24 m.s.n.m. Como se visualiza en la figura 44. Las gráficas correspondientes del diseño de los perfiles, se visualizará en el Anexo U.

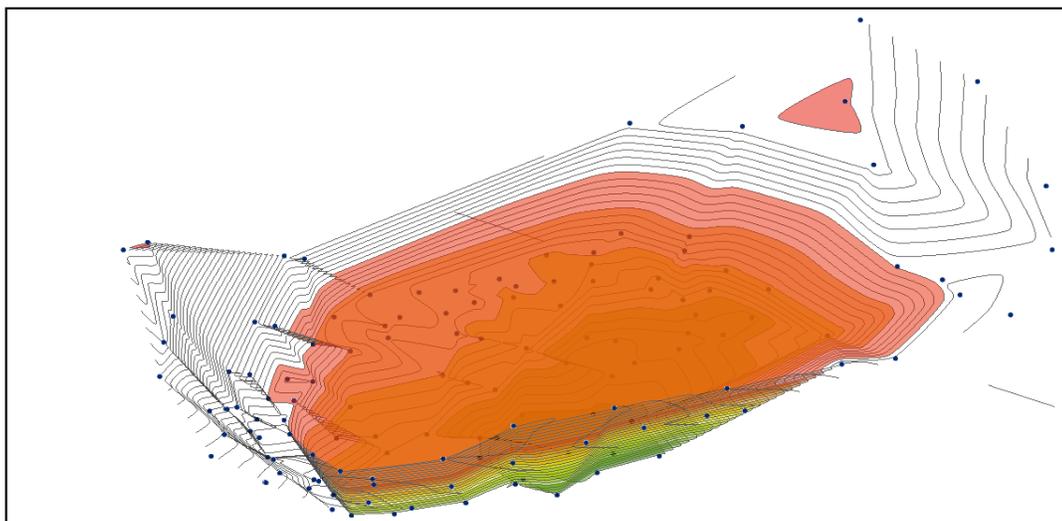


Figura 44. Gráfica en 3D del levantamiento topográfico del área de Miraflores de Guano

Fuente: Elaborado por el investigador.

5.3.4. Consideraciones para el diseño de la escombrera municipal

5.3.4.1. Tipo de escombrera. De acuerdo con las características topográficas y el tipo de actividad del lugar de Miraflores de Guano; en el cual existió actividades de extracción de material pétreo y en base a los datos anteriores, se diseñó un tipo de escombrera de “Hueco Minero”; cuyo sistema de vertido se lo realizó por fases ascendentes superpuestas.



Figura 45. Área de emplazamiento de hueco minero y el sistema de vertido por fases ascendentes superpuestas

Fuente: Elaborado por el investigador.

5.3.4.2. Geometría de la escombrera municipal del cantón Guano. En función al modelamiento en 3D de la topografía del área de Miraflores, se tiene los siguientes parámetros:

1) Altura total de la escombrera:

Al analizar el levantamiento topográfico, se identificó la cota inferior que es de 2.940 m.s.n.m. y la cota superior a una altura de 2.992 m.s.n.m. Se debe considerar que el área de Miraflores de Guano presenta una topografía no uniforme con diferentes elevaciones; para lo cual, se nivelará la escombrera a una altura referencial de 2.965 m.s.n.m. que da a la vía Panamericana de la Curva de San Andrés, teniendo en cuenta el tema de las vías de acceso.

En base a la cota inferior de 2.940 m.s.n.m. y en consideración con las vías de acceso, se tomó en cuenta la altura a la vía panamericana de la Curva de San Andrés, el cual tiene una elevación de 2.965 m.s.n.m.

Las variables calculadas se indica en la ecuación (11), fórmula para el cálculo de la altura de la escombrera.

$$\begin{aligned} H &= H_{max} - H_{min} \\ H &= 2.965 \text{ m} - 2.940 \text{ m} = 25 \text{ metros} \end{aligned} \tag{11}$$

2) Volumen de relleno de la escombrera:

El volumen del relleno se realizó mediante el software AutoCAD civil 3D; en donde, el diseño se llevó a cabo por cinco segmentos o terrazas con una altura de cinco metros, mediante la aplicación del Método Grading, el cual permitió diseñar superficies y calcular el volumen de relleno de la escombrera que es de 152.464,69 m³ (Figura 46).

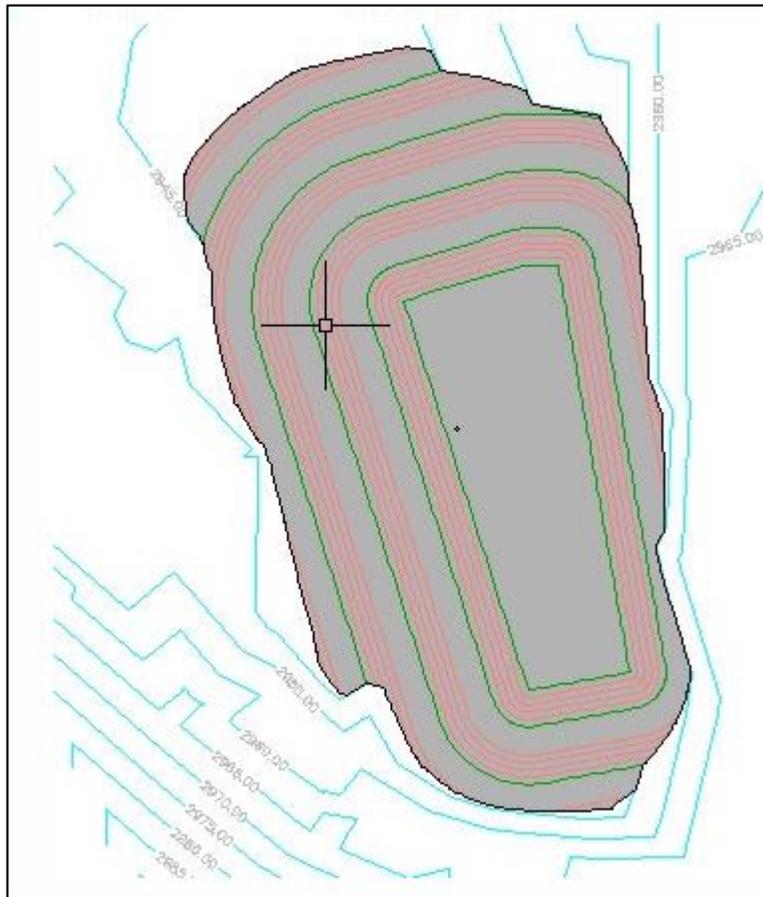


Figura 46. Cálculo del volumen total de la escombrera municipal del cantón Guano

Fuente: Elaborado por el investigador.

3) Vida útil de la escombrera:

En función del volumen de relleno y de la cantidad de material diario recogida, se calculó la vida útil de la escombrera. Por medio de la información levantada por el departamento de Maquinaria Pesada y Mantenimiento Vial perteneciente al GADM-CG en lo que concierne a la generación de residuos de escombros; se obtuvo que, se recogen 4 volquetas de 8 m³ diarios en lo que va a los 5 días laborables. De lo cual, se procederá a despejar en la ecuación (12), Fórmula para el cálculo de la vida útil de la escombrera:

$$\text{Vida Útil} = \frac{Vt \text{ (Volumen total de relleno)}}{Vdd \text{ (Volumen de depositación diaria)}} \quad (12)$$

Donde:

- $Vt = 66.380 \text{ m}^3$

- $V_{dd} = 32 \text{ m}^3/\text{días}$

$$Vida \text{ Útil} = \frac{152.464,69 \text{ m}^3}{32 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 4.764,52 \text{ días} \quad (12)$$

$$4.764,52 \text{ días} * \frac{1 \text{ año}}{365 \text{ días}} = 13,1 \text{ años}$$

7.3.4.3. Método de construcción de la escombrera. El método se aplicó en función a la topografía del área (Gráfica 45), en donde, por las características presentadas se planteó el diseño de cinco segmentos o terrazas de manera ascendentes superpuestas, con una altura máxima de la escombrera de 25 metros; para lo cual, se realizó el diseño geométrico mediante la implementación del software Auto CAD civil 3D. Conformado por tres etapas, mismas que serán descritas a continuación:

1) Primera Etapa:

En la primera etapa, se realizó por medio de la nivelación del terreno a una elevación del punto mínimo de 2.940 m.s.n.m.; con residuos de arena, arcilla o grava, los cuales, serán vertidos de forma primera, sirviendo como zona de amortiguamiento de los más gruesos. Donde, se implementó la primera terraza de 5 metros de altura, con materiales pétreos, ladrillos, yeso o calizas; hasta alcanzar una elevación de terreno de 2.945 m.s.n.m., con un área de 1.528,18 m², un volumen de terraza de 6.207,10 m³ y en un tiempo de relleno de 6,47 meses (Anexo V).

Una vez terminada la primera terraza, se procedió con el diseño de la segunda terraza a una altura de 5 metros; en la cual, se inició con la compactación de la anterior terraza con materiales finos como: arena, grava o arcilla, considerando la elevación final de la plataforma anterior que es de 2.945 m.s.n.m., hasta alcanzar la elevación de 2.950 m.s.n.m., con un área de 4.493,17 m², un volumen de terraza de 21.890,8 m³ y un tiempo de relleno de 22,8 meses (Anexo V).

En la figura 47, se aprecia el diseño geométrico de las dos terrazas que van desde la elevación mínima de 2.940 m.s.n.m. hasta los 2.950 m.s.n.m., con un tiempo de relleno de la primera etapa de 29,27 meses.

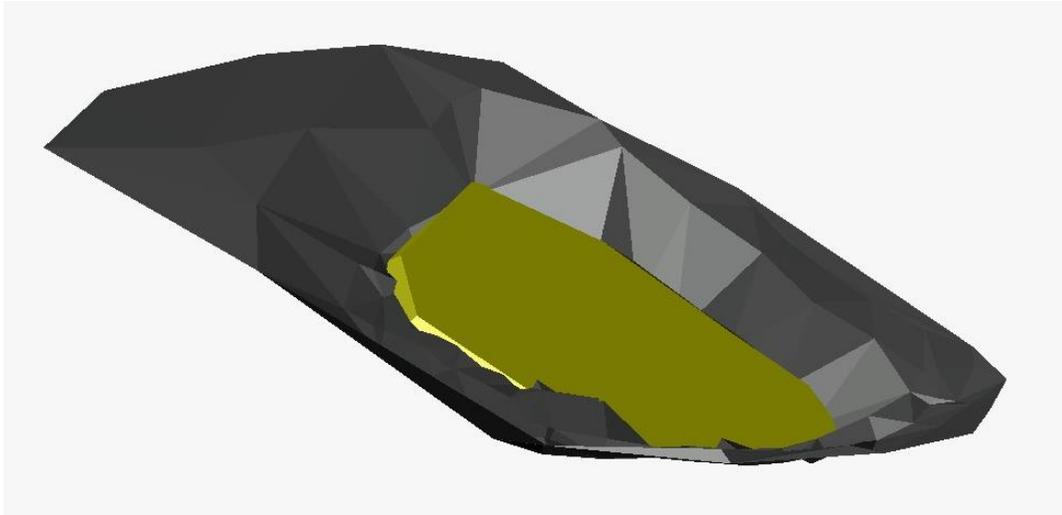


Figura 47. Diseño de las dos terrazas correspondientes a la primera etapa

Fuente: Elaborado por el investigador.

2) Segunda Etapa:

En la segunda etapa, en base a la elevación final de la primera etapa que es de 2.950 m.s.n.m., se procedió con la compactación de la anterior terraza con residuos de arena, grava o arcillas; en donde se inició con el diseño de la tercera terraza a una altura de 5 metros llegando a una elevación de 2.955 m.s.n.m., con residuos más grandes como materiales pétreos, ladrillos, metales, etc.; que cuenta con un área de 7.482,62 m², un volumen de terraza de 40.809,27 m³ y en un tiempo de relleno de 42,51 meses (Anexo W).

Una vez alcanzada la altura de la terraza tres establecida, se procedió con el diseño de la cuarta terraza a una altura de 5 metros, hasta alcanzar la elevación de 2.960 m.s.n.m., con un área de 8.500,31 m², volumen de terraza de 39.687,17 m³ y en un tiempo de relleno de 41,34 meses (Anexo W).

En la figura 48, se aprecia el diseño geométrico de las dos terrazas que van desde la altura mínima de 2.950 m.s.n.m. hasta los 2.960 m.s.n.m., con un tiempo de relleno de la segunda etapa de 83,85 meses.

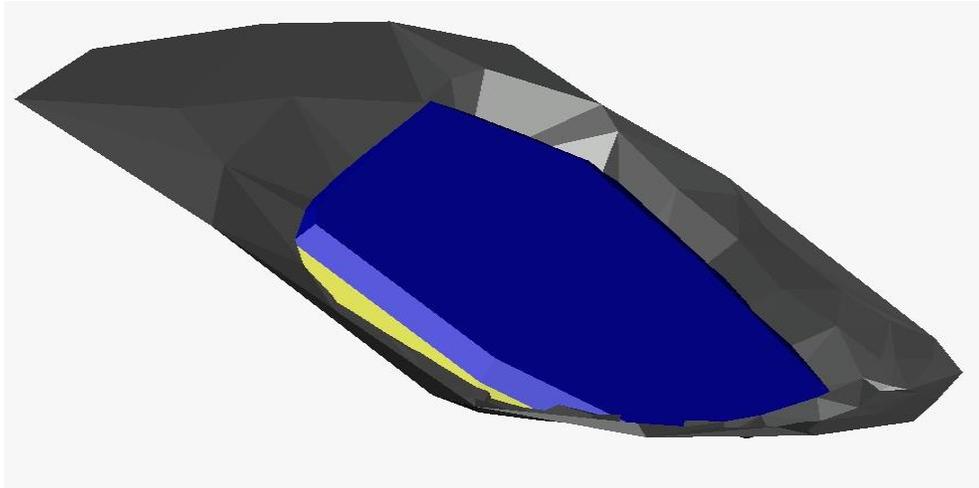


Figura 48. Diseño de las dos terrazas correspondientes a la segunda etapa

Fuente: Elaborado por el investigador.

3) Tercera Etapa:

En esta etapa se tomó como altura referencial la altura final de la segunda etapa, la cual, se encuentra a una elevación de 2.960 m.s.n.m., en donde se diseñó la última terraza de 5 metros alcanzando una altura final de la escombrera de 2.965 m.s.n.m., con un área de 9.410,19 m², un volumen de terraza de 43.870,35 m³ y un tiempo de relleno de 45,69 meses (Anexo X).

En la figura 49, se aprecia el diseño geométrico de la tercera etapa que va desde los 2.960 m.s.n.m. hasta los 2.965 m.s.n.m., con un tiempo de relleno de la última etapa de 45,69 meses.

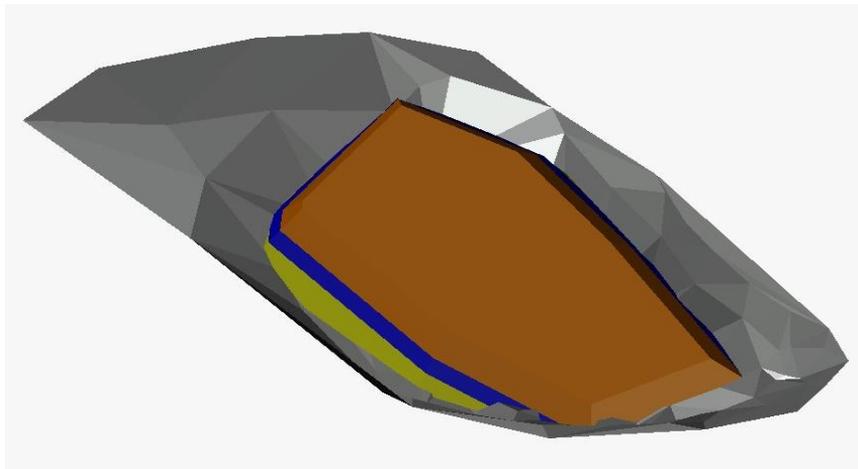


Figura 49. Diseño de la última terraza correspondiente a la tercera etapa

Fuente: Elaborado por el investigador.

5.4.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- En vista de que no existe una escombrera municipal en el cantón Guano, se evidenció la disposición final de los residuos de escombros en lugares que no son aprobados técnicamente para este tipo de actividad en todas las parroquias urbanas y rurales, generando el deterioro ambiental para el sector y la población Guaneña. Para lo cual, se tomó en cuenta el dato de la población del año 2022 que es de 49.286 habitantes y se estimó el dato probabilístico anual de volumen que es de 7.680 m³/año, el cual nos permite estimar los índices de generación de residuos de escombros.
- En cuanto a una norma establecida para la ubicación de una escombrera no existe, para lo cual, se revisó de manera bibliográfica, visitas técnicas in situ y la aprobación por parte de la autoridad a cargo del Departamento de Ambiente y Riesgos del GADM-CG; con la validación de los siete criterios establecidos; en donde, se pudo identificar los lugares aptos bajo un parámetro máximo de cumplimiento del 100% y para que algún lugar sea tomado en cuenta a futuro, deben por lo menos alcanzar un porcentaje mínimo del 70%.
- Para el diseño de la escombrera, se estableció una altura máxima de 30 metros desde la cota mínima que es de 2.940 m.s.n.m., misma que será construida en tres etapas, en la cual: la primera etapa constará de dos terrazas cada una de 5 metros de altura, la segunda etapa tendrá dos terrazas de 5 metros cada una y para finalizar la última etapa con una terraza de 5 metros. Bajo estas indicaciones, la escombrera cuenta un espacio para albergar un volumen total de 152.464,69 m³ y un tiempo de vida útil de 13,1 años.
- Para el estudio de grandes áreas, el software ArcGIS nos agiliza de manera más visual toda el área que sea sometida al estudio geoespacial, el cual, mediante la implementación de la metodología AHP, se puede realizar diversos estudios enfocados en distintos temas ambientales; en este caso, se implementó para seleccionar el lugar que cumpla con todos los parámetros técnicos, ambientales, económicos y sociales, en el cantón Guano. Lo cual dio como resultado, la ubicación de tres celdas cada una con un área de 4 km².

RECOMENDACIONES:

- En cuanto a la Gestión Integral de los residuos de escombros, se recomienda al Municipio del cantón Guano la formulación de un cuerpo normativo que ayude a regular, controlar y mitigar este tipo de residuos, dando como garantía el cuidado del ambiente y la generación de nuevas ideas de mitigación.
- Al momento de tomar como base referente los criterios establecidos para la ubicación de una escombrera implementados en esta investigación; se recalca que, se debe revisar de manera minuciosa cada criterio dependiendo la zona que se desee investigar, con la finalidad de garantizar el cumplimiento de los criterios.
- Se recomienda al GADM-CG, sobre todo en el área ambiental, la inversión económica en temas de investigación relacionados con la gestión de residuos de escombros y sus posibilidades de reutilización o comercio.

BIBLIOGRAFÍA

- Actis, A. (2009). *Escombreras ubicación, estabilidad y contaminación ambiental*.
<https://core.ac.uk/download/pdf/231220982.pdf>
- Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud En Tabasco*, 11, 333–338. <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Arias, C., Vélez, A., & Danny, F. (2018). *Estudio Ambiental Expost Escombrera el Semillero (EMGIRS-EP)*.
[http://emgirs.gob.ec/phocadownload/estudio-ambiental-expost-escombreras-el-semillero/EIA final Emgirs.pdf](http://emgirs.gob.ec/phocadownload/estudio-ambiental-expost-escombreras-el-semillero/EIA%20final%20Emgirs.pdf)
- Casabán, P. (2019). *Aplicación de la técnica de proceso jerarquico (AHP) de analisis de desición multicriterio a la selección de carteras de proyectos de una empresa del sector de las energias renovables*. [ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA].
https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/147699/53759105D_TFG_15922214168656531130856578048095.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Donaire, M., López, C., Aduvire, O., García, P., & Vaquero, I. (2015). *Guía Para El Diseño Y Construcción*.
https://www.academia.edu/42972330/GUÍA_PARA_EL_DISEÑO_Y_CONSTRUCCIÓN_DE_ESCOMBRERAS
- Garz, A., Amaz, R., & Mayo, A. (2019). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Guano*. (Issue 593).
<http://www.municipiodeguano.gob.ec/index.php/enlaces?task=download.send&id=474&catid=8&m=0>
- González, P. (2010). *Levantamiento mediante GPS de una red de puntos establecidos para correlacionar los distintos espacios de la universidad en el mismo sistema de coordenadas*.
<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/4651/pfc5890.pdf>
- Guano, I. C. (2001). *Población Del Canton Guano VI Censo*.
http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantonales/Chimborazo/Fasciculo_Guano.pdf
- Ibarrola, H. (2013). Plan de manejo de residuos de la Construcción y la Demolición. In *Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción*.
[https://www.cmhc.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM RCD Completo.pdf](https://www.cmhc.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM%20RCD%20Completo.pdf)
- INEC. (2022). *Estadísticas de Edificaciones (ESED) 2021 Permisos de construcción*.
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/edificaciones/>
- Landau, L. (2006). Residuos de construcción y demolición. In *Universidad de Huelva*.
<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:No+Title#0>
- Lexis, F. (2017). *Codigo Orgánico Del Ambiente*. Registro Oficial Suplemento 983.

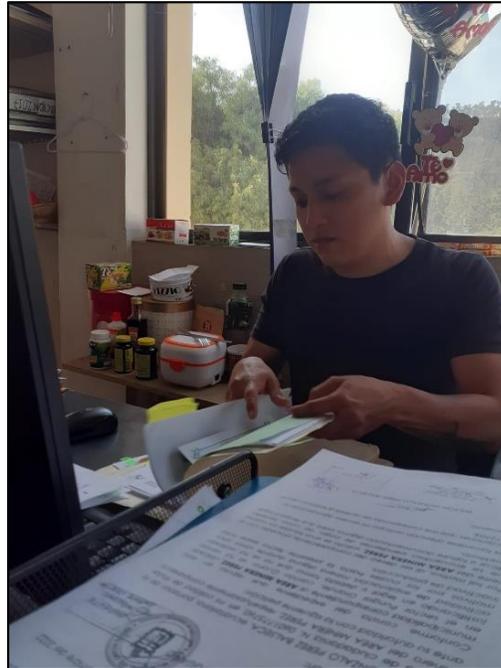
- http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/Archivos/Transparencia/2017/07julio/A2/ANEXOS/PROCU_CODIGO_ORGANICO_ADMINISTRATIVO.pdf
- Miduví. (2011). *Peligro sísmico y requisito de diseño sismo resistente*. <https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/nec2011-cap-02-peligro-sismico-y-requisitos-de-disec3b1o-sismo-resistente-021412.pdf>
- Monroy, M. (2015). *Índice de generación de escombros producidos en La Construcción de vivienda en La zona urbana de sincelejo, Sucre, Colombia*. 7(2), 197–201. <https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/download/276/317>
- Morales, M., Flores, M., Solano, S., Sergio, M., & Schultz, M. (2011). *Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción*. https://www.academia.edu/24786612/Guía_de_manejo_de_escombros_y_otros_residuos_de_la_construcción
- Pacheco, C., Fuentes, L., Sánchez, E., & Rondon, H. (2017). Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión. *Ingeniería y Desarrollo*, Vol. 35 n., 534–553. <https://doi.org/10.14482/inde.32.2.5406>
- Piña, A. (2012). Control de Sedimentos en Minería a Cielo Abierto. In *ResearchGate*. www.researchgate.net/publication/275716495
- Rea, A., & Hermida, C. (2017). Gestión De Residuos en la Construcción: Plan de gestión de residuos generados en construcciones de vivienda multifamiliar en el Ecuador. In *Repositorio Digital de la Universidad de Cuenca*. https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28544/1/GESTION_DE_RESIDUOS_DE_CONSTRUCCION%2C_REA_LOZANO_ADRIANA_ESTEFANIA.pdf
- Ronquillo, G. (2019). *Las condiciones de manejo y disposición final de escombros en la ciudad de Latacunga y su influencia sobre los factores ambientales, paisaje y calidad de vida*. [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO]. [file:///C:/Users/usuario/Downloads/Tesis_t1580mshi \(8\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/Tesis_t1580mshi%20(8).pdf)
- Sandoval, J., Vallejo, J., Duarte, M., Rios, A., & Vallejo, L. (2016, March). Localización y caracterización de los escombros de la ciudad de Neiva. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*, 1–8. http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RA/article/view/3261
- Santis, J. (2018). *Análisis de los residuos de construcción y demolición en Guayaquil: propuesta para reducción, uso y mitigación de su impacto*. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10136/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-229.pdf>
- Secretaría General de Medio Ambiente. (2006). Plan Nacional De Residuos De Construcción Y Demolición. *Boletín Oficial Del Estado - Nro 166*, 25305–25313. <https://www.boe.es/boe/dias/2001/07/12/pdfs/A25305-25313.pdf>
- Suárez, S., Betancourt, C., Molina, J., & Venegas, L. (2019). *La gestión de los residuos de construcción y demolición en Villavicencio: estado actual, barreras e instrumentos de gestión*. 15(1900–3803), 224–244. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032019000100224

- Vergara, C., Mendoza, G., & Salgado, R. (2020). Implementación del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) para la toma de decisiones en la gestión de abastecimiento; aplicación a una empresa productora de queso costeño. *Cecar*, 41–58. <https://libros.cecar.edu.co/index.php/CECAR/catalog/download/12/27/354-1>
- Villacís, B., & Carrillo, D. (2012). Estadística Demográfica en el Ecuador: Diagnóstico y Propuestas. *Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC)*, 86. www.ecuadorencifras.com

ANEXOS

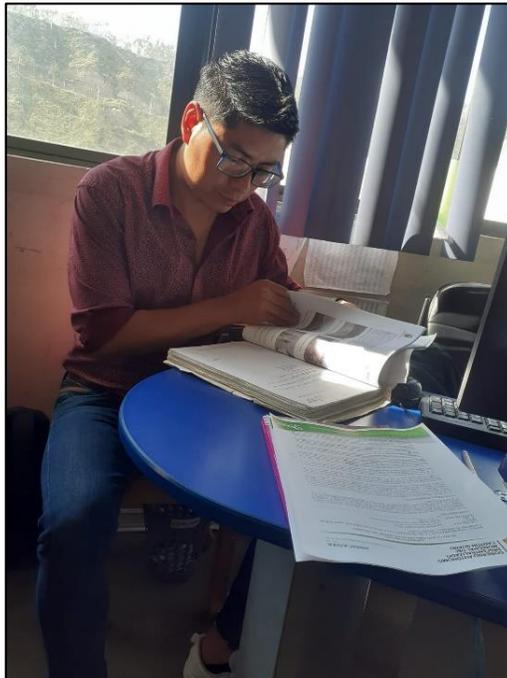
Anexo A

Revisión bibliográfica de los sectores urbanos y rurales del cantón Guano



Anexo B

Revisión bibliografía de archivos en cuanto a la generación de residuos de escombros



Anexo C

Inspección técnica de los lugares identificados como No Autorizados



Anexo D

Solicitud y Respuesta de información técnica, sobre la generación de residuos de escombros

	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN GUANO	DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RIESGOS ambiente@municipiodeguano.com Tel: 032 900 133 EXT: 29			GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN GUANO	MAQUINARIA PESADA Y MANTENIMIENTO VIAL EXT: 29
--	---	--	--	--	---	--

Oficio N°872-DGAR-UAP-GADMCG-2022
Guano, 19 de diciembre de 2022

OFICIO N.° 599-OO.PPMM-MP.MV-2022.
Guano, 19 de diciembre del 2022.

Asunto: Se solicita información de la taza de generación de residuos de escombros producidos a nivel cantonal.

Ing.
Byron Macas
GESTOR DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y/O EQUIPOS
GADM-CANTÓN GUANO.
Presente. -

Reciba usted un atento y cordial saludo.

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal cantón Guano a través de la Dirección de Gestión Ambiental y Riesgos se encuentra trabajando en la 'PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA ESCOMBRERA PARA EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO'.

Bajo este contexto me dirijo a usted respetuosamente con la finalidad proporcionarnos la información de la taza de generación de residuos de escombros producidos a nivel cantonal, producto de las diferentes actividades mismo que se disponen para usos de rellenos en puentes cercanos al cantón, reasfaltado de vías de segundo orden o sitios no autorizados, (Información otorgada por la unidad de maquinaria del GADM-CG), este pedido se justifica con la finalidad establecer la caracterización de los residuos de escombros que originan en el cantón.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. Wilmer Tingo,
DIRECTOR DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RIESGOS
GAD-MUNICIPAL DEL CANTÓN GUANO

Elaborado por: Ing. Verónica Escudero
C.c.p: ARCHIVO
Adjunto:

Ing. Wilmer Tingo,
DIRECTOR DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RIESGOS
GAD-MUNICIPAL DEL CANTÓN GUANO

Presente. -

De mi consideración:

En mi condición de Gestor de Maquinaria Pesada y Mantenimiento Vial de la Institución, hago llegar un cordial y respetuoso saludo, en atención al OFICIO 872 DGAR-UAP-GADMCG-2022, la presente es proporcionar la información en cuanto a la generación de residuos de escombros registrando un promedio de 4 viajes diarios equivalentes a 8 m³, dando un total de generación de:

Generación de residuos de escombros en el Cantón Guano	
• Residuos de material pétreo	
• Residuos de elementos prefabricados, construcción, y demolición	Total, de residuos de escombros
• Material degradado de parques y estadios y/o otros tipos de residuos forestales	640 m ³ /mes
• Residuos que se encuentran en las vías	

En referencia al manejo y disposición final en función en el periodo de los 5 días laborables.

Por tal razón comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. Byron Macas,
GESTOR DE MAQUINARIA PESADA Y MANTENIMIENTO VIAL.
Adj.

032 900 133
Av. 20 de Diciembre y León Hidalgo

032 900 133
Av. 20 de Diciembre y León Hidalgo

Anexo E

Inspección técnica del lugar no autorizado 1 "San Andrés"



Anexo F

Inspección técnica del lugar no autorizado "Vía Langos 1 "



Anexo G

Inspección técnica del lugar no autorizado 3 "Langos 2"



Anexo H

Inspección técnica del lugar no autorizado 3 "San Gerardo"



Anexo I

Inspección técnica del lugar no autorizada 4 “Cerro Igualata”



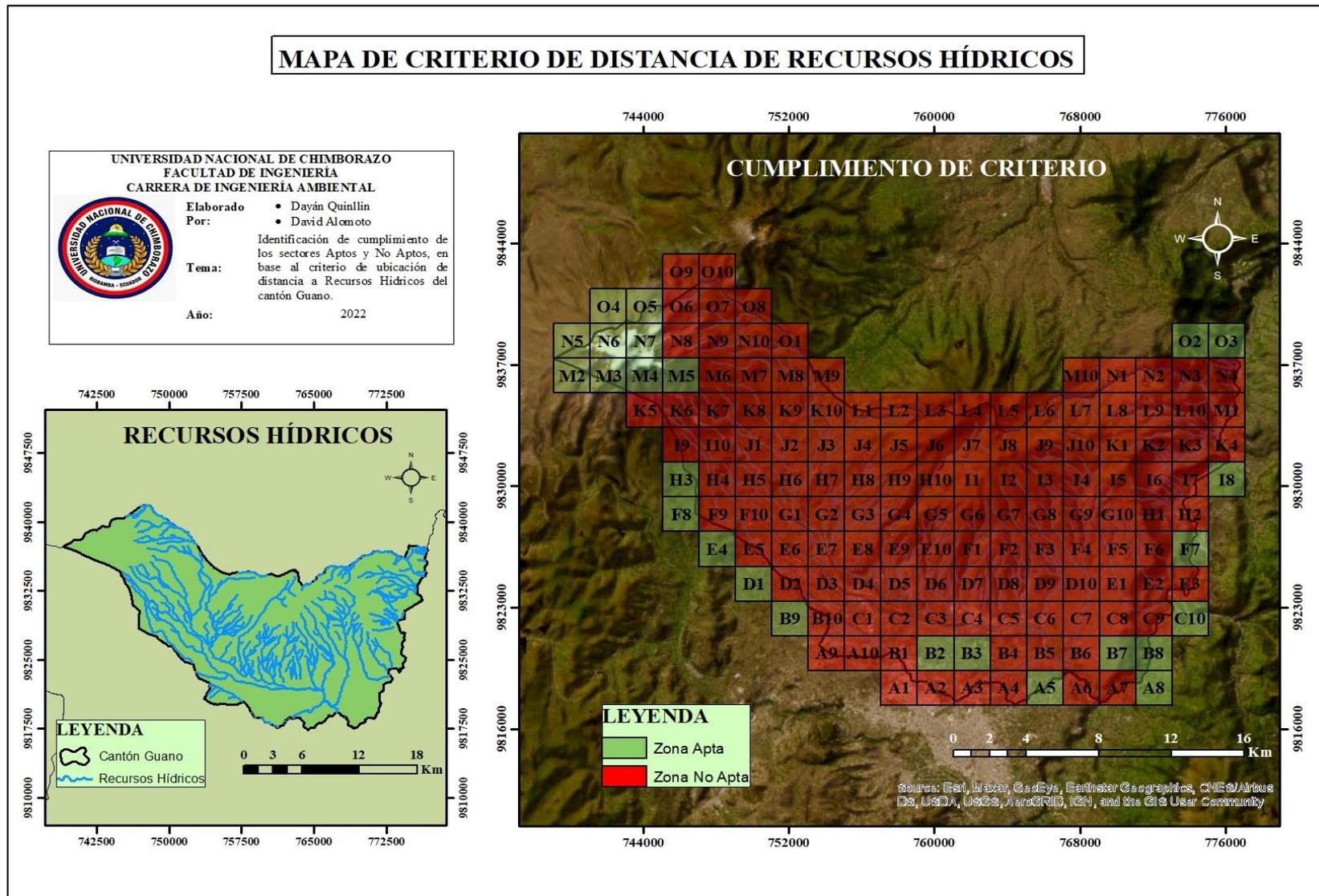
Anexo J

Formato de la base de datos implementada para la ponderación de criterios de ubicación de la escombrera municipal del cantón Guano.

Codificación	Criterios de Ubicación de una Escombrera Municipal							Porcentaje de Cumplimiento
	Distancia a Recursos Hídricos	Distancia a Zonas Urbanas	Grado de Pendiente	Distancia a Vías	Uso de Suelo	Precipitación	Distancia a Fallas Geológicas	
A1								
A2								
...								
10								

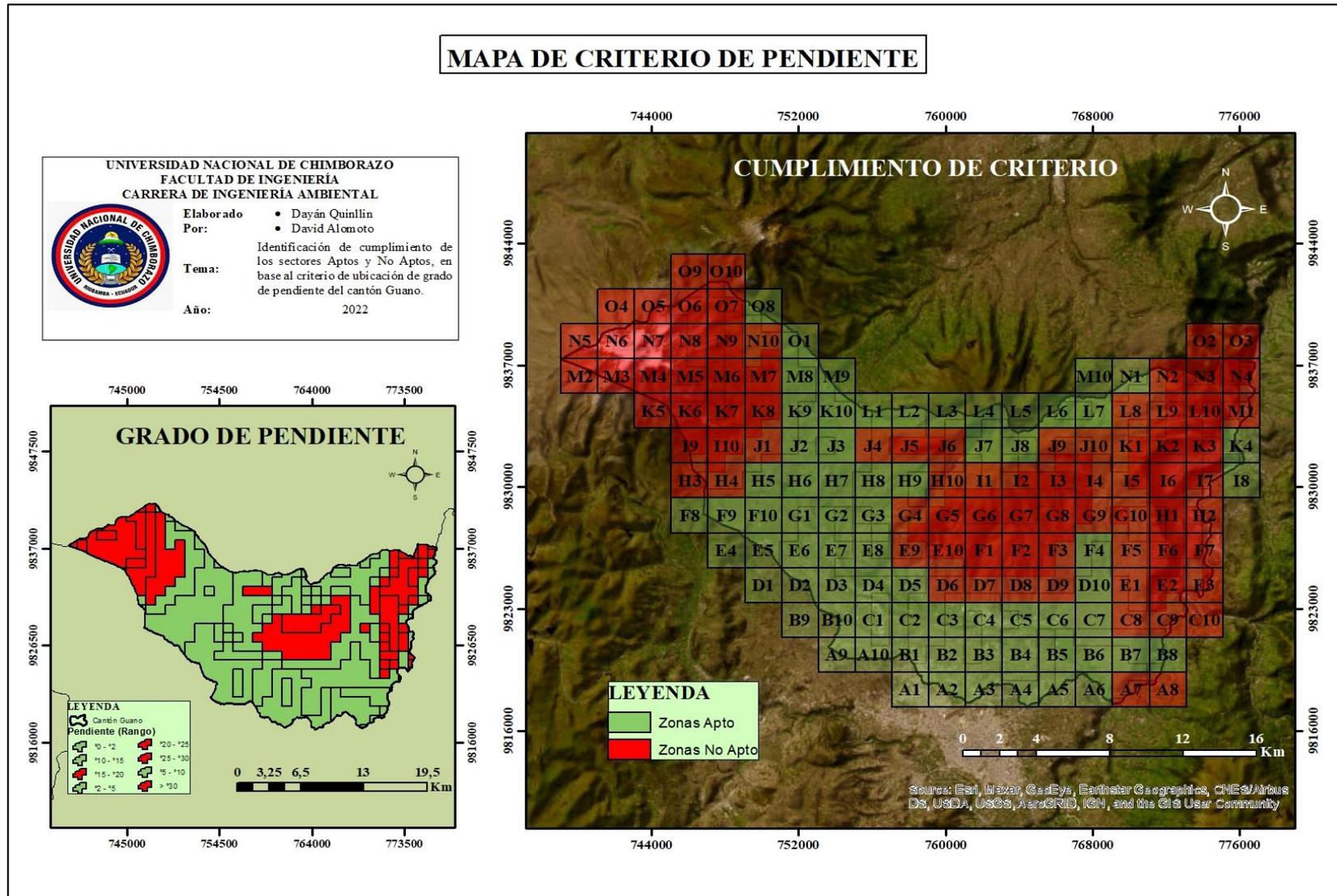
Anexo K

Mapa de criterio de distancia a recursos hídricos del Cantón Guano

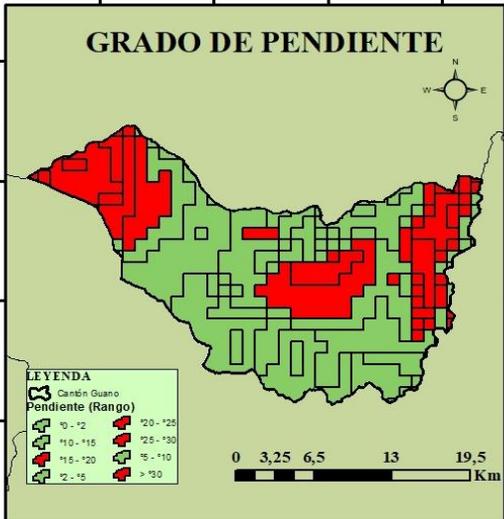


Anexo L

Mapa de criterio del grado de pendiente del cantón Guano



GRADO DE PENDIENTE



LEYENDA

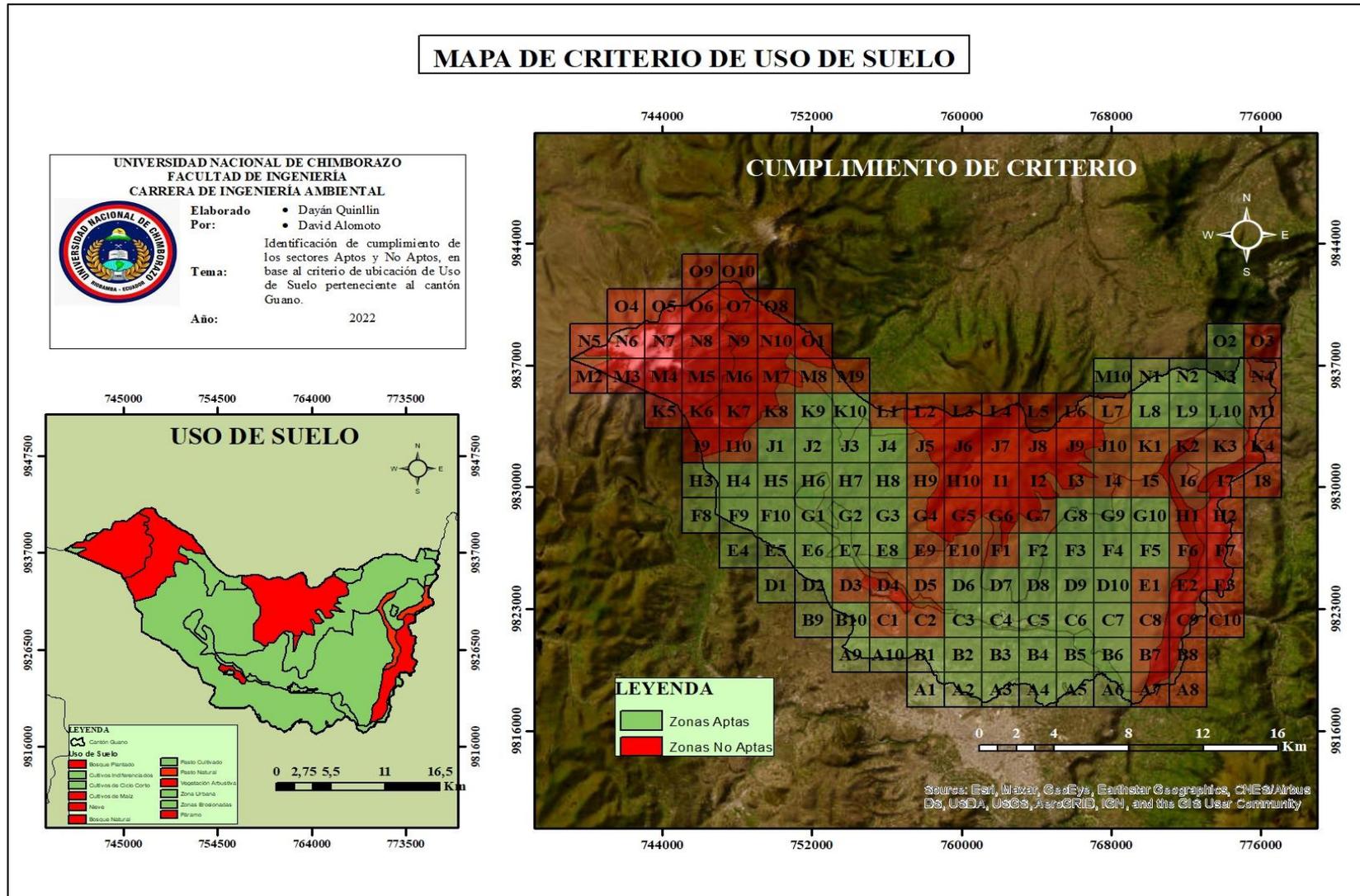
Cantón Guano

Pendiente (Rango)

10 - 12		20 - 25
12.5 - 15		25 - 30
15 - 20		30 - 35
20 - 25		> 30

Anexo M

Mapa de criterio de uso de suelo del cantón Guano



USO DE SUELO



LEYENDA

Usos de Suelo

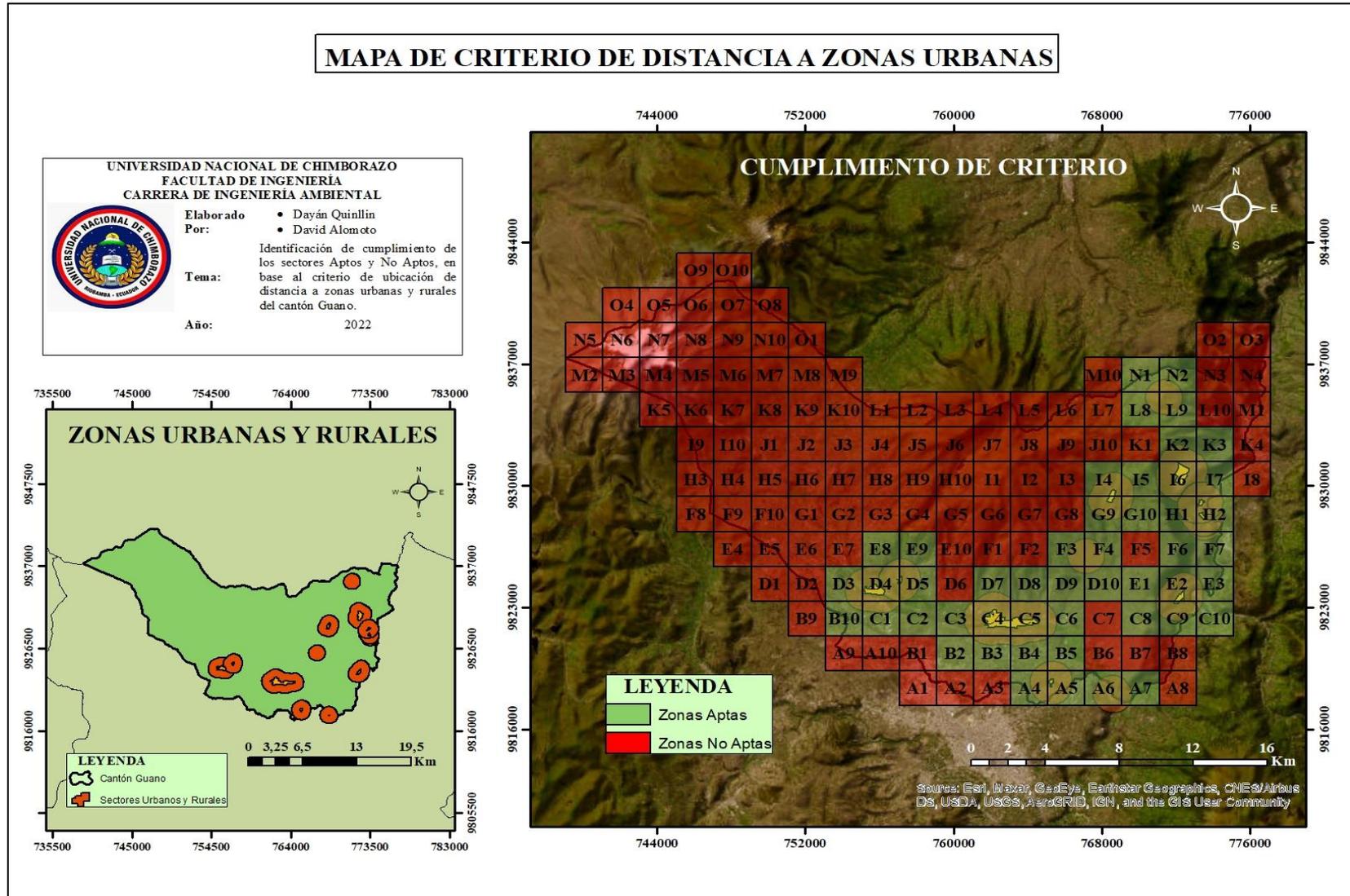
- Bosque Plantado
- Cultivos de Cacao
- Cultivos de Maíz
- Nieve
- Bosque Natural
- Pasto Cultivado
- Pasto Natural
- Vegetación Antrópica
- Zona Urbana
- Zonas Briconadas
- Pirámide



Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

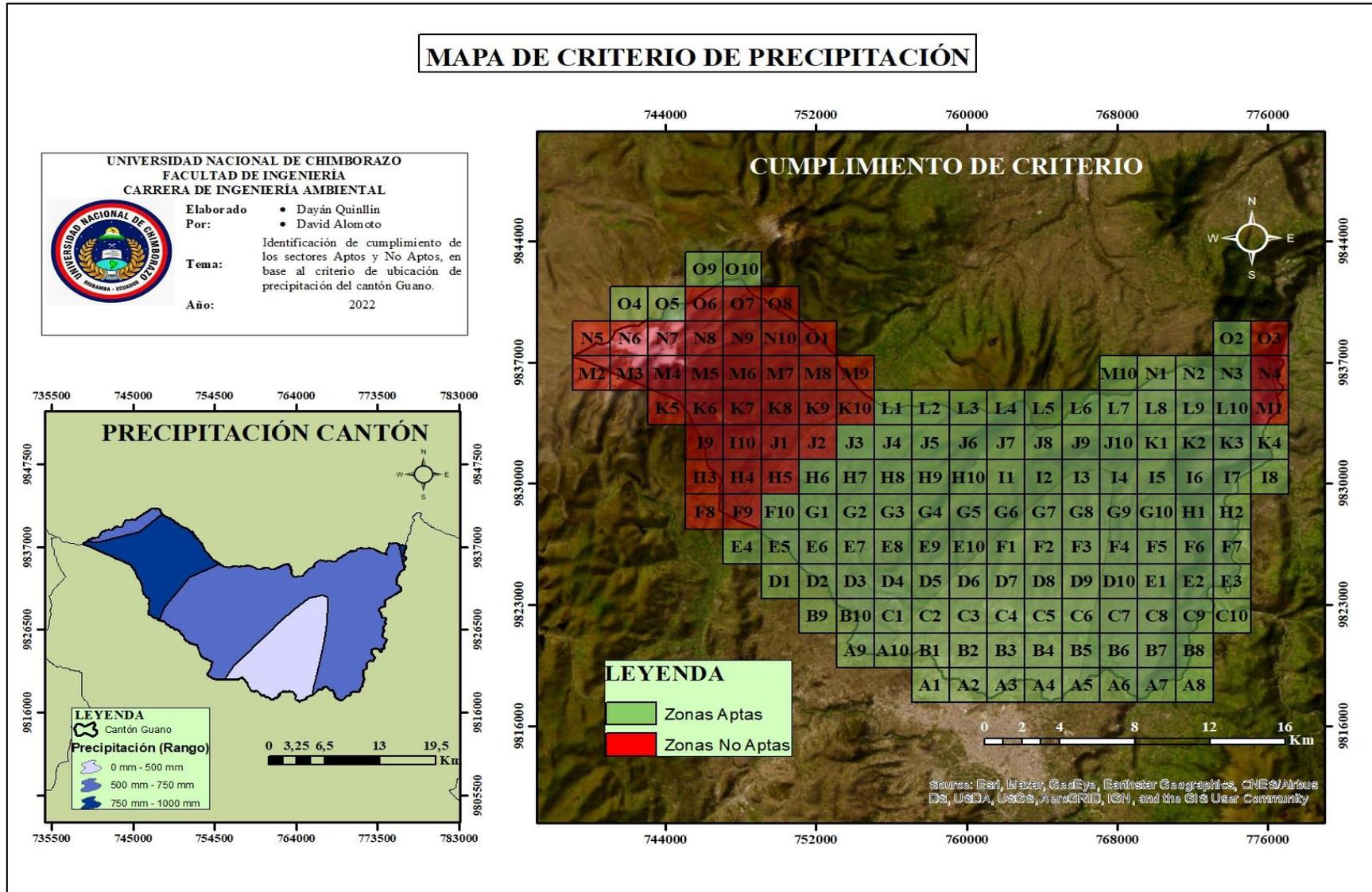
Anexo N

Mapa de criterio de distancia a zonas urbanas del cantón Guano



Anexo O

Mapa de criterio de precipitación del cantón Guano



PRECIPITACIÓN CANTÓN

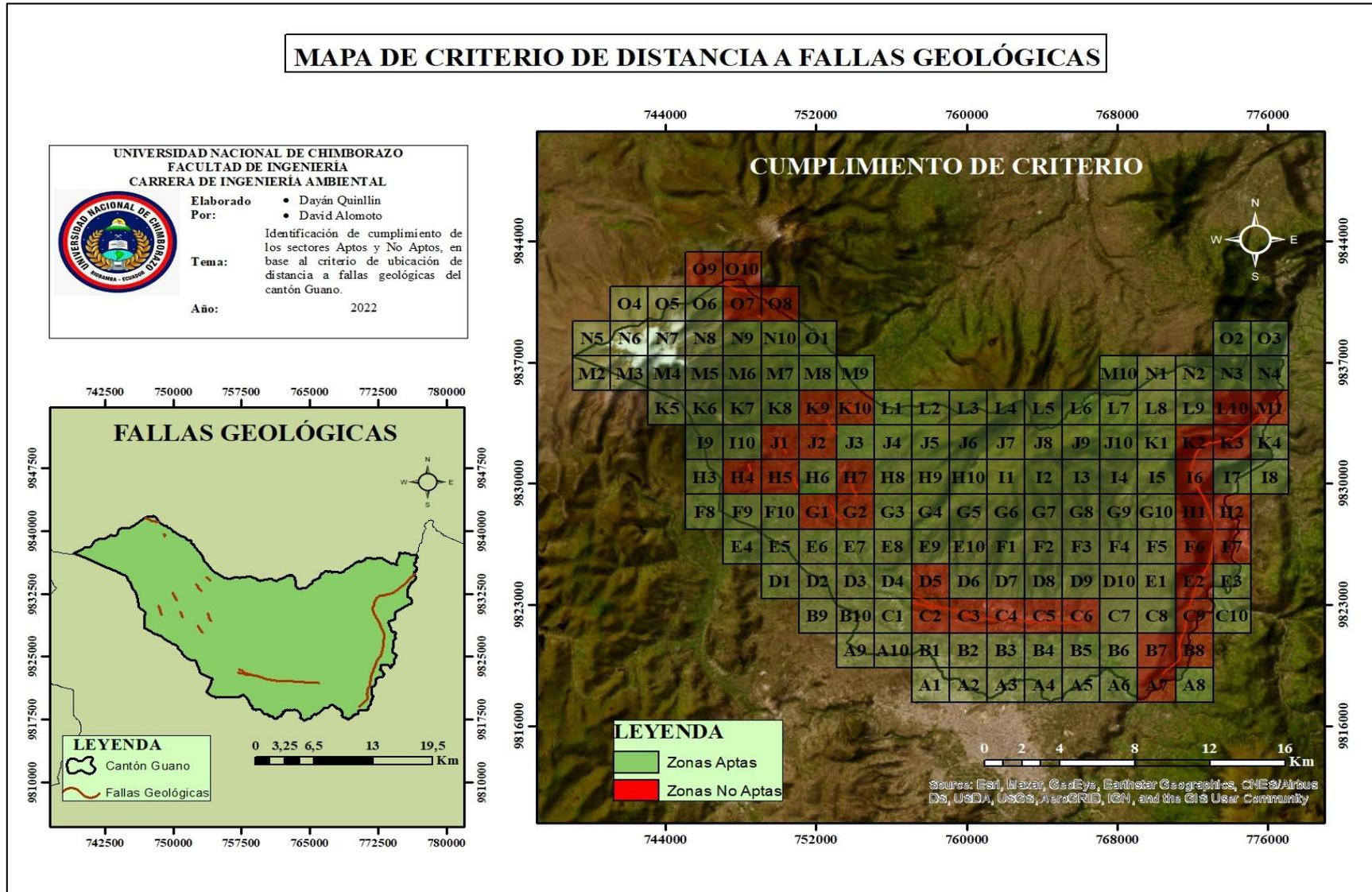
LEYENDA

- Cantón Guano
- 0 mm - 500 mm
- 500 mm - 750 mm
- 750 mm - 1000 mm

CUMPLIMIENTO DE CRITERIO

Anexo Q

Mapa de criterio de distancia a fallas geológicas del cantón Guano



Anexo R

Solicitud de información catastral del cantón Guano



**GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO
MUNICIPAL DEL
CANTÓN GUANO**

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL
Y RIESGOS**
ambiente@municipiodeguano.com
Tel: 032 900 133 EXT: 29



Oficio N°737-DGAR-UAP-GADMCG-2021

Guano, 28 de octubre del 2021.

Asunto: Solicitud de los nombres de los propietarios dentro de las áreas establecidas.

Arq.
Marco Moreno
**DIRECTOR DE GESTIÓN DE PLANIFICACIÓN
GAD-MUNICIPAL DEL CANTÓN GUANO.**
Presente. -

Reciba usted un atento y cordial saludo.

Para el tema de la investigación "PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA ESCOMBRERA PARA EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO". Me dirijo a usted respetuosamente con la finalidad de solicitar información de la identificación de los propietarios de los predios dentro de las áreas establecidas (área 1, área 2, área 3), adjunto coordenadas UTM-WGS-84; este pedido se justifica con la finalidad establecer el diseño de la Escombrera,

Coordenadas

ID	X	Y	Área
P1_B2	759067.7	9821374	Área 1
P2_B2	759067.7	9819374	
P3_B2	761067.6	9819374	
P4_B2	761067.6	9821374	
P1_B3	761067.6	9819374	Área 2
P2_B3	763067.7	9819374	
P3_B3	763067.7	9821374	
P4_B3	761067.6	9821374	
P1_A4	763067.7	9819374	Área 3
P2_A4	763067.7	9817374	
P3_A4	765067.6	9817374	
P4_A4	765067.7	9819373.9	

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. Verónica Escudero
**DIRECTORA (E) DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RIESGOS
GAD-MUNICIPAL DEL CANTÓN GUANO**

Elaborado por: Ing. Verónica Escudero

C.c.p: ARCHIVO



Anexo S

Oficio generado para el levantamiento topográfico del área de Miraflores de Guano



**GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO
MUNICIPAL DEL
CANTÓN GUANO**

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL
Y RIESGOS**
ambiente@municipiodeguano.com
Tel: 032 900 133 EXT: 29



SEALACIÓN NACIONAL OTORGADA AL
CANTÓN GUANO, POR UNA PRÁCTICA
AMBIENTAL RESPONSABLE

Oficio N°823-DGAR-UAP-GADMCG-2022
Guano, 18 de noviembre de 2022

Asunto: Se solicita levantamiento topográfico con sus respectivos archivos en formato AutoCAD.

Arq.
Marco Moreno
**DIRECTOR DE GESTIÓN DE PLANIFICACIÓN
GAD-MUNICIPAL DEL CANTÓN GUANO.**
Presente. –

Reciba usted un atento y cordial saludo.

Se pone en conocimiento que la Dirección de Gestión Ambiental y Riesgos se encuentra trabajando en la "PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA ESCOMBERA PARA EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN GUANO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO", en coordinación con la Universidad Nacional de Chimborazo.

Al respecto se solicita muy comedidamente nos ayuden con el levantamiento topográfico del área donde se va implementar la escombrera municipal del cantón Guano.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,


Ing. Wilmer Tingo
**DIRECTORA DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RIESGOS
GAD-MUNICIPAL DEL CANTÓN GUANO**

Elaborado por: Ing. Wilmer Tingo

C.c.p: ARCHIVO

Adjunto:



032 900 133
Av. 20 de Diciembre y León Hidalgo



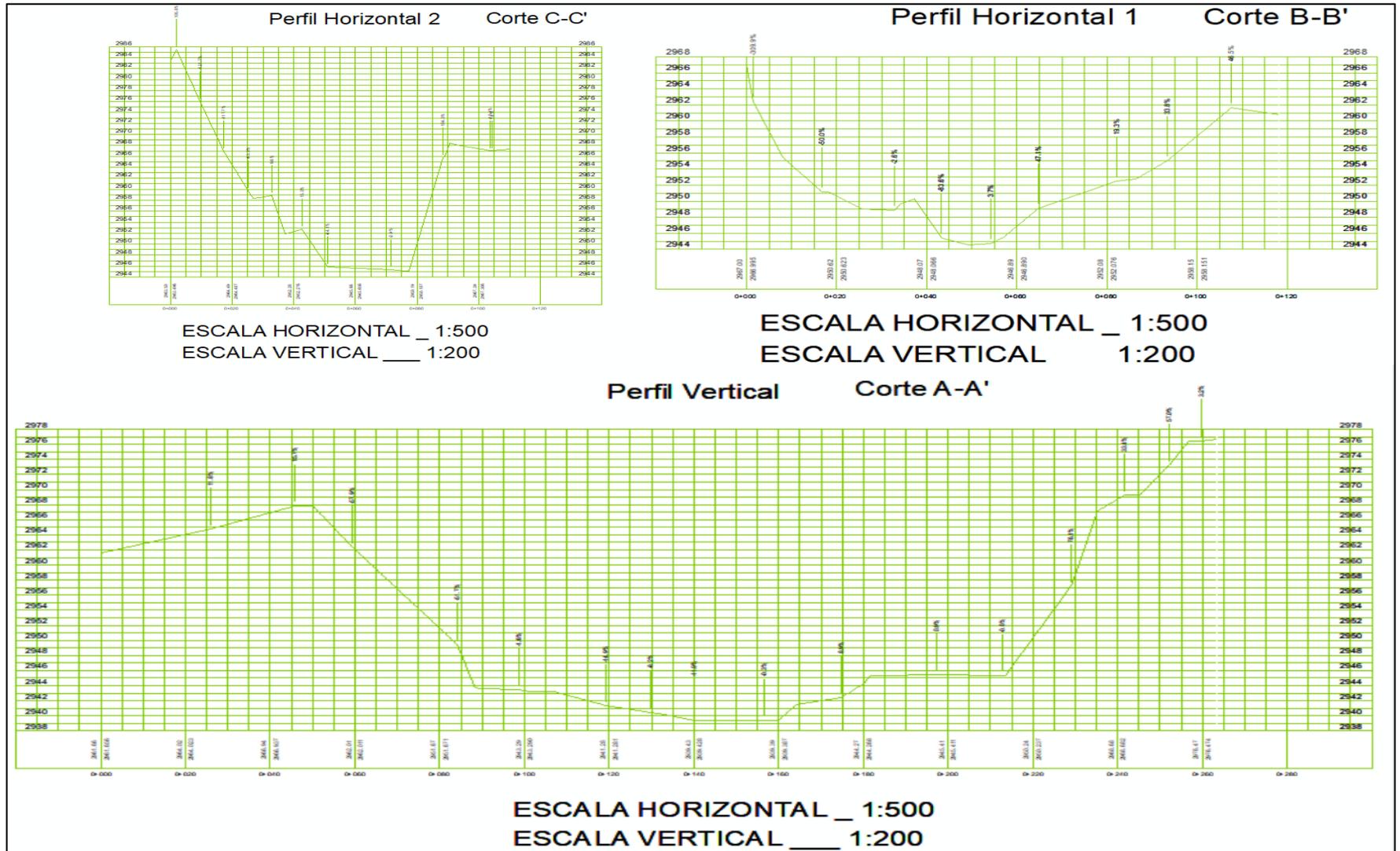
Anexo T

Levantamiento topográfico en territorio mediante técnicos del GADM-CG



Anexo U

Gráficas de los tres perfiles sobre el levantamiento topográfico del área de Miraflores de Guano



Anexo V

Datos (Cut / Fill Report – AutoCAD civil 3D) de las áreas y volúmenes de la primera etapa conformada por dos terrazas

PRIMERA ETAPA

Terraza #1 - Datos (Cut / Fill Report)

❖ Elevación: 2.940 m.s.n.m. – 2.945 m.s.n.m.

Volume Summary							
Name	Type	Cut Factor	Fill Factor	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
Surface2	full	1.000	1.000	1528.18	0.00	6207.10	6207.10<Fill>
Totals							
				2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
Total				1528.18	0.00	6207.10	6207.10<Fill>

Terraza #2 – Datos (Cut / Fill Report)

❖ Elevación: 2.945 m.s.n.m. – 2.950 m.s.n.m.

Volume Summary							
Name	Type	Cut Factor	Fill Factor	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
Surface3	full	1.000	1.000	4493.17	0.00	28097.90	28097.90<Fill>
Totals							
				2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
Total				4493.17	0.00	28097.90	28097.90<Fill>

Anexo W

Datos (Cut / Fill Report – AutoCAD civil 3D) de las áreas y volúmenes de la segunda etapa conformada por dos terrazas

SEGUNDA ETAPA

Terraza #3 - Datos (Cut / Fill Report)

❖ Elevación: 2.950 m.s.n.m. – 2.955 m.s.n.m.

Volume Summary							
Name	Type	Cut Factor	Fill Factor	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
Surface4	full	1.000	1.000	7482.62	0.00	68907.17	68907.17<Fill>
Totals							
				2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
Total				7482.62	0.00	68907.17	68907.17<Fill>

Terraza #4 – Datos (Cut / Fill Report)

❖ Elevación: 2.955 m.s.n.m. – 2.960 m.s.n.m.

Volume Summary							
Name	Type	Cut Factor	Fill Factor	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
Surface5	full	1.000	1.000	8500.31	0.00	108594.34	108594.34<Fill>
Totals							
				2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
Total				8500.31	0.00	108594.34	108594.34<Fill>

Anexo X

Datos (Cut / Fill Report – AutoCAD civil 3D) de las áreas y volúmenes de la tercera etapa conformada por una terraza.

TERCERA ETAPA

Terraza #5 - Datos (Cut / Fill Report)

❖ Elevación: 2.960 m.s.n.m. – 2.965 m.s.n.m.

Volume Summary							
Name	Type	Cut Factor	Fill Factor	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
Surface6	full	1.000	1.000	9410.19	0.00	152464.69	152464.69<Fill>
Totals							
				2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
Total				9410.19	0.00	152464.69	152464.69<Fill>

Anexo Y

Base de datos de la ponderación de los criterios de ubicación para una escombrera municipal perteneciente al cantón Guano

Codificación	Criterios de Ubicación de una Escombrera Municipal							Porcentaje de Cumplimiento
	Distancia a Recursos Hídricos	Distancia a Zona urbana	Grado Pendiente	Distancia a Vías	Uso de Suelo	Precipitación	Distancia a Fallas Geológicas	
A1	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	71%
A2	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	71%
A3	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	71%
A4	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	86%
A5	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	100%
A6	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	86%
A7	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	43%
A8	SI	NO	NO	SI	NO	SI	SI	57%
A9	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	71%
A10	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	71%
B1	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	71%
B2	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	100%
B3	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	100%
B4	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	86%
B5	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	86%
B6	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	71%
B7	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO	57%
B8	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO	57%
B9	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	86%
B10	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	86%
C1	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	71%
C2	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	57%
C3	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	71%

C4	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	71%
C5	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	71%
C6	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	71%
C7	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	71%
C8	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI	57%
C9	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI	57%
C10	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	71%
D1	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	86%
D2	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	71%
D3	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	71%
D4	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	71%
D5	NO	SI	SI	SI	NO	SI	NO	57%
D6	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	57%
D7	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	71%
D8	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	71%
D9	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	71%
D10	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	86%
E1	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI	57%
E2	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	43%
E3	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI	57%
E4	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	86%
E5	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	71%
E6	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	71%
E7	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	71%
E8	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	86%
E9	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI	57%
E10	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	43%
F1	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	43%
F2	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	57%

F3	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	71%
F4	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	86%
F5	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	57%
F6	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	43%
F7	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO	57%
F8	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	71%
F9	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	57%
F10	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	71%
G1	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	57%
G2	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	57%
G3	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	71%
G4	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	43%
G5	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	43%
G6	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	29%
G7	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	29%
G8	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	57%
G9	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	71%
G10	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	71%
H1	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	43%
H2	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	43%
H3	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	57%
H4	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	29%
H5	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO	43%
H6	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	71%
H7	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	57%
H8	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	71%
H9	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	57%
H10	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	43%
I1	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	29%

I2	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	43%
I3	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	43%
I4	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI	57%
I5	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI	57%
I6	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	43%
I7	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI	57%
I8	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	71%
I9	NO	NO	NO	SI	NO	NO	SI	29%
I10	NO	NO	NO	SI	NO	NO	SI	29%
J1	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	29%
J2	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO	43%
J3	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	71%
J4	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	57%
J5	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	43%
J6	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	43%
J7	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	57%
J8	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	57%
J9	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	43%
J10	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	43%
K1	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	43%
K2	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	43%
K3	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	43%
K4	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	57%
K5	NO	NO	NO	SI	NO	NO	SI	29%
K6	NO	NO	NO	SI	NO	NO	SI	29%
K7	NO	NO	NO	SI	NO	NO	SI	29%
K8	NO	NO	NO	SI	NO	NO	SI	29%
K9	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO	43%
K10	NO	NO	SI	SI	SI	NO	NO	43%

L1	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	57%
L2	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	57%
L3	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	57%
L4	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	57%
L5	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	57%
L6	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	57%
L7	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	57%
L8	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	71%
L9	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	71%
L10	NO	NO	NO	SI	SI	SI	NO	43%
M1	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	14%
M2	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	29%
M3	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	29%
M4	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	29%
M5	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	14%
M6	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	14%
M7	NO	NO	NO	SI	NO	NO	SI	29%
M8	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	43%
M9	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	43%
M10	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	71%
N1	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	86%
N2	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	71%
N3	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	57%
N4	NO	NO	NO	SI	NO	NO	SI	29%
N5	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	29%
N6	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	29%
N7	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	29%
N8	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	14%
N9	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	14%

N10	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	14%
O1	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	29%
O2	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	71%
O3	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	29%
O4	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	43%
O5	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	43%
O6	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	14%
O7	NO	14%						
O8	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	14%
O9	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	14%
O10	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	14%