



**Aplicación y uso de herramientas SIG para el manejo sostenible de los  
guadales urbanos del municipio de Armenia, Quindío.**

Carlos Andres Cruz Tellez

Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Sistemas de Información  
Geográfica

Universidad de Manizales  
Facultad de Ciencias e Ingeniería  
Especialización en Sistemas de Información Geográfica - Virtual  
Manizales, Caldas, Colombia  
2025

<b>Cita</b>	(Cruz Tellez, 2025)
<b>Referencia</b>	Cruz Tellez, C. A. (2025). <i>Aplicación y uso de herramientas SIG para el manejo sostenible de los guaduales urbanos del municipio de Armenia, Quindío</i> . [Trabajo de grado especialización]. Universidad de Manizales. RIDUM: Repositorio Institucional Universidad de Manizales.
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	



Especialización en Sistemas de Información Geográfica - Virtual, I

Grupo de Investigación y Desarrollo en Informática y Telecomunicaciones

Línea de Investigación Territorios Inteligentes y Sostenibles.

Centro de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo - CIMAD.

**Declaración de inteligencia artificial:** el o los autores de este trabajo de grado declaran que han utilizado herramientas de inteligencia artificial (IA), tales como [mencionar herramientas utilizadas, por ejemplo, ChatGPT, Grammarly, Turnitin, Copilot, Gemini, entre otras], de manera ética y responsable, tal como se establece en el Acuerdo UManizales 002 (julio 26 de 2023) sobre propiedad intelectual e IA. Estas herramientas son empleadas como apoyo en la redacción, revisión gramatical y generación de ideas, pero en ningún caso sustituyen el análisis crítico, la argumentación académica ni la originalidad del trabajo. Asimismo, cualquier contenido generado con asistencia de IA está citado y referenciado adecuadamente, garantizando la integridad académica y el cumplimiento de los principios éticos de la investigación.

**Biblioteca y Centro de Recursos:** <https://biblioteca.umanizales.edu.co/>

**Repositorio Institucional:** <http://ridum.umanizales.edu.co/>

**Universidad de Manizales:** [www.umanizales.edu.co](http://www.umanizales.edu.co)

**Revistas:** <http://revistasum.umanizales.edu.co/>

**Fondo Editorial:** <https://editorialum.umanizales.edu.co/>

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Manizales ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

### **Dedicatoria**

Este trabajo de grado es dedicado con mucho amor y cariño para mis padres, mi hermana, mi familia, mis amigos y mis mascotas. Gracias por el apoyo constante y motivación a lo largo de toda mi vida. Un abrazo en la eternidad para mis abuelitos, tíos, familiares y amigos que ya partieron, siempre los llevo en mi corazón.

### **Agradecimientos**

Quiero agradecer a cada una de las personas que han dejado huellas muy importantes en mi vida. Gracias a ustedes soy la persona y profesional que soy hoy en día. Tolima, Cundinamarca y Eje Cafetero, siempre en mi corazón.

# Contenido

	<b>Pág.</b>
Resumen .....	11
Abstract .....	12
1. Introducción .....	13
2. Planteamiento del problema.....	15
2.1. Antecedentes .....	16
2.1.1. Nivel global .....	16
2.1.2. Nivel continental .....	16
2.1.3. Nivel Colombia .....	18
3. Justificación .....	24
4. Objetivos .....	26
4.1. Objetivo general .....	26
4.2. Objetivos específicos.....	26
5. Marco teórico .....	27
5.1. Clima. ....	27
5.1.1. Temperatura. ....	27
5.1.2. Nubosidad.....	28
5.1.3. Precipitación.....	28
5.1.4. Brillo Solar. ....	29
5.1.5. Humedad. ....	30
5.1.6. Viento. ....	31
5.2. Descripción de la zona de vida-Metodología de Holdridge.....	33
5.3. Microcuencas presentes en el área – Corredor Biológico No 1. ....	34

5.4.	Hidrografía y áreas forestales protectoras.....	35
5.5.	Microcuencas presentes en el área – Corredor Biológico No 2. ....	36
5.6.	Hidrografía y áreas forestales protectoras.....	37
5.7.	Microcuencas presentes en el área – Corredor Biológico No 3. ....	38
5.8.	Hidrografía y áreas forestales protectoras.....	39
5.9.	Identificación de la especie .....	41
5.9.1.	Origen.....	41
5.9.2.	Distribución geográfica. ....	41
5.9.3.	Aspectos generales de la guadua. ....	42
5.9.4.	Taxonomía.....	42
5.9.5.	Morfología. ....	44
5.10.	Biodiversidad. ....	52
5.11.	Referente normativo y legal .....	55
5.11.1.	Normativa ambiental aplicable.....	55
5.12.	Predios públicos con presencia de guadua en los corredores biológicos. ver (Anexo II) 58	
6.	Metodología.....	59
6.1.	Enfoque metodológico .....	59
6.2.	Tipo de estudio.....	60
6.3.	Procedimiento.....	61
6.3.1.	Área de estudio.....	61
6.3.2.	Definición de la intensidad de muestreo o tamaño de la muestra – Corredor Biológico 1.....	65
6.3.3.	Definición de la intensidad de muestreo o tamaño de la muestra – Corredor Biológico no 2.....	69
6.3.4.	Definición de la intensidad de muestreo o tamaño de la muestra – Corredor Biológico no 3.....	74

7.1.	Inventario forestal de los tres (3) corredores biológicos. ....	78
7.1.1.	Corredor biológico No 1. ....	78
7.1.2.	Corredor biológico No 2. ....	84
7.1.3.	Corredor biológico No 3. ....	99
7.2.	Información general de los guaduales urbanos. ....	106
7.2.1.	Descripción física.....	106
7.2.2.	Descripción biótica.....	106
7.2.3.	Descripción social.....	107
7.3.	Actividades silviculturales a implementar para la óptima sostenibilidad de los guaduales urbanos .....	107
7.3.1.	Actividades a corto plazo .....	107
7.3.2.	Actividades a mediano plazo (confinamiento de guaduales).....	116
7.3.3.	Actividades a largo plazo. ....	126
7.4.	Información espacial actualizada .....	131
7.4.1.	Levantamiento y planos. ....	131
7.5.	Cumplimiento del marco normativo .....	150
8.	Discusión.....	151
9.	Conclusiones.....	153
10.	Recomendaciones.....	156
11.	Referencias .....	157
	Anexos.....	162

**Lista de tablas**

Tabla 1. Cálculo del Tamaño de la Muestra.....68

Tabla 2. Cálculo del Tamaño de la Muestra.....73

Tabla 3. Cálculo del Tamaño de la Muestra.....77

Tabla 4. Tabla resumen. ....78

Tabla 5. Cuadro de áreas general. ....79

Tabla 6. Calculo de variables de posición y dispersión del guadual.....80

Tabla 7. Intensidad de cosecha sobre el total de culmos adultos según la densidad promedio de culmos en el inventario. ....81

Tabla 8. Hoja base para el cálculo de la intensidad de cosecha adecuada. ....81

Tabla 9. Base de cálculos para después del aprovechamiento del Guadual.....82

Tabla 10. Estructura post aprovechamiento del Guadual.....82

Tabla 11. Equivalencias métricas.....83

Tabla 12. Volumen comercial a aprovechar.....83

Tabla 13. Tabla resumen Estrato 1.....84

Tabla 14. Tabla resumen Estrato 2.....85

Tabla 15. Cuadro de áreas Estrato 1.....86

Tabla 16. Cuadro de áreas Estrato 2.....88

Tabla 17. Cuadro de áreas por Estrato. ....89

Tabla 18. Cálculo de variables de posición y dispersión del guadual-Estrato 1. ....91

Tabla 19. Cálculo de variables de posición y dispersión del guadual-Estrato 2. ....92

Tabla 20. Cálculo de variables poblacionales. ....93

Tabla 21. Cálculo de los límites de confianza, la media y error de la media poblacional. ....93

Tabla 22. Intensidad de cosecha sobre el total de culmos adultos según la densidad promedio de culmos en el inventario. ....94

Tabla 23. Hoja base para el cálculo de la intensidad de cosecha adecuada Estrato 1.....94

Tabla 24. Hoja base para el cálculo de la intensidad de cosecha adecuada Estrato 2.....94

Tabla 25. Base de cálculos para después del aprovechamiento del Guadual Estrato. ....95

Tabla 26. Base de cálculos para después del aprovechamiento del Guadual Estrato 2. ....95

Tabla 27. Estructura post aprovechamiento del Guadual Estrato 1. ....96

Tabla 28. Estructura post aprovechamiento del Guadual Estrato 2. ....96

Tabla 29. Equivalencias métricas.....97

Tabla 30. Volumen comercial a aprovechar.....97

Tabla 31. Tabla resumen. ....99

Tabla 32. Cuadro de áreas general. ....100

Tabla 33. Cálculo de variables de posición y dispersión del guadual.....101

Tabla 34. Intensidad de cosecha sobre el total de culmos adultos según la densidad promedio de culmos en el inventario. ....102

Tabla 35. Hoja base para el cálculo de la intensidad de cosecha adecuada. ....102

Tabla 36. Base de cálculos para después del aprovechamiento del Guadual.....103

Tabla 37. Estructura post aprovechamiento del Guadual.....103

Tabla 38. Equivalencias métricas.....104

Tabla 39. Volumen comercial a aprovechar.....104

Tabla 40. Área Total.....105

Tabla 41. Volumen Total. ....105

Tabla 42. Especies recomendadas. ....123

Tabla 43. Predios Públicos Corredor Biológico No 1.....162

Tabla 44. Predios Públicos Corredor Biológico No 2.....162

Tabla 45. Predios Públicos Corredor Biológico No 3.....165

**Lista de figuras**

Figura 1. Temperatura máxima y mínima promedio en Armenia. ....27

Figura 2. Categorías de nubosidad presentes en Armenia. ....28

Figura 3. Precipitación de lluvia mensual promedio en Armenia. ....29

Figura 4. Horas de luz natural y crepúsculo en Armenia. ....30

Figura 5. Niveles de comodidad de la humedad en Armenia.....31

Figura 6. Velocidad promedio del viento en Armenia. ....32

Figura 7. Sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge. ....33

Figura 8. Área de escurrimiento del Rio La Vieja. ....34

Figura 9. *Cuerpos de agua relacionados con el CORREDOR BIOLÓGICO No 1.* .....35

Figura 10. Zonas de Protección Ambiental. ....35

Figura 11. Área de escurrimiento del Rio La Vieja. ....36

Figura 12. Cuerpos de agua relacionados con el CORREDOR BIOLÓGICO No 2. ....37

Figura 13. Zonas de Protección Ambiental. ....38

Figura 14. Área de escurrimiento del Rio La Vieja. ....39

Figura 15. Cuerpos de agua relacionados con el CORREDOR BIOLÓGICO No 3. ....39

Figura 16. Zonas de Protección Ambiental. ....40

Figura 17. Condiciones de Siembra. ....42

Figura 18. Clasificación de la guadua. ....43

Figura 19. Partes de la guadua. ....45

Figura 20. Partes de una guadua madura y sus usos. ....46

Figura 21. Partes del rizoma: a) cuello del rizoma; b) primordio de raíces; c) raíces adventicias; d) cuello; e) yema (Giraldo y Sabogal 1999). ....47

Figura 22. Diferencia entre rizoma paquimorfo y leptomorfo. ....48

Figura 23. Segmento de culmo.....49

APLICACIÓN Y USO DE HERRAMIENTAS SIG PARA EL MANEJO SOSTENIBLE...	10
Figura 24. Desarrollo del culmo.....	50
Figura 25. Ubicación del CORREDOR BIOLOGICO No 1. ....	61
Figura 26. Ubicación del CORREDOR BIOLOGICO No 2. ....	63
Figura 27. Ubicación del CORREDOR BIOLOGICO No 3. ....	64
Figura 28. Actividades Preliminares (linderos, marcación). ....	108
Figura 29. Socola o Rocería .....	109
Figura 30. Desganche o Poda.....	110
Figura 31. Identificación de culmos deseables y no deseables .....	111
Figura 32. Repique .....	112
Figura 33. Extracción .....	113
Figura 34. Arreglo de Tocones.....	113
Figura 35. Despeje de los cuerpos de agua .....	114
Figura 36. Control de caída de culmos.....	115
Figura 37. Extracción de culmos no deseables .....	115
<i>Figura 38. Confinamiento de guaduales.....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 39. Barreras naturales. ....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 40. Forma de los arboles .....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 41. Proyección de un diseño de siembra para el confinamiento .....</i>	<i>123</i>
<i>Figura 42. Aspectos técnicos a evaluar en cada individuo fustal.....</i>	<i>127</i>
<i>Figura 43. Podas.....</i>	<i>129</i>
Figura 44. Cartografía Corredor Biológico No 1 .....	132
Figura 45. Cartografía Corredor Biológico No 2 .....	138
Figura 46. Cartografía Corredor Biológico No 3. ....	143

### **Resumen**

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo principal identificar el estado actual y la oferta ambiental de los guaduales urbanos presentes en los predios públicos del municipio de Armenia, Quindío, mediante la aplicación de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se buscó establecer una línea base que permita proyectar un manejo silvicultural sostenible de estos ecosistemas, con base en la Resolución 1740 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. La investigación empleó un enfoque mixto, con componentes cuantitativos y cualitativos, y se centró en los tres (3) corredores biológicos de Armenia. A través de la georreferenciación, levantamiento de datos en campo y análisis espacial, se determinaron las áreas cubiertas por guadua, sus características estructurales y el volumen estimado del recurso. Los resultados evidencian un manejo silvicultural deficiente, con alta presencia de culmos sobre maduros, secos o podridos, generando riesgos ambientales, sociales y económicos. Finalmente, se resalta la necesidad de implementar prácticas silviculturales sistemáticas que garanticen la sostenibilidad del recurso, promuevan su aprovechamiento racional y fortalezcan la planificación territorial y ambiental urbana. El uso de herramientas SIG se demostró como una estrategia eficaz para la toma de decisiones informadas en torno al manejo forestal sostenible de los guaduales urbanos.

***Palabras clave: (Guadua angustifolia kunt, Sistemas de informacion geográfica, guaduales urbanos, manejo silvicultural, inventario forestal).***

### **Abstract**

This research aimed to identify the current state and environmental supply of urban bamboo forests (guadales) located on public lands in the municipality of Armenia, Quindío, through the application of Geographic Information Systems (GIS) tools. The study sought to establish a baseline to project a sustainable silvicultural management of these ecosystems, based on Resolution 1740 of 2016 from the Ministry of Environment and Sustainable Development. A mixed-methods approach was used, combining quantitative and qualitative techniques, and focused on the three (3) main urban biological corridors of Armenia. Through georeferencing, field data collection, and spatial analysis, the areas covered by bamboo, their structural characteristics, and estimated resource volume were determined. The findings revealed deficient silvicultural management, with a high presence of overmature, dry, or decaying culms, resulting in environmental, social, and economic risks. The main conclusion highlights the urgent need to implement systematic silvicultural practices to ensure the sustainability of the resource, promote its rational use, and strengthen urban territorial and environmental planning. The use of GIS tools proved to be an effective strategy for informed decision-making regarding the sustainable forest management of urban bamboo groves.

***Keywords: (Guadua angustifolia kunt, Geographic Information Systems, Urban bamboo groves, Silvicultural management, Forest inventory).***

## 1. Introducción

La guadua se considera como un recurso natural renovable de excelencia, al día de hoy, se le reconocen, técnica y científicamente muchas bondades, que van desde la oferta ambiental hasta el potencial agroindustrial.

El aprovechamiento sostenible de guaduales es hoy una actividad ambiental y económica de importancia para la ciudad de Armenia y el departamento del Quindío, constituyendo un recurso que en los ecosistemas urbanos ha sido subutilizado y sin manejo silvicultural, lo cual ha generado problemáticas ambientales y sociales en la afectación de infraestructura privada y pública. El siguiente trabajo de investigación y aplicación se formula metodológicamente en concordancia con la legislación vigente, Resolución 1740 del 2016 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, por la cual se establecen los lineamientos generales para el manejo, aprovechamiento y establecimiento de guaduales y bambusales y se dictan otras disposiciones.

En la actualidad, la ciudad de Armenia cuenta con una gran cantidad de guaduales naturales y plantados, los cuales, a través de los años han sido objeto de presión por los habitantes de la ciudad en el desarrollo de prácticas inadecuadas de extracción de guadua para uso doméstico e invasión, arrojando residuos sólidos, construcciones, entre otras. También otras afectaciones que se evidencian en los bosques de guadua urbanos es la falta de manejo silvicultural, ya que esta especie por su dinámica natural requiere un manejo permanente.

El desconocimiento de la silvicultura de la guadua, que se encuentra en los predios urbanos conlleva a altos niveles de insostenibilidad ambiental con la especie y los ecosistemas asociados, lo que genera riesgos para las comunidades aledañas a esta cobertura vegetal y deterioro a la infraestructura privada y pública. Igualmente, altos costos de mantenimiento a los bosques de guadua y pérdida del recurso por continuos volcamientos.

La falta de educación ambiental con la comunidad en el reconocimiento de la importancia del manejo silvícola como mecanismo de conservación, considerando además que los guaduales urbanos, se desarrollan en un espacio confinado por las diferentes infraestructuras y limitado para su manejo integral, ha generado en el tiempo imposibilidad para su gestión y manejo.

Los guaduales presentan varios volcamientos como procesos naturales por falta de manejo silvicultural de las matas y otras por afectaciones antrópicas situaciones generadas por extracción inapropiada del recurso vegetal por las comunidades locales que colindan con los drenajes y algunos barrios aledaños.

Se identifica que el deterioro de los guaduales esta generado por la falta de manejo silvicultural, los bosques de guadua urbanos están saturados de culmos podridos, secos y sobre maduros; además de las pronunciadas pendientes moderadas a escarpadas donde se encuentran en las distintas matas, es por esto que a través de esta investigación, se pretende dar un punto de partida para la planificación a corto, mediano y largo plazo, del manejo de los guaduales urbanos de la ciudad de Armenia, en donde se propicien condiciones de sostenibilidad y sustentabilidad ambiental del recurso presente en la ciudad, así mismo proporcionar la información técnica para realización del aprovechamiento forestal sostenible y conducir este importante recurso de la ciudad, a la figura de Guadual Natural con Manejo Forestal Sostenible.

## 2. Planteamiento del problema

¿Son los Sistemas de Información Geográfica una herramienta eficaz para diagnosticar y proyectar un manejo silvicultural sostenible de los guaduales urbanos del municipio de Armenia, Quindío?

A pesar de que la guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) es reconocida como un recurso fundamental para la sostenibilidad ambiental, su presencia en los entornos urbanos de Armenia, Quindío, ha estado marcada por el desconocimiento de su manejo silvicultural, lo que ha conllevado a procesos de degradación, riesgos para la infraestructura urbana, conflictos con las comunidades aledañas y pérdida progresiva del recurso. Aunque existen normativas como la Resolución 1740 de 2016 que orientan su uso y conservación, en la actualidad no se han implementado herramientas técnicas para el diagnóstico y gestión eficiente de los guaduales urbanos. Ante esta problemática, surge la necesidad de incorporar tecnologías como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) que permitan conocer, planificar y ejecutar un manejo sostenible de estas coberturas vegetales.

## 2.1. Antecedentes

### 2.1.1. Nivel global

**Chambers et al. (2004)** abordaron el uso de SIG participativo (PPGIS) como herramienta de empoderamiento en la planificación comunitaria de recursos naturales. A través de experiencias en África y Asia, demostraron que integrar conocimiento local y SIG mejora la gobernanza territorial. Este antecedente puede orientar la incorporación de actores locales en procesos de toma de decisiones urbanas en Armenia mediante mapas participativos de guaduales.

**Liese (2009)** discutió el rol del bambú (incluida *Guadua angustifolia*) como sumidero de carbono globalmente, evaluando datos de teledetección y SIG. Concluye que los rodales de bambú son estratégicos en estrategias de mitigación climática. Este antecedente fortalece la justificación de tu estudio, pues sugiere mapas SIG para valorar servicios ecosistémicos urbanos de guadua.

**Yebeyen et al. (2024)** integraron datos SAR y SIG para mapear cobertura de bambú en Chad. Utilizaron teledetección radar y sistemas geospaciales para análisis espacio-temporales. Concluyen que estas técnicas permiten seguimiento detallado del recurso en terrenos mixtos. Este antecedente se puede adaptar para diseñar protocolos de monitoreo SIG de guaduales urbanos en Armenia.

### 2.1.2. Nivel continental

**Bruno et al. (2009)** integraron teledetección, SIG y modelos predictivos para monitorear deforestación y erosión en la reserva de Petén (Guatemala). Utilizando análisis multitemporal y multicriterio espacial predijeron patrones de cambio. Este enfoque es replicable para vigilar cambios en cobertura de guaduales urbanos con SIG en Armenia.

**FAO (2014)** desarrolló metodologías de cartografía con teledetección para monitorear bambúes en países andinos, incluyendo Colombia. Su objetivo fue generar datos actualizados de cobertura para apoyar políticas públicas. Concluye que el SIG es esencial para conservar ecosistemas estratégicos como los guaduales. Este antecedente valida el enfoque técnico del presente estudio.

**Fayad et al. (2016)** diseñaron un mapeo de biomasa aérea en Guayana Francesa combinando teledetección, inventarios forestales y modelos ambientales. Aunque no trabaja específicamente con *Guadua angustifolia*, su metodología basada en SIG es útil para estimar biomasa urbana de guaduales en tu proyecto de Armenia.

**Galicia y Ceccon (2024)** tuvieron como objetivo modelar la distribución potencial de varias especies de bambú, entre ellas *Guadua angustifolia*, en regiones del sur de México mediante herramientas de predicción espacial basadas en SIG. Sus resultados indican que el uso de estas herramientas es útil para anticipar cambios en la cobertura vegetal ante escenarios de cambio climático. Este antecedente es clave para tu estudio, ya que respalda la utilidad de los SIG para proyectar zonas de expansión o riesgo de pérdida de guaduales urbanos en Armenia.

**Judziewicz et al. (1999)** presentaron una revisión taxonómica y biológica del bambú americano, con especial énfasis en *Guadua angustifolia*. El objetivo fue describir su distribución, ecología y usos socioeconómicos en América Latina. Concluyen que esta especie representa una oportunidad sostenible en múltiples territorios. Este antecedente aporta contexto ecológico global que fundamenta el tratamiento técnico en SIG del recurso en ciudades como Armenia.

**Nascimento et al. (2023)** en Perú utilizaron SIG y datos LiDAR para mapear cobertura de bambúes amazónicos y su estado estructural. Concluyen que el cruce de información espacial y datos 3D es clave para planificación forestal. Aunque amazónico, su tecnología puede usarse para evaluar guaduales urbanos en Colombia.

**Riaño et al. (2013)** evaluaron la fijación de carbono en *Guadua angustifolia* dentro del Parque Nacional Carrasco (Bolivia). Su meta fue estimar el carbono almacenado mediante inventarios forestales y SIG. El estudio concluye que los rodales guaduales son sumideros significativos, lo que valida el uso de SIG para mapear zonas urbanas guaduales estratégicas en Armenia con fines climáticos.

**Silva y Herrera (2018)** implementaron un SIG para gestionar áreas verdes urbanas, incluyendo corredores ecológicos en ciudades intermedias. Aunque no enfocan guaduales, concluyen que esta herramienta mejora la toma de decisiones en sostenibilidad urbana. Su metodología puede adaptarse al análisis de guaduales urbanos en Armenia.

**Viana et al. (2021)** en Brasil utilizaron SIG para mapear corredores verdes urbanos y su papel en la conectividad ecológica. Incluyeron especies de bambú nativas en su modelación. Concluyen que el SIG permite integrar infraestructura verde en la planificación territorial. Relevante para el diseño urbano con guaduales en Armenia.

**Villalobos et al. (2010)** propusieron un modelo estadístico de fractura para *Guadua angustifolia* en malla hexagonal 2D. El objetivo fue simular la respuesta estructural del bambú frente a tensión y envejecimiento. Concluyen que modelos matemáticos aportan precisión técnica

para manejo estructural. Este antecedente aporta rigor técnico (aunque no SIG) al manejo sostenible del recurso en zonas urbanas.

**Zea y Habert (2016)** desarrollaron un estudio con el objetivo de integrar herramientas de análisis de ciclo de vida con sistemas de información geográfica para evaluar el impacto ambiental de edificaciones construidas con bambú, particularmente en contextos urbanos. Encontraron que las construcciones con *Guadua angustifolia* tienen una huella ambiental considerablemente menor que las convencionales, gracias a su capacidad de secuestro de carbono y eficiencia energética. Este estudio es pertinente para la presente investigación, ya que demuestra cómo los SIG pueden facilitar decisiones territoriales sostenibles en relación con el uso de guaduales urbanos en Armenia.

### **2.1.3. Nivel Colombia**

**Aguirre et al. (2023)** realizaron un estudio cuyo objetivo fue estimar el contenido de carbono almacenado en bosques de *Guadua angustifolia Kunth* en la región cafetera colombiana mediante inventarios forestales. Identificaron rangos de captura entre 18 y 260 t ha<sup>-1</sup>, confirmando que los guaduales son sumideros comparables a bosques tropicales. Concluyen que estos rodales tienen potencial para estrategias de mitigación climática. Este antecedente es relevante para tu proyecto ya que proporciona datos cuantitativos que pueden integrarse en SIG para estimar servicios ecosistémicos de captura de carbono en guaduales urbanos en Armenia.

**Arango (2011)** investigó el papel de la *Guadua angustifolia* en la mitigación del cambio climático en el Eje Cafetero colombiano. Buscó determinar la capacidad de captura de CO<sub>2</sub> y su relación con la cobertura vegetal. Utilizó mediciones de biomasa aérea y su conversión en carbono, concluyendo que los guaduales tienen un alto potencial como sumideros. Este antecedente respalda el uso de SIG para mapear zonas urbanas con guaduales estratégicos en Armenia para fines climáticos.

**Arango et al. (2017)** desarrollaron una aproximación energética para evaluar sostenibilidad de bosques de guadua. Su objetivo fue determinar el balance energético acumulado de estos sistemas. Concluyen que, con manejo técnico adecuado, los bosques son sostenibles y requieren regulación institucional. Este estudio aporta una perspectiva energética útil para integrar variables energéticas dentro de un SIG de manejo sostenible en Armenia.

**Bonilla et al. (2020)** desarrollaron un estudio enfocado en establecer criterios técnicos y biofísicos para la gestión sostenible de guaduales en zonas de transición entre lo urbano y lo rural.

Utilizando sensores remotos y análisis SIG, identificaron variables clave como densidad de tallos, accesibilidad y conectividad ecológica. Su protocolo técnico es aplicable a contextos urbanos como el de Armenia, donde el manejo de guaduales puede apoyarse en herramientas geoespaciales similares.

**Cámara et al. (2004)** demostraron que el GIS participativo empodera comunidades locales para la gestión sostenible de recursos naturales. Señalaron que la inclusión de saberes locales mejora las decisiones territoriales. Este antecedente es relevante metodológicamente, pues puedes evaluar SIG participativo con comunidades urbanas en Armenia para planear guaduales.

**Camargo (2007)** diseñó estrategias de manejo comunitario y productivo de guaduales en el Eje Cafetero, integrando restauración ecológica, planificación forestal y generación de valor agregado con participación local. El objetivo fue estructurar modelos de manejo que combinen aprovechamiento y conservación. Al final concluye que la planificación espacial participativa es clave para la sostenibilidad del recurso. Este antecedente sugiere que las herramientas SIG pueden funcionar como una plataforma técnica para involucrar comunidades de Armenia, planeando el uso sostenible de guaduales urbanos.

**Camargo y Kleinn (2010)** desarrollaron modelos de crecimiento y estimaciones volumétricas para *Guadua angustifolia* en el Eje Cafetero. Su objetivo fue generar funciones de volumen y longitud que permitieran estimar biomasa y rendimiento de los rodales. A través de mediciones de campo y modelos matemáticos, concluyen que la cuantificación precisa del recurso facilita la planificación del aprovechamiento forestal. Este estudio es relevante para tu investigación, ya que estos modelos pueden integrarse con SIG para estimar biomasa en los guaduales urbanos de Armenia.

**Castellanos y Mejía (2016)** tuvieron como objetivo desarrollar un sistema de información geográfica para monitorear la calidad ecológica del paisaje en el norte del Valle del Cauca, integrando variables de biodiversidad, cobertura vegetal y presión antrópica. Concluyen que estas herramientas permiten anticipar procesos de degradación y fragmentación del paisaje. Su metodología puede adaptarse al monitoreo dinámico de guaduales urbanos en Armenia, permitiendo así su conservación y gestión sostenible.

**Correal y Arbeláez (2010)** evaluaron la influencia de la edad y altura del tallo sobre las propiedades mecánicas de la guadua. Su objetivo fue determinar cómo varía resistencia según posición del culmo y edad. Concluyeron que la edad y posición determinan significativamente su

fortaleza estructural. Este antecedente es útil para priorizar con SIG zonas urbanas donde los guaduales tienen mayor firmeza y potencial productivo.

**Flórez et al. (2020)** compararon propiedades físicas y mecánicas de *Guadua angustifolia* como material estructural sostenible frente a materiales tradicionales. Su objetivo fue evaluar su viabilidad como recurso de construcción ecológica. Concluyen que la guadua es renovable, liviana y resistente, lo cual la hace idónea para edificaciones sostenibles. Este antecedente apoya la identificación mediante SIG de guaduales urbanos con potencial productivo en Armenia.

**Garavito (2020)** analizó el marco normativo para el manejo sostenible y aprovechamiento productivo de *Guadua angustifolia* en Quindío y Cundinamarca. Su enfoque fue revisar leyes, decretos y regulaciones institucionales. En su estudio, encontró que, aunque el potencial agroforestal está reconocido, hay vacíos técnicos e institucionales que dificultan la aplicación efectiva. Concluye que es necesario articular herramientas técnicas (como SIG) con normativa clara. Este antecedente justifica la necesidad de tu proyecto: usar SIG para integrar datos biológicos, territoriales y normativos en la planificación urbana de guaduales en Armenia.

**García y Camargo (2010)** analizaron las condiciones óptimas de calidad de los culmos de *Guadua angustifolia* en el Eje Cafetero con el fin de condiciones de mercado, evaluando edad, contenido de lignina y densidad. Concluyeron que estas propiedades varían según sitio y manejo, condicionando su aprovechamiento comercial. Este antecedente apoya la planificación espacial con SIG en Armenia al identificar rodales urbanos con calidad estructural adecuada para usos productivos.

**Giraldo y Sabogal (2017)** exploraron el uso de la guadua en obras de bioingeniería (estabilización de taludes, control de erosión) mediante manuales técnicos y aplicación práctica. Concluyen que la guadua es versátil para restauración ecológica. Relaciona con tu investigación porque SIG puede mapear zonas urbanas que requieren restauración con guaduales en Armenia.

**Gómez (2019)** aplicó teledetección y SIG para analizar el efecto de islas de calor urbano sobre la vegetación, incluyendo guaduales, en Ibagué. Concluye que estos parches verdes mitigan temperaturas extremas. Justifica el uso de SIG para priorizar conservación de guaduales urbanos en Armenia.

**Hernández y Vargas (2019)** realizaron un análisis multitemporal con SIG para evaluar la transformación del paisaje en áreas con presencia de guaduales en el suroeste antioqueño. Su objetivo fue cuantificar cambios en cobertura forestal y fragmentación. Concluyen que las

herramientas geoespaciales permiten tomar decisiones de planificación más acertadas. Aplicable al seguimiento de guaduales urbanos en Armenia.

**Kleinn y Morales (2006)** realizaron un inventario forestal de guaduales en el Quindío y Risaralda mediante parcelas de muestreo y SIG. Su objetivo fue estimar existencia, densidad y cobertura del recurso para orientar políticas de manejo. Concluyeron que el uso combinado de datos de campo y sistemas geoespaciales permite planificaciones más precisas y eficientes. Este estudio es útil como referencia metodológica para construir el inventario espacial de guaduales urbanos en Armenia.

**Londoño y Guerrero (1995)** desarrollaron un estudio anatómico y ecológico de *Guadua angustifolia*, destacando su adaptabilidad a distintas condiciones edáficas y climáticas. Aunque sin SIG, su estudio proporciona fundamentos ecológicos necesarios para cualquier modelación espacial con esta especie en entornos urbanos.

**López (2019)** realizó un análisis espacial de guaduales periurbanos en Pereira con el objetivo de comprender su conectividad ecológica y patrones de fragmentación usando herramientas SIG. Mediante procesamiento de imágenes satelitales y análisis de fragmentación, identificó corredores ecológicos y áreas críticas para conservación. Concluye que integrar SIG en la planificación urbana mejora significativamente la toma de decisiones sobre conservación de guaduales. Este trabajo es directamente aplicable al presente estudio, pues en Armenia no se dispone de un sistema SIG actualizado que permita diagnosticar la estructura espacial de guaduales y establecer estrategias de manejo sostenible urbano.

**Montoya y Córdoba (2015)** evaluaron el uso de herramientas SIG para caracterizar el estado de bosques de guadua en municipios del Quindío, integrando variables topográficas, de accesibilidad y cobertura. Su conclusión fue que el SIG mejora la planificación para la conservación y el aprovechamiento del recurso. Esta experiencia puede extrapolarse al contexto urbano de Armenia con ajustes de escala.

**Muñoz (2020)** realizó un análisis comparativo de la cobertura de guaduales mediante imágenes Landsat en Pereira entre 1989 y 2020. Su objetivo fue analizar la dinámica espacio-temporal y el efecto de la expansión urbana sobre los ecosistemas guaduales. Concluyó que la pérdida de cobertura boscosa ha sido significativa, especialmente en áreas de borde urbano. Este antecedente aporta una base metodológica valiosa para realizar un análisis de cambio en los guaduales urbanos de Armenia, utilizando series temporales satelitales.

**Noriega (2018)** desarrolló un enfoque de valoración de servicios ecosistémicos de *Guadua angustifolia* en la cuenca baja del río Guarapas (Pitalito, Huila). Su objetivo fue jerarquizar servicios ecosistémicos (como regulación hídrica, captura de carbono y control de sedimentos) mediante encuestas a expertos y análisis multicriterio espacial. Concluye que ciertos servicios destacan como estratégicos para definir intervenciones de conservación. Su metodología es relevante para tu investigación, ya que orienta cómo priorizar datos en SIG, facilitando la valoración de servicios ecosistémicos de guaduales urbanos en Armenia.

**Peña y Ruiz (2019)** modelaron el crecimiento espacial de *Guadua angustifolia* con SIG y variables ambientales en el Huila. Identificaron zonas óptimas para expansión y conservación. Concluyen que SIG puede guiar el desarrollo sostenible del recurso. Apoya tu propuesta de modelar guaduales urbanos en Armenia.

**Pérez y Gonzáles (2020) y Bravo y Pérez (2022)** desarrollaron investigaciones orientadas a valorar los servicios ecosistémicos asociados a los guaduales en contextos urbanos e intermedios. Mientras los primeros identificaron beneficios ecológicos, sociales y culturales provistos por estos ecosistemas, los segundos diseñaron un modelo económico para cuantificar su valor en ciudades como Manizales. Ambos estudios concluyen que los guaduales urbanos son espacios estratégicos que requieren planificación e integración en políticas públicas. Estos aportes respaldan la aplicación de SIG para mapear y valorar los beneficios de los guaduales urbanos en Armenia.

**Rodríguez et al. (2020)** desarrollaron una revisión documental y propuesta de innovación para sustituir cultivos ilícitos en Colombia mediante el cultivo de *Guadua angustifolia Kunth*, enfocándose en la participación comunitaria y el valor agregado. Concluyen que la guadua es una alternativa viable post-conflicto con potencial económico y social. Este antecedente fortalece la perspectiva urbana de tu estudio, sugiriendo que los SIG pueden mapear comunidades con potencial de producción sostenible en Armenia.

**Rodríguez y Calderón (2020)** aplicaron sistemas de información geográfica para priorizar áreas de conservación de rodales de *Guadua angustifolia* en el Valle del Cauca, con base en criterios de biodiversidad, presión antrópica y conectividad. Su metodología incluyó ponderación multicriterio espacial y mapas de prioridad. Concluyen que el SIG facilita la identificación de zonas críticas para restauración. Este antecedente aporta directamente a la propuesta de tu investigación al ofrecer una metodología replicable para filtrar información espacial y establecer zonas priorizadas en Armenia.

**Sánchez y Forero (2017)** desarrollaron un modelo SIG para planificar la reforestación con guadua en zonas degradadas del Tolima. Integraron factores ambientales y socioeconómicos para definir áreas prioritarias. Concluyen que el SIG permite un enfoque territorial y participativo. Esta metodología es útil para definir zonas urbanas aptas para restauración gradual en Armenia.

### 3. Justificación

En los drenajes urbanos, por sentidas necesidades ambientales y paisajísticas, históricamente se han ejecutado diferentes proyectos de reforestación con guadua probablemente iniciándose de manera documental a partir del proyecto El Guadual más Grande del Mundo, liderado por la Alcaldía Municipal y la Corporación Autónoma Regional del Quindío CRQ, hacia el año 1995 e incluso se ha realizado en el tiempo la siembra de guadua en drenajes urbanos como compensación forestal derivada de permisos forestales otorgados por la Corporación Autónoma Regional del Quindío - CRQ en la ciudad, consolidando lo que hoy se conoce como el guadual urbano más grande del mundo; sin embargo, por falta de una política pública clara para la conservación y manejo del recurso guadua, se llegó a altos niveles de insostenibilidad ambiental con la especie generando riesgos y altos costos de manejo y continuas reparaciones de la infraestructura.

Los guaduales naturales constituyen ecosistemas muy dinámicos por la corta vida de sus culmos que no superan los 10 años desde que emergen hasta que están secos, pasando por los diferentes estados de desarrollo y encontrándose apta para su aprovechamiento a partir del año 3 aproximadamente, sin que su extracción sostenible represente riesgo de pérdida eco sistémica; todo lo contrario, se estimula el guadual a producir más y mejores guaduas. Cuando dichos culmos se aprovechan en estados de madurez avanzados como sobre madura o seca, dicha situación no asiste ni estimula la reproducción rizomática, conduciendo a la mata a la degradación y afectación de su estructura, composición e incluso pérdida del recurso.

La ciudad de Armenia, hoy está siendo afectada por la colonización natural de la guadua, causada por la ausencia de manejo silvicultural, la presión antrópica, el desconocimiento normativo y del manejo inadecuado de la especie, razones que se advierten en el creciente aumento de las quejas ciudadanas frente a conflictos de la guadua con la infraestructura y que exigen una consiente evaluación del estado actual de los guaduales urbanos que aporte a la toma de decisiones de corto mediano y largo plazo.

En ese orden de ideas, realizar el aprovechamiento y manejo silvicultural de las matas de guadua presentes en los predios públicos con presencia de guadua de los CORREDORES BIOLÓGICOS, evitará la degradación sucesional por falta de manejo, mejorando así las

condiciones estructurales y generando además mano de obra calificada (empleo), oportunidades para las comunidades y fortalecimiento de los actores de cadena de la guadua.

Así mismo, el aprovechamiento sostenible de guaduales constituye una actividad legal en Colombia previo cumplimiento de requisitos de ley, de este modo, los beneficios ambientales, sociales y económicos del aprovechamiento sostenible de guaduales repercuten en el mejoramiento de las condiciones y permanencia del recurso, propiciando condiciones de sostenibilidad ambiental, mejores aprovechamientos futuros y elimina riesgos asociados a la infraestructura.

En la actualidad Colombiana, no existen muchos estudios que permitan identificar y caracterizar el estado actual de los guaduales presentes en zonas urbanas; tanto la normativa, como la economía actual, están enfocados primordialmente en el aprovechamiento forestal de guadua en áreas rurales para su posterior comercialización a nivel nacional e internacional.

Es por esto que, empleando herramientas SIG como QGIS, SIG Armenia, SIG Quindío, Google Earth, Geoportal del IGAC y basados en la Resolución 1740 de 2016, se pretende conocer el estado actual de los guaduales urbanos de la ciudad de Armenia, determinando su área, volumen y/o oferta ambiental a través de su actualización espacial, con el objetivo principal de proyectar a corto, mediano y largo plazo un manejo sostenible de los mismos.

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo general**

Identificar el estado actual y oferta ambiental del área en guadua de los predios públicos pertenecientes al Municipio de Armenia, Departamento del Quindío, a través de herramientas SIG, determinando las prácticas silviculturales necesarias para garantizar la sostenibilidad del recurso.

### **4.2. Objetivos específicos**

- Dar a conocer los resultados del inventario forestal realizado en los guaduales de los predios públicos de los CORREDORES BIOLÓGICOS, cumpliendo criterios normativos.
- Presentar la información general de los guaduales urbanos, junto a la descripción física, biótica y social.
- Presentar las actividades silviculturales a implementar para la óptima sostenibilidad de los guaduales urbanos.
- Actualizar la información espacial de los bosques de guadua urbanos en predios públicos, con la elaboración de nueva cartografía.
- Cumplir el marco normativo en materia forestal para trámites ante la autoridad ambiental.

## 5. Marco teórico

### 5.1. Clima.

En Armenia, los veranos son cortos y calurosos, los inviernos son cortos y cómodos y está mojado y nublado todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 17 °C a 26 °C y rara vez baja a menos de 15 °C o sube a más de 28 °C.

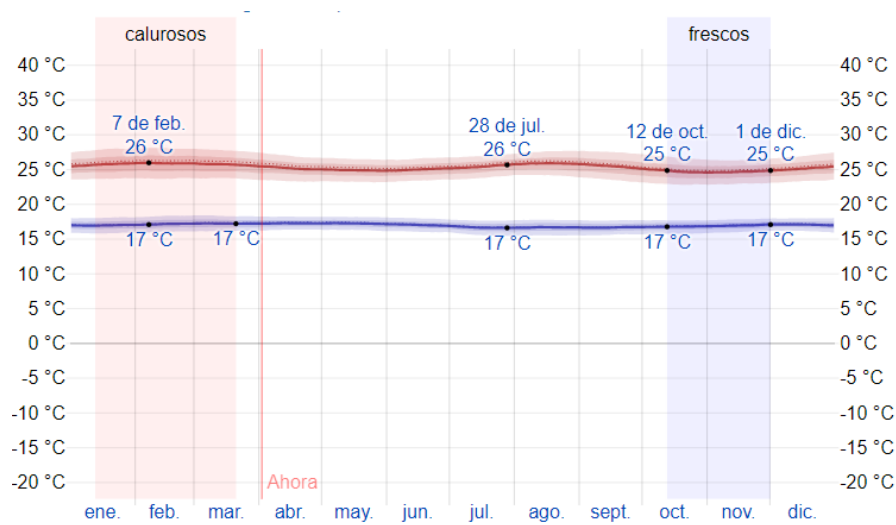
En base a la puntuación de turismo, las mejores épocas del año para visitar Armenia para actividades de tiempo caluroso son desde principios hasta mediados de enero y desde principios de junio hasta principios de septiembre. (Weather Spark, 2025).

#### 5.1.1. Temperatura.

La temporada templada dura 2,3 meses, del 12 de enero al 21 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 26 °C. El mes más cálido del año en Armenia es febrero, con una temperatura máxima promedio de 26 °C y mínima de 17 °C.

La temporada fresca dura 1,6 meses, del 12 de octubre al 1 de diciembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 25 °C. El mes más frío del año en Armenia es octubre, con una temperatura mínima promedio de 17 °C y máxima de 25 °C. (Weather Spark, 2025).

Figura 1. Temperatura máxima y mínima promedio en Armenia.



La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diaria con las bandas de los percentiles 25º a 75º, y 10º a 90º. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

Fuente. Weather spark.

**5.1.2. Nubosidad**

En Armenia, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía poco en el transcurso del año.

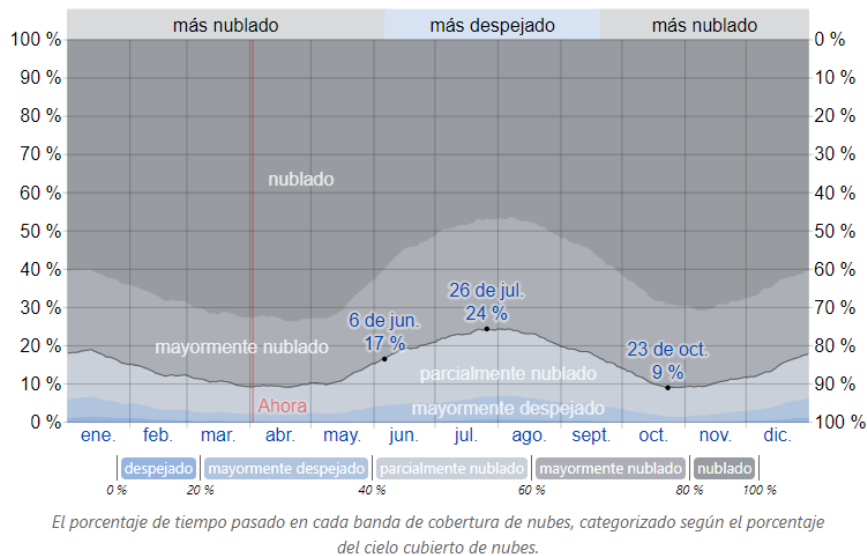
La parte más despejada del año en Armenia comienza aproximadamente el 6 de junio; dura 3,5 meses y se termina aproximadamente el 20 de septiembre.

El mes más despejado del año en Armenia es julio, durante el cual en promedio el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 23 % del tiempo.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 20 de septiembre; dura 8,5 meses y se termina aproximadamente el 6 de junio.

El mes más nublado del año en Armenia es abril, durante el cual en promedio el cielo está nublado o mayormente nublado el 90 % del tiempo. (Weather Spark, 2025).

Figura 2. Categorías de nubosidad presentes en Armenia.



Fuente. Weather spark.

**5.1.3. Precipitación.**

Según Weather Spark (2025) un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Armenia varía considerablemente durante el año.

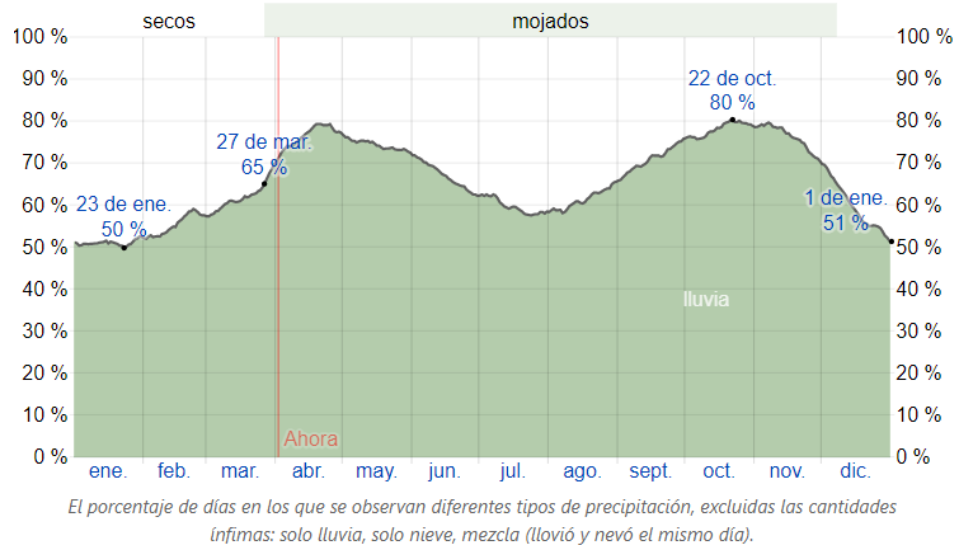
La temporada más mojada dura 8,4 meses, de 27 de marzo a 8 de diciembre, con una probabilidad de más del 65 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados

en Armenia es octubre, con un promedio de 24,2 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La temporada más seca dura 3,6 meses, del 8 de diciembre al 27 de marzo. El mes con menos días mojados en Armenia es enero, con un promedio de 15,8 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. El mes con más días con solo lluvia en Armenia es octubre, con un promedio de 24,2 días. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 80 % el 22 de octubre. (Weather Spark, 2025).

Figura 3. Precipitación de lluvia mensual promedio en Armenia.

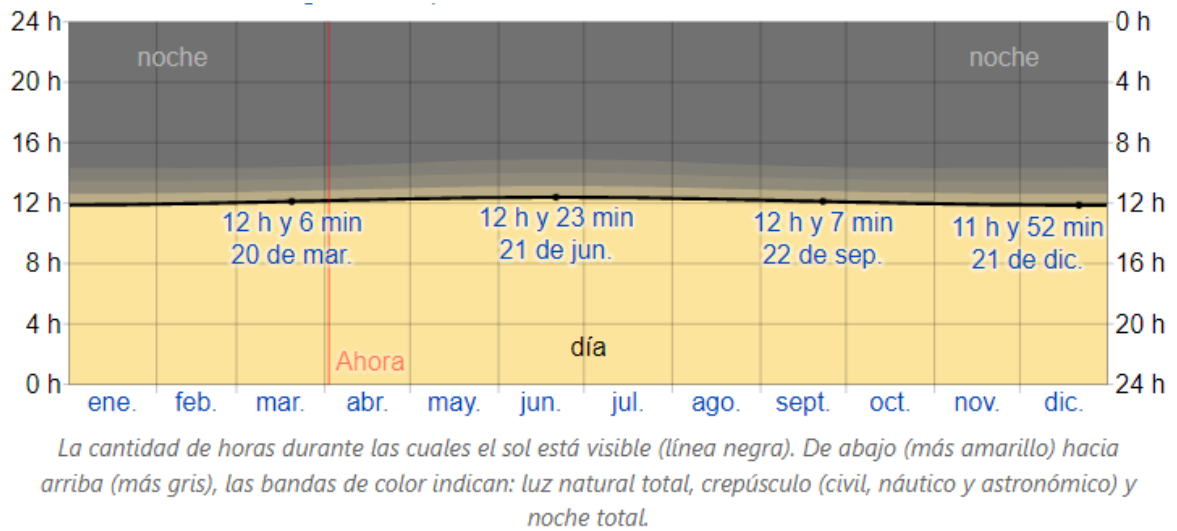


Fuente. Weather spark.

#### 5.1.4. Brillo Solar.

La duración del día en Armenia no varía considerablemente durante el año, solamente varía 23 minutos de las 12 horas en todo el año. En 2022, el día más corto es el 21 de diciembre, con 11 horas y 52 minutos de luz natural; el día más largo es el 21 de junio, con 12 horas y 23 minutos de luz natural. (Weather Spark, 2025).

Figura 4. Horas de luz natural y crepúsculo en Armenia.



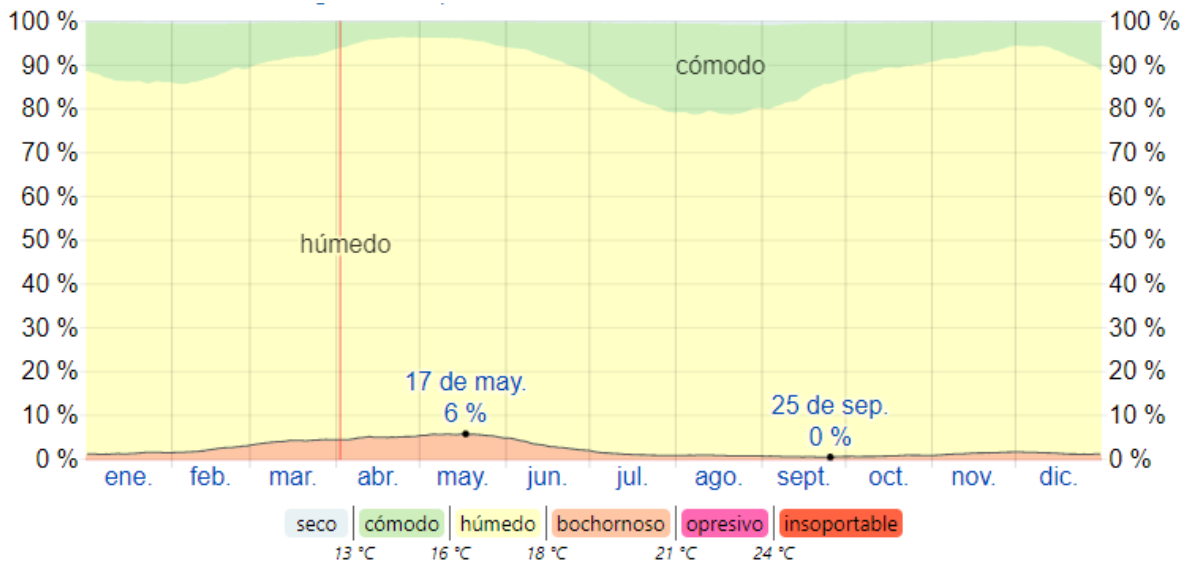
Fuente. Weather spark.

### 5.1.5. Humedad.

Según Weather Spark (2025) se basa el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

El nivel de humedad percibido en Armenia, debido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año, y permanece entre el 3 % del 3 %. (Weather Spark, 2025).

Figura 5. Niveles de comodidad de la humedad en Armenia.



El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío.

Fuente. Weather spark.

### 5.1.6. Viento.

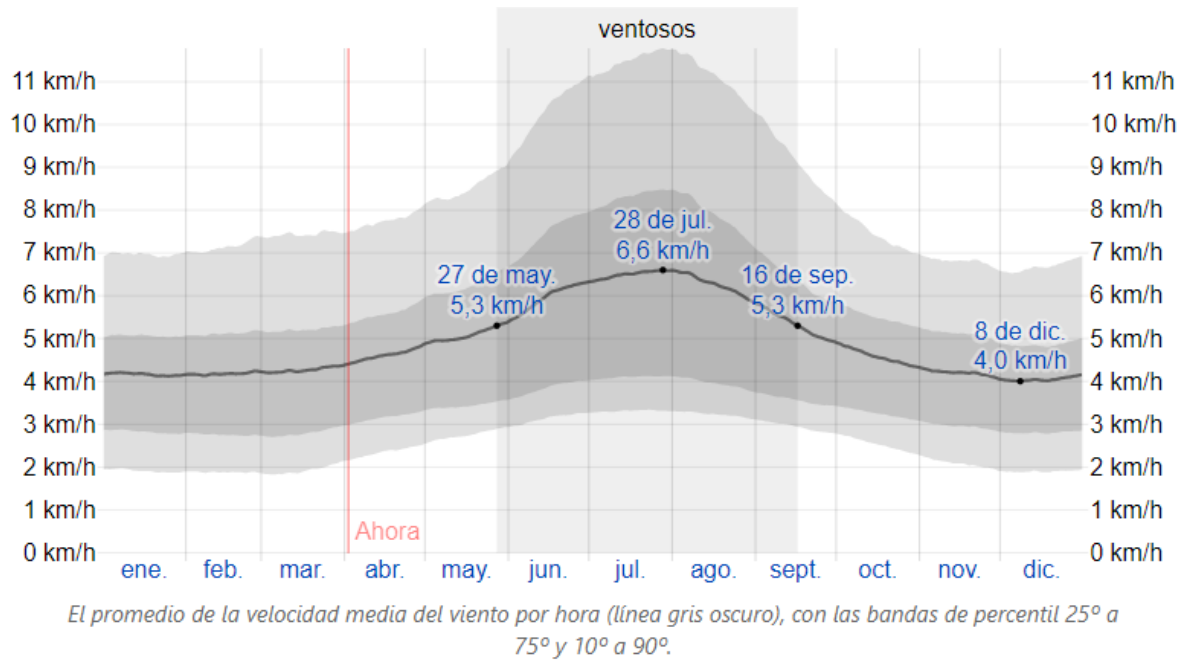
Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora. (Weather Spark, 2025).

La velocidad promedio del viento por hora en Armenia tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 3,6 meses, del 27 de mayo al 16 de septiembre, con velocidades promedio del viento de más de 5,3 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en Armenia es julio, con vientos a una velocidad promedio de 6,5 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 8,4 meses, del 16 de septiembre al 27 de mayo. El mes más calmado del año en Armenia es diciembre, con vientos a una velocidad promedio de 4,1 kilómetros por hora. (Weather Spark, 2025).

Figura 6. Velocidad promedio del viento en Armenia.



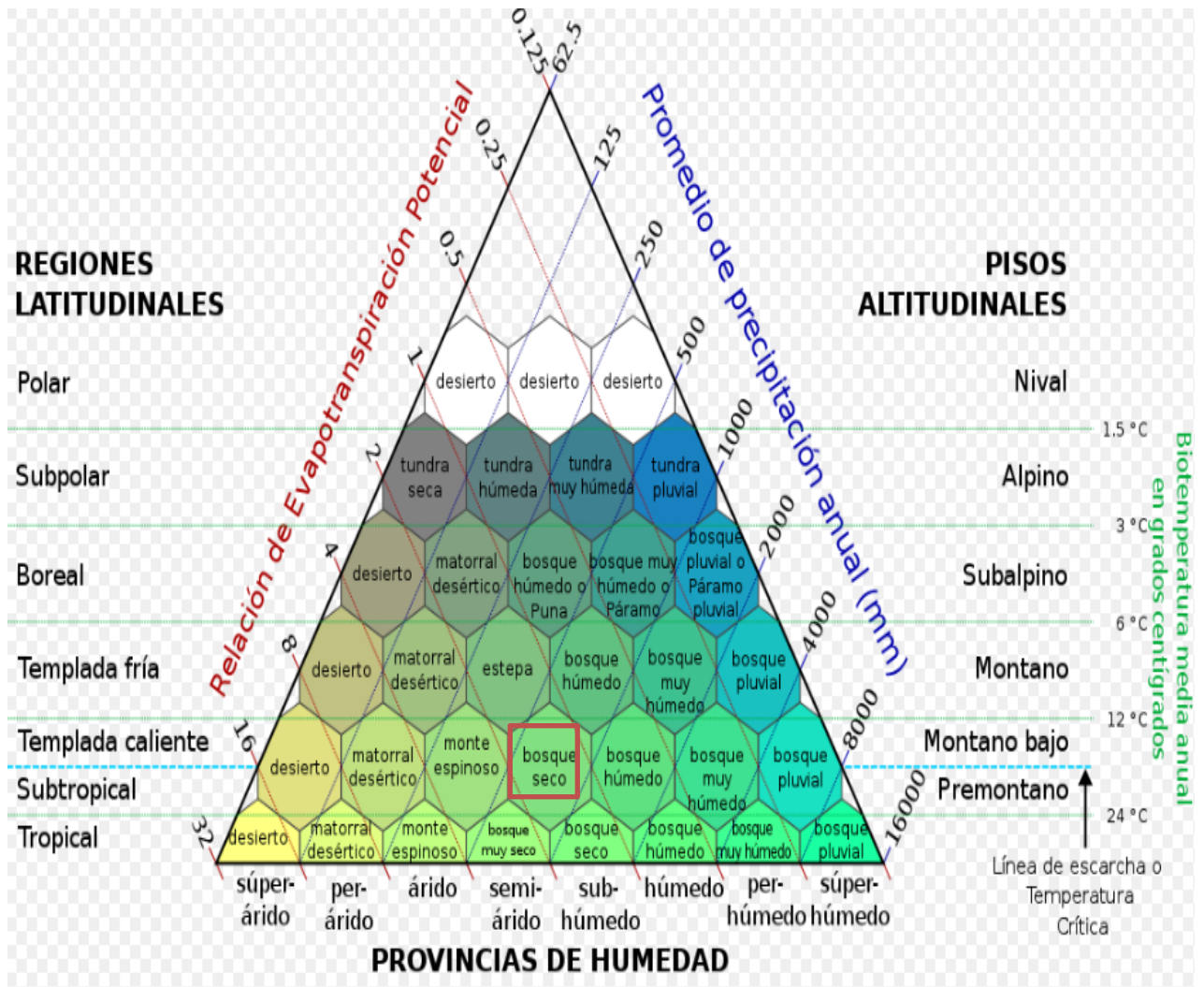
*Fuente. Weather spark.*

**5.2. Descripción de la zona de vida-Metodología de Holdridge.**

La ciudad de Armenia se encuentra dentro de la siguiente zona de vida:

Bosque Humedo Premontano (bh-PM): Tierra cafetera humeda, biotemperatura 18-24 °C, lluvia 1.000-2.000 mm y una altura sobre el nivel del mar entre 1000 y 1800 mts. (Diaz, 2010).

Figura 7. Sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge.



Fuente: ResearchGate, 2010

Según Diaz (2010) las coberturas vegetales del área de estudio integran espacios abiertos que evidencian intervención antrópica, donde se registran especies de gramíneas (*Cenchrus purpureus*, *Megathyrsus maximus*, *Cynodon plectostachyus*), esto como especies asociados a sistema productivo de pequeñas parcelas de pastoreo. También hay representatividad de Bosque de galería con herbazal y arbustal con diferentes estados de sucesionales, como Chilco (*Baccharis*

*sp.*), Niguito (*Miconia sp.* – Melastomataceae), furtillos (*Solanum sp.* – Solanaceae), Chucho (*Cestrum microcalyx* - Solanaceae), Mora silvestre (*Rubus sp.*), entre otras especies.

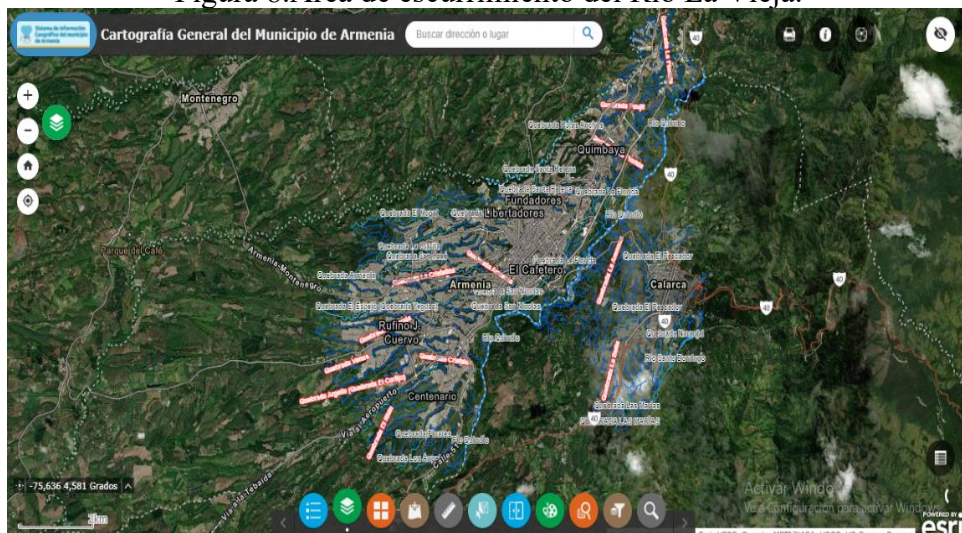
La cobertura vegetal de bosque de galería de guadua, registra especies de lento y rápido crecimiento, que hacen parte del ecosistema natural y zonas urbanas de la ciudad, algunas especies como: Mantequillo Trucanta (*Aegiphila truncata* –Lamiaceae), y arenillo (*Tetrorchidium rubrivenium* – Euphorbiaceae), guamos (*Inga sp.* - Mimosaceae), Laurel (*Nectandra sp.*), aguacate (*Persea americana* - Lauraceae), Nacedero (*Trichanthera gigantea* – Acanthaceae), y la guadua (*Guadua angustifolia* - Poaceae), son las especies predominantes en estos relictos boscosos asociados al área de estudio. También se registras pequeñas parcelaciones de sistemas productivos permanentes y de pan coger, en el área con la Temperatura un poco más cálida (entre los 18 a 24 °C), y precipitad media entre los 1000 a 2000 mm también. (Diaz, 2010).

**5.3. Microcuencas presentes en el área – Corredor Biológico No 1.**

El CORREDOR BIOLOGICO No 1, cuenta con tres microcuencas (La Florida, El Paujil y La Aldana), las cuales recogen gran cantidad de drenajes sencillos innominados que sirven como fuente abastecedora de los mismos, los cuales unas se unen aguas abajo con el Rio Quindío y otras discurren a fuentes como el Rio Roble; finalmente estas aguas desembocan en el Rio La Vieja. (SIG ARMENIA, 2025).

Los predios objeto de estudio se encuentran ubicados sobre el área de escurrimiento del Rio La Vieja.

Figura 8. Área de escurrimiento del Rio La Vieja.



Fuente: SIG ARMENIA

#### 5.4. Hidrografía y áreas forestales protectoras.

Los predios públicos del CORREDOR BIOLÓGICO No 1, cuentan con 3 drenajes principales que se agrupan en microcuencas (La Aldana, El Paujil y La Florida) los cuales desembocan en la Quebrada Hojas anchas y en el Río Quindío, para después unirse con el Río La Vieja, perteneciente a la gran cuenca del Río Cauca. (SIG ARMENIA, 2025).

Figura 9. Cuerpos de agua relacionados con el CORREDOR BIOLÓGICO No 1.



Fuente. SIG ARMENIA

El corredor biológico no 1 cuenta con una zona de protección claramente visible y definida, las áreas de estudio donde se encuentran los guaduales están incluidos en estas zonas y suelos de protección, los cuales están inmersos en los instrumentos de planificación ambiental. (sig armenia, 2025).

Figura 10. Zonas de Protección Ambiental.





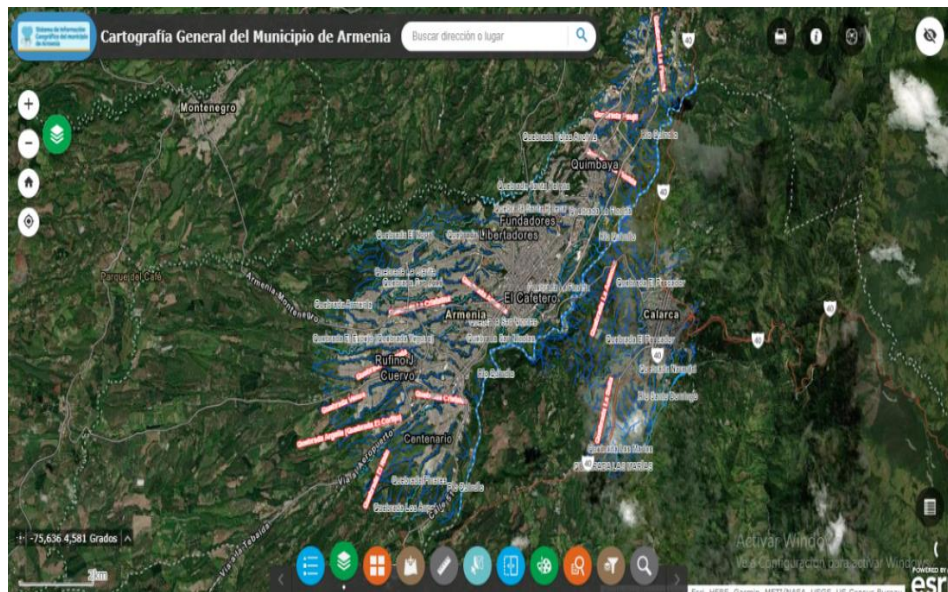
Fuente. SIG-ARMENIA

**5.5. Microcuencas presentes en el área – Corredor Biológico No 2.**

El CORREDOR BIOLOGICO No 2, cuenta con fuentes hídricas entre ellas (Quebrada San José, Quebrada Armenia, Quebrada La Cristalina, Quebrada El Espejo), las cuales recogen gran cantidad de drenajes sencillos innominados que sirven como fuente abastecedora de los mismos, los cuales se unen aguas abajo con el Rio Espejo; finalmente esta desemboca en el Rio La Vieja. (SIG ARMENIA, 2025).

Los predios objeto de estudio se encuentran ubicados sobre el área de escurrimiento del Rio La Vieja.

Figura 11. Área de escurrimiento del Rio La Vieja.

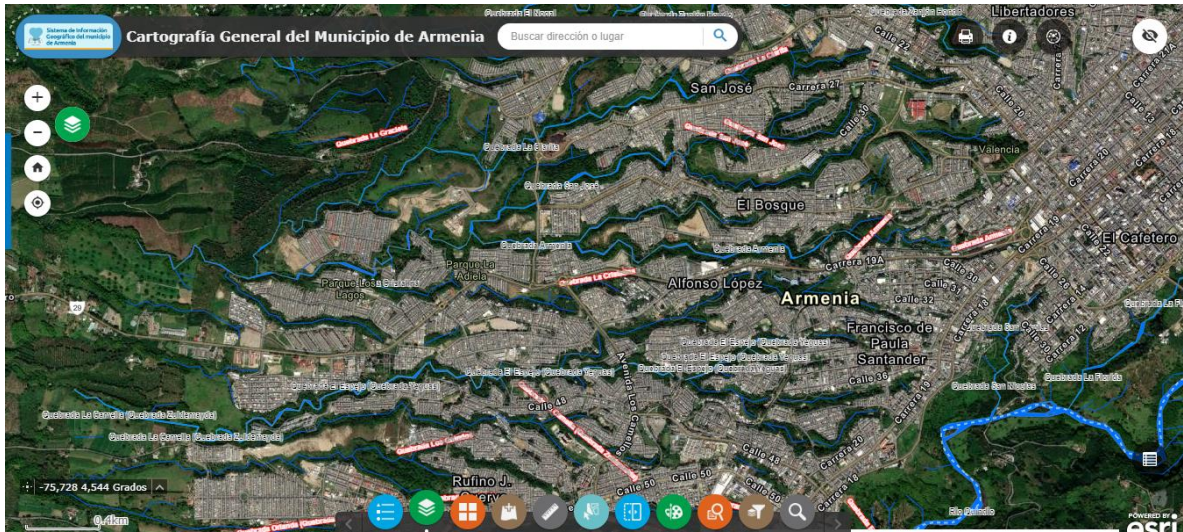


Fuente: SIG ARMENIA

### 5.6. Hidrografía y áreas forestales protectoras.

Los predios públicos del CORREDOR BIOLÓGICO No 2, cuentan con 4 microcuencas (Quebrada San José, Quebrada Armenia, Quebrada La Cristalina, Quebrada El Espejo), las cuales desembocan en el Río Espejo, para después unirse con el Río La Vieja, perteneciente a la gran cuenca del Río Cauca. (SIG ARMENIA, 2025).

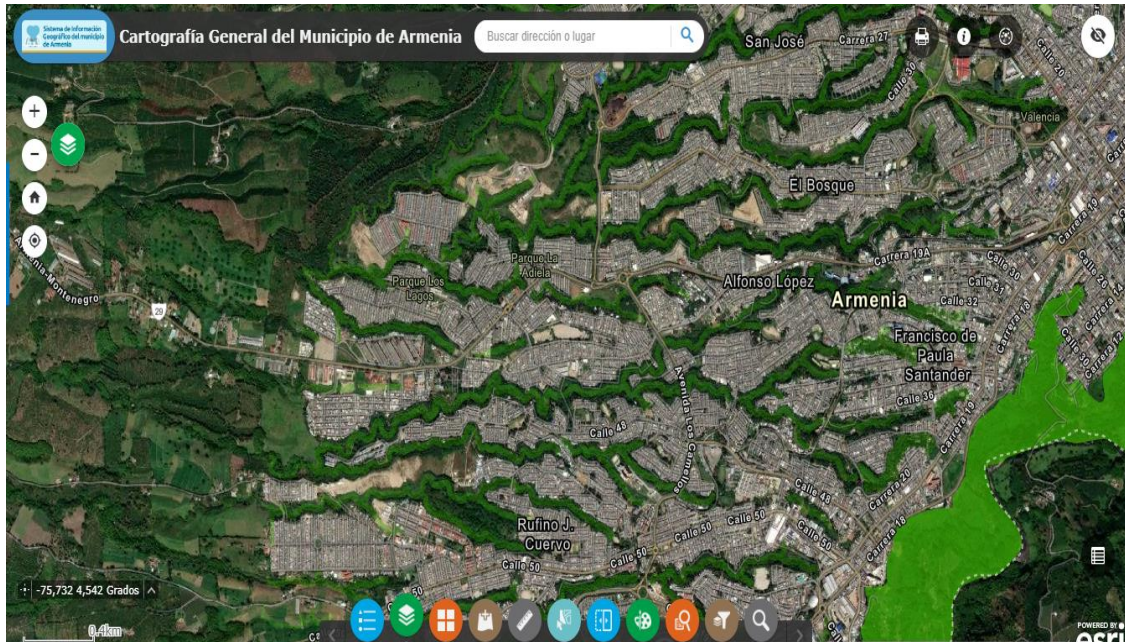
Figura 12. Cuerpos de agua relacionados con el CORREDOR BIOLÓGICO No 2.



*Fuente. SIG ARMENIA*

El CORREDOR BIOLÓGICO No 2 cuenta con una zona de protección claramente visible y definida, las áreas de estudio donde se encuentran los guaduales están incluidos en estas zonas y suelos de protección, los cuales están inmersos en los instrumentos de planificación ambiental. (SIG ARMENIA, 2025).

Figura 13. Zonas de Protección Ambiental.



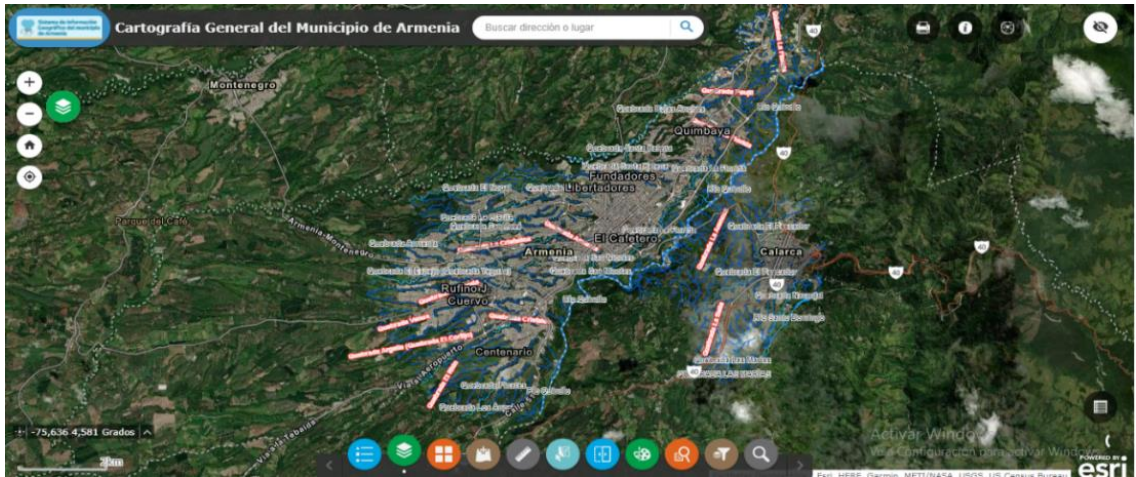
*Fuente. SIG-ARMENIA*

### 5.7. Microcuencas presentes en el área – Corredor Biológico No 3.

El CORREDOR BIOLÓGICO No 3, cuenta con una cuenca (Río Quindío) y diez microcuencas, entre ellas (Quebradas Pinares, Quebrada Cristales y Quebradas innominadas) las cuales recogen gran cantidad de drenajes sencillos innominados que sirven como fuente abastecedora de los mismos, los cuales se unen aguas abajo con el Río Quindío; finalmente esta desemboca en el Río La Vieja. (SIG ARMENIA, 2025).

Los predios objeto de estudio se encuentran ubicados sobre el área de escurrimiento del Río La Vieja.

Figura 14. Área de escurrimiento del Rio La Vieja.

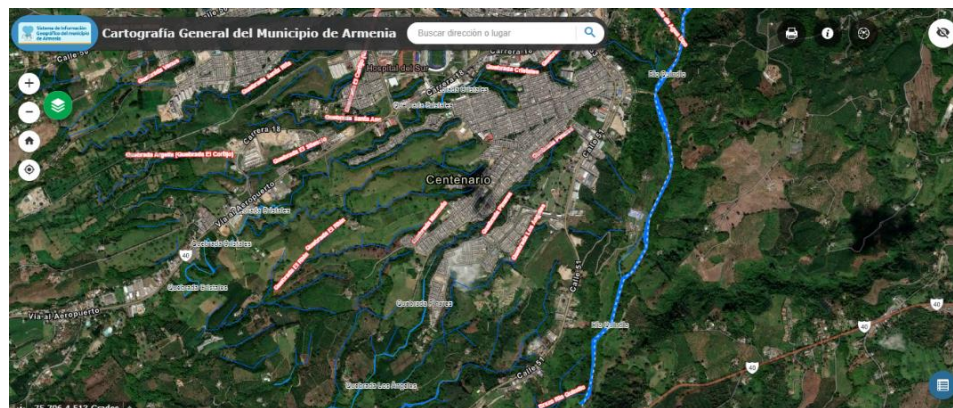


*Fuente: SIG ARMENIA*

### 5.8. Hidrografía y áreas forestales protectoras.

Los predios públicos del CORREDOR BIOLÓGICO No 3, cuentan con una cuenca (Río Quindío) y 10 fuentes hídricas (Quebrada Pinares, Quebrada Cristales, Quebradas Innominadas), que conforman las microcuencas y estas aguas desembocan en el Río Quindío y otras son tributarias a otras fuentes hídricas, posteriormente todas se unen en el Río La Vieja, perteneciente a la gran cuenca del Río Cauca. (SIG ARMENIA, 2025).

Figura 15. Cuerpos de agua relacionados con el CORREDOR BIOLÓGICO No 3.



*Fuente: SIG ARMENIA*

El CORREDOR BIOLÓGICO No 3 cuenta con una zona de protección claramente visible y definida, las áreas de estudio donde se encuentran los guaduales están incluidos en estas zonas y

suelos de protección, los cuales están inmersos en los instrumentos de planificación ambiental. (SIG ARMENIA, 2025).

Figura 16. Zonas de Protección Ambiental.



Fuente. SIG-ARMENIA

## 5.9. Identificación de la especie

### *Guadua Angustifolia Kunth*

#### 5.9.1. Origen.

El origen de la Guadua corresponde al de la flora de la cordillera andina (era terciaria), la cual se originó a partir de una flora general pre-andina que en el momento de emerger esta cordillera provocó endemismos de un gran número de especies. Estas poblaciones endémicas son el resultado de las separaciones topográficas, respuesta a factores climáticos, composiciones de los suelos, etc. (SENA & CRQ, 2018).

#### 5.9.2. Distribución geográfica.

Los bambúes se encuentran distribuidos especialmente en América, Asia y África (Madagascar). Todos los Continentes con excepción de Europa, poseen especies nativas de bambú. (SENA & CRQ, 2018).

La Distribución natural de los Bambúes en América se extiende desde la zona sur oriental de los Estados Unidos hasta Chile y Argentina, y desde el nivel del mar hasta los 2.200 m.s.n.m., preferencialmente en los andes Ecuatoriales. Pero con el paso de los años esta distribución natural ha sido modificada por el hombre quien ha destruido grandes áreas con bambú para dar paso a cultivos. (SENA & CRQ, 2018).

En Colombia, nuestro bambú nativo, la Guadua Angustifolia fue sometida a comienzo y mediados del siglo XX, a grandes presiones deforestadoras porque relacionaron la presencia de guaduales con suelos fértiles y aptos para la implantación de cultivos. Las comunidades de guadua que existen actualmente en el país son residuales concentrándose principalmente en los departamentos del occidente. (SENA & CRQ, 2018).

**5.9.3. Aspectos generales de la guadua.**

La guadua es una gramínea, es decir un pasto gigante de la misma familia del maíz, del arroz y del trigo; es la especie vegetal de más rápido crecimiento; puede crecer en promedio 10 cm diarios; a diferencia de los árboles maderables que requieren cerca de treinta (30) años para su aprovechamiento y uso. (SENA & CRQ, 2018).

El pino es una de las especies forestales de más rápido crecimiento tarda 15 años para ser utilizado en construcción; la guadua puede ser utilizada a los cuatro años de sembrada cuando ya está madura. (SENA & CRQ, 2018).

Figura 17. Condiciones de Siembra.

<b>CONDICIONES DE SIEMBRA</b>	
<b>Donde Sembrar</b>	
Altitud	400 a 2.000 m.s.n.m
Temperatura	18 °C a 22 °C
Precipitación	Superior a 1.300 milímetros por año
Humedad Relativa	80%
Suelos	Areno-limosos, arcillosos, sueltos profundos, bien drenados y fértiles.
<b>Como Sembrar</b>	
Distancia de Siembra	5 X 5 metros
Plateo	1.5 metros
Hoyo	40 X 40 centímetros

Fuente: Corporación Autónoma Regional del Valle CVC. Luis Fernando Cortés  
 Documento: El cultivo de la guadua alternativa económica para el desarrollo sostenible.

Fuente: CVC, s.f.

**5.9.4. Taxonomía.**

- Bambú endémico de América.
- Descrita por Humboldt y Bonpland en 1806 como Bambusa guadua.
- Descrita por Kunth en 1822 como Guadua angustifolia.

El Alemán Karl Sigismund, conocido como Kunth fue quien por primera vez clasificó botánicamente La Guadua en 1.822, al considerar que los bambúes de América debían ser agrupados como un género diferente al género Bambusa. La Guadua pertenece a la Angiospermas o plantas con flores, consideradas plantas bastante complejas; es una Gramínea, una de las familias más antiguas e importantes del reino vegetal, muy abundante en especies y se encuentra en todas



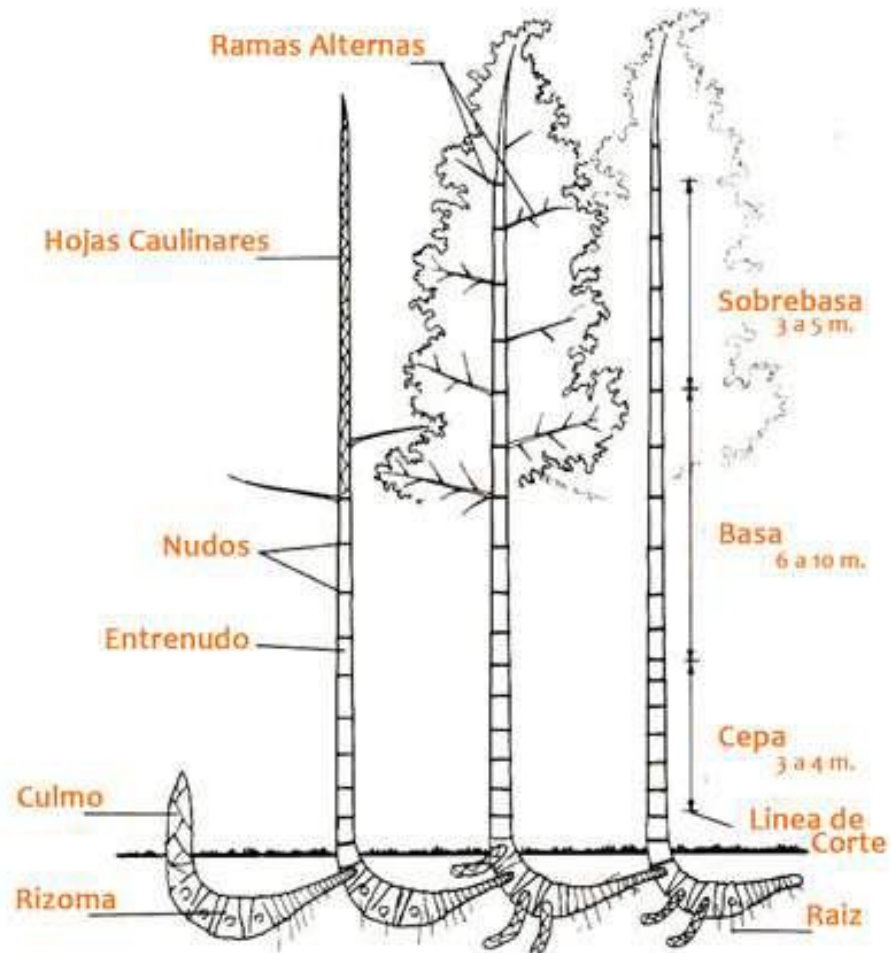
Reino: Vegetal.  
División: Spermatofitas  
Subdivisión: Angiospermas  
Clase: Monocotiledóneas  
Subclase: Commelinidae  
Orden: Glumiflorales  
Familia: Graminea o poaceae  
Subfamilia: Bambusoideae.  
Supertribu: Bambusodae.  
Tribu: Bambusae.  
Subtribu: Guadinae.  
Género: Guadua.  
Especie: *Guadua angustifolia kunth*.

#### **5.9.5. Morfología.**

##### 1. Características generales:

En cuanto a la apariencia externa, La Guadua constituye agrupaciones o rodales coetáneos, ubicados preferencialmente en zonas cercanas a fuentes de agua, su conformación y desarrollo hace que los tallos crezcan juntos y se entrelacen; los estados de desarrollo de la guadua le permiten tener diferentes matices de verde. (SENA & CRQ, 2018).

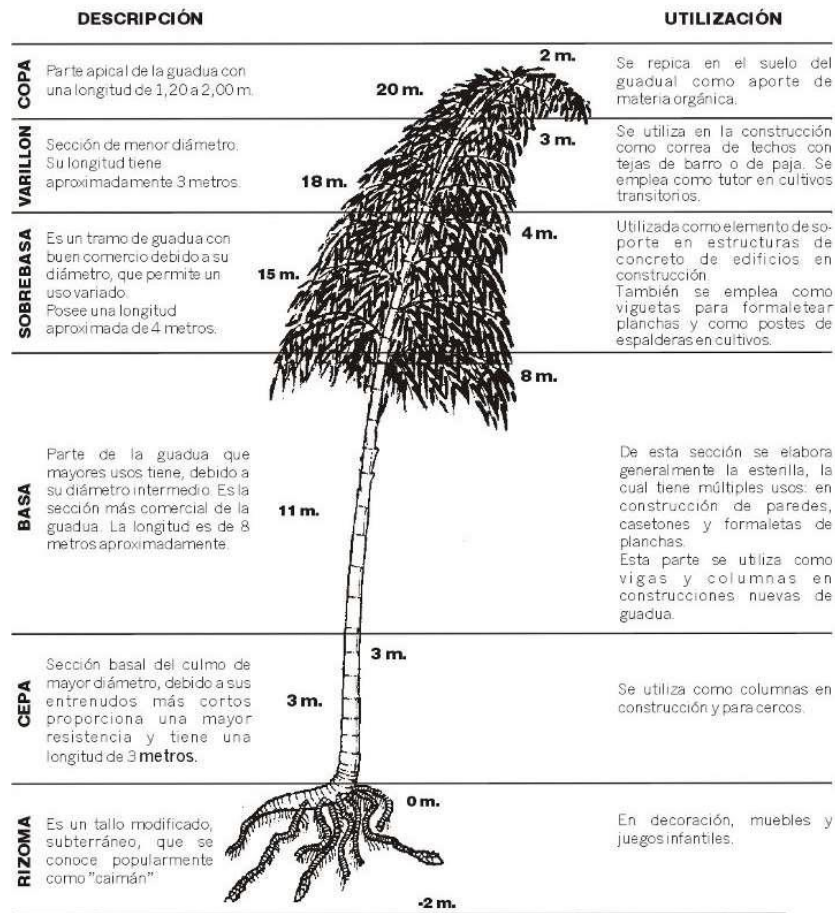
Figura 19. Partes de la guadua.



*Fuente:* SENA & CRQ, 2018.

2. Partes de la guadua y su ubicación:

Figura 20. Partes de una guadua madura y sus usos.



Fuente: SENA & CRQ, 2018.

Raíces: En la Guadua las raíces están especializadas en la obtención de agua y nutrientes dejando las funciones de reserva nutricional y soporte en un altísimo porcentaje al rizoma. De la parte ventral del rizoma se generan aproximadamente el 40% de las raíces, el 60% restante de la raíz brotan de las ramificaciones del rizoma. (SENA & CRQ, 2018).

De las raíces emergen raicillas laterales de diámetros mucho menores, estas raicillas poseen pelos absorbentes que facilitan la absorción de agua y minerales por la planta, a estas se les llama raicillas alimentadoras y están ubicadas en los primeros 30 cms del suelo. (SENA & CRQ, 2018).

Tallos: En el tallo de una guadua adulta el sistema subterráneo lo conforman tallos modificados que se denominan rizomas los cuales crecen en forma horizontal y cumplen la función de anclaje, absorción, conducción y almacenamiento de nutrientes. Están conformadas por tres

partes: el rizoma propiamente dicho, raíces y raicillas adventicias o alimentadoras. (SENA & CRQ, 2018).

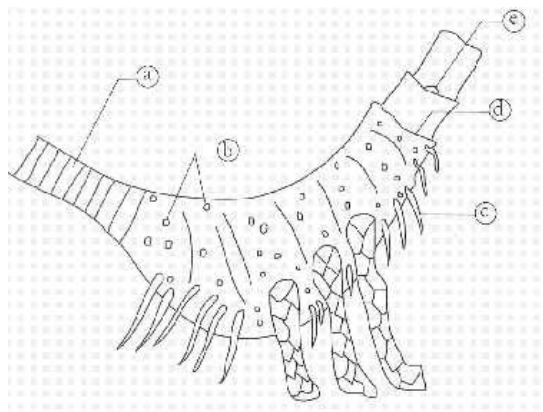
El Rizoma. Denominado en Colombia como “Caimán” o “alacrán”, es un tallo modificado con funciones altamente especializadas como el almacenamiento de nutrientes, soporte y anclaje de la planta y generación de nuevos rizomas y tallos aéreos. Del rizoma se desprenden las raíces. Se caracteriza por ser grueso, encorvado, formado por nudos y entrenudos cortos y de longitud variable, está cubierto por hojas llamadas catafilos. (SENA & CRQ, 2018).

Los rizomas crecen generalmente de manera superficial, con un ángulo de inclinación hacia arriba y alcanza profundidades de anclaje entre 1 y 3 metros.

El sistema de rizomas de la Guadua es de tipo “Paquimorfo” caracterizado por entrenudos cortos y gruesos y se distinguen porque sus partes aéreas crecen en forma helicoidal (Formando Círculos). (SENA & CRQ, 2018).

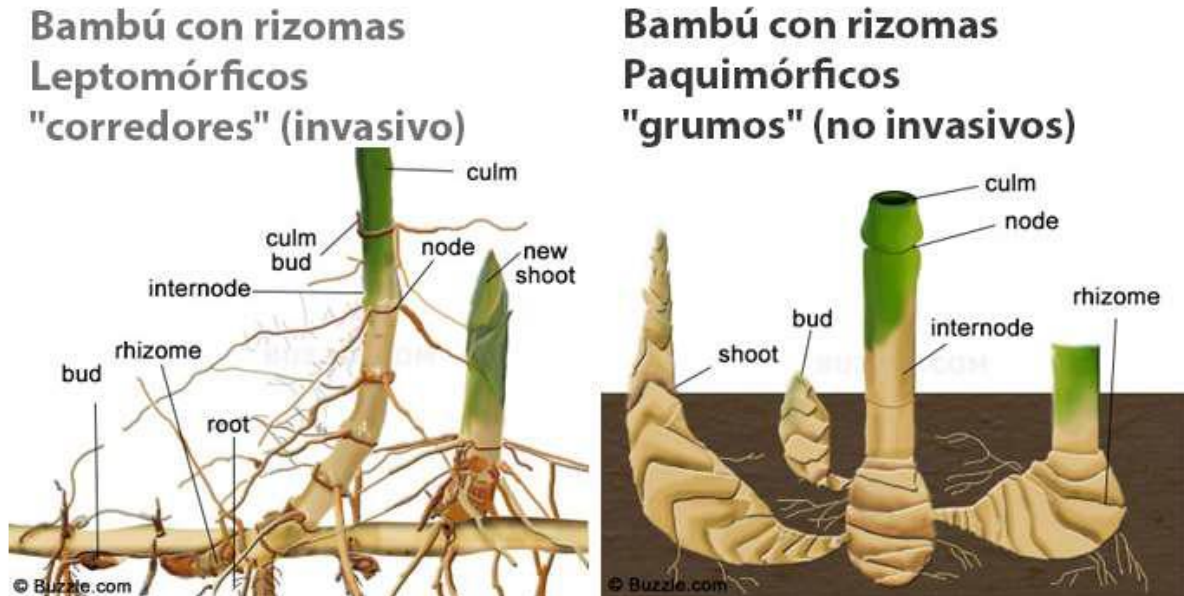
El sistema de rizomas de la Guadua paquimorfos; compuestos esencialmente por dos partes: el cuello, porción estrecha entrenodal que no posee yemas y propiamente el rizoma donde las yemas están presentes en los nudos. En la guadua, el cuello del rizoma es elongado con geotropismo positivo, por lo que primero crece hacia abajo desde el verdadero rizoma formando estructuras que asemejan puntales, antes de dar salida a otro rizoma fusiforme, protuberante y pequeño (Young y Judd 1992).

Figura 21. Partes del rizoma: a) cuello del rizoma; b) primordio de raíces; c) raíces adventicias; d) cuello; e) yema (Giraldo y Sabogal 1999).



*Fuente:* SENA & CRQ, 2018.

Figura 22. Diferencia entre rizoma paquimorfo y leptomorfo.



Fuente: SENA & CRQ, 2018.

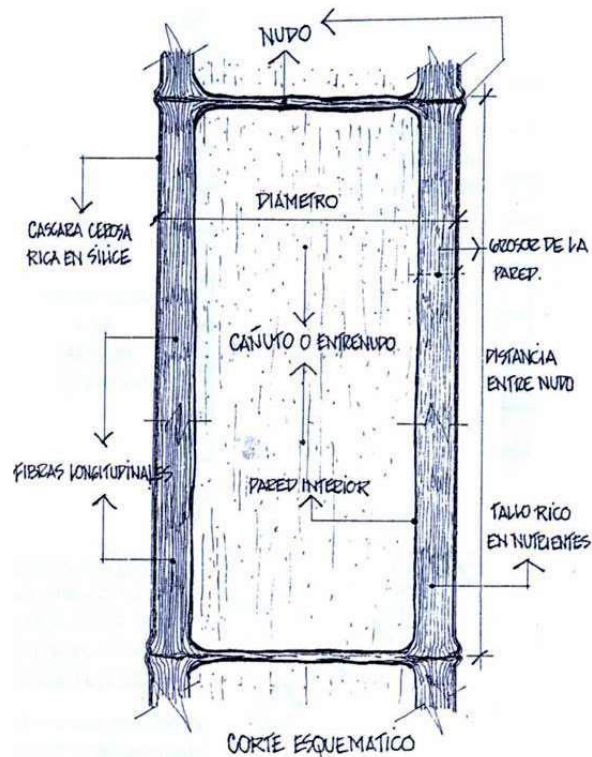
Culmo o Caña. Son ejes cilíndricos leñosos y huecos que se origina en la punta (ápice) del rizoma, el cual al modificarse toma una dirección ascendente o vertical.

Está conformado por nudos y entrenudos que presentan diámetros y longitudes diferentes según la parte donde se ubiquen.

Los culmos de la guadua difieren de las otras especies de su género principalmente en el diámetro, largo y grosor de las paredes; los de esta especie tiene los diámetros más grandes y paredes de mediano grosor, con entrenudos basales que se caracterizan por ser los más cortos y de pared más delgada. El lumen está generalmente lleno de agua potable. El surco sobre el brote de la rama no se extiende generalmente más allá del entrenudo medio. Pelos deciduos cubren la superficie en una densidad variante desde usualmente esparcidos hasta completamente ausentes (Young y Judd 1992).

El nudo no difiere significativamente entre las especies de Guadua. El interior de la pared nodal puede ser convexa u horizontal y varía según el diámetro del Culmo (Young y Judd 1992). Las partes de un Culmo o tallo de guadua se muestran en la Figura.

Figura 23. Segmento de culmo.



Fuente: SENA & CRQ, 2018.

Características:

- Su diámetro y altura dependen del tamaño del rizoma que los genera.
- El tallo una vez brota del suelo lo hace con un diámetro definido (no presenta crecimiento dimétrico) el cual disminuye proporcional y gradualmente con la altura.
- Un tallo de guadua en condiciones ambientales normales presenta entre 70 y 80 entrenudos con longitudes de 26 centímetros y diámetros entre los 6 y 12 centímetros, alcanzando una altura total promedio de 18 a 20 metros.
- El primer tercio del Culmo está provisto de ramas basales (riendas), el tercio medio no presenta ramas y el tercio final es más delgado y está provisto por ramas con hojas.
- Durante sus primeros seis (6) meses de vida se denomina renuevo y está cubierto en su totalidad por hojas caulinares. (SENA & CRQ, 2018).

Figura 24. Desarrollo del culmo.



*Fuente:* SENA & CRQ, 2018.

ramas. en la guadua se aprecian dos tipos de ramas cada una con funciones específicas:

ramas basales (riendas). estructuras protectoras del tallo que se ubican en los primeros 8 o 9 metros, tienen una longitud promedio de 3 a 5 metros. poseen nudos y entrenudos y en cada nudo se originan entre 2 y 4 espinas. (sena & crq, 2018).

pueden ser empleadas de acuerdo a su edad y posición para propagación de material vegetal.

ramas apicales o superiores. se localizan en el tallo a partir de los 12 metros de altura, en estas ramas se encuentran las hojas y se realizan casi todas las actividades fotosintéticas de la planta. su longitud disminuye de manera gradual hacia la punta de la guadua dando forma de triángulo. conforman lo que se denomina el copo de la planta. (sena & crq, 2018).

hojas. la guadua presenta la modificación de estos órganos para que desarrollen funciones específicas. hojas típicas o laminas foliares. estas hojas son las que elaboran las sustancias nutritivas de la planta. su coloración es verde oscuro. en una planta adulta se encuentran entre 14.000 y 22.000 hojas caulinares. (sena & crq, 2018).

cumplen funciones de protección se encuentran en el tallo durante los primeros estados de crecimiento.

inflorescencia y flor. en la guadua angustifolia se presenta una floración de tipo esporádico (algunos individuos en el guadual) observándose en los meses de abril y noviembre.

la inflorescencia se manifiesta por la aparición de espiguillas, el follaje de la planta se cambia su color verde por un tono amarillo y pierde parte de sus hojas, es el signo precursor de una nueva etapa en la vida de la planta. (sena & crq, 2018).







semilla – fruto. la semilla de la guadua se asemeja a un grano de arroz en su forma, tamaño y cubierta. tiene una coloración blanca en su interior y café claro en su exterior; tiene entre 5 y 8 mm de largo por 2 a 3 mm de grosor. está contenida en una espiga. la obtención de semillas de guadua angustifolia es difícil debido al alto porcentaje de espigas vacías y semillas no fértiles. (sena & crq, 2018).





**5.10. Biodiversidad.**

La biodiversidad en los Corredores Biologicos está representada con la interacción de múltiples especies de aves entre las cuales se tienen acuáticas, de rapiña, carroñeras, insectívoras; mamíferos tales como primates, felinos, marsupiales, reptiles e insectos entre otros que habitan a orillas de las quebrada y de los drenajes sencillos en los ecosistemas asociados, el cual goza de amplios bosques y corredores biológicos en su paso por el departamento del Quindío, igualmente que los predios se localizan en una zona transicional lo cual conlleva a que allí especies de diferentes latitudes, compartan el espacio por las condiciones favorables presentes, además de ser área de influencia del Rio Quindío y Rio La Vieja.

En la siguiente tabla se muestran las especies relacionadas avistadas por habitantes del sector:

Clase			
Mamíferos			
N. Científico: <i>Mustela frenata</i>	N. Común: Comadreja	N. Científico: <i>Dasyus novemcinctus</i>	N. Común: Armadillo
			
N. Científico: <i>Agouti paca</i>	N. Común: Guatín	N. Científico: <i>Didelphis marsupialis</i>	N. Común: Zarigüeya

			
Aves			
N. Científico: <i>Amazilia tzacatl</i>	N. Común: Colibrí	N. Científico: <i>Tangara gyrola</i>	N. Común: <i>Tangara</i>
		N. Científico: <i>Zimmerius chrysops</i>	N. Común: Atrapamoscas
N. Científico: <i>Chloroceryle americana</i>	N. Común: Martín pescador		
		Reptiles	
N. Científico: <i>Iguana iguana</i>	N. Común: Iguana	N. Científico: <i>Erythrolamprus bizona</i>	N. Común: Falsa coral

			
<p>Anfibios</p>			
<p>N. Científico: <i>Hemidactylus frenatus</i></p>	<p>N. Común: Gecko</p>	<p>N. Científico: <i>Pristimantis achatinus</i></p>	<p>N. Común: Rana</p>
			

**Fuente:** Google Images, Fotos Muñoz A.A & Castaño E.O

### **5.11. Referente normativo y legal**

El municipio de Armenia fue fundado el 14 de octubre de 1.889 y se rige por el decreto ley 1333 de 1.986; el Ente administrativo es la Alcaldía de Armenia, actualmente sus autoridades son elegidas en procesos democráticos, por elección popular (periodo 2024 – 2027 Fue elegido El Sr James Padilla García como Alcalde Municipal). (Alcaldía de Armenia, 2025).

#### **5.11.1. Normativa ambiental aplicable**

Los artículos 79 y 80 de la Constitución Política de Colombia, disponen que “*es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, conservación restauración, sustitución y prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental*”. (Constitución Política de Colombia, 1991)

#### **Decreto 2811 de 1974, de la Conservación y defensa de la flora**

*ARTÍCULO 195.- Se entiende por flora el conjunto de especies e individuos vegetales, silvestres o cultivados, existentes en el territorio Nacional.* (Decreto 2811 de 1974, arts. 195, 196, 201).

*ARTÍCULO 196.- Se tomarán las medidas necesarias para conservar o evitar la desaparición de especies o individuos de la flora que, por razones de orden biológico, genético, estético, socioeconómico o cultural, deban perdurar; entre ellas:*

#### ***De la administración y del manejo.***

*ARTÍCULO 201.- Para el manejo, uso, aprovechamiento y comercialización de la flora silvestre se ejercerán las siguientes funciones:*

*a.- Reglamentar y vigilar la comercialización y aprovechamiento de especies e individuos de la flora silvestre y de sus productos primarios, de propiedad pública o privada, y la introducción o trasplante al territorio Nacional de individuos vegetales;*

*b.- Conservar y preservar la renovación natural de la flora silvestre;*

*c.- Realizar directamente el aprovechamiento del recurso, cuando razones de orden ecológico, económico o social lo justifiquen;*

*d.- Crear y administrar zonas para promover el desarrollo de especies.* (Decreto 2811 de 1974, arts. 195, 196, 201).

***Decreto 1791 de 1996 compilado en el decreto 1076 de 2015***

*ARTICULO 3. Los siguientes principios generales sirven de base para la aplicación e interpretación de la presente norma:*

*a. Los bosques, en tanto parte integrante y soporte de la diversidad biológica, étnica y de la oferta ambiental, son un recurso estratégico de la Nación y, por lo tanto, su conocimiento y manejo son tarea esencial del Estado con apoyo de la sociedad civil. Por su carácter de recurso estratégico, su utilización y manejo debe enmarcarse dentro de los principios de sostenibilidad consagrados por la Constitución Política como base del desarrollo nacional. (Decreto 1791 de 1996, compilado en el Decreto 1076 de 2015, arts. 3-4, 42-45).*

*b. Las acciones para el desarrollo sostenible de los bosques son una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad y el sector privado, quienes propenderán para que se optimicen los beneficios de los servicios ambientales, sociales y económicos de los bosques. (Decreto 1791 de 1996, compilado en el Decreto 1076 de 2015, arts. 3-4, 42-45).*

*c. El aprovechamiento sostenible de la flora silvestre y de los bosques es una estrategia de conservación y manejo del recurso. Por lo tanto, el Estado debe crear un ambiente propicio para las inversiones en materia ambiental y para el desarrollo del sector forestal. (Decreto 1791 de 1996, compilado en el Decreto 1076 de 2015, arts. 3-4, 42-45).*

*d. Gran parte de las áreas boscosas naturales del país se encuentran habitadas. Por lo tanto, se apoyará la satisfacción de las necesidades vitales, la conservación de sus valores tradicionales y el ejercicio de los derechos de sus moradores, dentro de los límites del bien común. (Decreto 1791 de 1996, compilado en el Decreto 1076 de 2015, arts. 3-4, 42-45).*

*e. Las plantaciones forestales cumplen una función fundamental como fuentes de energía renovable y abastecimiento de materia prima, mantienen los procesos ecológicos, generan empleo y contribuyen al desarrollo socioeconómico nacional, por lo cual se deben fomentar y estimular su implantación. (Decreto 1791 de 1996, compilado en el Decreto 1076 de 2015, arts. 3-4, 42-45).*

*f. El presente reglamento se desarrollará por las entidades administradoras del recurso atendiendo las particularidades ambientales, sociales, culturales y económicas de las diferentes regiones. (Decreto 1791 de 1996, compilado en el Decreto 1076 de 2015, arts. 3-4, 42-45).*

*ARTICULO 4. Los diversos usos a los que se puede destinar el recurso estarán sujetos a las siguientes prioridades generales, que podrán ser variadas en su orden de prelación, según las consideraciones de orden ecológico, económico y social de cada región:*

*a. La satisfacción de las necesidades propias del consumo humano.*

*b. La satisfacción de las necesidades domésticas de interés comunitario.*

*c. La satisfacción de necesidades domésticas individuales.*

*d. Las de conservación y protección, tanto de la flora silvestre, como de los bosques naturales y de otros recursos naturales renovables relacionados con estos, mediante la declaración de las reservas de que trata el artículo 47 del Decreto Ley 2811 de 1974, en aquellas regiones donde sea imprescindible adelantar programas de restauración, conservación o preservación de estos recursos. (Decreto 1791 de 1996, compilado en el Decreto 1076 de 2015, arts. 3-4, 42-45).*

*e. Las de aprovechamiento sostenible del recurso, realizadas por personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, de conformidad con los permisos, autorizaciones, concesiones o asociaciones otorgados por la autoridad competente. (Decreto 1791 de 1996, compilado en el Decreto 1076 de 2015, arts. 3-4, 42-45).*

*f. Las demás que se determinen para cada región. (Decreto 1791 de 1996, compilado en el Decreto 1076 de 2015, arts. 3-4, 42-45).*

*Parágrafo. Los usos enunciados en el presente artículo no son incompatibles con el otorgamiento de permisos de estudio cuyo propósito sea proyectar obras o trabajos para futuro aprovechamiento del recurso, siempre que el estudio no perturbe el uso ya concedido. (Decreto 1791 de 1996, compilado en el Decreto 1076 de 2015, arts. 3-4, 42-45).*

*ARTICULO 42. Las Corporaciones podrán celebrar contratos con asociaciones de usuarios, empresas comunitarias y otras formas asociativas para alcanzar, entre otros, los siguientes fines:*

*a. Apoyar grupos sociales, comunidades y etnias organizadas como asociaciones de usuarios, empresas comunitarias, cooperativas, juntas de acción comunal, que estén interesados en aprovechar los bosques y/o productos de la flora silvestre, y que requieran de asistencia técnica y económica para llevar a cabo eficientemente el aprovechamiento y la transformación del recurso, así como la comercialización de los productos. (Decreto 1791 de 1996, compilado en el Decreto 1076 de 2015, arts. 3-4, 42-45).*

*b. Consolidar formas asociativas locales o regionales que contribuyan al desarrollo humano sostenible, a alcanzar mayores beneficios colectivos y a su fortalecimiento económico. (Decreto 1791 de 1996, compilado en el Decreto 1076 de 2015, arts. 3-4, 42-45).*

*c. Propender porque las áreas aprovechadas por este modo se constituyan en modelos de manejo y aprovechamiento integral del recurso. (Decreto 1791 de 1996, compilado en el Decreto 1076 de 2015, arts. 3-4, 42-45).*

*d. Propiciar que los habitantes asentados en áreas de reserva forestal se vinculen a programas o proyectos de aprovechamiento y manejo forestal previstos por las Corporaciones para esas zonas. (Decreto 1791 de 1996, compilado en el Decreto 1076 de 2015, arts. 3-4, 42-45).*

*e. Integrar a pequeños usuarios para que vivan principalmente de la tala del bosque, concentrando los aprovechamientos en áreas productoras de bosques naturales. (Decreto 1791 de 1996, compilado en el Decreto 1076 de 2015, arts. 3-4, 42-45).*

*ARTICULO 43. Las Corporaciones, en asocio con los Institutos de Apoyo Científico del SINA, realizarán investigaciones sobre los bosques que puedan ser materia de aprovechamiento, con el fin de conocer su abundancia, densidad, endemismo, vulnerabilidad, resiliencia y rareza de las especies, los cuales servirán de soporte para permitir, autorizar, promover el uso o vedar el aprovechamiento de las especies forestales y de la flora. Igualmente, establecerán tablas de volúmenes básicas para los cálculos volumétricos. (Decreto 1791 de 1996, compilado en el Decreto 1076 de 2015, arts. 3-4, 42-45).*

*ARTICULO 45. Las Corporaciones, de acuerdo con las características bióticas, abióticas y socioeconómicas de cada región, podrán establecer una su clasificación por área o superficie de los aprovechamientos forestales o productos de la flora silvestre. (Decreto 1791 de 1996, compilado en el Decreto 1076 de 2015, arts. 3-4, 42-45).*

**RESOLUCIÓN 1740 DE 2016** en todos sus artículos. (MADS, 2016).

La información de los predios públicos con presencia de guadua de los CORREDORES BIOLÓGICOS, fue filtrada directamente por el Departamento de Planeación de la Alcaldía Municipal de Armenia (Ver Anexo I).

## **5.12. Predios públicos con presencia de guadua en los corredores biológicos. ver (Anexo II)**

## **6. Metodología**

### **6.1. Enfoque metodológico**

La presente investigación tiene enfoque metodológico mixto, el cual combina estrategias tanto cuantitativas como cualitativas para abordar de forma íntegra la problemática del manejo de los guaduales urbanos en el municipio de Armenia, Quindío.

El enfoque mixto ha sido ampliamente recomendado en investigaciones ambientales por su capacidad de articular información cuantitativa y cualitativa (Creswell & Plano Clark, 2018).

Esta elección se justifica en la naturaleza del objeto de estudio, el cual involucra no solo el análisis espacial y técnico de las coberturas de guadua mediante herramientas SIG, sino también la comprensión de aspectos sociales, ambientales y normativos que inciden en su gestión.

Desde el enfoque cuantitativo, se desarrolló un levantamiento de información georreferenciada, se realizaron inventarios forestales y análisis estadísticos para determinar las áreas, volúmenes y condiciones estructurales de los guaduales urbanos presentes en predios públicos; permitiendo así, establecer indicadores precisos que sirven de base para la planificación silvicultural.

Desde el enfoque cualitativo, se consideraron elementos normativos, ambientales y socio ecológicos que afectan el estado actual del recurso, así como el análisis de los conflictos, oportunidades y limitaciones para su manejo sostenible en contexto urbano.

La combinación de estos enfoques resulta pertinente dado que la gestión sostenible de un recurso natural en entornos urbanos requiere tanto de información técnica precisa como de una comprensión del entorno y normativa vigente.

## **6.2. Tipo de estudio**

El presente trabajo de investigación se clasifica como un estudio descriptivo de tipo aplicado con componente exploratorio.

Es descriptivo porque busca caracterizar detalladamente el estado actual de los guaduales urbanos presentes en predios públicos del municipio de Armenia, Quindío, mediante la recolección y análisis de datos cuantitativos (área, volumen, distribución espacial) y cualitativos (condición silvicultural, conflictos ambientales, normativa vigente). A través de ellos, se pretenden establecer las bases técnicas y ecológicas para proponer un manejo sostenible del recurso.

Tiene un componente exploratorio, porque aborda una problemática poco estudiada en contextos urbanos de Colombia, como es el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el diagnóstico, monitoreo y planificación del manejo silvicultural de guaduales. La escasez de estudios previos en este campo, especialmente en ciudades pequeñas como Armenia, justifica este enfoque.

También, se considera un estudio de tipo aplicado, dado que sus resultados no solo pretenden generar conocimiento académico, sino también ofrecer soluciones prácticas que puedan ser implementadas por entidades públicas, autoridades ambientales y comunidades locales en el marco de la gestión sostenible del recurso guadua.

### 6.3. Procedimiento

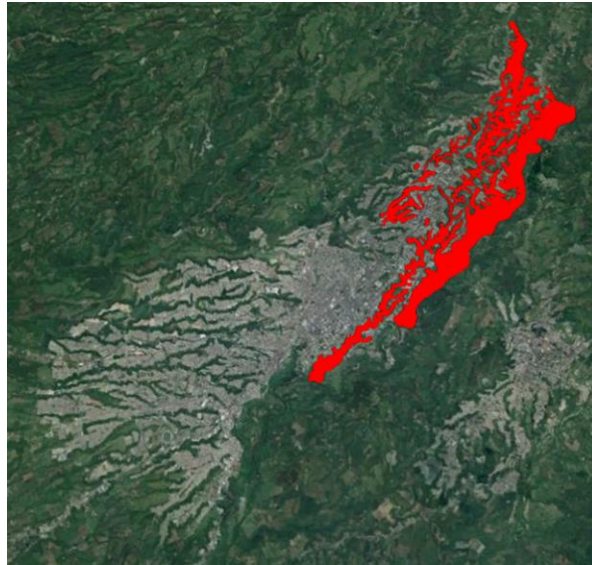
Es importante recalcar que la ciudad de Armenia cuenta con tres (3) corredores biológicos en su área urbana, cada uno de ellos presenta coberturas de bosque natural y *Guadua angustifolia* en su estado natural y plantado. Es por esto que, basados en la metodología establecida por la Resolución 1740 de 2016, se realizara un levantamiento georreferenciado de los guaduales públicos de cada corredor biológico, se determinarían sus áreas y volumen, para que finalmente, toda esta información pueda ser consolidada y unificada.

#### 6.3.1. Área de estudio.

Los predios públicos con presencia de guadua del **CORREDOR BIOLÓGICO No 1**, se localizan en la zona urbana del municipio de Armenia en las coordenadas geográficas media ( $4^{\circ}35'14.41''N$   $75^{\circ}38'32.38''O$ ) al sector norte, ( $4^{\circ}33'00.44''N$   $75^{\circ}39'00.11''O$ ) en la zona central del corredor y ( $4^{\circ}31'31.41''N$   $75^{\circ}40'35.22''O$ ) en el sector sur, en jurisdicción Política administrativa del Departamento del Quindío y ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Quindío CRQ.

Figura 25. Ubicación del CORREDOR BIOLÓGICO No 1.

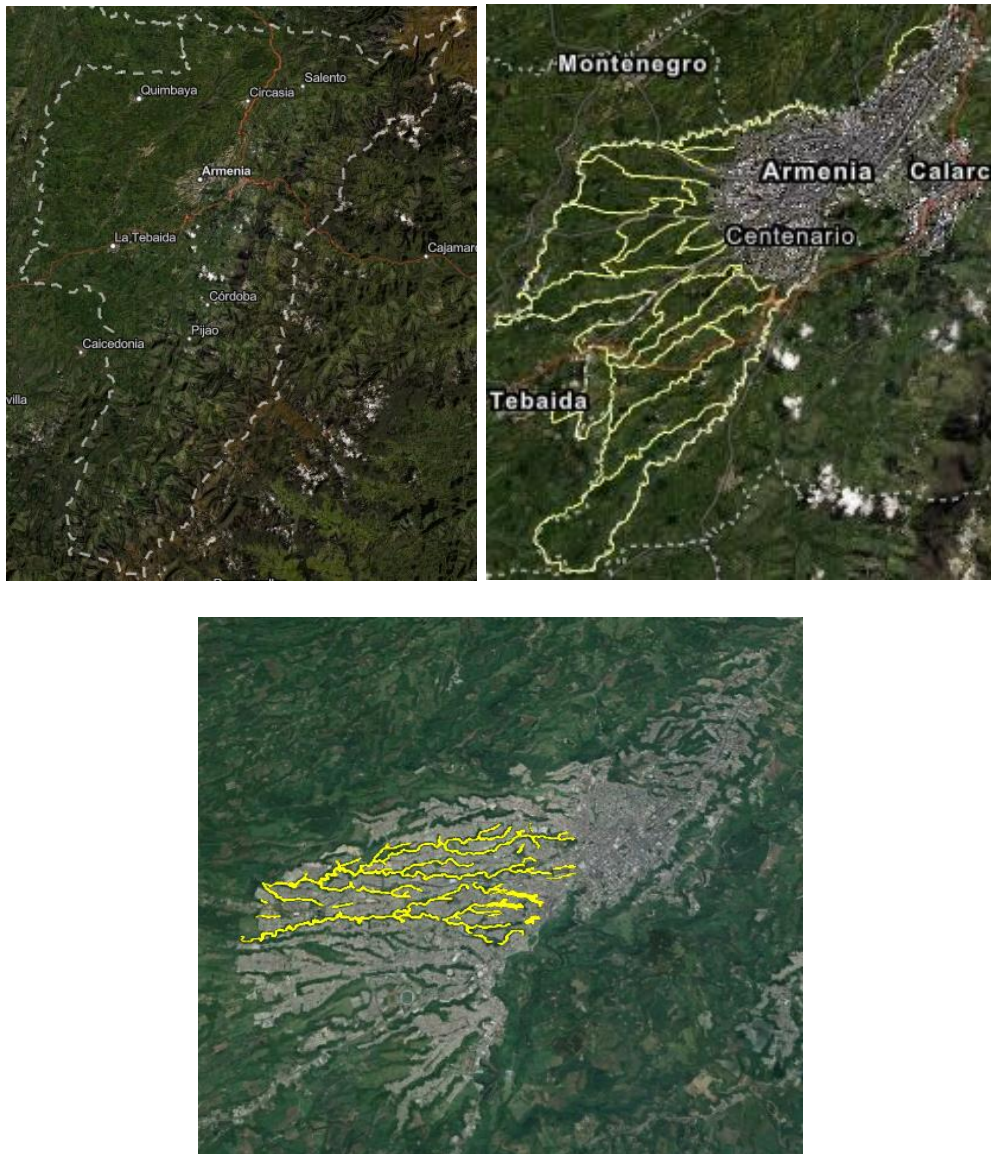




*Fuente: SIG ARMENIA*

Los predios públicos con presencia de guadua del **CORREDOR BIOLÓGICO No 2**, se localizan en la zona urbana del municipio de Armenia en las coordenadas geográficas (**4°31'34.01"N 75°43'02.89"O**) al sector occidental, (**4°31'50.42"N 75°41'57.69"O**) en la zona central del corredor y (**4°31'54.52"N 75°40'46.52"O**) en el sector oriental, en jurisdicción Política administrativa del Departamento del Quindío y ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Quindío CRQ.

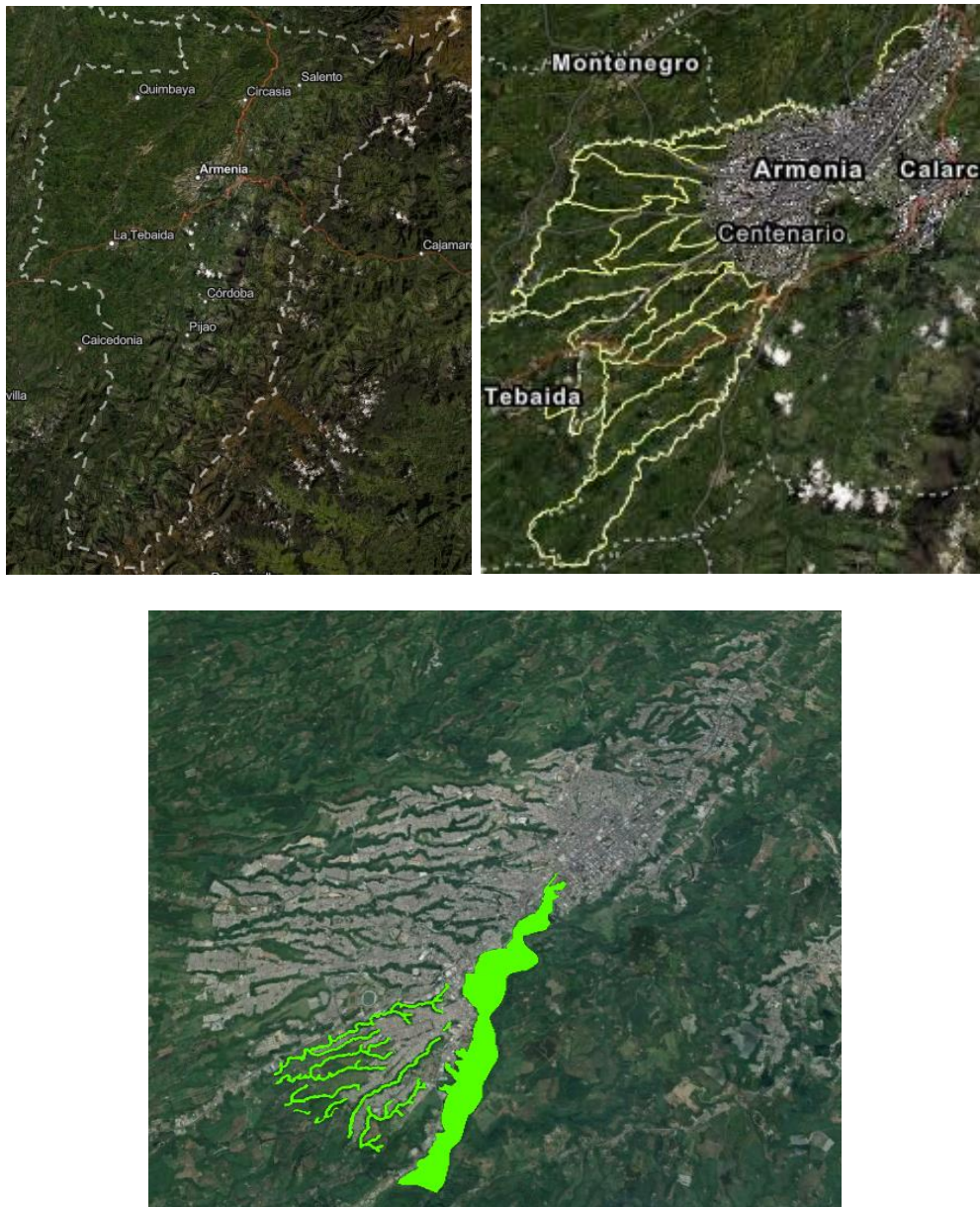
Figura 26. Ubicación del CORREDOR BIOLÓGICO No 2.



*Fuente: SIG ARMENIA*

Los predios públicos con presencia de guadua del **CORREDOR BIOLÓGICO No 3**, se localizan en la zona urbana del municipio de Armenia en las coordenadas geográficas (4°31'48.31"N 75°40'41.96"O) al sector norte, (4°30'39.70"N - 75°41'27.86"O) en la zona central del corredor y (4°29'44.37"N - 75°41'38.14"O) en el sector sur, en jurisdicción Política administrativa del Departamento del Quindío y ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Quindío CRQ.

Figura 27. Ubicación del CORREDOR BIOLÓGICO No 3.



*Fuente: SIG ARMENIA*

**6.3.2. Definición de la intensidad de muestreo o tamaño de la muestra – Corredor Biológico 1.**

Para realizar el cálculo del tamaño de la muestra (n) o la intensidad de muestreo para un Muestreo Aleatorio Simple MAS se implementan las siguientes formulas:

Donde:

$$n_o = \left( \frac{Z_{\alpha/2}\sigma}{e} \right)^2 \quad n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}}$$

$N$ : Es el tamaño de la población, número total de parcelas posibles de establecer dentro del área del guadual objeto de estudio

$n_o$ : Es el tamaño de la muestra

$\sigma^2$ : Es la varianza poblacional

$\sigma$  : Es la desviacion estandar

$e$ : Es el error muestral deseado (15%)

$Z_{\alpha/2}$ : Es el número de desviaciones estándar en la distribución Normal que deja una región deseada (Nivel de confiabilidad) a cada lado de la media, que son al 90% de confiabilidad 1.65, al 95% 1.96 y al 99% 2.58.

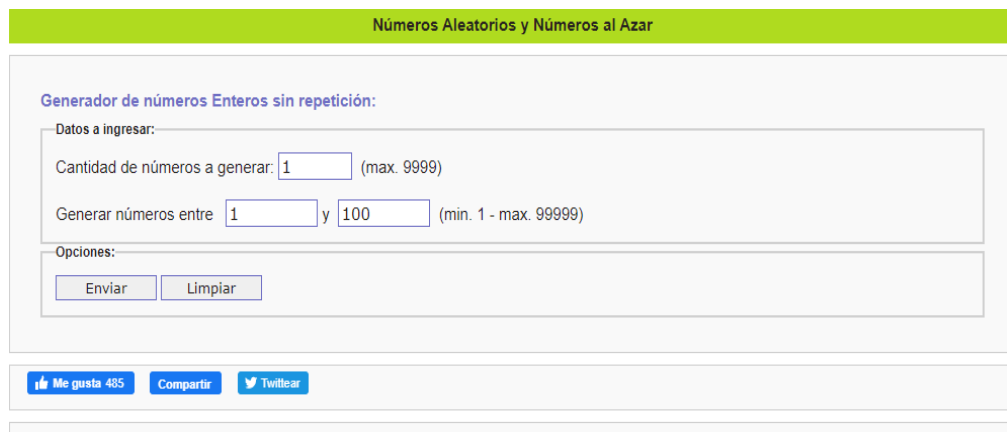
**Tipo de muestreo**

El tipo de muestreo seleccionado para la elaboración del presente Plan de Manejo Forestal es el Muestreo Aleatorio Simple MAS en el que las parcelas se toman en forma aleatoria para obtener la estimación de la población , atendiendo el artículo 8 de la Resolución 1740 de 2016 en el que se expresa textualmente “(...)Cuando el área del bosque de guadua sea igual o inferior a tres hectáreas, la metodología para el inventario será muestreo aleatorio simple (parcelas al azar), con un error de muestreo menor o igual al 15% (...).

**Diseño de parcela.**

Se establecieron parcelas al azar, de 10m x 10m (100m<sup>2</sup>); en cada unidad de muestreo se llevó el inventario de los culmos de guadua por cada estado de madurez (renuevo, verde, madura, sobre madura, seca en pie, ladeada o quebrada), finalmente las guaduas con DAP menor a 7 cm se clasificaron como matambas.

Con respecto a la selección de las parcelas que serían tomadas en cuenta para el inventario forestal, se implementó un aplicativo el cual es de uso gratuito que permite obtener números aleatorios sin repetir, resulta ser de muy fácil uso y la implementación de este aplicativo facilita la selección de parcelas, disminuye el sesgo en el muestreo e incrementa la posibilidad que las unidades de muestreo sean muestras representativas. El aplicativo se encuentra en el Link:<http://www.alazar.info/generador-de-numeros-aleatorios-sin-repeticion>.



**Figura 30.** *Aplicativo para generar números aleatorios sin repetir. Fuente. <http://www.alazar.info/generador-de-numeros-aleatorios-sin-repeticion>*

En el aplicativo se ingresa la información referente a la cantidad de números a generar o la cantidad de parcelas que se necesitan inventariar, igualmente se maneja un rango de números entre 1 y el número total de unidades de muestreo que se podrían establecer en el guadual. Al introducir toda la información que se da CLIC en el botón Enviar y automáticamente genera los números aleatorios que corresponden al de las parcelas que serán objeto de inventario forestal.

Para este sorteo se tuvo presente la numeración de parcelas expresadas en el plano cartográfico, donde se tiene en cuenta el área efectiva en las matas de guadua presentes en los predios; esto se hizo con el objetivo de que el inventario fuera equitativo en toda la extensión del guadual:

<b>NUMEROS ALEATORIOS</b>	
<b>N°</b>	<b>MATA</b>
<b>14</b>	<b>2</b>
<b>41</b>	<b>5</b>
<b>65</b>	<b>12</b>
<b>117</b>	<b>18</b>
<b>123</b>	<b>19</b>
<b>136</b>	<b>19</b>
<b>147</b>	<b>22</b>

*Figura 31. Resultado del aplicativo*

**Cálculo de la intensidad de muestreo.**

Se procede a calcular el número de unidades de muestreo que se deberán establecer en el gradual objeto del estudio, se implementará la metodología estipulada en la Resolución 1740 de 2016, partiendo de la información recopilada en un premuestreo, en el cual se establecieron 5 parcelas, a continuación, se presentan los resultados:

**Premuestreo.**

*Tabla 1. Cálculo del Tamaño de la Muestra*

<b>PARCELA</b>	<b>CULMOS</b>
<b>14</b>	<b>77</b>
<b>41</b>	<b>83</b>
<b>65</b>	<b>54</b>
<b>117</b>	<b>73</b>
<b>123</b>	<b>55</b>
<b>TOTAL</b>	<b>342</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>68,4</b>
<b>PROMEDIO POR HA</b>	<b>6840</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>	<b>13,18</b>
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR POR HA</b>	<b>1318</b>
<b>No</b>	<b>6,34</b>
<b>N</b>	<b>6,15</b>
<b>VARIANZA</b>	<b>173,80</b>

Dados los valores calculados para n, se concluye que para que la muestra sea representativa se deberá establecer como mínimo un total de 6 parcelas; sin embargo, con el fin de obtener un muestreo mucho más representativo, se establecerán 7 parcelas.

**6.3.3. Definición de la intensidad de muestreo o tamaño de la muestra – Corredor Biológico no 2.**

Para realizar el cálculo del tamaño de la muestra (n) o la intensidad de muestreo para un Muestreo Aleatorio Estratificado MAE se implementan las siguientes formulas:

Donde:

$$n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}}$$

$$n = \frac{\sum_{h=1}^H W_h \sigma_h^2}{(e/Z_{\alpha/2})^2} \quad W_h = \frac{N_h}{N}$$

N: Es el tamaño de la población, número total de parcelas posibles de establecer dentro del área del guadual objeto de estudio

N<sub>h</sub>: Es el tamaño de la población del estrato h o parcelas dentro del estrato h

W<sub>h</sub>: Es el peso relativo de la población del estrato h

n<sub>o</sub>: Es el tamaño de la muestra sin corregir

σ<sub>h</sub><sup>2</sup>: Es la varianza poblacional del estrato h

e: Es el error muestral deseado (10%)

Z<sub>α/2</sub>: Es el número de desviaciones estándar en la distribución Normal que deja una región deseada (Nivel de confiabilidad) a cada lado de la media, que son al 90% de confiabilidad 1.65, al 95% 1.96 y al 99% 2.58.

H: Es el número total de estratos

**Tipo de muestreo.**

El tipo de muestreo seleccionado para la elaboración del presente Estudio Técnico De Aprovechamiento Tipo II y Manejo Silvicultural es el Muestreo Aleatorio Estratificado MAE en el que las parcelas se toman en forma aleatoria para obtener la estimación de la población, atendiendo el artículo 8, inciso 9.2 de la Resolución 1740 de 2016 en el que se expresa textualmente *“(...) Cuando el área sea superior a tres (3) hectáreas, la metodología para el inventario forestal será la de muestreo aleatorio estratificado o muestreo aleatorio por conglomerados (conglomerado de parcelas o fajas) con un error de muestreo igual o inferior al 15% y una probabilidad del 95%. (...)”*.

**Diseño de parcela.**

Se establecieron parcelas al azar, de 10m x 10m (100m<sup>2</sup>); en cada unidad de muestreo se llevó el inventario de los culmos de guadua por cada estado de madurez (renuevo, verde, madura, sobre madura, seca en pie, ladeada o quebrada), finalmente las guaguas con DAP menor a 7 cm se clasificaron como matambas.

Con respecto a la selección de las parcelas que serían tomadas en cuenta para el inventario forestal, se implementó un aplicativo el cual es de uso gratuito que permite obtener números aleatorios sin repetir, resulta ser de muy fácil uso y la implementación de este aplicativo facilita la selección de parcelas, disminuye el sesgo en el muestreo e incrementa la posibilidad que las unidades de muestreo sean muestras representativas. El aplicativo se encuentra en el Link:<http://www.alazar.info/generador-de-numeros-aleatorios-sin-repeticion>.

**Números Aleatorios y Números al Azar**

**Generador de números Enteros sin repetición:**

Datos a ingresar:

Cantidad de números a generar:  (max. 9999)

Generar números entre  y  (min. 1 - max. 99999)

Opciones:

Me gusta 485

**Figura 31.** *Aplicativo para generar números aleatorios sin repetir. Fuente. <http://www.alazar.info/generador-de-numeros-aleatorios-sin-repeticion>*

En el aplicativo se ingresa la información referente a la cantidad de números a generar o la cantidad de parcelas que se necesitan inventariar, igualmente se maneja un rango de números entre 1 y el número total de unidades de muestreo que se podrían establecer en el guadual. Al introducir toda la información que se da CLIC en el botón Enviar y automáticamente genera los números aleatorios que corresponden al de las parcelas que serán objeto de inventario forestal.

Para este sorteo se tuvo presente la numeración de parcelas expresadas en el plano cartográfico, donde se tiene en cuenta el área efectiva en las matas de guadua presentes en los predios; esto se hizo con el objetivo de que el inventario fuera equitativo en toda la extensión del guadual:

<b>ESTRATO 1</b>			
<b>NUMEROS ALEATORIOS</b>			
<b>N°</b>	<b>MATA</b>		
3	22		
33	2		
61	4		
68	4		
80	4		
93	17		
103	19		
120	14		
125	13		
151	10		
165	9		
174	9		
177	9		
254	5		
258	23		
264	28		
321	26		
400	30		
434	38		
546	48		
548	48		
553	48		
557	48		
572	48		
		<b>ESTRATO 2</b>	
		<b>NUMEROS ALEATORIOS</b>	
		<b>N°</b>	<b>MATA</b>
		680	50
		687	50
		692	51
		828	80
		859	83
		867	84
		871	72
		874	72
		958	71
		967	67
		984	66
		997	65
		1021	87
		1051	87
		1071	92
		1076	92
		1078	92
		1083	92

*Figura 32. Resultado del aplicativo*

**Cálculo de la intensidad de muestreo.**

Se procede a calcular el número de unidades de muestreo que se deberán establecer en el gradual objeto del estudio, se implementará la metodología estipulada en la Resolución 1740 de 2016, partiendo de la información recopilada en un premuestreo, en el cual se establecieron 5 parcelas, a continuación, se presentan los resultados:

**Premuestreo.**

*Tabla 2. Cálculo del Tamaño de la Muestra.*

PREMUESTREO		
Parcelas	Culmos E1	Culmos E2
3	75	52
33	55	62
61	55	77
68	65	91
80	52	82
93	60	87
103	50	56
120	72	55
125	48	75
151	76	72
TOTAL	608	709
PROMEDIO	60,8	70,9
PROMEDIO	6080	7090
X HA		
DES X HA	1054,93549	1395,588287
DES	1112888,89	1947666,667
CUADRADO		
n1	7,49416789	5,271127263

Dados los valores calculados para n1 y n2, se concluye que para que la muestra sea representativa se deberá establecer como mínimo un total de 7 a 8 parcelas para el Estrato 1 y 5 a 6 parcelas para el Estrato 2; sin embargo, con el fin de obtener un muestreo mucho más representativo, se establecerán 24 parcelas para el Estrato 1 y 18 parcelas para el Estrato 2.

**6.3.4. Definición de la intensidad de muestreo o tamaño de la muestra – Corredor Biológico no 3.**

Para realizar el cálculo del tamaño de la muestra (n) o la intensidad de muestreo para un Muestreo Aleatorio Simple MAS se implementan las siguientes formulas:

Donde:

$$n_o = \left( \frac{Z_{\alpha/2}\sigma}{e} \right)^2 \quad n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}}$$

*N*: Es el tamaño de la población, número total de parcelas posibles de establecer dentro del área del guadual objeto de estudio

*n<sub>o</sub>*: Es el tamaño de la muestra

*σ*<sup>2</sup>: Es la varianza poblacional

*σ* : Es la desviacion estandar

*e*: Es el error muestral deseado (15%)

*Z<sub>α/2</sub>*: Es el número de desviaciones estándar en la distribución Normal que deja una región deseada (Nivel de confiabilidad) a cada lado de la media, que son al 90% de confiabilidad 1.65, al 95% 1.96 y al 99% 2.58.

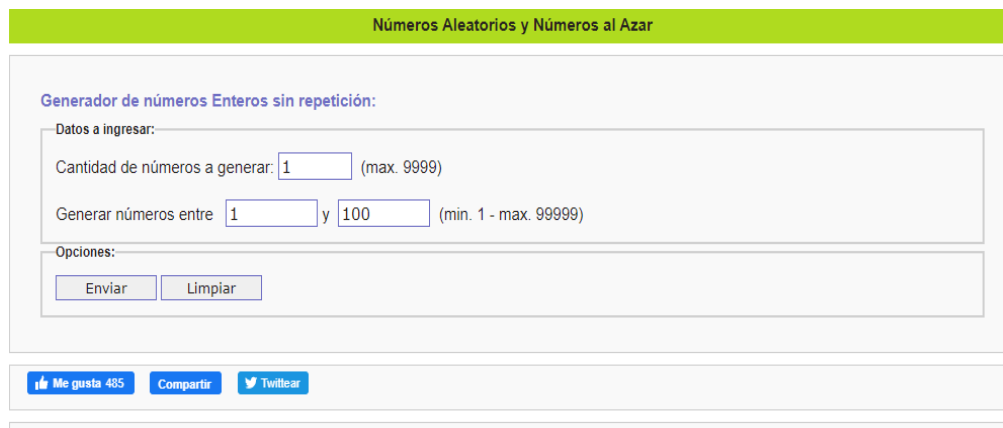
### Tipo de muestreo

El tipo de muestreo seleccionado para la elaboración del presente Plan de Manejo Forestal es el Muestreo Aleatorio Simple MAS en el que las parcelas se toman en forma aleatoria para obtener la estimación de la población , atendiendo el artículo 8 de la Resolución 1740 de 2016 en el que se expresa textualmente “(...)Cuando el área del bosque de guadua sea igual o inferior a tres hectáreas, la metodología para el inventario será muestreo aleatorio simple (parcelas al azar), con un error de muestreo menor o igual al 15% (...).

### Diseño de parcela

Se establecieron parcelas al azar, de 10m x 10m (100m<sup>2</sup>); en cada unidad de muestreo se llevó el inventario de los culmos de guadua por cada estado de madurez (renuevo, verde, madura, sobre madura, seca en pie, ladeada o quebrada), finalmente las guaduas con DAP menor a 7 cm se clasificaron como matambas.

Con respecto a la selección de las parcelas que serían tomadas en cuenta para el inventario forestal, se implementó un aplicativo el cual es de uso gratuito que permite obtener números aleatorios sin repetir, resulta ser de muy fácil uso y la implementación de este aplicativo facilita la selección de parcelas, disminuye el sesgo en el muestreo e incrementa la posibilidad que las unidades de muestreo sean muestras representativas. El aplicativo se encuentra en el Link:<http://www.alazar.info/generador-de-numeros-aleatorios-sin-repeticion>.



**Figura 30.** *Aplicativo para generar números aleatorios sin repetir. Fuente. <http://www.alazar.info/generador-de-numeros-aleatorios-sin-repeticion>*

En el aplicativo se ingresa la información referente a la cantidad de números a generar o la cantidad de parcelas que se necesitan inventariar, igualmente se maneja un rango de números entre 1 y el número total de unidades de muestreo que se podrían establecer en el guadual. Al introducir toda la información que se da CLIC en el botón Enviar y automáticamente genera los números aleatorios que corresponden al de las parcelas que serán objeto de inventario forestal.

Para este sorteo se tuvo presente la numeración de parcelas expresadas en el plano cartográfico, donde se tiene en cuenta el área efectiva en las matas de guadua presentes en los predios; esto se hizo con el objetivo de que el inventario fuera equitativo en toda la extensión del guadual:

NUMEROS ALEATORIOS	
Nº	MATA
29	30
32	30
38	30
43	30
50	30
84	30
93	30
98	30

*Figura 31. Resultado del aplicativo*

**Cálculo de la intensidad de muestreo.**

Se procede a calcular el número de unidades de muestreo que se deberán establecer en el guadual objeto del estudio, se implementará la metodología estipulada en la Resolución 1740 de 2016, partiendo de la información recopilada en un premuestreo, en el cual se establecieron 5 parcelas, a continuación, se presentan los resultados:

**Premuestreo.**

*Tabla 3. Cálculo del Tamaño de la Muestra.*

PARCELA	CULMOS
29	59
32	88
38	62
43	66
50	60
TOTAL	335
PROMEDIO	67
PROMEDIO POR HA	6700
DESVIACIÓN ESTANDAR	12,04
DESVIACIÓN ESTANDAR POR HA	1204
No	5,52
N	5,23
VARIANZA	145,00

Dados los valores calculados para n, se concluye que para que la muestra sea representativa se deberá establecer como mínimo un total de 6 parcelas; sin embargo, con el fin de obtener un muestreo mucho más representativo, se establecerán 8 parcelas.

## 7. Resultados

### 7.1. Inventario forestal de los tres (3) corredores biológicos.

#### 7.1.1. Corredor biológico No 1.

A continuación, se presenta las tablas que resumen el procesamiento de la información obtenida del inventario forestal en las parcelas temporales establecidas en el guadual:

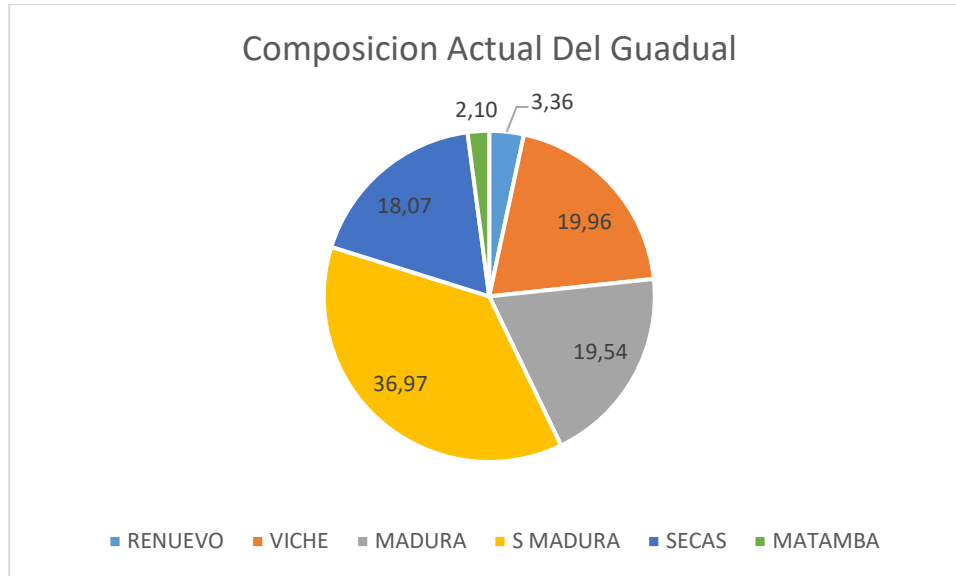
#### Muestreo.

*Tabla 4. Tabla resumen.*

CUADRO DE DISTRIBUCION DE GUADUAS, PARA CADA PARCELA SEGÚN EL GRADO DE MADUREZ								
MATA	PARCELA	RENUEVO	VICHE	MADURA	S MADURA	SECAS	MATAMBA	TOTAL
2	14	1	16	14	30	14	2	77
5	41	7	19	13	27	17	0	83
12	65	1	7	6	27	13	0	54
18	117	2	14	29	22	5	1	73
19	123	4	7	6	23	14	1	55
19	136	0	14	1	47	1	0	63
22	147	1	18	24	0	22	6	71
TOTAL	7	16	95	93	176	86	10	476
Prom X Parcela		2,29	13,57	13,29	25,14	12,29	1,43	68
Promedio X Ha		229	1357	1329	2514	1229	143	6800
Estructura del Guadual %		3,36	19,96	19,54	36,97	18,07	2,10	100
Composicion del Guadual		475	2823	2763	5230	2555	297	14144

**INTENSIDAD DE MUESTREO**

**3,365384615**



**Figura 32.** Composición actual del guadual. Fuente. Autor

El ejercicio cartográfico arrojó los siguientes resultados:

*Tabla 5. Cuadro de áreas general.*

MATA	AREAS		
	EFFECTIVA	MANEJO	VOLCAMIENTO
1	0	129	8144
2	2527,7	927,3	
3	0	303	
4	1165	0	
5	1178,9	79,1	
6	0	683	
7	437	0	
8	852	0	2043
9	945	0	
10	0	296	
11	0	185	0
12	3773	0	0
13	0	1366	0
14	0	784	0
15	153	0	0
16	1532	0	0
17	406	0	0
18	280	0	7940
19	1809	0	
20	0	492	

21	0	1262	
22	1160	0	
23	331	0	
24	4318	0	
25	0	1817	
26	0	555	0
TOTAL	20867,6	8878,4	18127
<b>TOTAL ÁREAS</b>		<b>47873</b>	

• **Procesamiento de los datos.**

*Tabla 6. Calculo de variables de posición y dispersión del guadual.*

VARIABLES		VALORES	UNIDADES
Area Efectiva		20.800	M2
No de parcelas medidas	n	7	
No total de parcelas posibles	N	208	
Error de muestreo deseado	%	15	
Media poblacional	y-	68,0	Culmos X parcela
Varianza	S2	121,67	Culmos X parcela
Total de culmos en guadual	t^	14144,00	Culmos en guadual
Total de culmos por Ha	t^ha	6800	Culmos X Ha
Error estandar de estimación de la media	EEy-	4,098294338	
Error estandar de estimacion del total de culmos	EEt^	852,4452224	
Intervalo de confianza en el guadual			
Limite superior	Ls	15814,7926	Culmos Totales
Limite inferior	Li	12473,2074	Culmos Totales
Intervalo de confianza por hectárea			
Limite superior	Ls	7603,266	Culmos por Ha

Limite inferior	Li	5996,734	Culmos por Ha
Error de muestreo calculado	%e	11,81	

**Base para la definición de un régimen de cosecha o aprovechamiento**

*Tabla 7. Intensidad de cosecha sobre el total de culmos adultos según la densidad promedio de culmos en el inventario.*

Densidad (culmos/ha)	Intensidad de cosecha recomendada
2500	20%
3000	25%
3500	30%
4000	35%
4500	40%
5000	40%
5500	45%
6000	45%
6500	50%
7000	50%

Partiendo de la información obtenida en la tabla 5, en las cuales se presenta un total de 6800 culmos; así mismo, según la información presentada en la tabla 6 la intensidad de corta ideal para el gradual sería del 50%, sin embargo, para este Estudio Técnico se establecerá una intensidad de corta del 35% como lo indica la Resolución 1740 del 2016.

*Tabla 8. Hoja base para el cálculo de la intensidad de cosecha adecuada.*

Di	R	V	M	SM	S	MAT	A	IC%	TCA	Tco	TR	IE%
6800	229	1357	1329	2514	1229	143	3843	15	576	1948	4852	28,6
6800	229	1357	1329	2514	1229	143	3843	17	653	2025	4775	29,8
6800	229	1357	1329	2514	1229	143	3843	20	769	2140	4660	31,5
6800	229	1357	1329	2514	1229	143	3843	25	961	2332	4468	34,3
6800	229	1357	1329	2514	1229	143	3843	27	1038	2409	4391	35,4
6800	229	1357	1329	2514	1229	143	3843	30	1153	2524	4276	37,1
6800	229	1357	1329	2514	1229	143	3843	35	1345	2716	4084	39,9
6800	229	1357	1329	2514	1229	143	3843	37	1422	2793	4007	41,1
6800	229	1357	1329	2514	1229	143	3843	40	1537	2909	3891	42,8
6800	229	1357	1329	2514	1229	143	3843	45	1729	3101	3699	45,6

% 3,36 19,96 19,54 36,97 18,07 2,10 56,51

En donde Di= Densidad inicial, R= Renuevo, V= Verde, M= Madura, SM= Sobre Madura, SP= Seca en pie, SL= Seca ladeada, SQ= Seca quebrada, MAT= Matamba, A= Adulta, IC= Intensidad de corta, TCA= Culmos comerciales aprovechados, TCo= Culmos cortados, TS= Tasa de remanentes y IE= Intensidad de cosecha evaluada.

A continuación, se presenta la tabla en donde se estimó el número total de culmos del estrato del guadual después de efectuado el aprovechamiento, es allí donde aparece la nueva variable Df= Densidad final; a continuación, se presenta la tabla con los cálculos de las densidades después del aprovechamiento:

*Tabla 9. Base de cálculos para después del aprovechamiento del Guadual.*

DI	IC%	Df	R	V	M	SM	S y MT
6800	15	4852	229	1357	1329	1938	0
6800	17	4775	229	1357	1329	1861	0
6800	20	4660	229	1357	1329	1746	0
6800	25	4468	229	1357	1329	1554	0
6800	27	4391	229	1357	1329	1477	0
6800	30	4276	229	1357	1329	1361	0
6800	35	4084	229	1357	1329	1169	0
6800	37	4007	229	1357	1329	1092	0
6800	40	3891	229	1357	1329	977	0
6800	45	3699	229	1357	1329	785	0

Finalmente, se puede obtener la estructura final del guadual con las diferentes intensidades de cosecha; al tener el porcentaje total y de cada estado de madurez de los culmos en el Guadual.

Se determinó el ultimo criterio que tiene que ver con la estructura final del guadual, el porcentaje de Guaduas en cada estado de madurez, después del aprovechamiento; a continuación, la tabla que determina la estructura post aprovechamiento del Guadual objeto de estudio.

*Tabla 10. Estructura post aprovechamiento del Guadual.*

DI	IC%	Df	R %	V %	M%	SM%	A %	AT
6800	15	4852	3	20	20	28	48	Ac
6800	17	4775	3	20	20	27	47	Ac
6800	20	4660	3	20	20	26	45	Ac
6800	25	4468	3	20	20	23	42	Ac

<b>6800</b>	27	4391	3	20	20	22	41	Ac
<b>6800</b>	30	4276	3	20	20	20	40	Ac
<b>6800</b>	35	4084	3	20	20	17	37	Ac
<b>6800</b>	37	4007	3	20	20	16	36	Ac
<b>6800</b>	40	3891	3	20	20	14	34	Ac
<b>6800</b>	45	3699	3	20	20	12	31	Dt

En donde %A= porcentaje de culmos adultos, AT= acción a tomar, Ac= aceptar la tasa propuesta, DT= disminuir la tasa propuesta, J= justificación, EI= estructura ideal y EnI= estructura no ideal.

Habiendo definido la intensidad de corta, se procede a estimar el volumen total del aprovechamiento, para ello, se toma del artículo 13 de la Resolución 1740 de 2016, la Tabla de Equivalencias (Tabla 9), para este caso se toma la equivalencia que 10 guaduas equivalen a 1 m3

Tabla 11. Equivalencias métricas.

PIEZAS	EQUIVALENCIA/m <sup>3</sup>
1 cepa de 4 metros	0,03
1 basa o esterilla de 4 metros	0,03
1 sobrebresa	0,02
1 varillón	0,02
1 guadua y/o bambú en pie	0,1
10 guaduas y/o bambúes en pie	1,0
1 lata de guadua y/o bambú de 2 m	0,0025
1 puntal de guadua y/o bambú de 2 m	0,004

Tabla 12. Volumen comercial a aprovechar.

TIPO DE AREA	AREA HA	IC %	CULMOS ADULTOS POR HA	CULMOS APROV POR HA	TOTAL CULMOS ADULTOS	VOLUMEN M3
AREA DE MANEJO	0,88	20	3843	769	676	68
EFFECTIVA	2,08	35	3843	1345	2798	280
VOLCAMIENTO	1,81	15	3843	576	1043	104
TOTAL	4,77	N/A	N/A	N/A	4517	452

Así las cosas, se calculó un total de 2798 culmos adultos aprovechables que corresponden al área efectiva, aplicando una intensidad de corta del 35 %, adicionalmente se calculó un total de 676 culmos adultos aprovechables, obtenidos de las intervenciones en las áreas de manejo, para las

cuales se propone una intensidad de corta del 20% y un total de 1043 culmos adultos aprovechables corresponden a las áreas con volcamientos, aplicando una intensidad de corta del 15%; finalmente se estima que el aprovechamiento tipo II de los guaduales presentes en los predios públicos del CORREDOR BIOLÓGICO No 1 será de 4517 culmos adultos que equivalen a un volumen en guadua de 452 m<sup>3</sup>, los cuales podrán ser aprovechadas bajo los criterios de sostenibilidad del recurso y cumpliendo con la Resolución 1740 de 2016 del 26 de octubre del 2016, emitida por el MADS.

**7.1.2. Corredor biológico No 2.**

A continuación, se presenta las tablas que resumen el procesamiento de la información obtenida del inventario forestal en las parcelas temporales establecidas en el guadual:

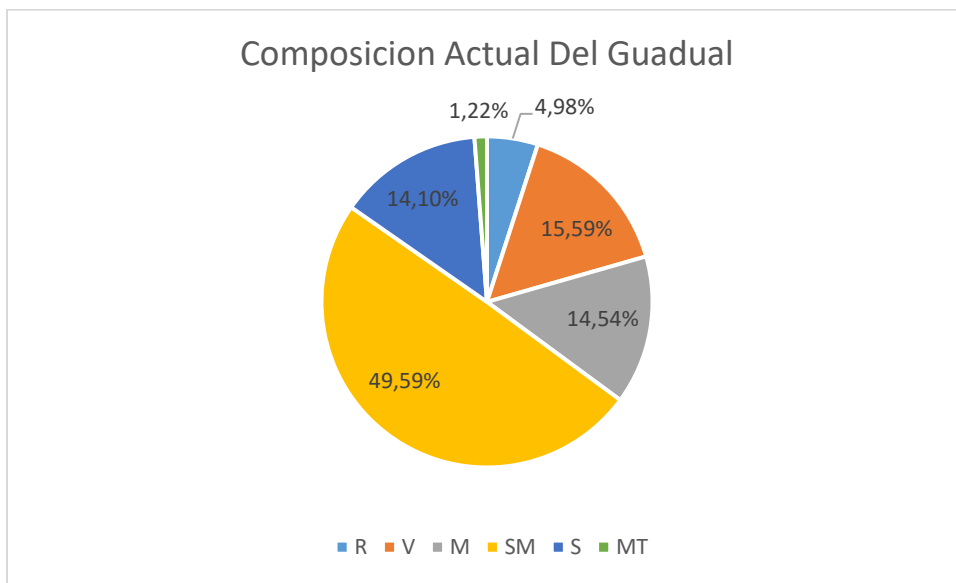
**Muestreo**

*Tabla 13. Tabla resumen Estrato 1.*

<b>ESTRATO</b>	<b>PARCELA</b>	<b>R</b>	<b>V</b>	<b>M</b>	<b>SM</b>	<b>S</b>	<b>MT</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	3	1	8	13	47	6	0	75
	33	4	5	4	32	10	0	55
	61	1	4	5	38	7	0	55
	68	5	7	7	40	5	1	65
	80	2	14	7	24	4	1	52
	93	2	9	6	28	12	3	60
	103	10	9	9	13	9	0	50
	120	6	17	40	1	8	0	72
	125	4	21	22	0	0	1	48
	151	1	10	7	46	10	2	76
	165	6	12	10	40	25	0	93
	174	6	5	4	55	16	1	87
	177	4	15	5	61	17	3	105
	254	2	8	5	49	13	2	79
	258	3	12	15	37	5	0	72
	264	5	16	6	34	7	0	68
	321	6	12	15	55	14	0	102
	400	1	9	8	43	11	0	72
434	2	14	13	47	9	3	88	
546	4	22	15	34	8	0	83	
548	5	16	9	32	13	0	75	
553	3	8	15	40	16	1	83	

	557	2	8	9	54	19	4	96
	572	5	21	14	47	11	0	98
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>90</b>	<b>282</b>	<b>263</b>	<b>897</b>	<b>255</b>	<b>22</b>	<b>1809</b>
<b>Promedio X Parcela</b>	3,75	11,75	10,96	37,38	10,63	0,92	75,38	
<b>Promedio X Ha</b>	375	1175	1096	3738	1063	92	7538	
<b>%</b>	4,98%	15,59%	14,54%	49,59%	14,10%	1,22%	100,00%	
<b>Rodal</b>	2453	7685	7167	24443	6949	600	49295	

**INTENSIDAD DE MUESTREO**  
**3,669724771**



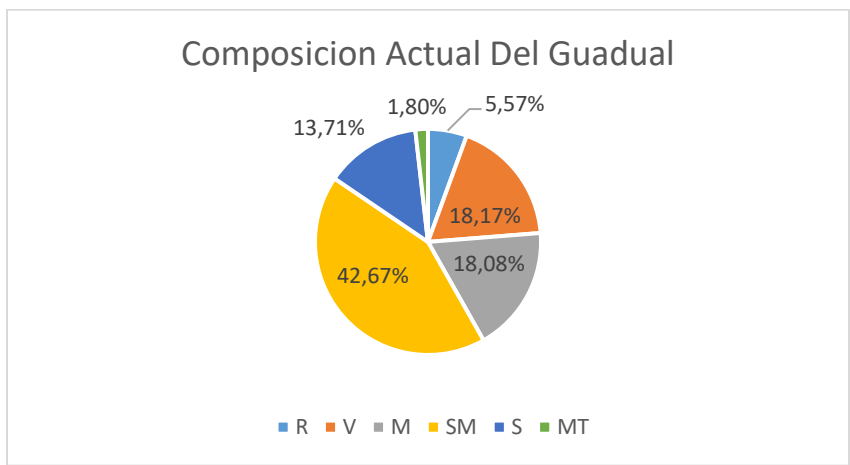
*Figura 33. Composición actual del guadual. Fuente. Autor*

*Tabla 14. Tabla resumen Estrato 2.*

ESTRATO	PARCELA	R	V	M	SM	S	MT	TOTAL
<b>2</b>	680	4	7	4	20	13	4	52
	687	3	13	16	24	5	1	62
	692	1	22	11	24	19	0	77
	828	9	19	27	34	2	0	91
	859	2	23	18	36	3	0	82
	867	7	7	8	49	16	0	87
	871	4	9	7	32	3	1	56
	874	2	7	2	30	13	1	55
	958	2	12	4	46	11	0	75
	967	4	15	13	34	6	0	72

	984	5	8	7	21	8	1	50
	997	3	8	13	24	8	0	56
	1021	4	4	6	33	18	0	65
	1051	4	12	16	5	20	0	57
	1071	4	16	10	8	11	8	57
	1076	0	10	17	22	1	1	51
	1078	0	11	19	34	3	4	71
	1083	7	9	13	22	0	0	51
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>65</b>	<b>212</b>	<b>211</b>	<b>498</b>	<b>160</b>	<b>21</b>	<b>1167</b>
<b>Promedio X Parcela</b>		3,611	11,778	11,722	27,667	8,889	1,167	64,833
<b>Promedio X Ha</b>		361	1178	1172	2767	889	117	6483
<b>%</b>		5,57%	18,17%	18,08%	42,67%	13,71%	1,80%	100,00%
<b>Rodal</b>		1661	5418	5392	12727	4089	537	29823

**INTENSIDAD DE MUESTREO**  
**3,913043478**



*Figura 34. Composición actual del guadual. Fuente. Autor.*

El ejercicio cartográfico arrojó los siguientes resultados:

*Tabla 15. Cuadro de áreas Estrato 1.*

<b>ESTRATO 1</b>				
<b>MATA</b>	<b>AREAS</b>			
	<b>TOTAL</b>	<b>EFFECTIVA</b>	<b>VOLCAMIENTO</b>	<b>MANEJO</b>
<b>1</b>	<b>2459</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2459</b>
<b>2</b>	<b>3527</b>	<b>3527</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>3</b>	<b>395</b>	<b>395</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>4</b>	<b>3406</b>	<b>3406</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

5	2828	2828	0	0
6	573	573	0	0
7	315	315	0	0
8	494	494	0	0
9	4636	4636	0	0
10	1575	1575	0	0
11	397	397	0	0
12	519	519	0	0
13	375	375	0	0
14	442	442	0	0
15	582	582	0	0
16	715	435	280	0
17	1278	821	457	0
18	473	473	0	0
19	1249	1249	0	0
20	776	776	0	0
21	943	943	0	0
22	1265	1265	0	0
23	636	636	0	0
24	943	943	0	0
25	131	131	0	0
26	4184	4184	0	0
27	3695	3695	0	0
28	1160	1160	0	0
29	3001	3001	0	0
30	856	856	0	0
31	524	524	0	0
32	288	288	0	0
33	128	128	0	0
34	306	306	0	0
35	379	379	0	0
36	1268	1268	0	0
37	543	343	200	0
38	1532	1532	0	0
39	4843	4843	0	0
40	1280	1280	0	0
41	589	589	0	0
42	293	0	293	0
43	121	121	0	0
44	413	413	0	0
45	1014	1014	0	0

46	1118	1118	0	0
47	3272	3272	0	0
48	4711	3380	1331	0
49	3992	3992	0	0
TOTAL	70442	65422	2561	2459

Tabla 16. Cuadro de áreas Estrato 2.

ESTRATO 2				
MATA	AREAS			
	TOTAL	EFFECTIVA	VOLCAMIENTO	MANEJO
50	1698	1698	0	0
51	1190	1190	0	0
52	3110	2256	854	0
53	527	527	0	0
54	391	391	0	0
55	747	747	0	0
56	1116	1116	0	0
57	700	700	0	0
58	559	559	0	0
59	1164	1164	0	0
60	806	0	0	806
61	797	0	797	0
62	4996	3934	1062	0
63	1296	782	514	0
64	2394	0	2394	0
65	1696	1696	0	0
66	633	633	0	0
67	2590	2055	535	0
68	550	0	550	0
69	1567	942	625	0
70	4147	3266	881	0
71	3353	3353	0	0
72	1903	1903	0	0
73	3566	0	3566	0
74	589	0	0	589
75	1017	0	0	1017
76	408	216	192	0
77	1023	0	0	1023
78	1967	1967	0	0
79	805	805	0	0
80	1083	1083	0	0

81	718	0	718	0
82	1794	1794	0	0
83	531	359	0	172
84	736	736	0	0
85	1451	735	716	0
86	470	470	0	0
87	4515	4515	0	0
88	304	304	0	0
89	523	0	0	523
90	1606	0	0	1606
91	1458	0	0	1458
92	1800	1800	0	0
93	2310	2310	0	0
TOTAL	66604	46006	13404	7194

Tabla 17. Cuadro de áreas por Estrato.

ESTRATO	MATA	AREAS			
		TOTAL	EFFECTIVA	VOLCAMIENTO	MANEJO
1	1	2459	0	0	2459
1	2	3527	3527	0	0
1	3	395	395	0	0
1	4	3406	3406	0	0
1	5	2828	2828	0	0
1	6	573	573	0	0
1	7	315	315	0	0
1	8	494	494	0	0
1	9	4636	4636	0	0
1	10	1575	1575	0	0
1	11	397	397	0	0
1	12	519	519	0	0
1	13	375	375	0	0
1	14	442	442	0	0
1	15	582	582	0	0
1	16	715	435	280	0
1	17	1278	821	457	0
1	18	473	473	0	0
1	19	1249	1249	0	0
1	20	776	776	0	0
1	21	943	943	0	0
1	22	1265	1265	0	0
1	23	636	636	0	0

1	24	943	943	0	0
1	25	131	131	0	0
1	26	4184	4184	0	0
1	27	3695	3695	0	0
1	28	1160	1160	0	0
1	29	3001	3001	0	0
1	30	856	856	0	0
1	31	524	524	0	0
1	32	288	288	0	0
1	33	128	128	0	0
1	34	306	306	0	0
1	35	379	379	0	0
1	36	1268	1268	0	0
1	37	543	343	200	0
1	38	1532	1532	0	0
1	39	4843	4843	0	0
1	40	1280	1280	0	0
1	41	589	589	0	0
1	42	293	0	293	0
1	43	121	121	0	0
1	44	413	413	0	0
1	45	1014	1014	0	0
1	46	1118	1118	0	0
1	47	3272	3272	0	0
1	48	4711	3380	1331	0
1	49	3992	3992	0	0
2	50	1698	1698	0	0
2	51	1190	1190	0	0
2	52	3110	2256	854	0
2	53	527	527	0	0
2	54	391	391	0	0
2	55	747	747	0	0
2	56	1116	1116	0	0
2	57	700	700	0	0
2	58	559	559	0	0
2	59	1164	1164	0	0
2	60	806	0	0	806
2	61	797	0	797	0
2	62	4996	3934	1062	0
2	63	1296	782	514	0
2	64	2394	0	2394	0

2	65	1696	1696	0	0
2	66	633	633	0	0
2	67	2590	2055	535	0
2	68	550	0	550	0
2	69	1567	942	625	0
2	70	4147	3266	881	0
2	71	3353	3353	0	0
2	72	1903	1903	0	0
2	73	3566	0	3566	0
2	74	589	0	0	589
2	75	1017	0	0	1017
2	76	408	216	192	0
2	77	1023	0	0	1023
2	78	1967	1967	0	0
2	79	805	805	0	0
2	80	1083	1083	0	0
2	81	718	0	718	0
2	82	1794	1794	0	0
2	83	531	359	0	172
2	84	736	736	0	0
2	85	1451	735	716	0
2	86	470	470	0	0
2	87	4515	4515	0	0
2	88	304	304	0	0
2	89	523	0	0	523
2	90	1606	0	0	1606
2	91	1458	0	0	1458
2	92	1800	1800	0	0
2	93	2310	2310	0	0
TOTAL		137046	111428	15965	9653

- **Procesamiento de los datos.**

*Tabla 18. Cálculo de variables de posición y dispersión del gradual-Estrato 1.*

VARIABLES		VALORES	UNIDADES
Area Efectiva		65.400	M2
No de parcelas medidas	n	24	
No total de parcelas posibles	N	654	

Error de muestreo deseado	%	15	
Media poblacional	y-	75,3750	Culmos X parcela
Varianza	S2	280,9402	Culmos X parcela
Total de culmos en guadual	t^	49295,25	Culmos en guadual
Total de culmos por Ha	t^ha	7537,5	Culmos X Ha
Error estandar de estimacion de la media	EEy-	3,3580	
Error estandar de estimacion del total de culmos	EEt^	2196,1423	
Intervalo de confianza en el guadual			
Limite superior	Ls	53599,689	Culmos Totales
Limite inferior	Li	44990,811	Culmos Totales
Intervalo de confianza por hectárea			
Limite superior	Ls	8195,6711	Culmos por Ha
Limite inferior	Li	6879,3289	Culmos por Ha
Error de muestreo calculado	%e	8,7370	

*Tabla 19. Cálculo de variables de posición y dispersión del guadual-Estrato 2.*

VARIABLES		VALORES	UNIDADES
Area Efectiva		46.000	M2
No de parcelas medidas	n	18	
No total de parcelas posibles	N	460	
Error de muestreo deseado	%	15	
Media poblacional	y-	64,8333	Culmos X parcela
Varianza	S2	174,2647	Culmos X parcela

Total de culmos en guadual	t^	29823,333	Culmos en guadual
Total de culmos por Ha	t^ha	6483,3333	Culmos X Ha
Error estandar de estimacion de la media	EEy-	3,0500	
Error estandar de estimacion del total de culmos	EEt^	1403,0027	
Intervalo de confianza en el guadual			
Limite superior	Ls	32573,219	Culmos Totales
Limite inferior	Li	27073,448	Culmos Totales
Intervalo de confianza por hectárea			
Limite superior	Ls	7081,1345	Culmos por Ha
Limite inferior	Li	5885,5322	Culmos por Ha
Error de muestreo calculado	%e	9,2206	

Tabla 20. Cálculo de variables poblacionales.

ESTRATO	Área	Wh	n	N	Y Prom	N * Yprom	W * Yprom	Varian h	Varian Total	Wh*Wh	EEy
1	6,5400	0,58707	24	654	75,3750	49295,25	44,2506732	280,940217	96,8275692	0,34465542	1,9714
2	4,6000	0,41293	18	460	64,8333	29823,3333	26,7713944	174,2647	29,7135621	0,1705082	1,2594
<b>TOTAL</b>	<b>11,1400</b>	<b>1</b>	<b>42</b>	<b>1114</b>	<b>140,2083</b>	<b>79118,5833</b>	<b>71,0220676</b>	<b>455,204923</b>	<b>126,541131</b>	<b>0,51516363</b>	<b>3,2308</b>

Tabla 21. Cálculo de los límites de confianza, la media y error de la media poblacional.

MEDIA DE LA POBLACION=			71,02206762
ERROR DE LA MEDIA Eeyprom=			11,24905024
Estrato 1			
LIMITE	PARC	HA	BOSQ
LS E1=	79,2389488	7923,89488	51822,27253
LI E1=	71,5110512	7151,10512	46768,22747
Estrato 2			
LÍMITE	PARC	HA	BOSQ
LS E2=	67,3018121	6730,18121	30958,83357
LI E2=	62,3648546	6236,48546	28687,8331

**Base para la definición de un régimen de cosecha o aprovechamiento**

*Tabla 22. Intensidad de cosecha sobre el total de culmos adultos según la densidad promedio de culmos en el inventario.*

Densidad (culmos/ha)	Intensidad de cosecha recomendada
2500	20%
3000	25%
3500	30%
4000	35%
4500	40%
5000	40%
5500	45%
6000	45%
6500	50%
<b>7000</b>	<b>50%</b>

Partiendo de la información obtenida en la tabla 8 y 9, en las cuales se presenta un total de 7538 culmos para el Estrato 1 y 6483 culmos para el Estrato 2; así mismo, según la información presentada en la tabla 12 la intensidad de corta ideal para el guadual sería del 50% o superior, sin embargo, para este Estudio Técnico se establecerá una intensidad de corta del 35% como lo indica la Resolución 1740 del 2016.

*Tabla 23. Hoja base para el cálculo de la intensidad de cosecha adecuada Estrato 1.*

Di	R	V	M	SM	S	MAT	A	IC%	TCA	Tco	TR	IE%
<b>7538</b>	375	1175	1096	3738	1063	92	4833	15	725	1879	5658	24,9
<b>7538</b>	375	1175	1096	3738	1063	92	4833	17	822	1976	5562	26,2
<b>7538</b>	375	1175	1096	3738	1063	92	4833	20	967	2121	5417	28,1
<b>7538</b>	375	1175	1096	3738	1063	92	4833	25	1208	2363	5175	31,3
<b>7538</b>	375	1175	1096	3738	1063	92	4833	27	1305	2459	5078	32,6
<b>7538</b>	375	1175	1096	3738	1063	92	4833	30	1450	2604	4933	34,5
<b>7538</b>	375	1175	1096	3738	1063	92	4833	35	1692	2846	4692	37,8
<b>7538</b>	375	1175	1096	3738	1063	92	4833	37	1788	2943	4595	39,0
<b>7538</b>	375	1175	1096	3738	1063	92	4833	40	1933	3088	4450	41,0
<b>7538</b>	375	1175	1096	3738	1063	92	4833	45	2175	3329	4208	44,2
%	0,0498	0,1559	0,1454	0,4959	0,1410	0,0122	0,641					

*Tabla 24. Hoja base para el cálculo de la intensidad de cosecha adecuada Estrato 2.*

Di	R	V	M	SM	S	MAT	A	IC%	TCA	Tco	TR	IE%
<b>6483</b>	361	1178	1172	2767	889	117	3939	15	591	1596	4887	24,6
<b>6483</b>	361	1178	1172	2767	889	117	3939	17	670	1675	4808	25,8

<b>6483</b>	361	1178	1172	2767	889	117	3939	20	788	1793	4690	27,7
<b>6483</b>	361	1178	1172	2767	889	117	3939	25	985	1990	4493	30,7
<b>6483</b>	361	1178	1172	2767	889	117	3939	27	1064	2069	4414	31,9
<b>6483</b>	361	1178	1172	2767	889	117	3939	30	1182	2187	4296	33,7
<b>6483</b>	361	1178	1172	2767	889	117	3939	35	1379	2384	4099	36,8
<b>6483</b>	361	1178	1172	2767	889	117	3939	37	1457	2463	4020	38,0
<b>6483</b>	361	1178	1172	2767	889	117	3939	40	1576	2581	3902	39,8
<b>6483</b>	361	1178	1172	2767	889	117	3939	45	1773	2778	3705	42,8
<b>%</b>	0,0557	0,1817	0,1808	0,4267	0,1371	0,0180	0,608					

En donde Di= Densidad inicial, R= Renuevo, V= Verde, M= Madura, SM= Sobre Madura, SP= Seca en pie, SL= Seca ladeada, SQ= Seca quebrada, MAT= Matamba, A= Adulta, IC= Intensidad de corta, TCA= Culmos comerciales aprovechados, TCo= Culmos cortados, TS= Tasa de remanentes y IE= Intensidad de cosecha evaluada.

A continuación, se presenta la tabla en donde se estimó el número total de culmos del estrato del guadual después de efectuado el aprovechamiento, es allí donde aparece la nueva variable Df= Densidad final; a continuación, se presenta la tabla con los cálculos de las densidades después del aprovechamiento:

*Tabla 25. Base de cálculos para después del aprovechamiento del Guadual Estrato.*

<b>DI</b>	<b>IC%</b>	<b>Df</b>	<b>R</b>	<b>V</b>	<b>M</b>	<b>SM</b>	<b>S y MT</b>
<b>7538</b>	15	5658	375	1175	1096	3013	0
<b>7538</b>	17	5562	375	1175	1096	2916	0
<b>7538</b>	20	5417	375	1175	1096	2771	0
<b>7538</b>	25	5175	375	1175	1096	2529	0
<b>7538</b>	27	5078	375	1175	1096	2433	0
<b>7538</b>	30	4933	375	1175	1096	2288	0
<b>7538</b>	35	4692	375	1175	1096	2046	0
<b>7538</b>	37	4595	375	1175	1096	1949	0
<b>7538</b>	40	4450	375	1175	1096	1804	0
<b>7538</b>	45	4208	375	1175	1096	1563	0

*Tabla 26. Base de cálculos para después del aprovechamiento del Guadual Estrato 2.*

<b>DI</b>	<b>IC%</b>	<b>Df</b>	<b>R</b>	<b>V</b>	<b>M</b>	<b>SM</b>	<b>S y MT</b>
<b>6483</b>	15	4887	361	1178	1172	2176	0
<b>6483</b>	17	4808	361	1178	1172	2097	0

<b>6483</b>	20	4690	361	1178	1172	1979	0
<b>6483</b>	25	4493	361	1178	1172	1782	0
<b>6483</b>	27	4414	361	1178	1172	1703	0
<b>6483</b>	30	4296	361	1178	1172	1585	0
<b>6483</b>	35	4099	361	1178	1172	1388	0
<b>6483</b>	37	4020	361	1178	1172	1309	0
<b>6483</b>	40	3902	361	1178	1172	1191	0
<b>6483</b>	45	3705	361	1178	1172	2166	1

Finalmente, se puede obtener la estructura final del guadual con las diferentes intensidades de cosecha; al tener el porcentaje total y de cada estado de madurez de los culmos en el Guadual.

Se determinó el ultimo criterio que tiene que ver con la estructura final del guadual, el porcentaje de Guaduas en cada estado de madurez, después del aprovechamiento; a continuación, la tabla que determina la estructura post aprovechamiento del Guadual objeto de estudio.

*Tabla 27. Estructura post aprovechamiento del Guadual Estrato 1.*

<b>DI</b>	<b>IC%</b>	<b>Df</b>	<b>R %</b>	<b>V %</b>	<b>M%</b>	<b>SM%</b>	<b>A %</b>	<b>AT</b>
<b>7538</b>	15	5658	5	16	15	40	55	Ac
<b>7538</b>	17	5562	5	16	15	39	53	Ac
<b>7538</b>	20	5417	5	16	15	37	51	Ac
<b>7538</b>	25	5175	5	16	15	34	48	Ac
<b>7538</b>	27	5078	5	16	15	32	47	Ac
<b>7538</b>	30	4933	5	16	15	30	45	Ac
<b>7538</b>	35	4692	5	16	15	27	42	Ac
<b>7538</b>	37	4595	5	16	15	26	40	Dt
<b>7538</b>	40	4450	5	16	15	24	38	Dt
<b>7538</b>	45	4208	5	16	15	21	35	Dt

*Tabla 28. Estructura post aprovechamiento del Guadual Estrato 2.*

<b>DI</b>	<b>IC%</b>	<b>Df</b>	<b>R %</b>	<b>V %</b>	<b>M%</b>	<b>SM %</b>	<b>A %</b>	<b>AT</b>
<b>6483</b>	15	4887	6	18	18	34	52	Ac
<b>6483</b>	17	4808	6	18	18	32	50	Ac
<b>6483</b>	20	4690	6	18	18	31	49	Ac
<b>6483</b>	25	4493	6	18	18	27	46	Ac
<b>6483</b>	27	4414	6	18	18	26	44	Ac
<b>6483</b>	30	4296	6	18	18	24	43	Ac
<b>6483</b>	35	4099	6	18	18	21	39	Ac
<b>6483</b>	37	4020	6	18	18	20	38	Dt

<b>6483</b>	40	3902	6	18	18	18	36	Dt
<b>6483</b>	45	3705	6	18	18	33	51	Dt

En donde %A= porcentaje de culmos adultos, AT= acción a tomar, Ac= aceptar la tasa propuesta, DT= disminuir la tasa propuesta, J= justificación, El= estructura ideal y EnI= estructura no ideal.

Habiendo definido la intensidad de corta, se procede a estimar el volumen total del aprovechamiento, para ello, se toma del artículo 13 de la Resolución 1740 de 2016, la Tabla de Equivalencias (Tabla 9), para este caso se toma la equivalencia que 10 guaduas equivalen a 1 m<sup>3</sup>.

Tabla 29. Equivalencias métricas.

PIEZAS	EQUIVALENCIA/m <sup>3</sup>
1 cepa de 4 metros	0,03
1 basa o esterilla de 4 metros	0,03
1 sobrebasa	0,02
1 varillón	0,02
1 guadua y/o bambú en pie	0,1
<b>10 guaduas y/o bambúes en pie</b>	<b>1,0</b>
1 lata de guadua y/o bambú de 2 m	0,0025
1 puntal de guadua y/o bambú de 2 m	0,004

Tabla 30. Volumen comercial a aprovechar.

ESTRATO	TIPO DE ÁREA	AREA HA	IC %	CULMOS POR HA	CULMOS APROVECHAR X HA	TOTAL CULMOS	VOLUMEN	
1	EFFECTIVA	6,54	35	7538	4833	1692	11064	1106
	VOLCAMIENTO	0,26	10	7538	4833	483	126	13
	MANEJO	0,24	20	7538	4833	967	232	23
2	EFFECTIVA	4,60	35	6483	3939	1379	6342	634
	VOLCAMIENTO	1,34	10	6483	3939	394	528	53
	MANEJO	0,72	20	6483	3939	788	567	57
<b>TOTAL</b>		<b>13,70</b>					<b>18858</b>	<b>1886</b>

Así las cosas, se calculó para el Estrato 1 un total de 11064 culmos adultos aprovechables que corresponden al área efectiva, aplicando una intensidad de corta del 35 %, adicionalmente se

calculó un total de 232 culmos adultos aprovechables, obtenidos de las intervenciones en las áreas de manejo, para las cuales se propone una intensidad de corta del 20% y un total de 126 culmos adultos aprovechables corresponden a las áreas con volcamientos, aplicando una intensidad de corta del 10%

Para el Estrato 2 se calculó un total de 6342 culmos adultos aprovechables que corresponden al área efectiva, aplicando una intensidad de corta del 35 %, adicionalmente se calculó un total de 567 culmos adultos aprovechables, obtenidos de las intervenciones en las áreas de manejo, para las cuales se propone una intensidad de corta del 20% y un total de 528 culmos adultos aprovechables corresponden a las áreas con volcamientos, aplicando una intensidad de corta del 10%.

Finalmente se estima que el aprovechamiento tipo II de los guaduales presentes en los predios públicos del CORREDOR BIOLÓGICO No 2 será de 18858 culmos adultos que equivalen a un volumen en guadua de 1886 m<sup>3</sup>, los cuales podrán ser aprovechadas bajo los criterios de sostenibilidad del recurso y cumpliendo con la Resolución 1740 de 2016, emitida por el MADS.

**7.1.3. Corredor biológico No 3.**

A continuación, se presenta las tablas que resumen el procesamiento de la información obtenida del inventario forestal en las parcelas temporales establecidas en el guadual:

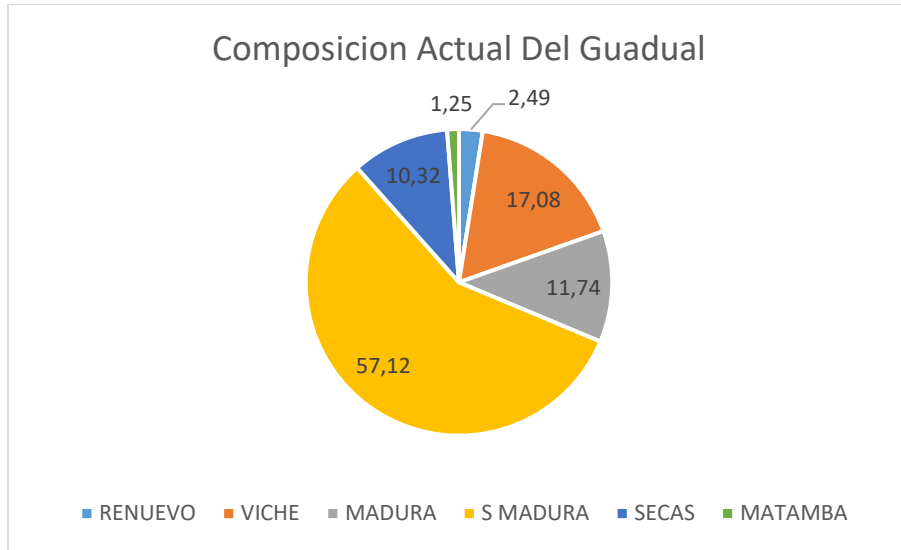
**Muestreo**

*Tabla 31. Tabla resumen.*

<b>CUADRO DE DISTRIBUCION DE GUADUAS, PARA CADA PARCELA SEGÚN EL GRADO DE MADUREZ</b>								
<b>MATA</b>	<b>PARCELA</b>	<b>RENUEVO</b>	<b>VICHE</b>	<b>MADURA</b>	<b>S MADURA</b>	<b>SECAS</b>	<b>MATAMBA</b>	<b>TOTAL</b>
<b>30</b>	29	0	12	4	39	4	0	59
<b>30</b>	32	2	18	20	43	5	0	88
<b>30</b>	38	6	5	4	38	2	7	62
<b>30</b>	43	1	5	5	44	11	0	66
<b>30</b>	50	1	7	2	42	8	0	60
<b>30</b>	84	2	14	7	25	3	0	51
<b>30</b>	93	1	17	11	46	12	0	87
<b>30</b>	98	1	18	13	44	13	0	89
<b>TOTAL</b>	8	14	96	66	321	58	7	562
<b>Prom X Parcela</b>		1,8	12,0	8,3	40,1	7,3	0,9	70,3
<b>Promedio X Ha</b>		175	1200	825	4012,5	725	87,5	7025
<b>Estructura del Guadual%</b>		2,49	17,08	11,74	57,12	10,32	1,25	100,00
<b>Composicion del Guadual</b>		175	1200	825	4012,5	725	87,5	7025

**INTENSIDAD DE MUESTREO**

**8**



**Figura 32.** Composición actual del guadual. Fuente. Autor.

El ejercicio cartográfico arrojó los siguientes resultados:

*Tabla 32. Cuadro de áreas general.*

MATA	AREAS			
	TOTAL	EFFECTIVA	VOLCAMIENTO	MANEJO
1	805	0	805	0
2	814	0	814	0
3	31,8	0	31,8	0
4	787	0	787	0
5	125	0	0	125
6	145	0	0	145
7	1161	0	0	1161
8	835	0	0	835
9	210	0	0	210
10	103	0	0	103
11	2875	0	0	2875
12	163	0	0	163
13	138	0	0	138
14	262	0	0	262
15	4178	0	0	4178
16	387	0	0	387
17	1713	0	1713	0
18	3346	0	3346	0
19	2644	0	0	2644
20	1692	0	0	1692
21	492	0	0	492

22	1324	0	0	1324
23	202	0	0	202
24	1429	0	0	1429
25	393	0	0	393
26	751	0	0	751
27	1070	1070	0	0
28	1748	1748	0	0
29	3544	0	0	3544
30	7103	7103	0	0
31	41464	0	0	41464
32	3462	0	0	3462
TOTAL	85396,8	9921	7496,8	67979

**Procesamiento de los datos**

*Tabla 33. Cálculo de variables de posición y dispersión del guadual.*

VARIABLES		VALORES	UNIDADES
Area Efectiva		10.000	M2
No de parcelas medidas	n	8	
No total de parcelas posibles	N	100	
Error de muestreo deseado	%	15	
Media poblacional	y-	70,3	Culmos X parcela
Varianza	S2	233,64	Culmos X parcela
Total de culmos en guadual	t^	7025,00	Culmos en guadual
Total de culmos por Ha	t^ha	7025	Culmos X Ha
Error estandar de estimacion de la media	EEy-	5,183524725	
Error estandar de estimacion del total de culmos	EEt^	518,3524725	
Intervalo de confianza en el guadual			
Limite superior	Ls	8040,97085	Culmos Totales

Limite inferior	Li	6009,02915	Culmos Totales
Intervalo de confianza por hectárea			
Limite superior	Ls	8040,971	Culmos por Ha
Limite inferior	Li	6009,029	Culmos por Ha
Error de muestreo calculado	%e	14,46	

**Base para la definición de un régimen de cosecha o aprovechamiento**

*Tabla 34. Intensidad de cosecha sobre el total de culmos adultos según la densidad promedio de culmos en el inventario.*

Densidad (culmos/ha)	Intensidad de cosecha recomendada
2500	20%
3000	25%
3500	30%
4000	35%
4500	40%
5000	40%
5500	45%
6000	45%
6500	50%
<b>7000</b>	<b>50%</b>

Partiendo de la información obtenida en la tabla 5, en las cuales se presenta un total de 7025 culmos; así mismo, según la información presentada en la tabla 6 la intensidad de corta ideal para el guadual sería del 50%, sin embargo, para este Estudio Técnico se establecerá una intensidad de corta del 35% como lo indica la Resolución 1740 del 2016.

*Tabla 35. Hoja base para el cálculo de la intensidad de cosecha adecuada.*

Di	R	V	M	SM	S	MAT	A	IC%	TCA	Tco	TR	IE%
7025	175	1200	825	4013	725	88	4838	15	726	1538	5487	21,9
7025	175	1200	825	4013	725	88	4838	17	822	1635	5390	23,3
7025	175	1200	825	4013	725	88	4838	20	968	1780	5245	25,3
7025	175	1200	825	4013	725	88	4838	25	1209	2022	5003	28,8
7025	175	1200	825	4013	725	88	4838	27	1306	2119	4906	30,2
7025	175	1200	825	4013	725	88	4838	30	1451	2264	4761	32,2
<b>7025</b>	<b>175</b>	<b>1200</b>	<b>825</b>	<b>4013</b>	<b>725</b>	<b>88</b>	<b>4838</b>	<b>35</b>	<b>1693</b>	<b>2506</b>	<b>4519</b>	<b>35,7</b>
7025	175	1200	825	4013	725	88	4838	37	1790	2602	4423	37,0

<b>7025</b>	175	1200	825	4013	725	88	4838	40	1935	2748	4278	39,1
<b>7025</b>	175	1200	825	4013	725	88	4838	45	2177	2989	4036	42,6
<b>%</b>	2,49	17,08	11,74	57,12	10,32	1,25	68,86					

En donde Di= Densidad inicial, R= Renuevo, V= Verde, M= Madura, SM= Sobre Madura, SP= Seca en pie, SL= Seca ladeada, SQ= Seca quebrada, MAT= Matamba, A= Adulta, IC= Intensidad de corta, TCA= Culmos comerciales aprovechados, TCo= Culmos cortados, TS= Tasa de remanentes y IE= Intensidad de cosecha evaluada.

A continuación, se presenta la tabla en donde se estimó el número total de culmos del estrato del guadual después de efectuado el aprovechamiento, es allí donde aparece la nueva variable Df= Densidad final; a continuación, se presenta la tabla con los cálculos de las densidades después del aprovechamiento:

*Tabla 36. Base de cálculos para después del aprovechamiento del Guadual.*

<b>DI</b>	<b>IC%</b>	<b>Df</b>	<b>R</b>	<b>V</b>	<b>M</b>	<b>SM</b>	<b>S y MT</b>
<b>7025</b>	15	5487	175	1200	825	3287	0
<b>7025</b>	17	5390	175	1200	825	3190	0
<b>7025</b>	20	5245	175	1200	825	3045	0
<b>7025</b>	25	5003	175	1200	825	2803	0
<b>7025</b>	27	4906	175	1200	825	2706	0
<b>7025</b>	30	4761	175	1200	825	2561	0
<b>7025</b>	35	4519	175	1200	825	2319	0
<b>7025</b>	37	4423	175	1200	825	2223	0
<b>7025</b>	40	4278	175	1200	825	2078	0
<b>7025</b>	45	4036	175	1200	825	1836	0

Finalmente, se puede obtener la estructura final del guadual con las diferentes intensidades de cosecha; al tener el porcentaje total y de cada estado de madurez de los culmos en el Guadual.

Se determinó el ultimo criterio que tiene que ver con la estructura final del guadual, el porcentaje de Guaduas en cada estado de madurez, después del aprovechamiento; a continuación, la tabla que determina la estructura post aprovechamiento del Guadual objeto de estudio.

*Tabla 37. Estructura post aprovechamiento del Guadual.*

<b>DI</b>	<b>IC%</b>	<b>Df</b>	<b>R %</b>	<b>V %</b>	<b>M%</b>	<b>SM%</b>	<b>A %</b>	<b>AT</b>
<b>7025</b>	15	5487	2	17	12	47	59	Ac
<b>7025</b>	17	5390	2	17	12	45	57	Ac

<b>7025</b>	20	5245	2	17	12	43	55	Ac
<b>7025</b>	25	5003	2	17	12	40	52	Ac
<b>7025</b>	27	4906	2	17	12	39	50	Ac
<b>7025</b>	30	4761	2	17	12	36	48	Ac
<b>7025</b>	35	4519	2	17	12	33	45	Ac
<b>7025</b>	37	4423	2	17	12	32	43	Ac
<b>7025</b>	40	4278	2	17	12	30	41	Ac
<b>7025</b>	45	4036	2	17	12	26	38	Dt

En donde %A= porcentaje de culmos adultos, AT= acción a tomar, Ac= aceptar la tasa propuesta, DT= disminuir la tasa propuesta, J= justificación, El= estructura ideal y Enl= estructura no ideal.

Habiendo definido la intensidad de corta, se procede a estimar el volumen total del aprovechamiento, para ello, se toma del artículo 13 de la Resolución 1740 de 2016, la Tabla de Equivalencias (Tabla 9), para este caso se toma la equivalencia que 10 guaduas equivalen a 1 m3.

Tabla 38. Equivalencias métricas.

PIEZAS	EQUIVALENCIA/m <sup>3</sup>
1 cepa de 4 metros	0,03
1 basa o esterilla de 4 metros	0,03
1 sobrebasa	0,02
1 varillón	0,02
1 guadua y/o bambú en pie	0,1
<b>10 guaduas y/o bambúes en pie</b>	<b>1,0</b>
1 lata de guadua y/o bambú de 2 m	0,0025
1 puntal de guadua y/o bambú de 2 m	0,004

Tabla 39. Volumen comercial a aprovechar.

TIPO DE AREA	AREA HA	IC %	CULMOS ADULTOS POR HA	CULMOS APROV POR HA		VOLUMEN M3
<b>AREA DE MANEJO</b>	6,79	20	4838	968	6569	657
<b>EFFECTIVA</b>	1,00	35	4838	1693	1693	169
<b>VOLCAMIENTO</b>	0,75	15	4838	726	544	54
<b>TOTAL</b>	<b>8,54</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>8807</b>	<b>881</b>

Así las cosas, se calculó un total de 1693 culmos adultos aprovechables que corresponden al área efectiva, aplicando una intensidad de corta del 35 %, adicionalmente se calculó un total de

6569 culmos adultos aprovechables, obtenidos de las intervenciones en las áreas de manejo, para las cuales se propone una intensidad de corta del 20% y un total de 544 culmos adultos aprovechables corresponden a las áreas con volcamientos, aplicando una intensidad de corta del 15%; finalmente se estima que el aprovechamiento tipo II de los guaduales presentes en los predios públicos del CORREDOR BIOLÓGICO No 3 será de 8807 culmos adultos que equivalen a un volumen en guadua de 881 m<sup>3</sup>, los cuales podrán ser aprovechadas bajo los criterios de sostenibilidad del recurso y cumpliendo con la Resolución 1740 de 2016 del 26 de octubre del 2016, emitida por el MADS.

*Tabla 40. Área Total.*

<b>AREAS (m2)</b>				
<b>CORREDOR</b>	<b>EFFECTIVA</b>	<b>MANEJO</b>	<b>VOLCAMIENTOS</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	20867	8878	18127	47872
<b>2</b>	111428	9653	15965	137046
<b>3</b>	10021	67979	7496	85496
<b>Total</b>	<b>142316</b>	<b>86510</b>	<b>41588</b>	<b>270414</b>

*Tabla 41. Volumen Total.*

<b>VOLUMEN (m3)</b>				
<b>CORREDOR</b>	<b>EFFECTIVA</b>	<b>MANEJO</b>	<b>VOLCAMIENTOS</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	280	68	104	452
<b>2</b>	1740	80	66	1886
<b>3</b>	169	657	54	880
<b>Total</b>	<b>2189</b>	<b>805</b>	<b>224</b>	<b>3218</b>

## **7.2. Información general de los guaduales urbanos.**

Los guaduales urbanos de Armenia forman parte del sistema de áreas verdes y corredores ecológicos de la ciudad, constituyendo un recurso estratégico por su aporte a la estabilidad ambiental, la regulación hídrica y la conservación de la biodiversidad. Están conformados principalmente por *Guadua angustifolia Kunth*, especie nativa de gran importancia ecológica, cultural y paisajística. Sin embargo, a pesar de su relevancia, estos guaduales enfrentan diversas problemáticas relacionadas con la presión antrópica, el inadecuado manejo silvicultural y la expansión urbana, factores que comprometen su estructura, funcionalidad y sostenibilidad en el tiempo.

### **7.2.1. Descripción física**

En el contexto urbano, los guaduales se localizan principalmente en rondas hídricas, taludes y áreas verdes, donde cumplen un papel protector frente a la erosión y la inestabilidad del terreno. No obstante, se han identificado problemas asociados con la ocupación de rondas y suelos de protección, la contaminación por residuos sólidos y escombros, y el deterioro de la calidad del suelo debido a compactación y pérdida de materia orgánica. Estos factores reducen la capacidad de regeneración natural de los guaduales y afectan el crecimiento de nuevos culmos, comprometiendo su función como barrera de protección y su aporte al paisaje urbano.

### **7.2.2. Descripción biótica**

Los guaduales urbanos están dominados por *Guadua angustifolia*, acompañada por algunas especies nativas y ornamentales, que sirven de hábitat a aves, insectos y pequeños mamíferos. Sin embargo, enfrentan problemáticas de tipo biológico, entre las que destacan:

Baja diversidad florística en comparación con los guaduales naturales, lo cual limita su capacidad de albergar fauna diversa.

Aprovechamiento inadecuado de culmos, con cortes excesivos o en épocas no recomendadas, que disminuyen la densidad y resistencia del guadual.

Presencia de plagas y enfermedades en los culmos, favorecidas por la falta de manejo silvicultural y la acumulación de material vegetal en descomposición.

Fragmentación de corredores biológicos, lo que limita la conectividad entre guaduales y reduce la movilidad de la fauna urbana.

### **7.2.3. Descripción social**

Desde la dimensión social, los guaduales urbanos de Armenia cumplen un rol clave en la provisión de servicios ecosistémicos y en la identidad cultural de la región. Sin embargo, se enfrentan a múltiples problemáticas relacionadas con la intervención humana:

Expansión urbana desordenada, que ocasiona reducción y fragmentación de las coberturas de guadua.

Uso inadecuado del recurso, al realizar talas o podas sin criterios técnicos, generando deterioro estructural de los guaduales.

Percepción limitada de la comunidad, ya que en algunos sectores se consideran focos de inseguridad o acumulación de residuos, lo que disminuye su valoración como patrimonio ambiental.

Falta de programas sostenidos de educación y participación ciudadana, que permitan a la comunidad reconocer la importancia de los guaduales y participar en su conservación.

## **7.3. Actividades silviculturales a implementar para la óptima sostenibilidad de los guaduales urbanos**

Partiendo de la Resolución 1740 del 26 de octubre del año 2016, en su artículo 4 en el cual define el manejo silvicultural como:

A continuación, se presenta detalladamente las etapas del manejo silvicultural y las actividades a desarrollarse en cada una, planteadas en función del tiempo en que se ejecuta cada una; de manera inmediata (corto plazo), actividades posteriores (mediano plazo) y por último la etapa de darle continuidad al mantenimiento (largo plazo):

### **7.3.1. Actividades a corto plazo**

En esta etapa del Plan se pretende actuar rápidamente (atacando la inminencia y la ocurrencia de afectaciones que representen riesgo), realizando las actividades prioritarias que mitiguen y controlen el avance de las afectaciones que ya se han identificado previamente; dentro de las actividades preliminares se encuentra la contratación del personal operativo y técnico, capacitación al personal en relación a la seguridad y salud en el trabajo y al manejo de las herramientas y técnicas idóneas para realizar el apea de las guaduas, control de la caída de los culmos y el posterior repique y despiece de las mismas.

### **Actividades preliminares.**

Delimitar el área a intervenir ubicando previamente los linderos, con el fin de no exceder los límites del manejo silvicultural a realizar.

Se debe dar inducción al personal encargado de la labor en el guadual en cuanto a las técnicas de apeo de culmos y en la determinación de la intensidad de cosecha.

Identificar especies arbóreas importantes tales como lauráceas, orquidáceas en estados juveniles, éstas últimas con el objeto de ser reubicadas en el área del proyecto con el fin de no afectarlas en labores de aprovechamiento al tiempo garantizar que no sean extraídas de su entorno natural.

Figura 28. Actividades Preliminares (linderos, marcación).



*Fuente: Autor*

### **Preparación del Sitio.**

**Socola o Rocería.** Consiste en eliminar las malezas, los bejucos y los ganchos de guadua debidamente repicados, amontonados en la periferia del guadual, de esta forma se obtendrá un mayor rendimiento en las labores de extracción y se disminuirán los riesgos para las personas. (Manual de Guadua, s. f.).

Figura 29. Socola o Rocería



*Fuente: Autor*

**Desganche o Poda.** Es una actividad de mantenimiento necesaria para ayudar a la cosecha y la movilización en la plantación. Asimismo, las labores de cosecha y extracción se volverían difíciles e ineficientes con el tiempo si el desganche no se realiza previamente. (Manual de Guadua, s. f.)

Figura 30. Desganche o Poda



*Fuente: Autor*

El propósito principal del desganche es la apertura de espacio entre culmos, la facilitación de la extracción, la mejora visual del aspecto de la plantación y permitir la entrada de luz. (Manual de Guadua, s. f.)

#### **Extracción de Culmos.**

**Identificación de culmos deseables y no deseables.** Consiste en hacer una observación detallada en las diferentes matas con el propósito de identificar aquellos culmos no deseables o que representen un riesgo, por su ubicación, estado físico o fitosanitario. (Manual de Guadua, s. f.).

Figura 31. Identificación de culmos deseables y no deseables



*Fuente: Autor*

**Repique.** Es una actividad considerada esencial para la sostenibilidad del guadua, consiste en repicar todos aquellos residuos sobrantes de la actividad de corta ejercida en los culmos en su transformación en distintas piezas, para posteriormente dispersarse en el sitio de aprovechamiento, con el fin de servir como nutrientes para el guadua remanente. (Manual de Guadua, s. f.).

Figura 32. Repique



*Fuente: Autor*

**Extracción.** Consiste en hacer una entresaca selectiva de culmos aprovechables que idealmente serían las guaduas en condición madura y sobremadura. En esta fase también está incluida la extracción de guaduas secas, volcadas, enfermas y podridas. (Manual de Guadua, s. f.).

Figura 33. Extracción



*Fuente: Autor*

**Arreglo de Tocones.** Esta actividad consiste en el arreglo de los tocones realizando corte limpio y evitando dejar cavidades que posibiliten empozamiento y generen deterioro del rizoma. (Manual de Guadua, s. f.).

Figura 34. Arreglo de Tocones



*Fuente: Quindío Verde*

**Despeje de los cuerpos de agua.** Esta actividad se puede realizar mientras se está haciendo las intervenciones y consiste en retirar todos los residuos provenientes de la guadua que estén sobre los drenajes, afluentes, quebradas o ríos situados en el interior o exterior de los guaduales intervenidos. (Manual de Guadua, s. f.).

Figura 35. Despeje de los cuerpos de agua



*Fuente: Autor*

**Control de caída de culmos.** Dirigir la caída de guaduas implementando un sistema de cuerdas con el fin de evitar daños a cercos y disminuir el riesgo de accidentes. (Manual de Guadua, s. f.).

Figura 36. Control de caída de culmos



*Fuente: Autor*

**Extraer los culmos No Deseables.** Se aconseja hacer extracción de las guaduas secas, enfermas y volcadas teniendo en cuenta. Esto con el propósito de mejorar la estructura y composición del guadual y evitar que algunos sectores entren en degradación afectando considerablemente algunos renuevos o especies arbóreas locales. (Manual de Guadua, s. f.).

Figura 37. Extracción de culmos no deseables





*Fuente: Autor*

### **7.3.2. Actividades a mediano plazo (confinamiento de guaduales).**

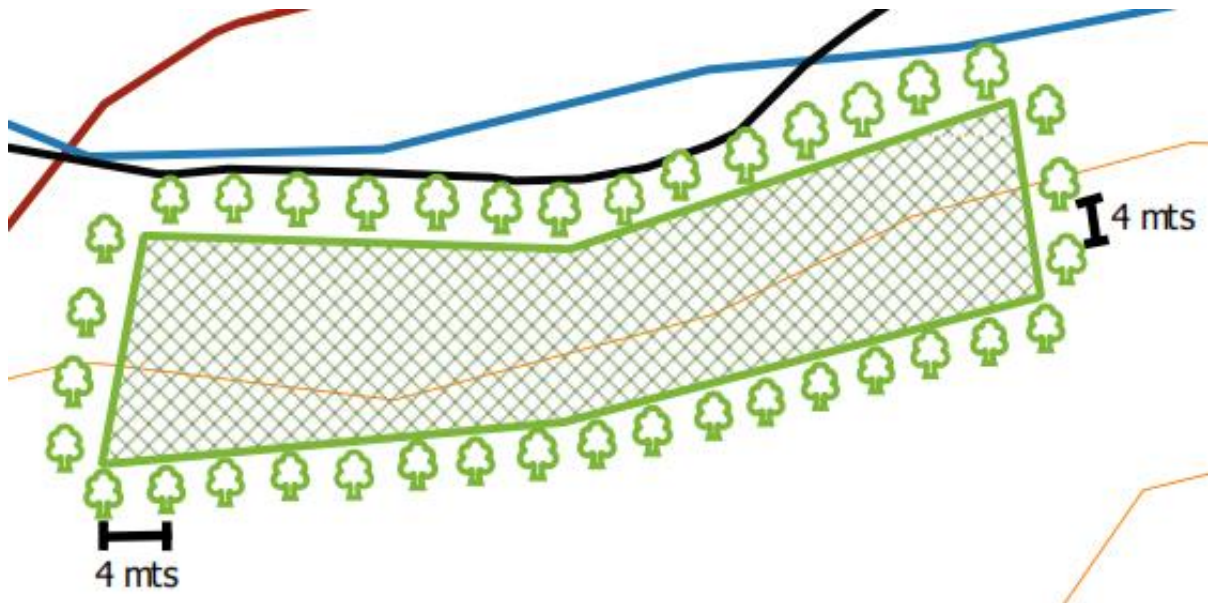
Los árboles, sin lugar a dudas, son la forma más agradable, económica y estable de contrarrestar los impactos negativos que se generan producto del desarrollo descontrolado de los guaduales urbanos en el municipio de Armenia, estos impactos afectan directamente la salud física y mental de los habitantes de la ciudad y contribuyen de diversas maneras a dar solución o moderar, al menos la problemática ecológica urbana.

Es necesario hacer planteamientos oportunos, especialmente relacionados con el manejo y conservación de los remanentes de vegetación y los corredores biológicos que se desarrollan al interior del perímetro urbano del municipio de Armenia. Las intervenciones que se tengan proyectadas en estas zonas deberán estar guiadas por análisis previos muy detallados, a fin de evitar daños irreparables a la calidad del sitio aportada por los guaduales remanentes; lo cual sería un contrasentido para las personas que prefieren estos espacios para vivir por el ambiente natural que les brindan, con una mejor calidad de vida, y un mayor valor económico para sus propiedades.

Para planificar y ejecutar el establecimiento de los individuos arbóreos, se deben contar con los conocimientos básicos en **silvicultura urbana**, entendiéndose como “*la práctica del cultivo de los bosques en las ciudades, usualmente desconoce aspectos sociales, económicos, políticos y legales importante para una administración adecuada de los recursos naturales ofrecidos por los*

*remanentes de guaduales en el área urbana* ”; aunque también se puede concluir que esta definición se queda corta para conceptualizar y abordar el problema ambiental en la ciudad en relación a la falta de manejo de sus guaduales.

*Figura 38. Confinamiento de guaduales*



*Fuente: Autor*

**Criterios de selección de especies a establecer.**

Con respecto a los relictos boscosos, se espera que en condiciones naturales se desarrollen como unidades funcionales básicas constituidas por comunidades de poblaciones de diferentes especies (la guadua como especie dominante), microorganismos, flora y fauna, que se relacionan en conjunto con el suelo, el agua, el clima y los demás elementos de la naturaleza, sin embargo, una ciudad es un ecosistema sumamente alterado, dependiente de otros ecosistemas por los recursos que requiere para su funcionamiento, es decir, presenta un marcado desequilibrio entre la energía que consume y la que produce y a su vez, es generador de grandes cantidades de contaminantes que van a los suelos, a las aguas, a los alimentos y al aire. (Manual de Guadua, s. f.).

Dicho lo anterior, se entiende que la justificación principal de la ejecución del presente manejo silvicultural, es contrarrestar el desequilibrio que presenta los relictos de guaduales ubicados en el área urbana del municipio de Armenia. Para cumplir con dicho objetivo, se pretende implementar el confinamiento de los guaduales implementando y estableciendo individuos

arbóreos al borde de ellos, para entre otras cosas, prevenir riesgos a los ciudadanos y mitigar los daños y afectaciones que han generado y se puedan generar sobre la infraestructura urbana (viviendas, vías, áreas comunes, zonas de recreación, senderos, andenes, redes de energía, sistema de alcantarillado y servicios públicos básicos). (Manual de Guadua, s. f.)

Los árboles que se pretenden establecer serán una barrera natural que controle el desarrollo de los guaduales, limitando su expansión, a las áreas en las cuales no representen riesgos o generen afectaciones, en su mayoría, relegando el crecimiento de los guaduales a las franjas de protección de los cuerpos de agua que se desarrollan en el área urbana del municipio de Armenia. (Manual de Guadua, s. f.)

*Figura 39. Barreras naturales.*



Fuente: Autor

Esta idea, surge del conocimiento que se tiene acerca de los beneficios que brindan los árboles, sobre todo en los ecosistemas alterados como son los urbanos. Para muchas personas la belleza de un árbol es el criterio dominante para su selección, pero, si bien esta característica es muy impactante, otros aspectos pueden ser, y de hecho lo son, más relevantes para elegir una especie en particular.

No es posible imaginar una ciudad amable sin árboles; sus aportes se dan en múltiples formas: Los árboles y arbustos bien seleccionados, plantados y cuidados sirven como barreras contra el ruido, los contaminantes, los vientos molestos, para dar privacidad, como sitio de anidación y alimento para la fauna, para proteger cuencas hidrográficas, conservar especies de la flora nativa y recuperar áreas degradadas.

Para la selección de los árboles que serán establecidos al borde de los guaduales, se deben plantear entre otras las siguientes preguntas: ¿qué criterios se deben tener en cuenta para su selección? ¿Cómo determinar la calidad del material vegetal desde el vivero? ¿De qué espacio se dispone para la siembra? ¿Qué limitaciones aéreas y terrestres se deben tener presentes antes de plantar? ¿Qué objetivo principal se busca con las especies seleccionadas? ¿Qué cuidados requieren los árboles juveniles y que mantenimiento e intervenciones se les puede realizar a los árboles adultos? ¿Cómo conservar y articular los remanentes de bosque que serán confinados? ¿Qué cambios se deben implementar para que las ciudades sean ecosistemas estables y viables en el futuro?

Por esta razón se hace necesario un conocimiento detallado de las especies vegetales que se han de emplear. Para escoger un árbol es necesario conocer su tamaño, diámetro, altura, desarrollo radicular, producción de flores, frutos, longevidad, resistencia a vientos y tormentas y a plagas y enfermedades, entre otros. Solo así se podrá evitar en el futuro, que el árbol por imprevisión carezca del espacio suficiente para desarrollarse, o que sus raíces, ramas, flores y frutos generen problemas; además de los costos, riesgos y pérdida en la calidad del sitio, si es necesario talarlos o podarlos drásticamente. Es así como en el proceso de selección de las especies se deben tener presentes los siguientes criterios:

- **Longevidad.** Se encuentra asociada con las estrategias que han desarrollado las especies para poder competir. Las han clasificado como pioneras, secundarias iniciales, secundarias tardías y climácicas. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).

Las pioneras tienen gran capacidad de adaptarse a condiciones adversas, a pleno sol, crecen rápidamente y son de maderas blandas, ideales para iniciar procesos de revegetación y recuperación de áreas degradadas. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).

Las secundarias iniciales compiten mejor cuando hay algo de sombra y mayor humedad en el suelo, su crecimiento es rápido a medio, la densidad de su madera es de liviana a media y su longevidad es un poco mayor. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).

Las secundarias tardías aprovechan para establecerse en claros dentro del bosque, compiten principalmente en altura, su crecimiento es de medio a lento, requieren mayores condiciones de humedad y materia orgánica en el suelo y alcanzan grandes tamaños. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).

Las Climácicas son especies de sombra o poco tolerantes al sol, de crecimiento muy lento, de gran longevidad, maderas muy duras, con frutos y semillas pesados que los dispersan los animales grandes del bosque o la gravedad. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).

- **Tamaño.** Dado que los espacios disponibles en las ciudades, por lo general, son reducidos y con limitaciones subterráneas, aéreas o de cercanía a construcciones, las especies disponibles se deben clasificar y utilizar por rangos de tamaño como arbustos, árboles medianos y árboles grandes. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).

Los arbustos son especies leñosas con alturas cercanas o menores a los cinco o seis metros y con tendencia a ramificarse desde la base. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).

Los árboles medianos corresponden a aquellos con alturas cercanas a los 15 m y con un tronco único bien formado. Apropiaos para plazoletas, parques, separadores; donde no existan limitaciones de altura, bien sea por cables eléctricos, telefónicos, transformadores de energía o postes de iluminación, entre otros. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).

Los árboles grandes y muy grandes están aquellos con alturas superiores a los 18 m, de copa desarrollada y raíces fuertes. Por su tamaño sólo son adecuados en áreas amplias. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).

- **Forma.** La forma de los árboles es tal vez una de las características más aprovechada para el establecimiento de los individuos. Las formas más comunes, relacionadas con la copa o follaje, son la redondeada, semiredondeada, oval, columnar, cónica, aparasolada, estratificada, semiglobulosa y péndula. Cada una de ellas tiene sus posibilidades de uso óptimo, dependiendo de la disponibilidad espacial, tanto vertical como horizontal. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).

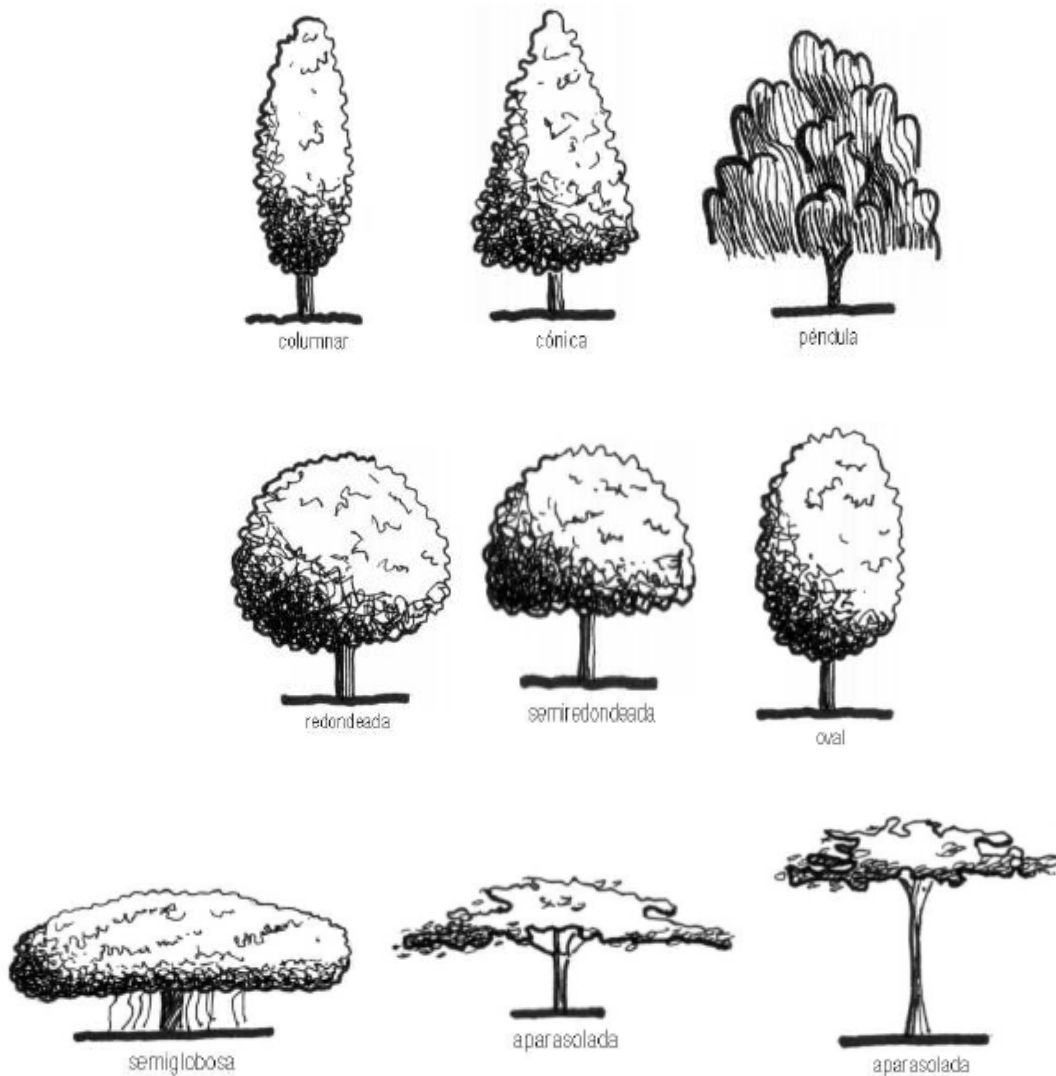


Figura 40. Forma de los arboles

- **Follaje.** Presenta características relevantes, pues además de ser más permanente, brinda sombra y ambiente fresco y es de un extraordinario colorido en una amplia gama de tonos verdes, rojos, naranjas. Blanquecinos, grisosos, etc. El follaje como elemento vivo tiene periodos de renovación, los cuales pueden ser masivos, cuyo caso se dice que la especie es caducifolia, o no masivos, características denominada no caducifolia o siempre verde. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).

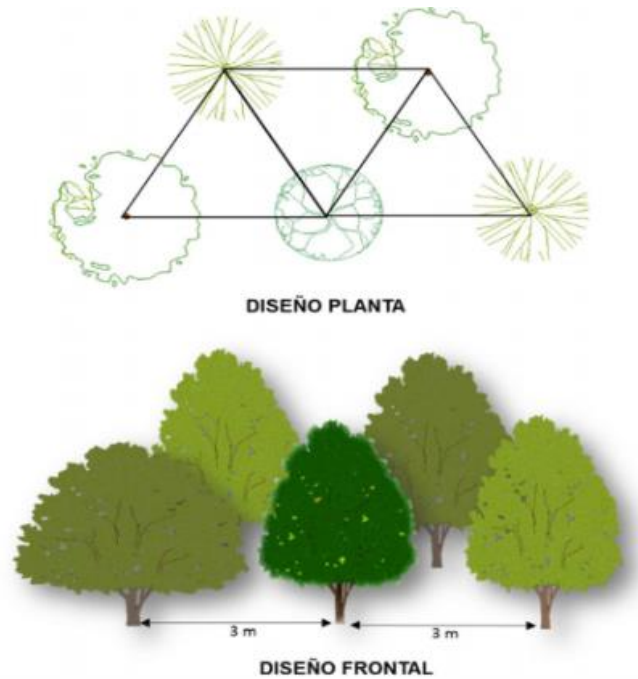
- **Flores.** Son un elemento de especial significado, no solo por su belleza sino porque, en general, a ellas están asociados los aromas, las aves y los insectos. Gracias a ellas, el árbol sembrado al borde de los guaduales pasa de ser un elemento aparentemente aislado, a ser un integrador de diferentes relaciones, dentro del ecosistema urbano. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).
- **Frutos.** Además de su papel en el proceso de reproducción de las especies, son proveedores de alimento para la fauna. La gran variedad de formas, colores, tipos de dehiscencia para liberar sus semillas y en algunos casos, los fructificaciones abundantes y llamativos que superan visualmente la misma floración, involucran otro elemento adicional en el manejo de la flora urbana. Es básico tener en cuenta el tamaño, la consistencia, el peso y la cantidad. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).

### **Establecimiento de los Individuos Arbóreos.**

#### **Diseño Florístico.**

El diseño florístico presenta un trazo continuo, en el cual se desarrolla un establecimiento lineal o tresbolillo donde se integran arboles de rápido crecimiento y otras con desarrollo más lento, pero que hacen parte de especies estratégicas para la consolidación de una cobertura boscosa que ofertara bienes y servicios ambientales. Igualmente se generará una conectividad con otras coberturas de la zona, formando una barrera viva de contención de la guadua, que evitará posibles afectaciones en el futuro.

Figura 41. Proyección de un diseño de siembra para el confinamiento



Fuente: Autovía Neiva – Girardot SAS.

**Programación del material vegetal.**

- Lista de Especies recomendadas para el proceso de confinamiento de los guaduales:

Tabla 42. Especies recomendadas.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
<b>ARBOLES</b>	
<b>Balso Blanco</b>	<i>Heliocarpus americanus</i>
<b>Drago</b>	<i>Croton magdalenensis</i>
<b>Cacao de Monte</b>	<i>Pachira aquatica</i>
<b>Cedrillo</b>	<i>Brunellia comocladifolia</i>
<b>Cedro de Altura</b>	<i>Cedrela montana</i>

<b>Cedro Negro</b>	<i>Juglans neotropica</i>
<b>Chachafruto</b>	<i>Erythrina edulis</i>
<b>Churimo</b>	<i>Inga marginata</i>
<b>Gualanday</b>	<i>Jacaranda caucana</i>
<b>Guamo Macheto</b>	<i>Inga densiflora</i>
<b>Guamo Santaferoño</b>	<i>Inga edulis</i>
<b>Guayabo dulce</b>	<i>Psidium guajava</i>
<b>Guayacan Amarillo</b>	<i>Handroanthus chrysanthus</i>
<b>Guayacan de Manizales</b>	<i>Lafoensia acuminata</i>
<b>Guayacan Rosado</b>	<i>Handroanthus rosea</i>
<b>Laurel</b>	<i>Nectandra sp.</i>
<b>Madroño</b>	<i>Rheedia madrunno</i>
<b>Mestizo</b>	<i>Cupania sp.</i>
<b>Montefrio</b>	<i>Alchornea grandifolia</i>
<b>Nispero</b>	<i>Eriobotrya japonica</i>
<b>Pizamo</b>	<i>Erythrina poeppigiana</i>
<b>Pomarrosa</b>	<i>Syzygium jambos</i>
<b>Tulipan africano</b>	<i>Spathodea campanulata</i>
<b>Vainillo</b>	<i>Senna spectabilis</i>
<b>Yarumo Negro</b>	<i>Cecropia angustifolia</i>
<b>Yumba</b>	<i>Clarisia biflora</i>
<b>ARBUSTOS</b>	
<b>Buquecito</b>	<i>Tabernaemontana</i>

<b>Chicala</b>	<i>Tecoma stans</i>
<b>Grosella</b>	<i>Phyllanthus Acidus</i>

Fuente: Autor

En esta etapa se encuentran incluidas un conjunto de actividades relacionadas con la obtención, adaptación del material vegetal, la movilización y la preparación del sitio en el que se sembrarán los árboles. A continuación, se presentan las actividades que hacen parte del establecimiento de los árboles:

- **Aclimatación.** Una planta que viene de un vivero bajo cuidado permanente y se lleva directamente al campo, a un sitio usualmente mal preparado, con limitaciones de riego, a pleno sol, sufre lo que se denomina “shock” de trasplante. Es importante que, antes de la siembra definitiva, el material vegetal permanezca por algún tiempo en un lugar bajo las condiciones similares a las cuales estará expuesto, principalmente en relación a luminosidad y la temperatura. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).
- **Transporte.** Debe hacerse preferiblemente al final de la tarde o en la noche, sin sol ni viento cálido. Si el vehículo no es cubierto, la velocidad no debe superar los 40 km/h; si tiene una carpa, ésta debe cubrirlo además de frontal y lateralmente, con la parte trasera abierta. Se debe cuidar que el follaje no quede en contacto directo con la carpa, especialmente si el vehículo tiene que transitar en horas soleadas. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).
- **Preparación del sitio.** En la mayoría de los proyectos de siembra de árboles, se exige que el tamaño del hoyo sea de 1 m<sup>3</sup>. Sin embargo, el tamaño no garantiza calidad en el sitio. Al preparar el hoyo para plantar se deben eliminar todas las piedras, escombros y basuras presentes, repicar bien el fondo para facilitar la infiltración de agua y penetración de las raíces; cuando el fondo se deja compactado se puede dar encharcamiento y se dificulta la penetración de las raíces, propiciando que se pudran o atrofien. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).
- **Plantación o siembra.** Lo recomendado es retirar primero el fondo del contenedor (bolsa plástica), colocar el árbol en el hoyo a la profundidad adecuada, cortar el resto de la bolsa lateralmente y luego agregar tierra preparada alrededor hasta llenar el hoyo, teniendo la

precaución de que el cuello de la raíz quede a ras de la superficie. Finalmente se debe retirar todos los elementos usados del sitio de establecimiento. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).

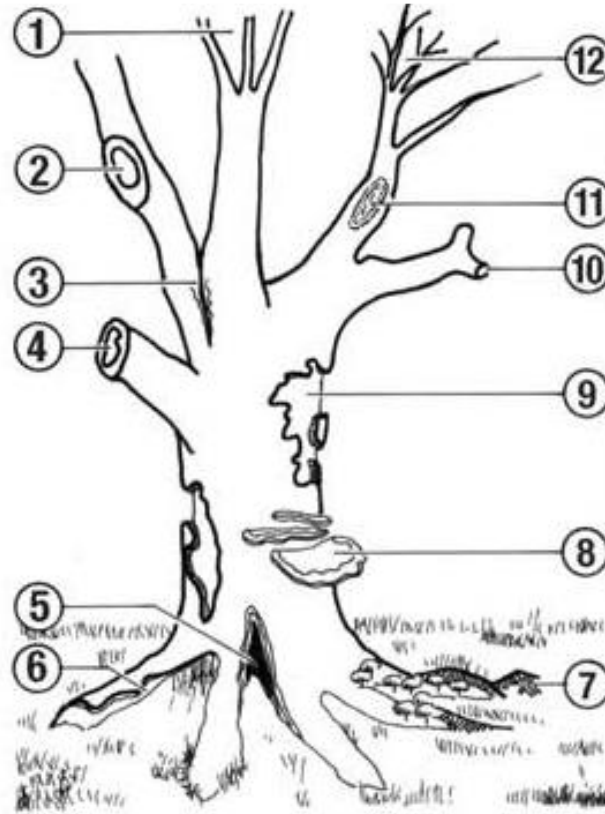
- **Tutorado.** Se deben ubicar entre un tercio y la mitad de la del árbol para obligarlo a lignificarse, los amarres se deben hacer con un material elástico (bandas de caucho) y deben ser temporales; cuando se considere que ya no son necesarios se deben eliminar, de lo contrario el árbol al crecer en diámetro, absorbe los amarres y se pueden generar estrangulamientos, deformaciones o lesiones en la corteza, que son parte de la entrada a plagas y enfermedades. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).
- **Fertilización y Riego.** Al establecer árboles jóvenes en las zonas urbanas, la prioridad es la formación de raíces para asegurar su desarrollo y anclaje. La aplicación de fertilizantes ricos en fósforo y potasio (P y K), es recomendable, al menos durante el primer año. La aplicación de compuestos nitrogenados (N), como práctica común, no es conveniente, porque estimula la formación de follaje en un momento en el cual, el árbol no tiene suficientes raíces para sostenerlo. El riego es otro factor crítico para los árboles de la ciudad. Ante la imposibilidad de regarlos, la preparación del sitio de plantación es definitiva para facilitar la retención e infiltración del agua lluvia. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).

### *7.3.3. Actividades a largo plazo.*

#### **Evaluación periódica de árboles.**

Según el Jardín Botánico de Bogotá (2008) para realizar las actividades de mantenimiento a los individuos arbóreos es necesario realizar valoraciones periódicas por los menos los primeros tres años del establecimiento de los árboles, con el fin de obtener un diagnóstico del estado físico y fitosanitario de cada uno, para lo cual es mínimamente necesario realizar una INSPECCIÓN OCULAR para evaluar los árboles, identificando los síntomas anormales externos, que son el reflejo de anomalías internas; es un método de trabajo en el que se deben identificar cambios en los patrones de desarrollo normal y los crecimientos degenerativos anormales. A continuación, se presentan los aspectos técnicos evaluados en los individuos arbóreos:

*Figura 42. Aspectos técnicos a evaluar en cada individuo fustal*



**Fuente.** Manejo del componente arbóreo, Valle de Aburra.

- 1) Podas anteriores con cambio notorio en los diámetros, con pudrición de los rebrotes.
- 2) Pudrición en ramas reventadas.
- 3) Bifurcaciones débiles con pudrición interna.
- 4) Heridas mal cicatrizadas y mal desinfectadas.
- 5) Cavidades basales.
- 6) Daños en raíces por modificaciones en el terreno.
- 7) Levantamiento del terreno por inestabilidad del árbol.
- 8) Presencia de carpóforos y basidiomicetos (estructuras fructíferas de un hongo) en el tronco.
- 9) Desprendimiento de corteza.

10) Interrupción del crecimiento.

11) Cáncer en ramas o tallos.

12) Muerte de la copa que indica daño de las raíces.

Adicionalmente: Inclinação del tronco / Ramas reventadas colgando en el árbol / Desarrollo anormal de las hojas en el tiempo, color o tamaño / La eliminación de otra vegetación adyacente puede modificar los patrones de viento y el efecto de protección que se brindan los árboles que crecen en grupo / Cercanía a líneas de conducción eléctrica. (Jardín Botánico de Bogotá, 2008).

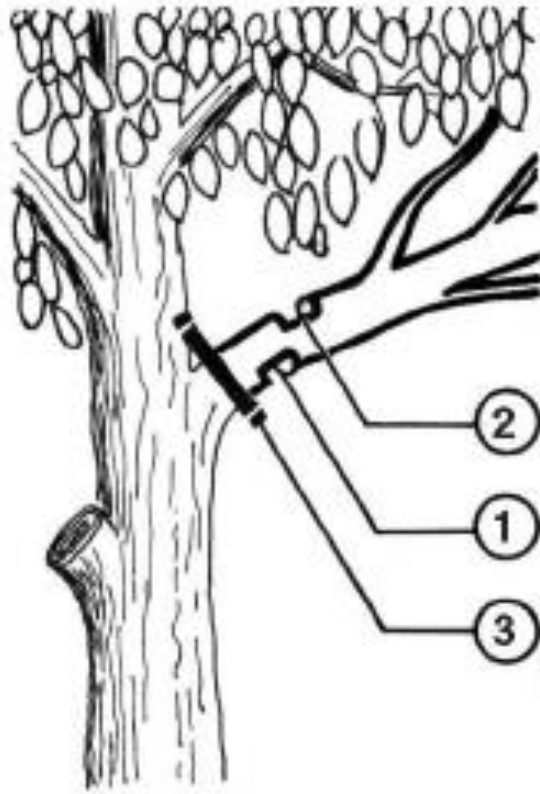
### **Mantenimiento a los individuos arbóreos establecidos al borde del guadual.**

La plantación de los árboles al borde de los guaduales no es suficiente para asegurar la supervivencia del árbol y mucho más que cumpla con la función para lo cual fueron establecidos en ese sitio; las condiciones adversas a las cuales estará sometido, como los daños por vandalismo, animales, vehículos, falta de agua y nutrientes, hacen necesarios cuidados posteriores hasta que sea capaz de competir. Un árbol se considera joven los primeros cinco años y se recomienda monitorearlo al menos durante los primeros tres años para eliminar bifurcaciones y guiar un tronco recto, hacer las podas de realce necesarias para evitar afectaciones y controlar plantas invasoras y brotes de plagas o enfermedades.

A continuación, se presentan las actividades recomendadas para realizar en esta etapa, las cuales se encuentran enfocadas a conservar el estado físico y fitosanitario de los árboles establecidos:

- **Podas.** Es el conjunto de operaciones realizadas para cortar las ramas de los árboles y arbustos, con el propósito de mejorar su aspecto, lograr un adecuado desarrollo y mantener una forma deseada que permita adaptarlo al entorno y prevenirlo o controlarlo de la acción de plagas y enfermedades (Alvarado & Alzate, 2002). Por lo tanto, debe haber seguridad sobre la pertinencia de realizar una poda y, además, se debe tener cuidado de no desequilibrar el árbol. Las ramas mayores de cinco centímetros de diámetro se deben podar realizando tres cortes en secuencia, para evitar desgarramiento de corteza y lesiones con dificultades para cicatrizar.

El primer corte se realiza a unos 30 o 40 cm del tronco en la parte inferior de la rama y debe penetrar cerca de un tercio del diámetro. El segundo se realiza en la parte superior de la rama, a unos cinco centímetros arriba del rimero y se profundiza hasta que la rama se desprenda. Por último, se realiza el corte final que consiste en eliminar el tocón remanente. Con esta secuencia se garantiza el control sobre la parte eliminada y se evitan daños en otros tejidos



1. primer corte / 2. segundo corte / 3. corte final

*Figura 43. Podas*

- **Fertilización.** Las plantas toman del suelo el agua, el oxígeno y los nutrientes que requieren para los procesos de fotosíntesis y respiración. Para un desarrollo adecuado los árboles requieren 16 elementos esenciales: carbono, hidrogeno y oxigeno que son absorbidos del aire y del agua y los demás, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc y cloro, los absorben del suelo. Teniendo en cuenta que los árboles se desarrollan en los espacios urbanos, son condiciones desfavorables, que afectan el crecimiento, su apariencia y su calidad, se disminuye el

periodo de vida y son más susceptibles a la sequía, a la contaminación, a las plagas y a las enfermedades. (Alvarado & Alzate, 2002).

La aplicación de fertilizantes debe estar de acuerdo con lo que indiquen los análisis previos del suelo y foliar tanto en las deficiencias que presente como en las cantidades que se requieran, porque si se excede la cantidad, se aplica en un momento inoportuno o en forma inadecuada se pueden generar quemazones o aún la muerte del árbol. (Alvarado & Alzate, 2002).

- **9.3.3. Control de renuevos.**

Efectuar el control de renuevos de manera periódica, que consiste en la eliminación de los renuevos que se desarrollen en áreas no deseadas y/o que generen afectaciones a la infraestructura urbana, en otras palabras, eliminar los renuevos que surjan fuera de la Franja de Protección de las quebradas y cuerpos de agua que pasan al interior del perímetro urbano del municipio de Armenia.

*Figura. Control de renuevos*



*Fuente: Autor*

## **7.4. Información espacial actualizada**

### **7.4.1. Levantamiento y planos.**

El levantamiento Georreferenciado del guadual se realizó utilizando GPS GARMIN 64s el cual se caracteriza por su alta precisión, se tomaron coordenadas en el punto de partida de cada mata con el fin de facilitar su localización geoespacial, así como la toma de puntos cada 5 y 10 mts de distancia; la información tomada en campo se cotejó con los sistemas de información geográfica y los ajustes cartográficos respectivos, necesarios para una aproximación más justa a la realidad del guadual evaluado. Los anchos fueron medidos a nivel entranos cortos dada la pendiente irregular.

En el levantamiento, se identifican las circunstancias particulares que presenta el guadual en términos de estructura, diferencias aparentes en densidad, estado de manejo, lo cual permite de manera cualitativa definir las características del guadual, así como establecer las prácticas silviculturales más adecuadas para cada sector:

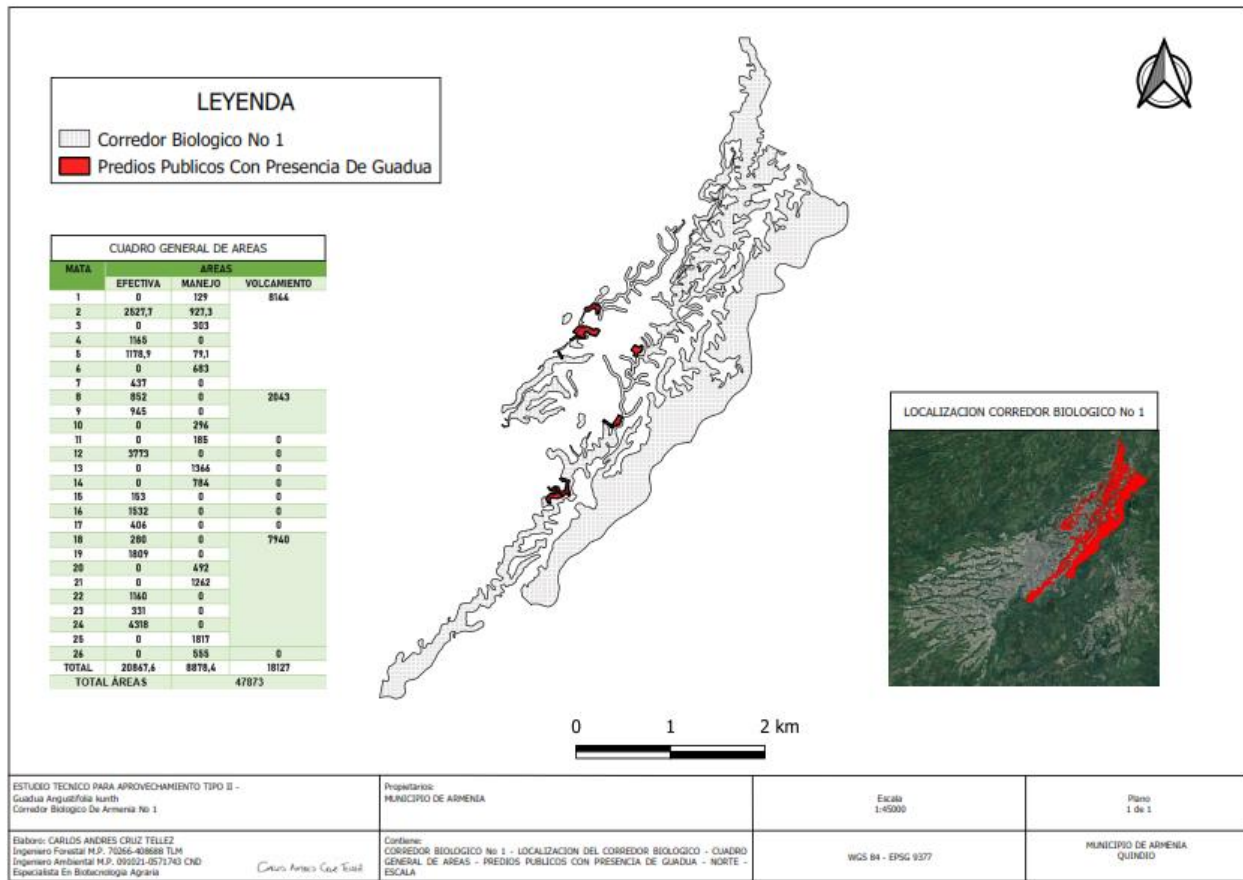
En desarrollo de los recorridos en campo y de la caracterización biofísica de las áreas, se encontraron Áreas con baja densidad aparente de culmos, las cuales constituirán en desarrollo del trabajo. Área de manejo silvicultural para su mejoramiento y recuperación.

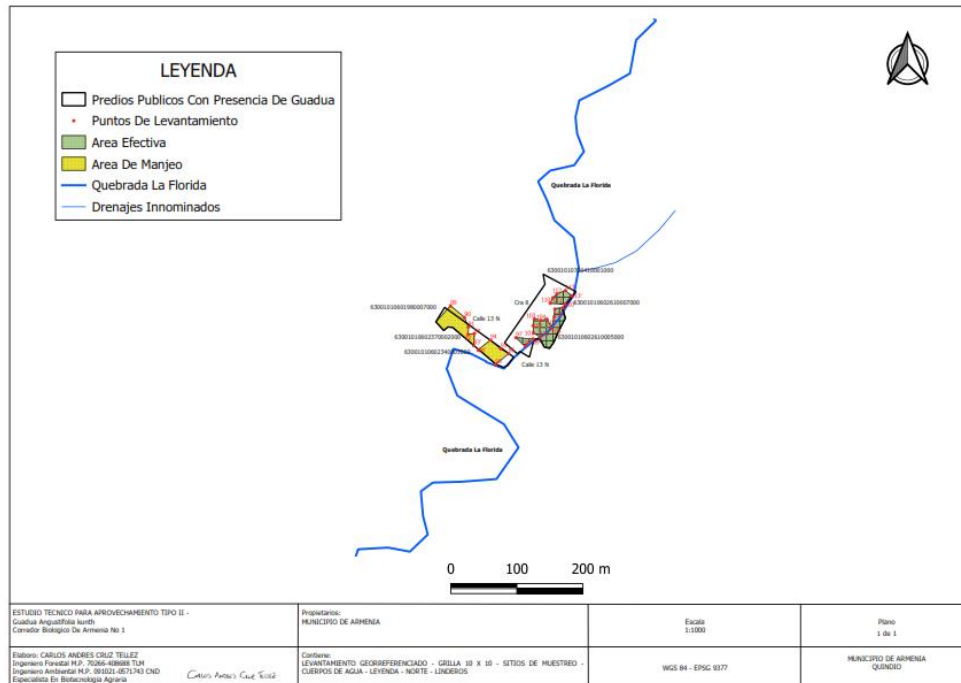
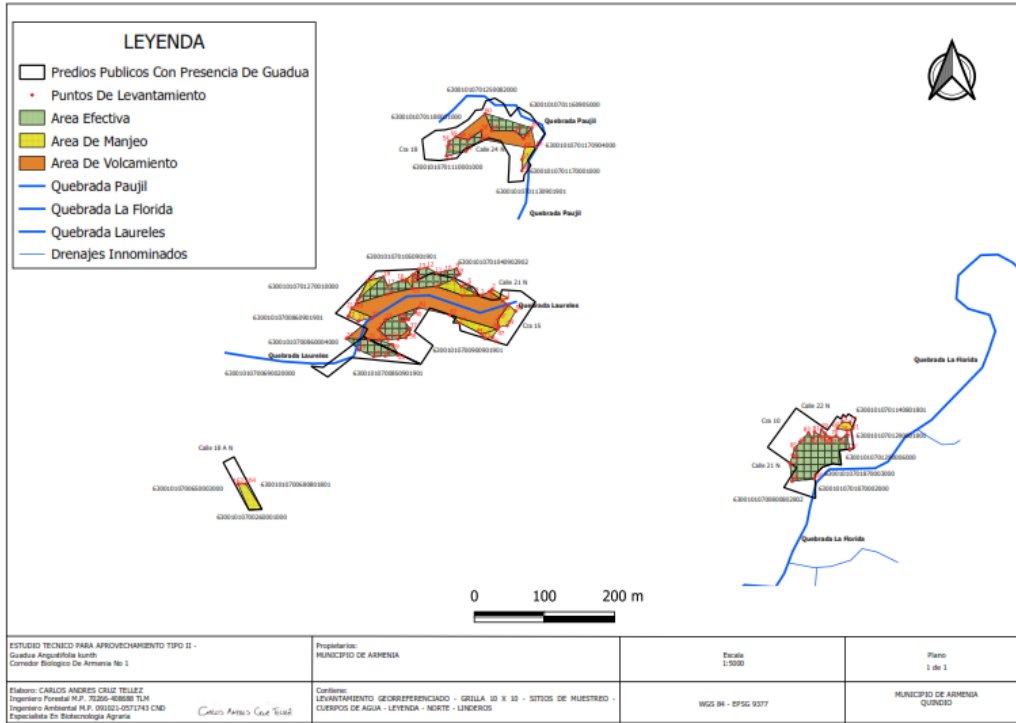
Igualmente se observaron Áreas con densidades alta y media aparentes de culmos y constituye el área del guadual que pueden ser sujetas de aprovechamiento forestal persistente, así como de prácticas silvícolas especiales de manejo con un menor índice de cosecha, que permitan mejoramiento y recuperación del guadual en su estructura y composición.

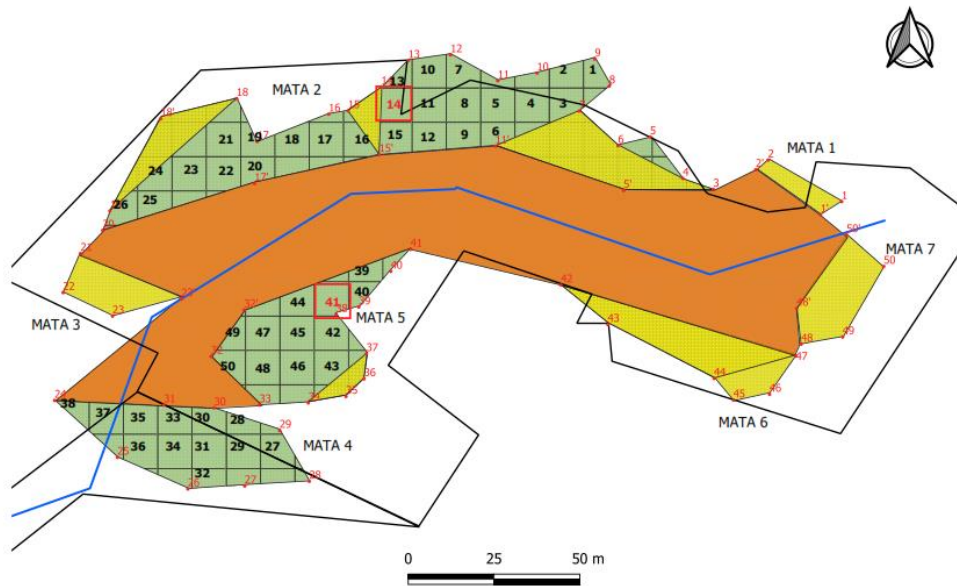
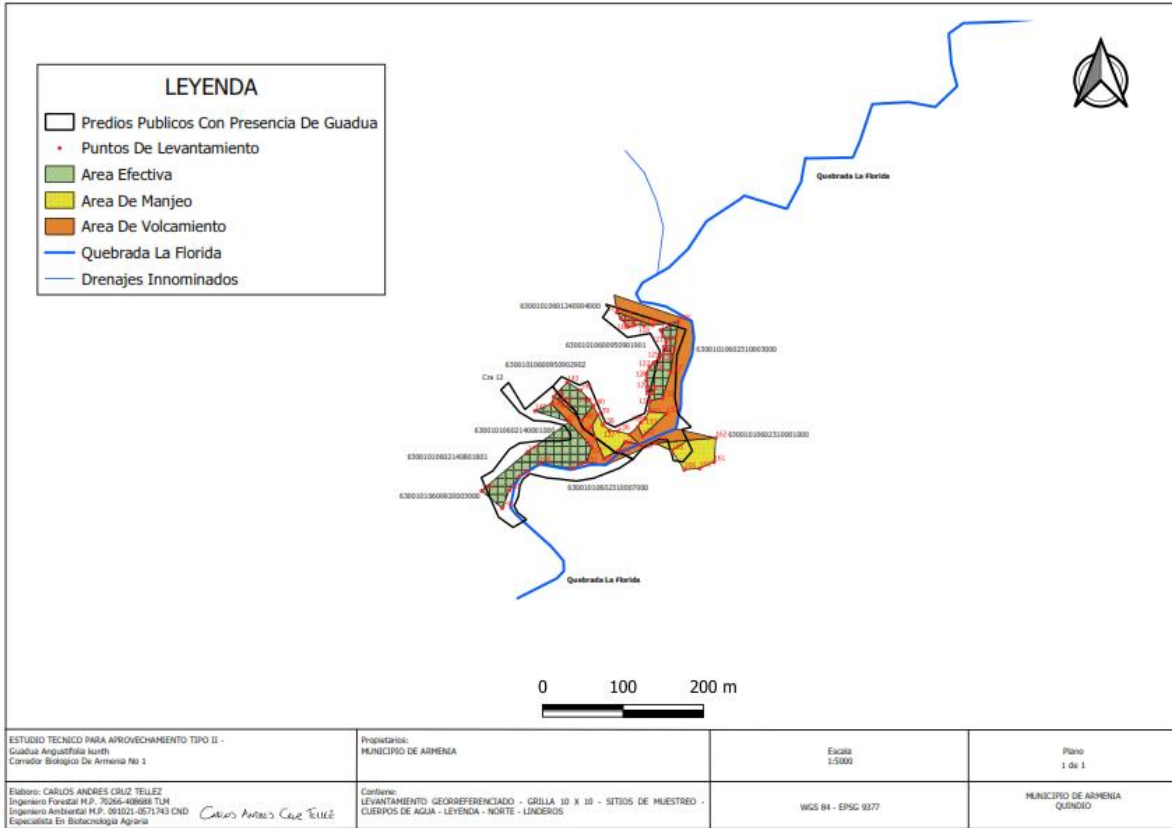
Los planos fueron dibujados con la aplicación QGIS 3.16 HANNOVER en un juego de dos planos, a escala 1: 1000 las matas objeto de aprovechamiento y a escala 1:3000 y 1:5000 los mapas de los predios cumpliendo con requisitos normativos y los cuales contienen:

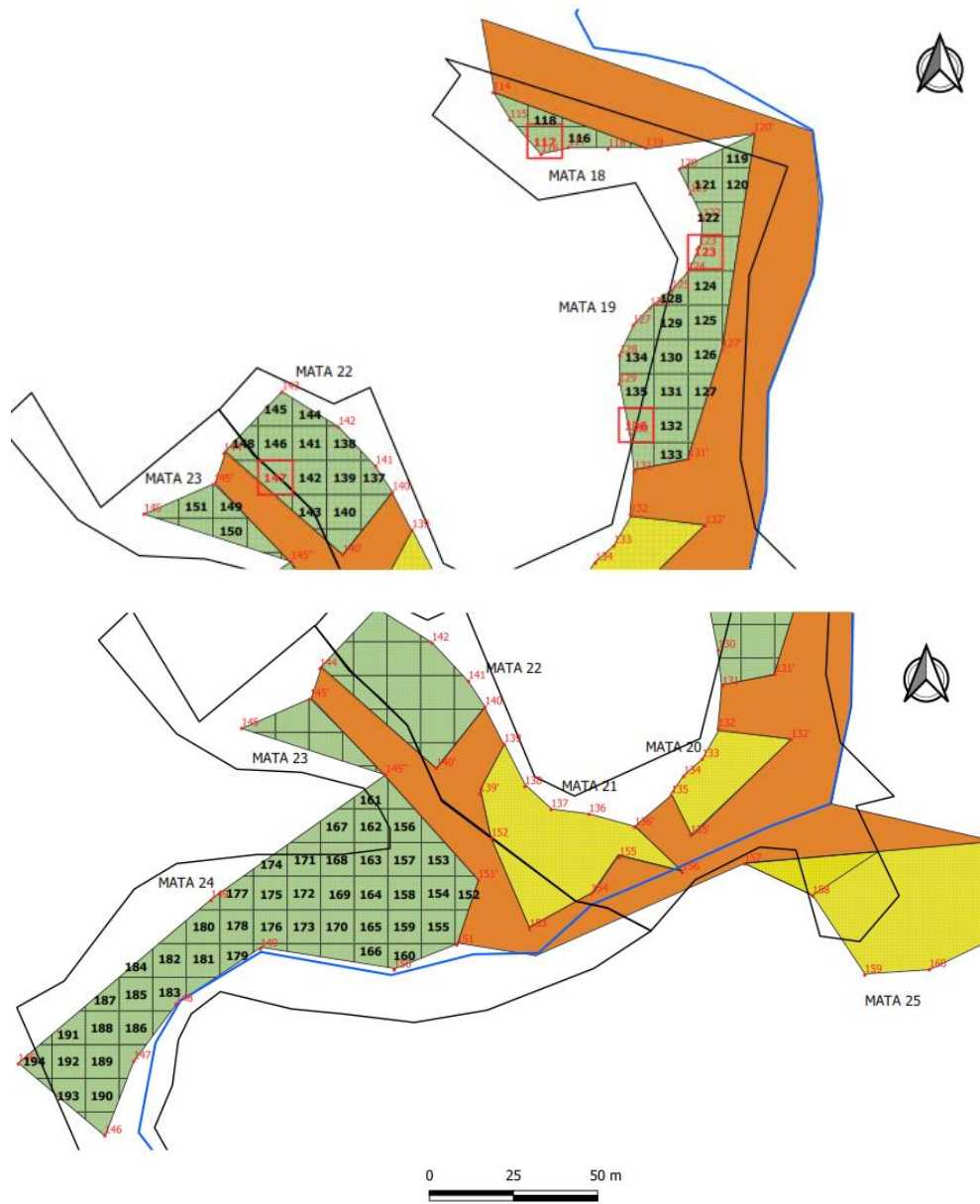
7.4.1.1. Planos corredor biológico No 1.

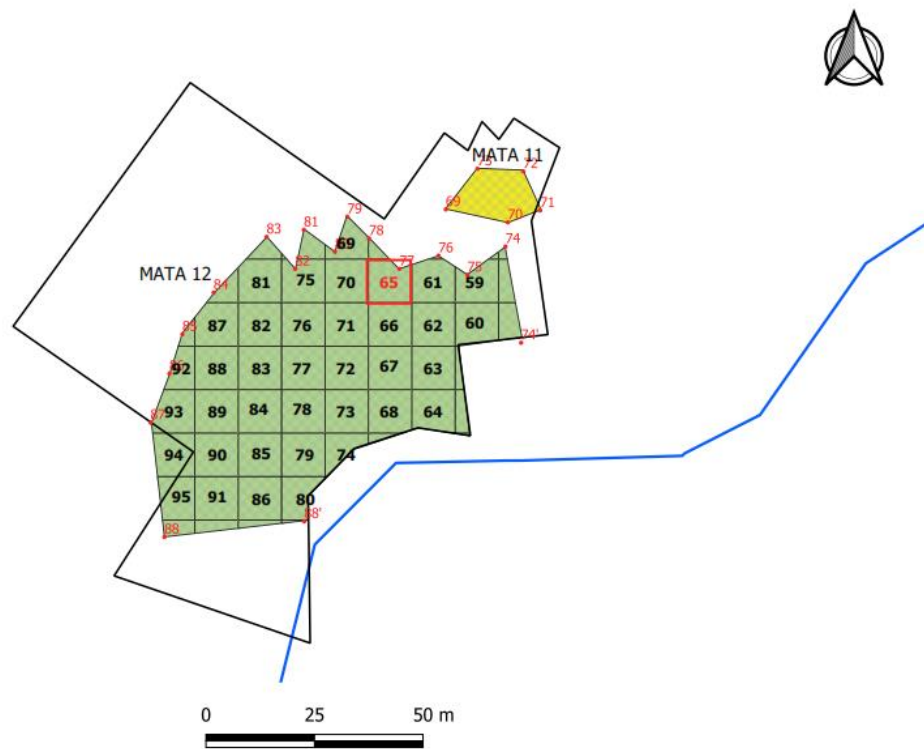
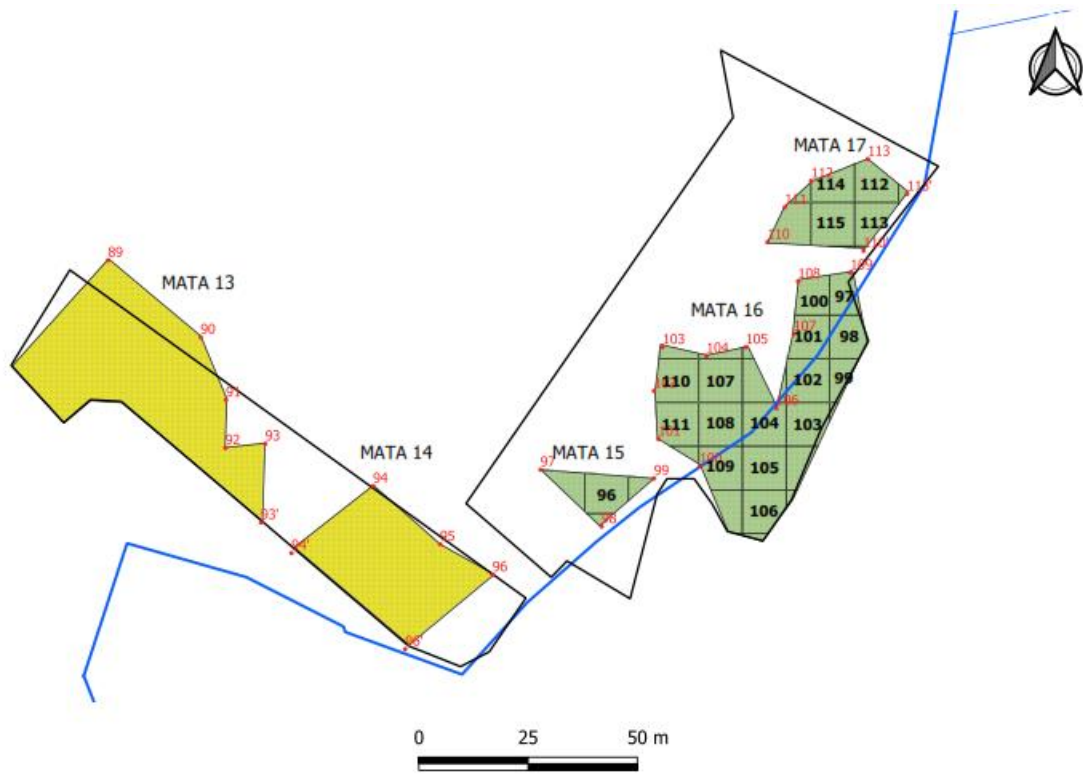
Figura 44. Cartografía Corredor Biológico No 1

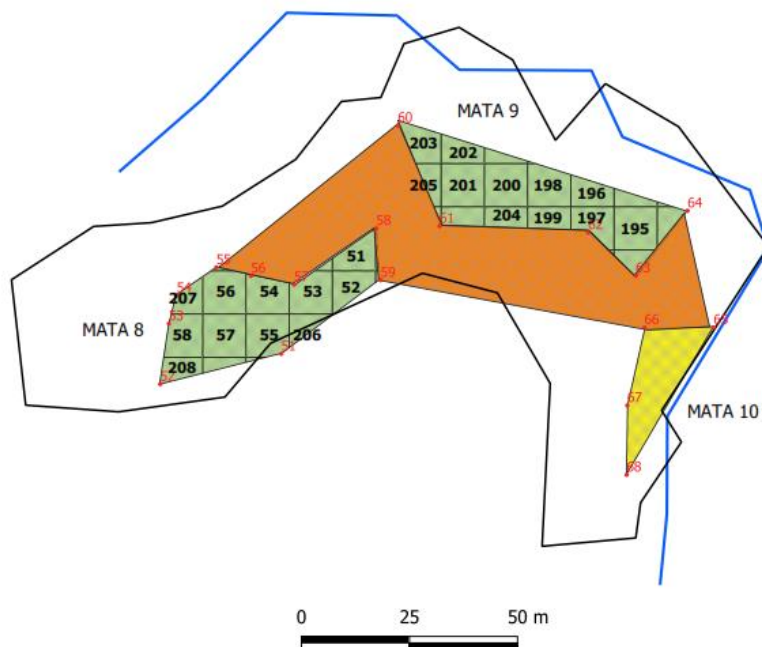








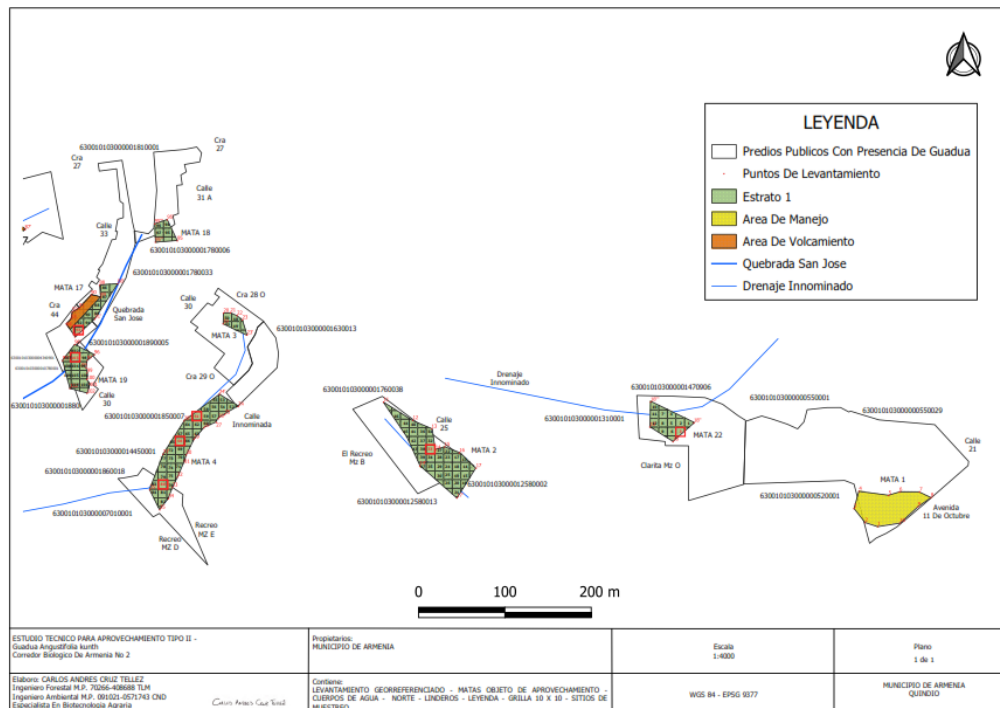
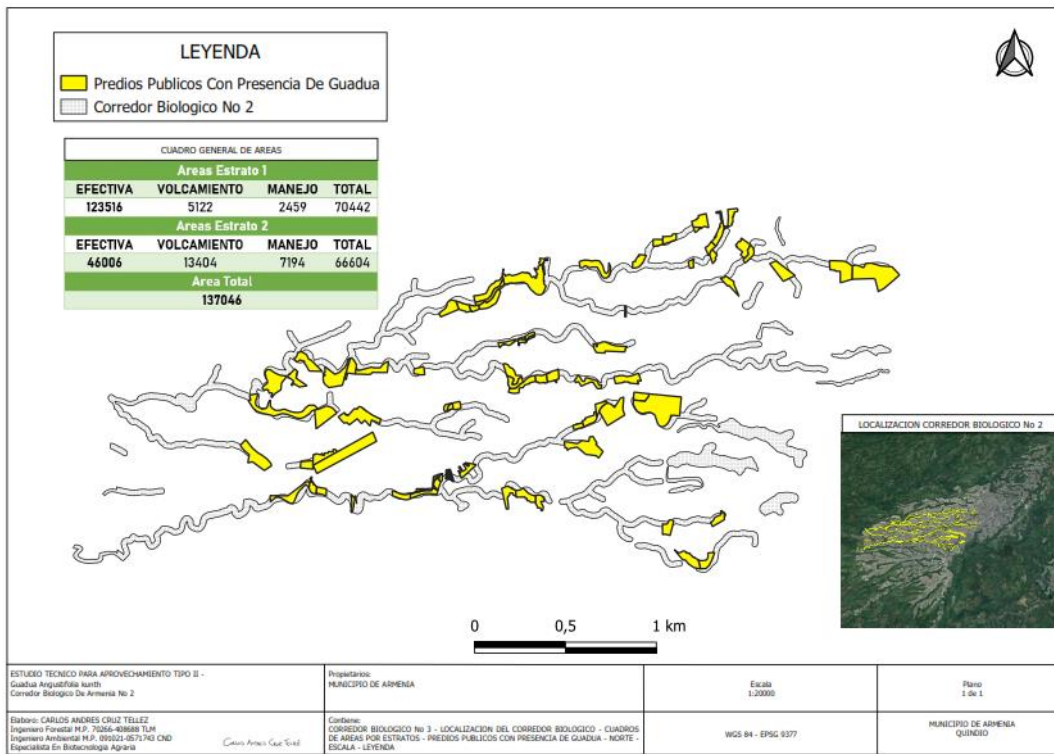


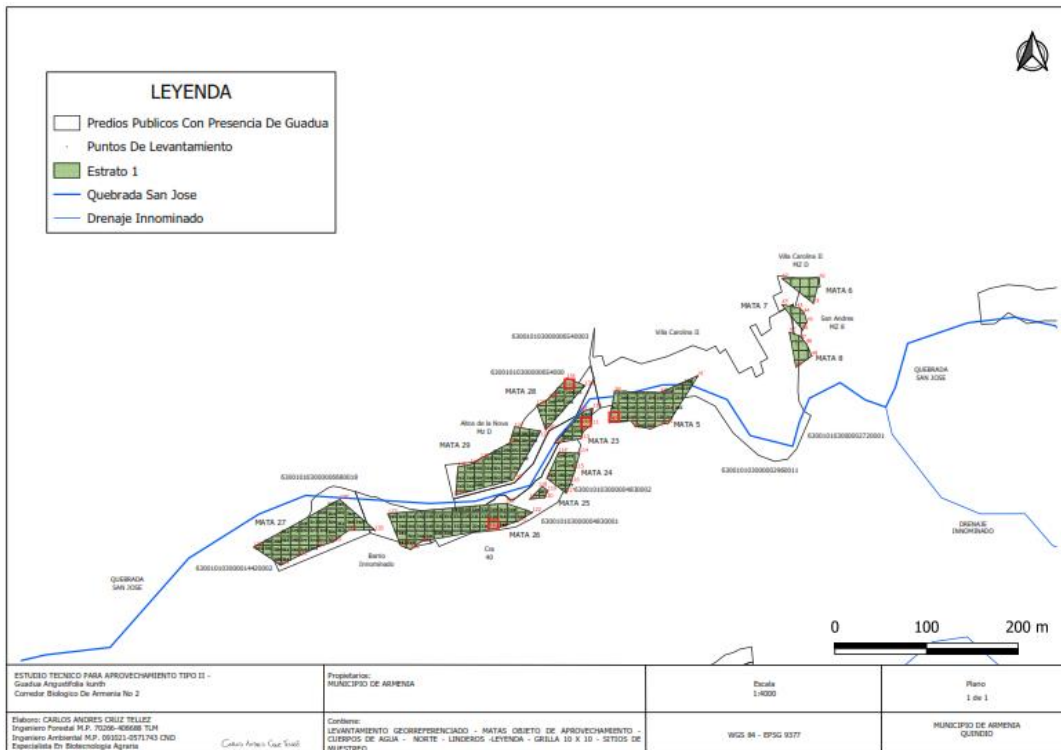
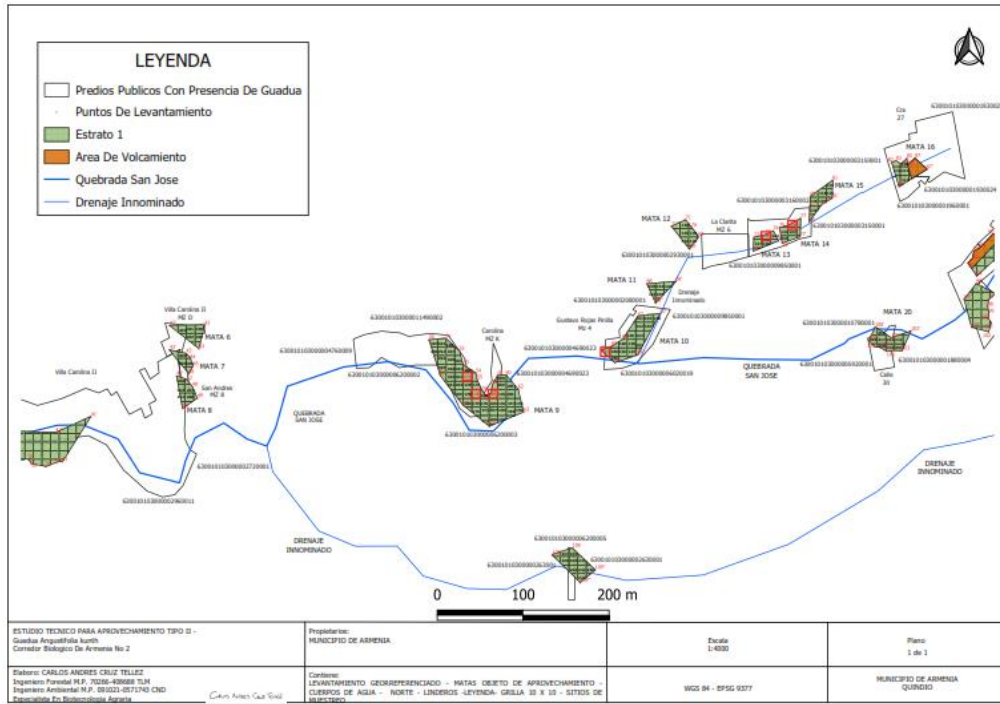


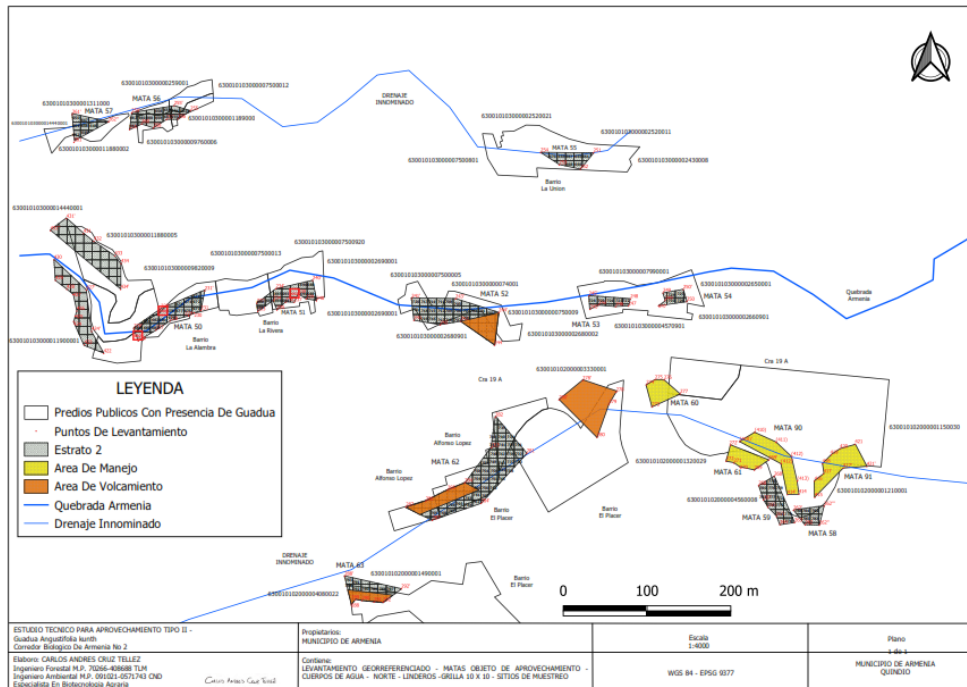
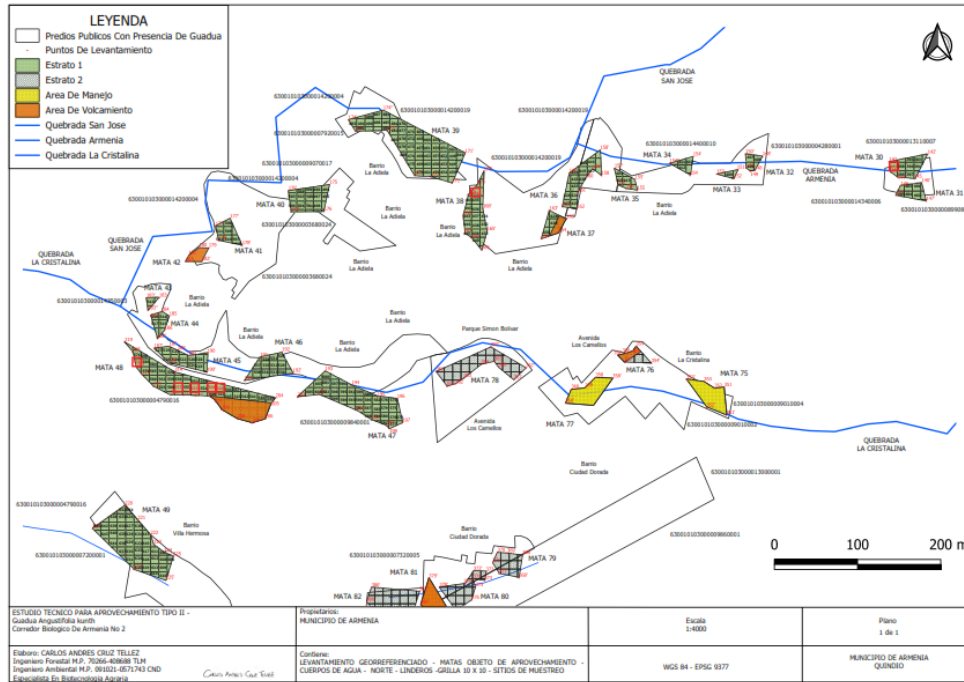
*Elaboro Carlos Andrés Cruz Téllez*

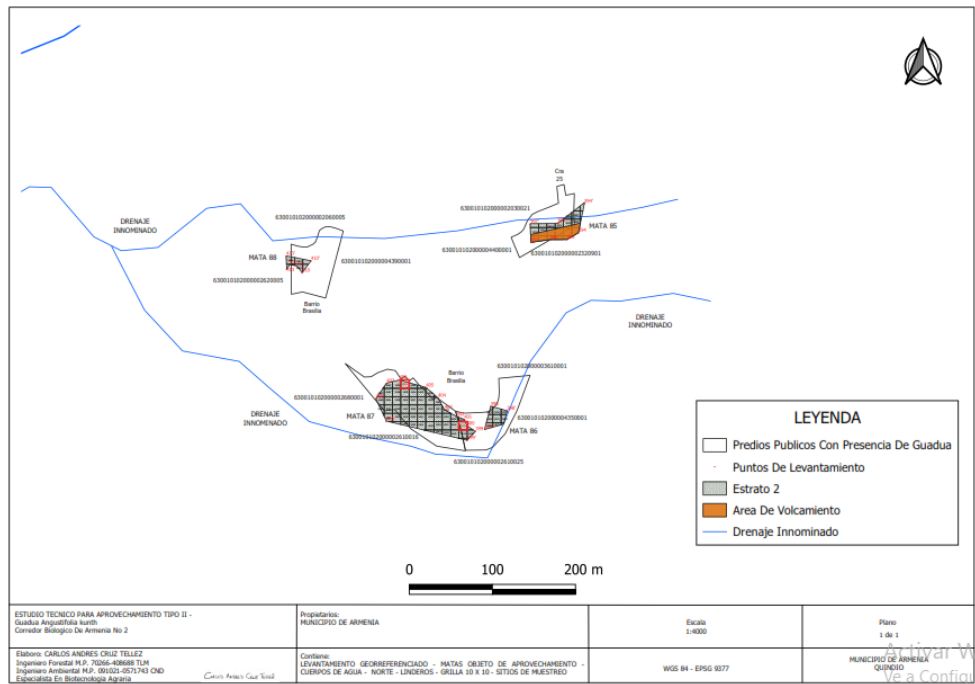
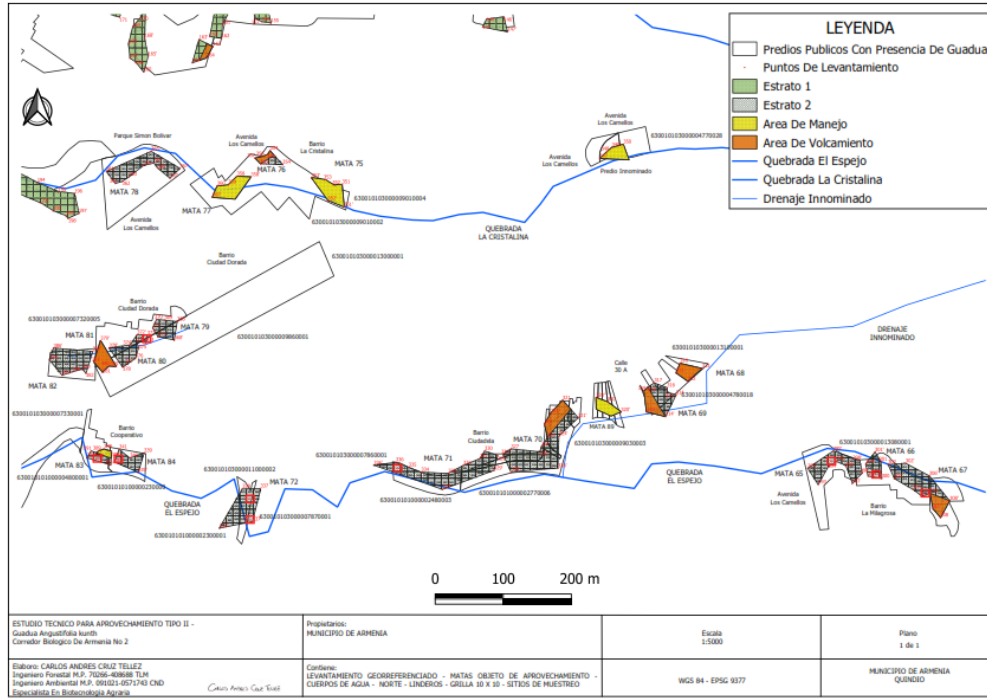
7.4.1.2. Planos corredor biológico No 2.

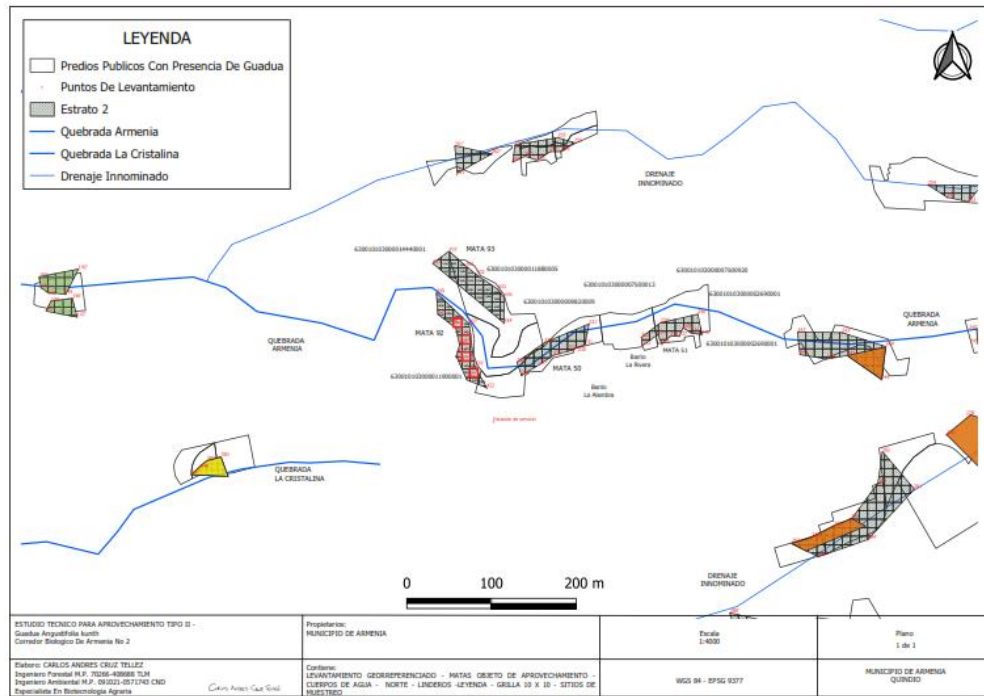
Figura 45. Cartografía Corredor Biológico No 2







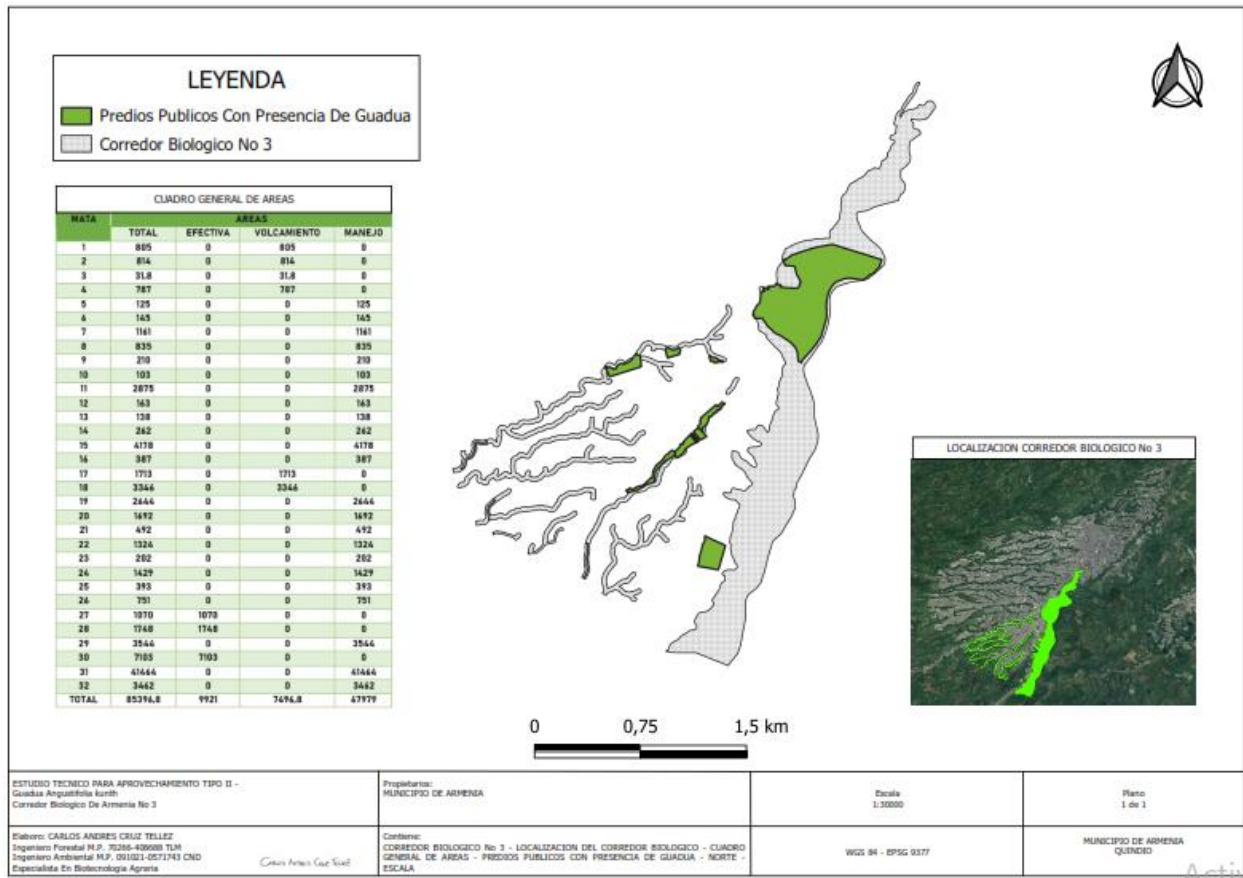


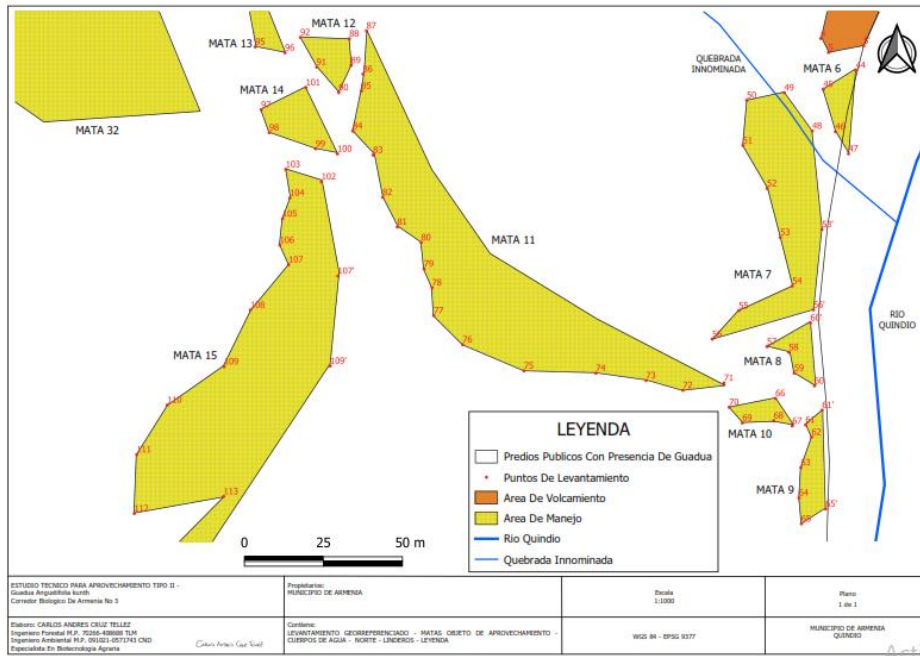
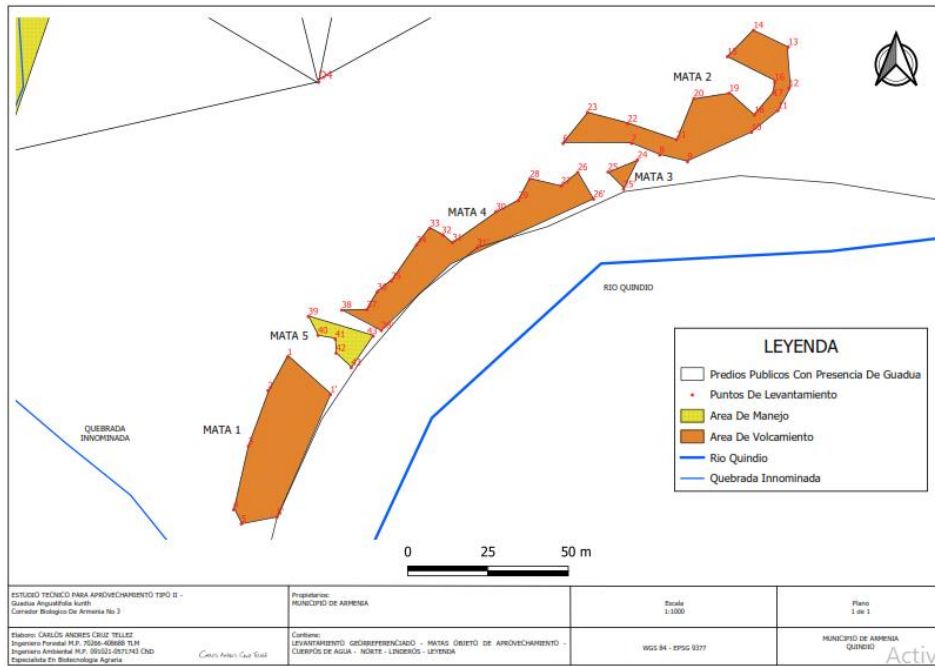


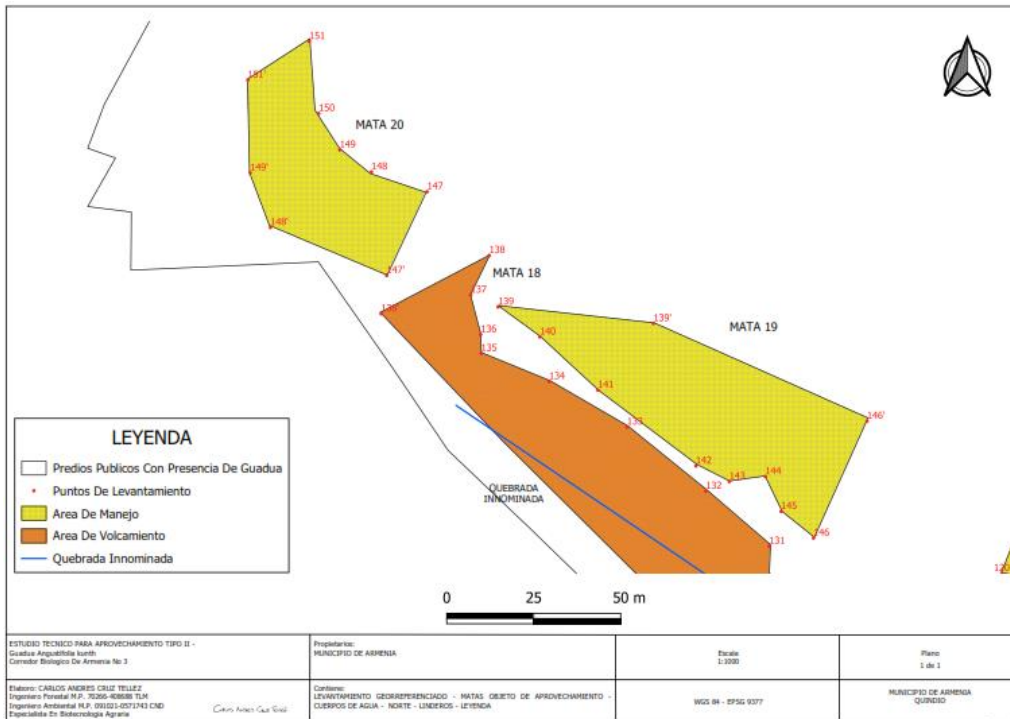
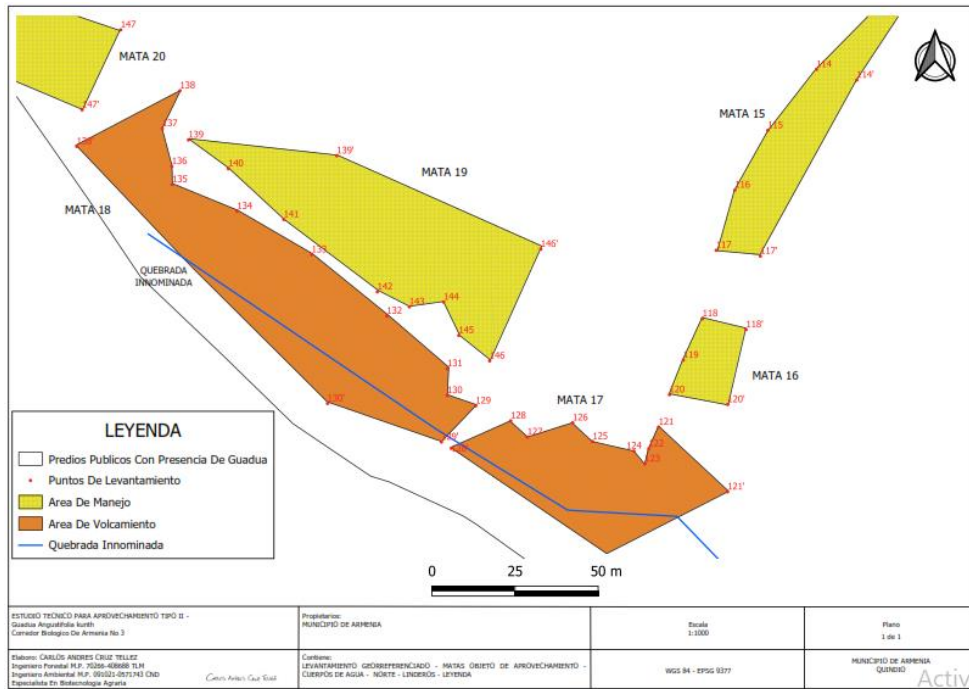
Elaboro Carlos Andres Cruz Tellez

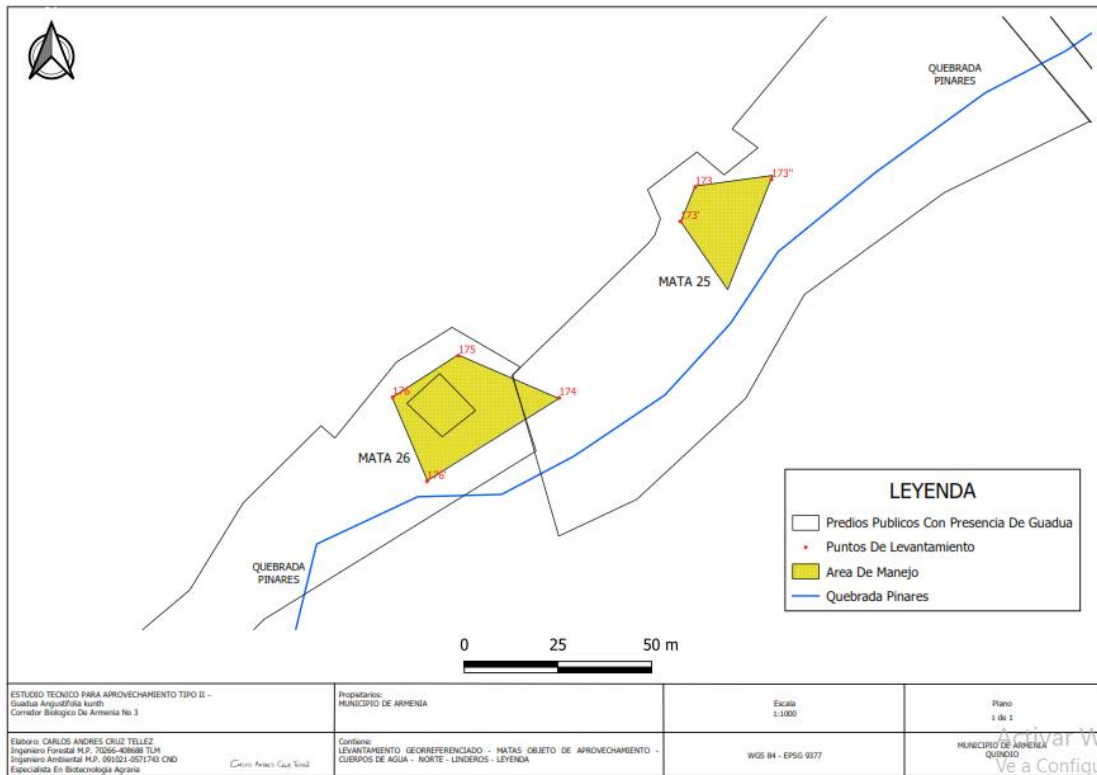
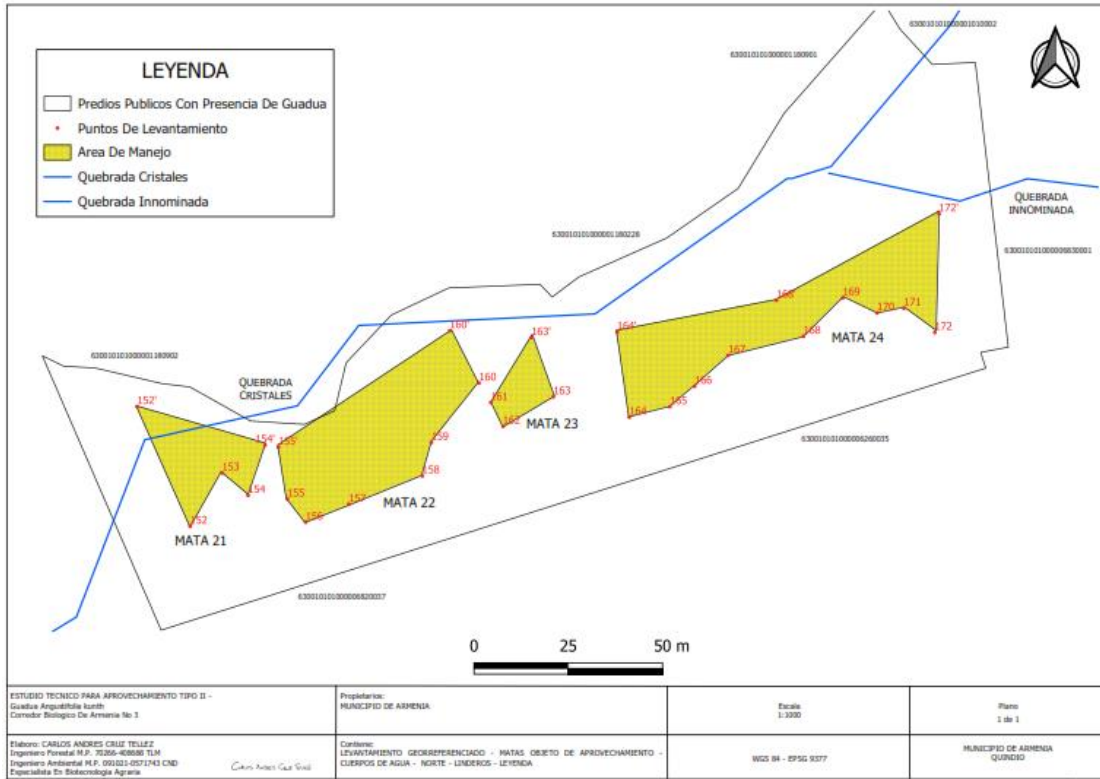
7.4.1.3. Planos corredor biológico No 3.

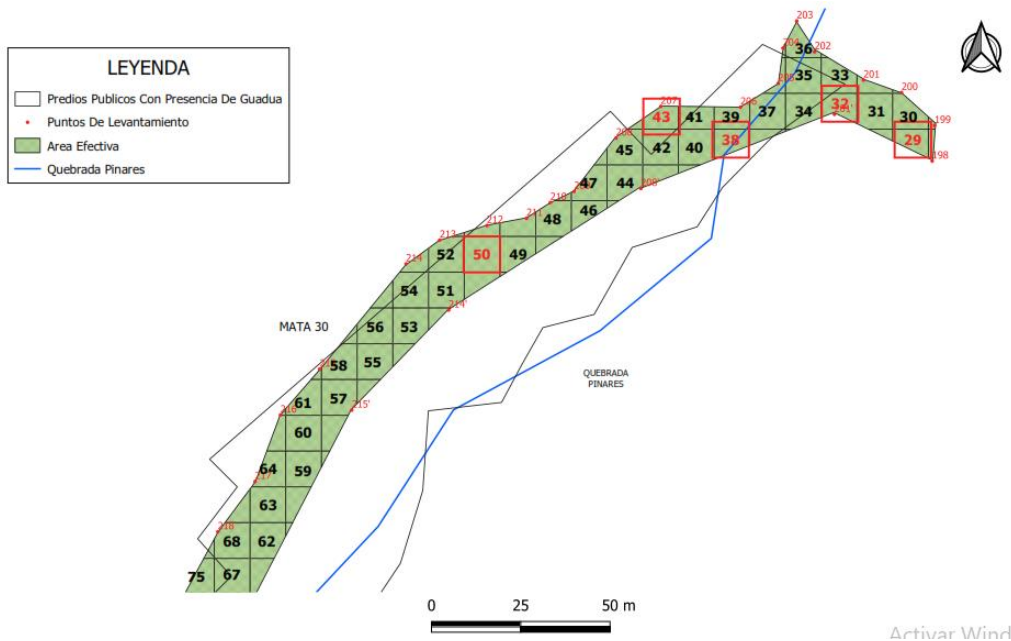
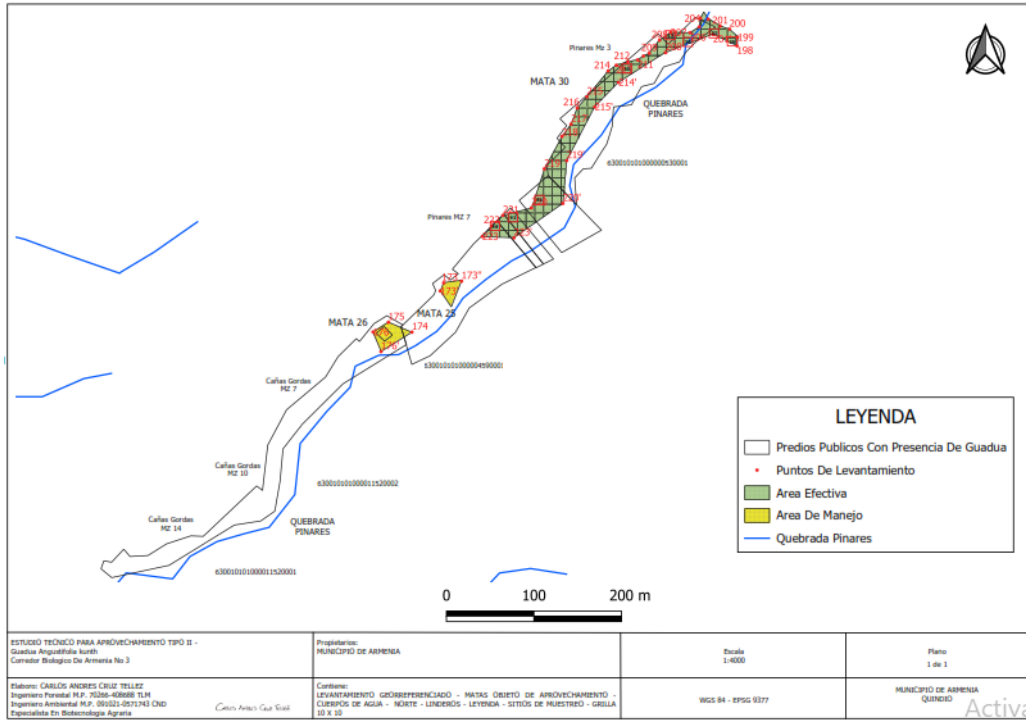
Figura 46. Cartografía Corredor Biológico No 3.

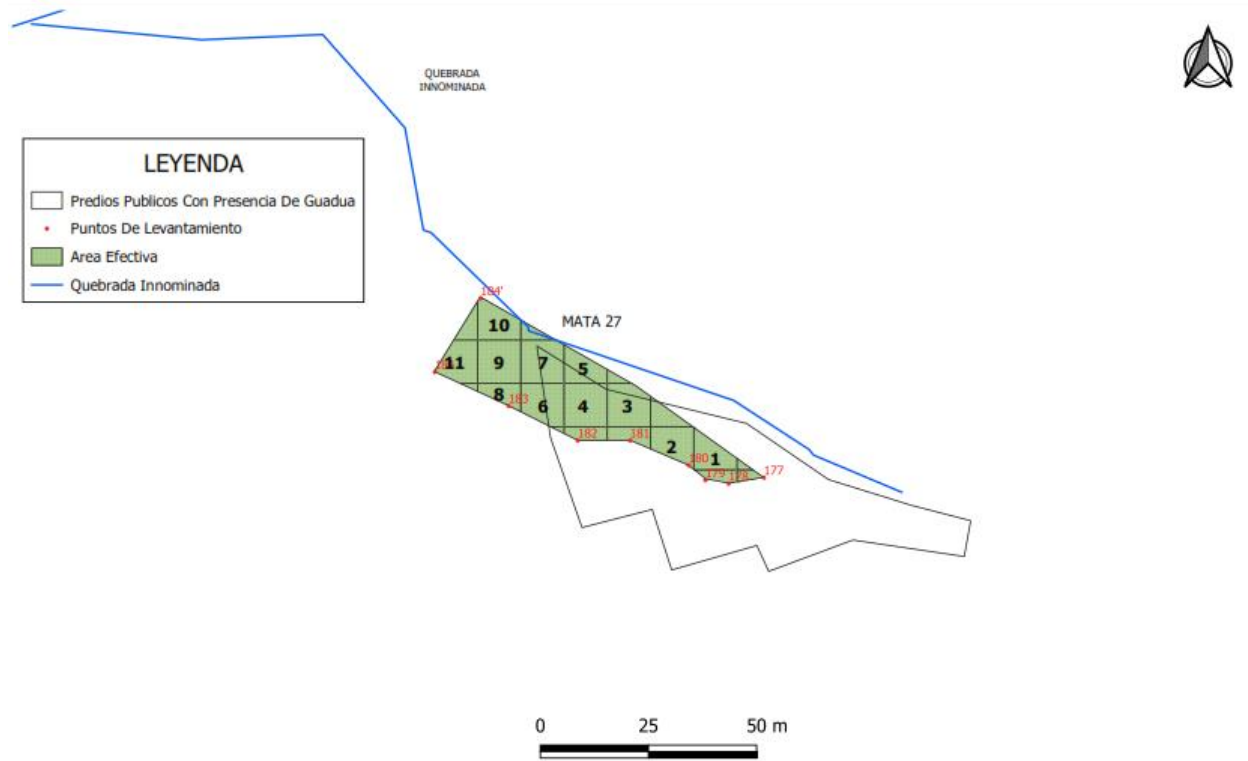
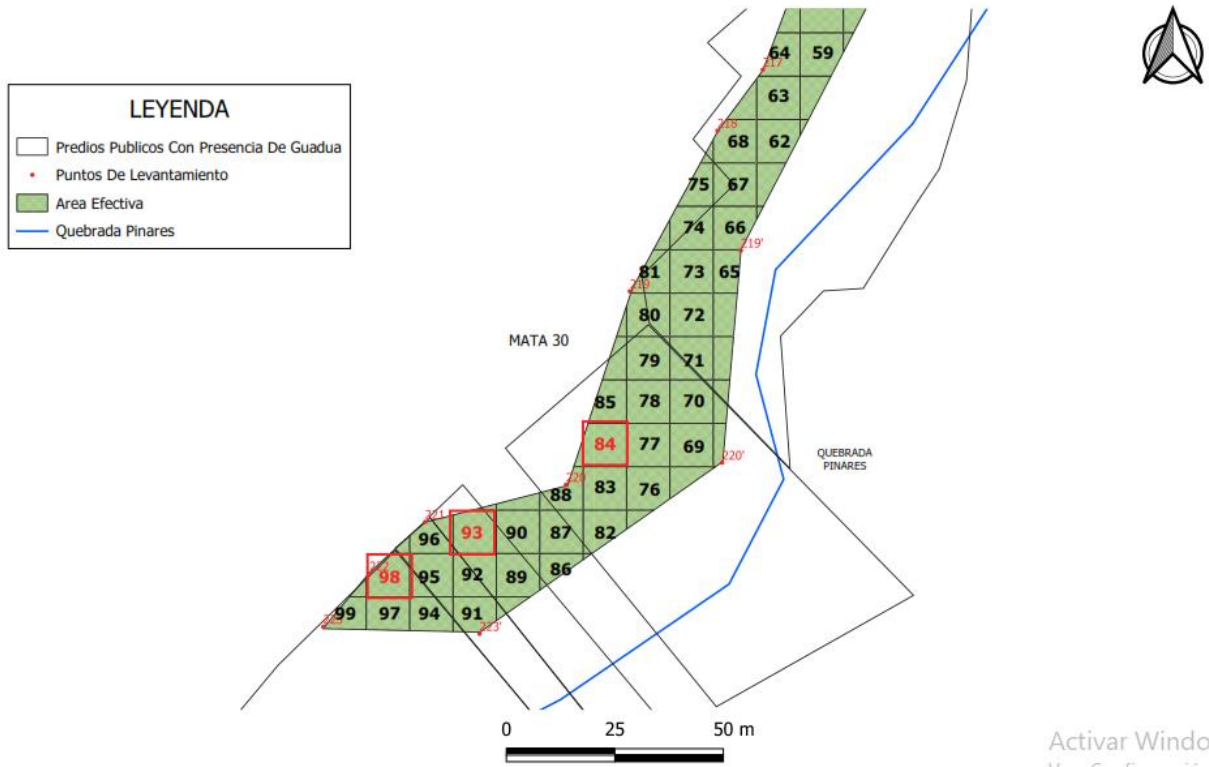


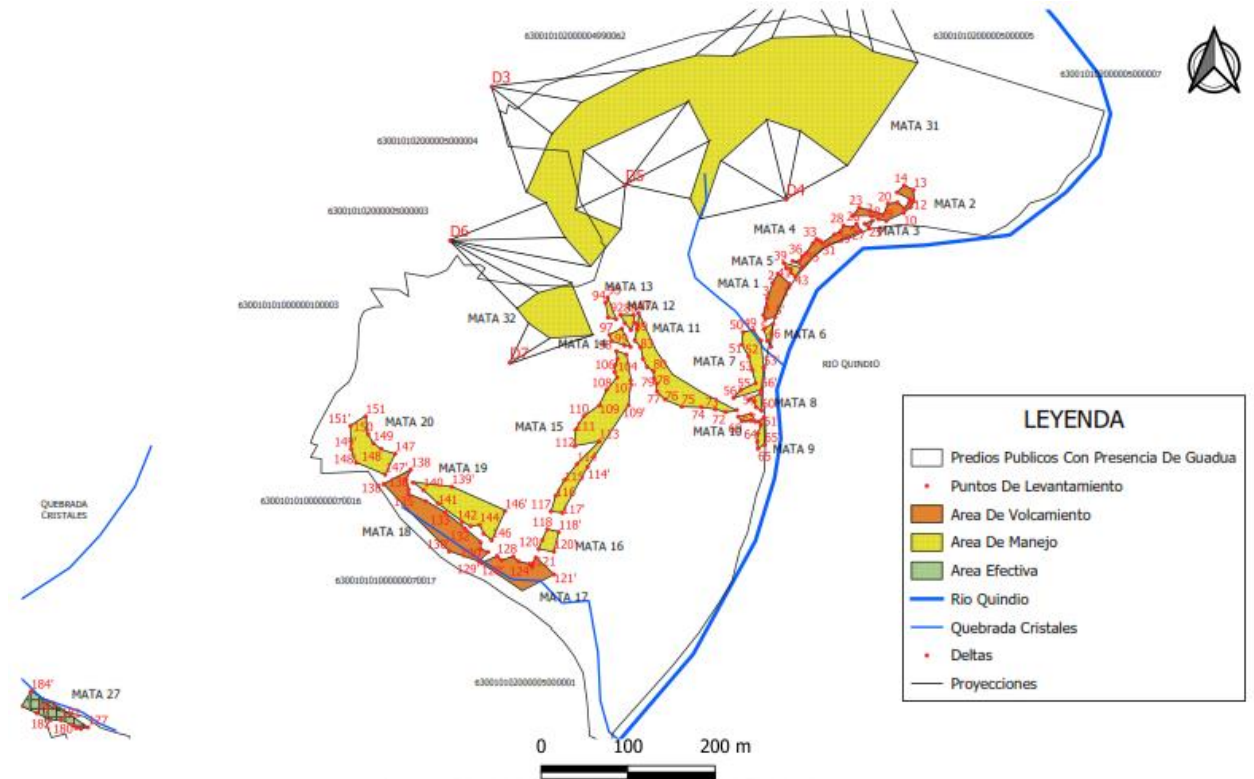
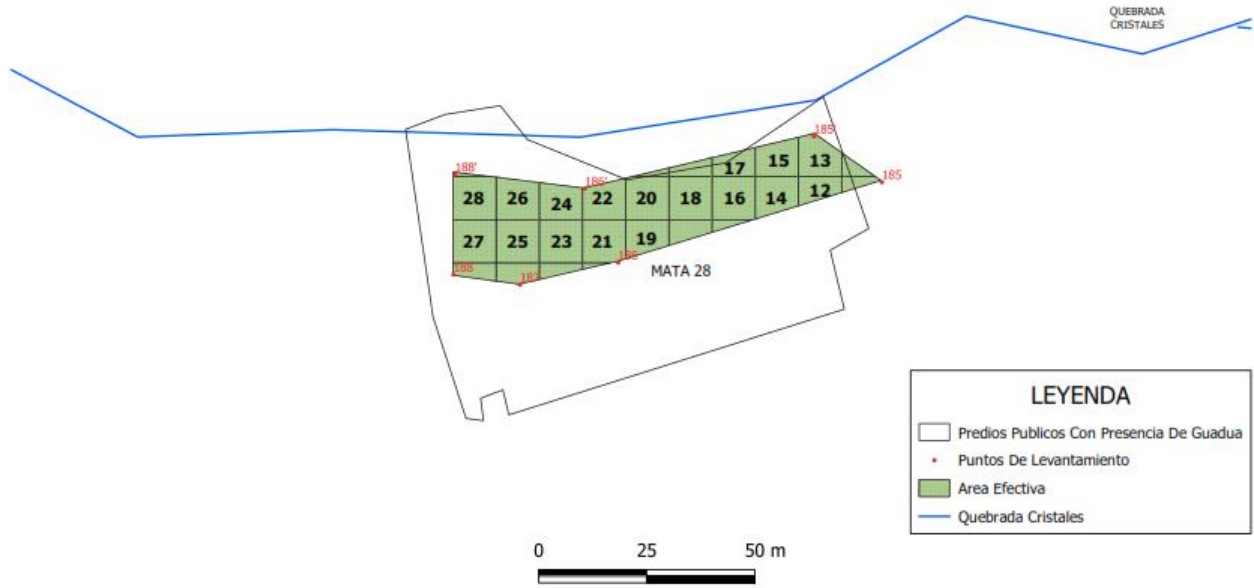












Elaboro Carlos Andres Cruz Tellez

### **7.5. Cumplimiento del marco normativo**

Se aplicó a cabalidad la Resolución 1740 de 2016, para determinar el área y volumen presente en los tres (3) corredores biológicos del municipio y la cual fija lineamientos técnicos y administrativos para el aprovechamiento forestal, y regula trámites como permisos, autorizaciones y concesiones.

Para cualquier tipo de aprovechamiento de guadua, ya sea en guaduales naturales, plantados y/o urbanos es obligatorio tramitar el permiso de aprovechamiento forestal ante la autoridad ambiental competente, en este caso la CRQ (Corporación Autónoma Regional del Quindío).

## 8. Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian un manejo silvicultural deficiente en los guaduales urbanos del municipio de Armenia, Quindío, situación reflejada en la alta proporción de culmos sobremaduros, secos o en estado de descomposición. Esta condición confirma la hipótesis inicial sobre la falta de prácticas silviculturales sistemáticas como factor determinante en la degradación de estos ecosistemas, generando riesgos ambientales, sociales y económicos. En este sentido, los hallazgos concuerdan con lo señalado por Camargo y Kleinn (2010), quienes sostienen que la ausencia de planes técnicos de aprovechamiento incide directamente en la disminución de la calidad estructural y productiva de la *Guadua angustifolia*, comprometiendo la sostenibilidad de los rodales.

El inventario forestal realizado mediante la integración de herramientas SIG y levantamiento de información en campo permitió establecer una línea base actualizada sobre la cobertura, volumen y características estructurales de los guaduales en los tres corredores biológicos de la ciudad. Estos resultados reafirman lo expuesto por Kleinn y Morales (2006), al demostrar que la combinación de inventarios forestales y sistemas geoespaciales fortalece la precisión en la estimación de biomasa y en la planificación territorial. En este sentido, el presente estudio representa un aporte relevante para el contexto urbano colombiano, en el cual los análisis de guaduales han sido desarrollados mayoritariamente en áreas rurales, siendo escasos en entornos urbanos (Bonilla et al., 2020).

De igual manera, se identificaron riesgos asociados a la falta de manejo, entre ellos los volcamientos de culmos que afectan la infraestructura y bienes públicos. Este hallazgo coincide con lo planteado por Garavito (2020), quien advierte que los vacíos normativos y técnicos en el manejo de guaduales urbanos generan costos adicionales para la gestión ambiental y el mantenimiento de infraestructura. Estos resultados refuerzan la necesidad de articular la normativa vigente, especialmente la Resolución 1740 de 2016, con la aplicación de prácticas silviculturales acordes con la dinámica natural de la especie.

El análisis espacial desarrollado con herramientas SIG permitió no solo delimitar la cobertura actual de los guaduales urbanos, sino también proyectar escenarios de intervención a corto, mediano y largo plazo. Esta capacidad metodológica guarda relación con lo documentado por López (2019) y Hernández y Vargas (2019), quienes evidencian que las herramientas

geoespaciales son fundamentales para anticipar procesos de degradación y fragmentación de coberturas estratégicas. En el caso particular de Armenia, la actualización cartográfica y el análisis espacial se constituyen en insumos técnicos esenciales para el diseño de planes de manejo integral y la formulación de políticas públicas orientadas a la sostenibilidad urbana.

La valoración de la oferta ambiental de los guaduales urbanos, en términos de su capacidad de captura de carbono y regulación ecosistémica, posiciona a estos rodales como activos ambientales estratégicos para el municipio. Este hallazgo se alinea con los estudios de Aguirre et al. (2023) y Arango (2011), quienes reconocen a la guadua como un sumidero de carbono comparable a bosques tropicales maduros. De este modo, los resultados de este trabajo ofrecen un soporte técnico indispensable para incorporar los guaduales urbanos en estrategias locales de mitigación del cambio climático y planificación territorial sostenible.

En síntesis, los hallazgos confirman que la aplicación de herramientas SIG constituye una estrategia eficaz para diagnosticar, planificar y proyectar el manejo silvicultural sostenible de los guaduales urbanos. Sin embargo, su efectividad está condicionada por la integración de procesos de educación ambiental, la participación comunitaria y la aplicación rigurosa del marco normativo. De esta manera, la investigación no solo cumple con los objetivos planteados, sino que también aporta conocimiento técnico y aplicado para la gestión sostenible de la *Guadua angustifolia* en entornos urbanos, constituyéndose en un referente metodológico para otras ciudades de Colombia que enfrentan problemáticas similares.

## 9. Conclusiones

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) demostraron ser herramientas efectivas para la identificación, análisis y diagnóstico del recurso guadua en entornos urbanos. Su implementación permitió una georreferenciación precisa, el levantamiento de datos estructurales y la estimación del volumen del recurso, facilitando la toma de decisiones basadas en evidencia.

La investigación permitió establecer una línea base que puede servir de guía para la planificación y manejo silvicultural sostenible, orientando a entidades públicas, organizaciones comunitarias y actores del territorio hacia una gestión integrada del recurso guadua.

Es necesario fortalecer los procesos de educación ambiental y participación ciudadana, de manera que las comunidades reconozcan el valor de los guaduales urbanos y se vinculen activamente en su conservación y aprovechamiento racional.

De acuerdo a la información recolectada en campo y en oficina, los guaduales de los predios públicos pertenecientes a los corredores biológicos se encuentran en condiciones óptimas para su respectivo manejo silvicultural y aprovechamiento.

Las intervenciones periódicas en los predios públicos de los corredores biológicos mejorarán las condiciones de composición y homogenización de los guaduales y propiciará mejores aprovechamientos futuros.

La metodología aplicada para desarrollar el muestreo en el guadual objeto de estudio en los corredores biológicos No 1 y 3 fue el Muestreo Aleatorio Simple (MAS), el cual es aplicable para guaduales con superficies menores a 3 Ha.

La metodología aplicada para desarrollar el muestreo en el guadual objeto del estudio en el corredor biológico No 2 fue el Muestreo Aleatorio Estratificado (MAE), el cual es aplicable para guaduales con superficies mayores a 3 Ha

La información obtenida en las unidades de muestreo permitió obtener un error de la media poblacional Eeyprom inferior al 15%, lo que garantiza que la información es representativa, significativa y confiable para representar la realidad actual del guadual.

En cuanto a la oferta ambiental del guadual del corredor biológico No 1, se puede concluir que al aplicar una intensidad de corta del 35% sobre el total de los culmos adultos, se obtendrá un total de 280 m<sup>3</sup> de guadua que equivalen a un total de 2798 culmos adultos; así mismo, con respecto al área de manejo, se aplicará una intensidad de corta del 20% y se obtendrá un total de 68 m<sup>3</sup> de

guadua que equivalen a un total de 676 culmos adultos, al área de volcamientos se le aplicó una intensidad de corta del 15%, obteniendo un total de 104 m<sup>3</sup> que equivalen a 1043 culmos, para un total de 452 m<sup>3</sup> correspondientes a 4517 culmos.

En cuanto a la oferta ambiental del guadual correspondiente al Estrato 1 del corredor biológico No 2, se puede concluir que al aplicar una intensidad de corta del 35% sobre el total de los culmos adultos, se obtendrá un total de 1106 m<sup>3</sup> de guadua que equivalen a un total de 11064 culmos adultos; así mismo, con respecto al área de manejo, se aplicará una intensidad de corta del 20% y se obtendrá un total de 23 m<sup>3</sup> de guadua que equivalen a un total de 232 culmos adultos, al área de volcamientos se le aplicó una intensidad de corta del 10%, obteniendo un total de 13 m<sup>3</sup> que equivalen a 126 culmos, para un total de 1142 m<sup>3</sup> correspondientes a 11422 culmos.

En cuanto a la oferta ambiental del guadual correspondiente al Estrato 2 del corredor biológico No 2, se puede concluir que al aplicar una intensidad de corta del 35% sobre el total de los culmos adultos, se obtendrá un total de 634 m<sup>3</sup> de guadua que equivalen a un total de 6342 culmos adultos; así mismo, con respecto al área de manejo, se aplicará una intensidad de corta del 20% y se obtendrá un total de 57 m<sup>3</sup> de guadua que equivalen a un total de 567 culmos adultos, al área de volcamientos se le aplicó una intensidad de corta del 10%, obteniendo un total de 53 m<sup>3</sup> que equivalen a 528 culmos, para un total de 744 m<sup>3</sup> correspondientes a 7437 culmos.

En cuanto a la oferta ambiental del guadual del corredor biológico No 3, se puede concluir que al aplicar una intensidad de corta del 35% sobre el total de los culmos adultos, se obtendrá un total de 169 m<sup>3</sup> de guadua que equivalen a un total de 1693 culmos adultos; así mismo, con respecto al área de manejo, se aplicará una intensidad de corta del 20% y se obtendrá un total de 657 m<sup>3</sup> de guadua que equivalen a un total de 6569 culmos adultos, al área de volcamientos se le aplicó una intensidad de corta del 15%, obteniendo un total de 54 m<sup>3</sup> que equivalen a 544 culmos, para un total de 881 m<sup>3</sup> correspondientes a 8807 culmos.

Aplicando una entresaca selectiva de guaduas adultas, distribuyéndola de manera equitativa por todo el guadual, mejorará su estructura y composición, lo que garantizará la sostenibilidad del recurso.

Se estima que para la ejecución de la totalidad del aprovechamiento forestal del guadual se necesitará un periodo de 12 meses que equivale 365 días calendario.

Se deben intervenir área de guadual con volcamiento en masa y que afecta la infraestructura de servicios públicos.

Los guaduales urbanos carecen de conectividad, son ecosistemas confinados y presionados por el desarrollo de la ciudad y altamente intervenido antrópicamente.

El ejercicio silvícola propuesto constituye un modelo en la solución a una problemática de riesgo con los guaduales que se vive en la ciudad y una oportunidad de sostenibilidad ambiental para los ecosistemas de guadua urbana.

## **10. Recomendaciones**

Implementar planes de manejo silvicultural específicos para los guaduales urbanos, en concordancia con la Resolución 1740 de 2016, que incluyan inventarios periódicos, ciclos de corte adecuados y estrategias de regeneración natural, con el fin de conservar el equilibrio estructural y funcional de estos ecosistemas.

Fortalecer el uso de herramientas SIG en las entidades ambientales y de planeación urbana, como instrumento técnico de diagnóstico, monitoreo y toma de decisiones, permitiendo una gestión territorial más precisa y basada en datos actualizados.

Integrar los guaduales en los instrumentos de planificación territorial (POT, POMCA, planes verdes urbanos, entre otros) como elementos estructurantes del paisaje urbano y corredores de conectividad ecológica, garantizando su protección e incorporación en políticas ambientales municipales.

## 11. Referencias

- Aguirre Hernández, D. A., Criollo Correa, M., & Camargo-García, J. C. (2023). Contenido de carbono en bosques de *Guadua angustifolia* Kunth del Eje Cafetero colombiano. *Revista de Bosques y Carbono*, 12(3), 45–58.
- Alcaldía de Armenia. (2025). El Alcalde. <https://www.armenia.gov.co/alcaldia/el-alcalde>
- Alvarado, A., & Alzate, C. (2002). *Manual de arboricultura urbana*. Universidad Nacional de Colombia.
- Arango-Arango, Á. M., Camargo-García, J. C., & Castaño-Rojas, J. M. (2017). Sustainability calculation approach of *Guadua angustifolia* Kunth forests throughout the use of emergy analysis. *Acta Agronómica Colombiana*, 66(4), 531-537. <https://doi.org/10.15446/acag.v66n4.57478>
- Bonilla, H., Rodríguez, P., & Gutiérrez, A. (2020). *Manejo sostenible de guaduales periurbanos mediante sensores remotos*. Universidad Piloto.
- Bravo, A., & Pérez, M. (2022). Valoración económica de los servicios ecosistémicos de guaduales urbanos. *Revista Ambiente Urbano*, 18(2), 45–61.
- Bruno, R., Follador, M., Paegelow, M., Renno, F., & Villa, N. (2009). Integrating Remote Sensing, GIS and Prediction Models to Monitor the Deforestation and Erosion in Petén Reserve, Guatemala. *arXiv*.
- Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). *\*Principles of geographical information systems*. Oxford University Press.
- Camargo, J. C. (2007). *Estrategias de conformación y fortalecimiento de empresas rurales con base en Guadua angustifolia Kunth en el Eje Cafetero de Colombia* [Informe de investigación, UT Pereira].
- Camargo García, J. C., & Kleinn, C. (2010). Length curves and volume functions for guadua bamboo (*Guadua angustifolia* Kunth) for the coffee region of Colombia. *European Journal of Forest Research*, 129, 1213–1222. <https://doi.org/10.1007/s10342-010-0411-2>
- Cámara, G., Monteiro, A. M. V., & Cartaxo, R. (2004). GIS and society: A socio-technical approach to the development of GIS. In C. P. Keller (Ed.), *Community Participation and Geographic Information Systems* (pp. 77–88). London: Taylor & Francis.
- Correal, J., & Arbeláez, J. (2010). Influence of age and height position on Colombian *Guadua angustifolia* bamboo mechanical properties. *Maderas Ciencia y Tecnología*, 12(2), 105-113.
- Castellanos, L., & Mejía, J. (2016). SIG para monitorear calidad del paisaje en el norte del Valle. *Revista Colombiana de Geomática*, 12(3), 34–49.

- Chambers, R., Corbett, J., & Keller, C. P. (2004). Participatory mapping and geographic information systems: Whose map? Who is empowered and who is disempowered? In W. J. Craig, T. M. Harris & D. Weiner (Eds.), *Community Participation and Geographic Information Systems* (pp. 77–88). London: Taylor & Francis.
- Constitución Política de Colombia. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Gaceta Constitucional No. 116 de 20 de julio de 1991. <https://www.constitucioncolombia.com>
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). \*Diseño de investigación: Investigación cualitativa, cuantitativa y de métodos mixtos\* (3.ª ed.). Pearson.
- Decreto 2811 de 1974. (1974, 18 de diciembre). *Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*. Diario Oficial No. 34.243. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1511>
- Diaz, A. (2010). Sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Esquema-de-clasificacion-de-Zonas-de-Vida-de-Holdridge-1-Al-iniciar-la\\_fig4\\_314410705](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Esquema-de-clasificacion-de-Zonas-de-Vida-de-Holdridge-1-Al-iniciar-la_fig4_314410705)
- FAO. (2014). *Metodología para cartografía de bambúes andinos*. FAO Regional Office.
- Fayad, I., Baghdadi, N., Guitet, S., Bailly, J.-S., Hérault, B., Gond, V., ... Minh, D. H. T. (2016). Aboveground biomass mapping in French Guiana by combining remote sensing, forest inventories and environmental data. *arXiv*.
- Flórez-López, Y. K., Vera-Pérez, K. Y., Hernández-Peña, M. Á., & Barbosa-Burgos, E. D. (2020). Comparative analysis of the properties of *Guadua angustifolia* Kunth as an innovative and cost-effective material in structural construction. *Sostenibilidad, Tecnología Y Humanismo*, 11(1), 8–16. <https://doi.org/10.25213/2216-1872.25>
- Galicia, L., & Ceccon, E. (2024). Potential distribution of *Guadua* bamboo in Mexico, based on three species using MaxEnt. *Ciência Florestal*, 34(1), e83792.
- Garavito-Rodríguez, L. L. (2020). *Análisis normativo del manejo sostenible y el aprovechamiento productivo del bambú-guadua en los departamentos del Quindío y Cundinamarca en Colombia* [Trabajo de grado, Universidad de Bogotá].
- García, J., & Camargo, J. C. (2010). Condiciones de calidad de *Guadua angustifolia* para satisfacer las necesidades del mercado en el Eje Cafetero de Colombia. *Recursos Naturales y Ambiente*, 61, 61-70.
- Giraldo, A., & Sabogal, A. (2017). *La guadua: un recurso ecológico*. Repositorio institucional.
- Gómez, R. (2019). *Análisis del efecto de islas de calor sobre guaduales urbanos en Ibagué*. Universidad del Tolima.

- Hernández, J., & Vargas, M. (2019). *Transformación del paisaje gradual en Antioquia: análisis SIG multitemporal*. Universidad de Antioquia.
- INBAR (International Bamboo and Rattan Organisation). (2018). Bamboo and sustainable development. [https://www.inbar.int/resources/inbar\\_publications/](https://www.inbar.int/resources/inbar_publications/)
- Jardín Botánico de Bogotá. (2008). *Manual de silvicultura urbana: Selección de especies arbóreas para el Distrito Capital*. Alcaldía Mayor de Bogotá. <https://repository.jbb.gov.co>
- Judziewicz, E. L., Clark, G., Londoño, X., & Stern, M. J. (1999). *American bamboos*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- Kleinn, C., & Morales-Hidalgo, D. (2006). An inventory of Guadua (*Guadua angustifolia*) bamboo in the Coffee Region of Colombia. *Forest Ecology and Management*.
- Liese, W. (2009). Bamboo as carbon-sink – fact or fiction? In *VIII World Bamboo Congress Proceedings* (pp. 71–77).
- Londoño, X., & Guerrero, J. (1995). Anatomía y ecología de la *Guadua angustifolia*. *Bamboo Journal*, 10(2), 13–28.
- López, M. A. (2019). *Caracterización espacial de los guaduales urbanos en la zona de expansión de Pereira mediante SIG* [Trabajo de grado, Universidad Tecnológica de Pereira].
- Manual de Guadua* (s. f.). En *Aprovechamiento de la guadua: Rocería o socola* (párrafo sobre la práctica rocería). **SlideShare**: presentación *Manual de guadua*. [https://es.slideshare.net/slideshow/manual-de-guadua/94263838?utm\\_source=chatgpt.com](https://es.slideshare.net/slideshow/manual-de-guadua/94263838?utm_source=chatgpt.com)
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2016). Resolución 1740 de 2016. Por la cual se reglamenta el manejo silvicultural de guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) en Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). Resolución 1740 de 2016. *Por la cual se toman medidas en relación con el otorgamiento de permisos, autorizaciones y concesiones de carácter ambiental*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Diario Oficial No. 49.979. <https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-1740-de-2016/>
- Montoya, C., & Córdoba, D. (2015). *Caracterización SIG de bosques de guadua en el Quindío*. Universidad del Quindío.
- Muñoz, D. A. (2020). *Análisis comparativo de la dinámica de cobertura de bosques de Guadua angustifolia Kunth mediante imágenes Landsat, en las cuencas bajas de los ríos Otún y Consoá, Pereira – Colombia entre 1989 y 2020* [Tesis de maestría, Universidad Católica de Manizales].

- Nascimento, L., Ramos, A., & Ortega, P. (2023). Mapping bamboo canopy structure in the Amazon using LiDAR and GIS. *Journal of Tropical Forestry*, 29(4), 75–90.
- Noriega Ome, M. de los Ángeles (2018). *Caracterización de servicios ecosistémicos de la Guadua angustifolia Kunth en la parte baja del río Guarapas del municipio de Pitalito-Huila* [Trabajo de investigación, UNAD].
- Peña, S., & Ruiz, F. (2019). Modelación SIG del crecimiento de guaduales en el Huila. *Boletín Forestal Colombiano*, 23(1), 17–28.
- Pérez-Rincón, M., & Gonzáles, L. (2020). *Servicios ecosistémicos de guaduales urbanos en Colombia*. Universidad ICESI.
- Riaño, N. M., Londoño, X., López, Y., & Gómez, J. H. (2002). Plant growth and biomass distribution on *Guadua angustifolia* Kunth in relation to ageing in Valle del Cauca, Colombia. *Bamboo Science and Culture*, 16(1), 43–51
- Restrepo, A., Mejía, D., & Hernández, L. (2015). Gestión del paisaje y conflictos por la guadua en áreas urbanas. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 19(2), 45–60.
- Riaño, N. M., & López, Y. (2006). *Guadua angustifolia* Kunth: Ecología, manejo y aprovechamiento. Universidad Nacional de Colombia.
- Rodríguez, D. M., & Calderón, P. L. (2020). *Aplicación de SIG para priorizar zonas de conservación de guaduales en el Valle del Cauca* [Trabajo universitario, Universidad del Valle].
- Rodríguez-Castillo, N., Céspedes Prieto, N. E., & Castello, J. C. (2020). Innovative development for the use of *Guadua angustifolia* Kunth in the substitution of illicit crops in Colombia. *Ciencia en Desarrollo*, 12(2), 34-50.
- Sánchez-Torres, J., & Forero, D. (2017). *Planificación SIG de reforestación con guadua en Tolima*. Universidad Nacional.
- SENA & CRQ. (2018). *Formación Complementaria. Silvicultura de la Guadua. Generalidades de la guadua*. SENA Centro Para El Desarrollo Tecnológico De La Construcción y La Industria-Mesa Sectorial De La Cadena Productiva De La Guadua-Regional Quindío. Corporación Autónoma Regional Del Quindío Centro Nacional Para El Estudio Del Bambú-Guadua
- Silva, E., & Herrera, C. (2018). *SIG en planificación de áreas verdes urbanas*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Viana, M., Lopes, M., & Costa, R. (2021). Mapping green corridors and bamboo connectivity in Brazilian cities. *Revista Brasileira de Urbanismo Sustentável*, 9(1), 101–118.

- Villalobos, G., Linero, D. L., & Muñoz, J. D. (2010). A statistical model of fracture for a 2D hexagonal mesh: The Cell Network Model of Fracture for the bamboo *Guadua angustifolia*. *arXiv*.
- Young, S. M., & Judd, W. S. (1992). *Systematics of the Guadua angustifolia complex (Poaceae: Bambusoideae)*. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 79(4), 737–769.  
<https://doi.org/10.2307/2399744>
- Zea-Escamilla, E., & Habert, G. (2016). Regionalizing the environmental impact of bamboo-based buildings by integrating life cycle assessment with GIS. *Journal of Sustainable Construction Materials and Technologies*, 5(2), 30–45.

**Anexos**

I

*Tabla 43. Predios Públicos Corredor Biológico No 1.*

<b>PREDIOS PUBLICOS</b>	
<b>Propietarios</b>	<b>Fichas Catastrales</b>
<b>Municipio de Armenia</b>	63001010701130001000
<b>Municipio de Armenia</b>	63001010700900001000
<b>Municipio de Armenia</b>	63001010700850002000
<b>Municipio de Armenia</b>	63001010700680002000
<b>Municipio de Armenia</b>	63001010700930001000
<b>Municipio de Armenia</b>	63001010700340001000
<b>Municipio de Armenia</b>	63001010602380001000
<b>Municipio de Armenia</b>	63001010600950001000
<b>Municipio de Armenia</b>	63001010602150001000

Fuente: Departamento de Planeación - Alcaldía De Armenia

*Tabla 44. Predios Públicos Corredor Biológico No 2.*

<b>PREDIOS PUBLICOS</b>	
<b>Propietarios</b>	<b>Fichas Catastrales</b>
<b>Municipio De Armenia</b>	63001010300530001000
<b>Municipio De Armenia</b>	63001010300540001000
<b>Municipio De Armenia</b>	63001010301460001000
<b>Municipio De Armenia</b>	63001010301770011000
<b>Municipio De Armenia</b>	63001010301770023000
<b>Municipio De Armenia</b>	63001010314450002000
<b>Municipio De Armenia</b>	63001010302630002000
<b>Municipio De Armenia</b>	63001010304050001000
<b>Municipio De Armenia</b>	63001010310590001000
<b>Municipio De Armenia</b>	63001010310660001000
<b>Municipio De Armenia</b>	63001010311490001000
<b>Municipio De Armenia</b>	63001010304100001000
<b>Municipio De Armenia</b>	63001010303880001000
<b>Municipio De Armenia</b>	63001010303160001000

<b>PREDIOS PUBLICOS</b>	
Municipio De Armenia	63001010301970002000
Municipio De Armenia	63001010301960001000
Municipio De Armenia	63001010301880001000
Municipio De Armenia	63001010301890001000
Municipio De Armenia	63001010301900008000
Municipio De Armenia	63001010301810002000
Municipio De Armenia	63001010301910002000
Municipio De Armenia	63001010306540004000
Municipio De Armenia	63001010306540005000
Municipio De Armenia	63001010304820001000
Municipio De Armenia	63001010307050015000
Municipio De Armenia	63001010304840003000
Municipio De Armenia	63001010307120001000
Municipio De Armenia	63001010306640001000
Municipio De Armenia	63001010314370001000
Municipio De Armenia	63001010304600001000
Municipio De Armenia	63001010303720009000
Municipio De Armenia	63001010314250001000
Municipio De Armenia	63001010303650013000
Municipio De Armenia	63001010303530001000
Municipio De Armenia	63001010303520001000
Municipio De Armenia	63001010303460001000
Municipio De Armenia	63001010314340007000
Municipio De Armenia	63001010311880003000
Municipio De Armenia	63001010309760008000
Municipio De Armenia	63001010309760007000
Municipio De Armenia	63001010311890001000
Municipio De Armenia	63001010311890002000
Municipio De Armenia	63001010307090004000
Municipio De Armenia	63001010311880004000
Municipio De Armenia	63001010311880001000
Municipio De Armenia	63001010307650003000
Municipio De Armenia	63001010304540001000
Municipio De Armenia	63001010303770001000
Municipio De Armenia	63001010302680003000
Municipio De Armenia	63001010304590001000
Municipio De Armenia	63001010307320001000
Municipio De Armenia	63001010305530001000
Municipio De Armenia	63001010314520001000
Municipio De Armenia	63001010305380002000

<b>PREDIOS PUBLICOS</b>	
Municipio De Armenia	63001010307460003000
Municipio De Armenia	63001010307460004000
Municipio De Armenia	63001010307460001000
Municipio De Armenia	63001010307330004000
Municipio De Armenia	63001010307330004000
Municipio De Armenia	63001010307140002000
Municipio De Armenia	63001010311000006000
Municipio De Armenia	63001010305810021000
Municipio De Armenia	63001010311480001000
Municipio De Armenia	63001010305830001000
Municipio De Armenia	63001010305830002000
Municipio De Armenia	63001010305750004000
Municipio De Armenia	63001010305750005000
Municipio De Armenia	63001010305750006000
Municipio De Armenia	63001010203360001000
Municipio De Armenia	63001010305750007000
Municipio De Armenia	63001010304780005000
Municipio De Armenia	63001010304780016000
Municipio De Armenia	63001010304780029000
Municipio De Armenia	63001010304780030000
Municipio De Armenia	63001010304780015000
Municipio De Armenia	63001010304780027000
Municipio De Armenia	63001010201530001000
Municipio De Armenia	63001010203350001000
Municipio De Armenia	63001010203340001000
Municipio De Armenia	63001010201440001000
Municipio De Armenia	63001010201260002000
Municipio De Armenia	63001010201260001000
Municipio De Armenia	63001010103920001000
Municipio De Armenia	63001010103070007000
Municipio De Armenia	63001010103030013000
Municipio De Armenia	63001010204620003000
Municipio De Armenia	63001010204360001000
Municipio De Armenia	63001010204070001000
Municipio De Armenia	63001010203590001000

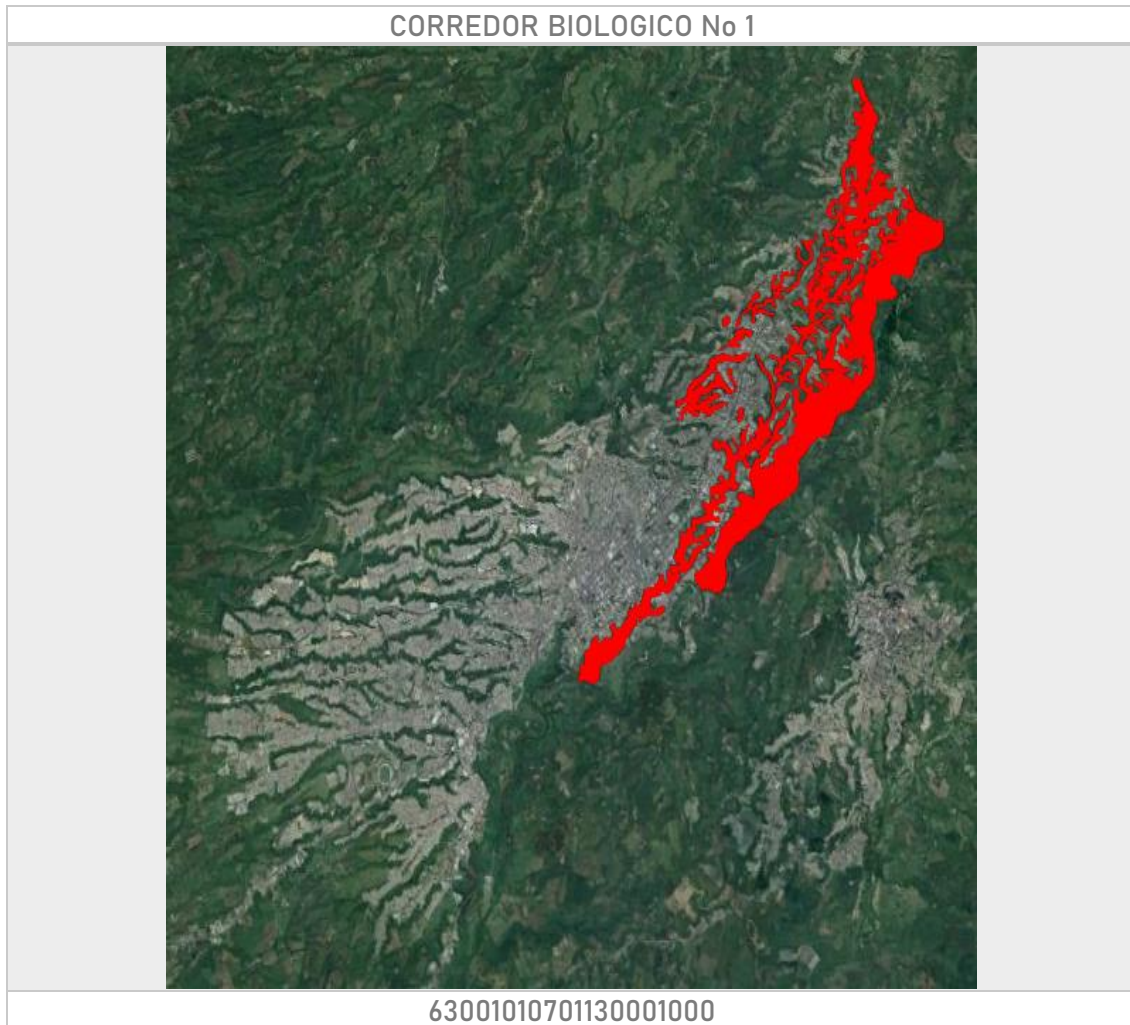
Fuente: Departamento de Planeación - Alcaldía De Armenia

*Tabla 45. Predios Públicos Corredor Biológico No 3.*

<b>PREDIOS PUBLICOS</b>	
<b>FICHAS CATASTRALES</b>	<b>PROPIETARIOS</b>
<b>6300101020500002000</b>	Municipio de Armenia
<b>63001010114610008000</b>	Municipio de Armenia
<b>63001010110180001000</b>	Municipio de Armenia
<b>63001010103690005000</b>	Municipio de Armenia
<b>63001010103690003000</b>	Municipio de Armenia
<b>63001010103690002000</b>	Municipio de Armenia
<b>63001010103690001000</b>	Municipio de Armenia
<b>63001010111490003000</b>	Municipio de Armenia
<b>63001010111490001000</b>	Municipio de Armenia
<b>63001010106270001000</b>	Municipio de Armenia
<b>63001010105870008000</b>	Municipio de Armenia
<b>63001010108580001000</b>	Municipio e Armenia

Fuente: Departamento de Planeación - Alcaldía De Armenia

II





63001010700900001000



63001010700850002000



63001010700680002000



63001010700930001000



63001010700340001000



63001010602380001000

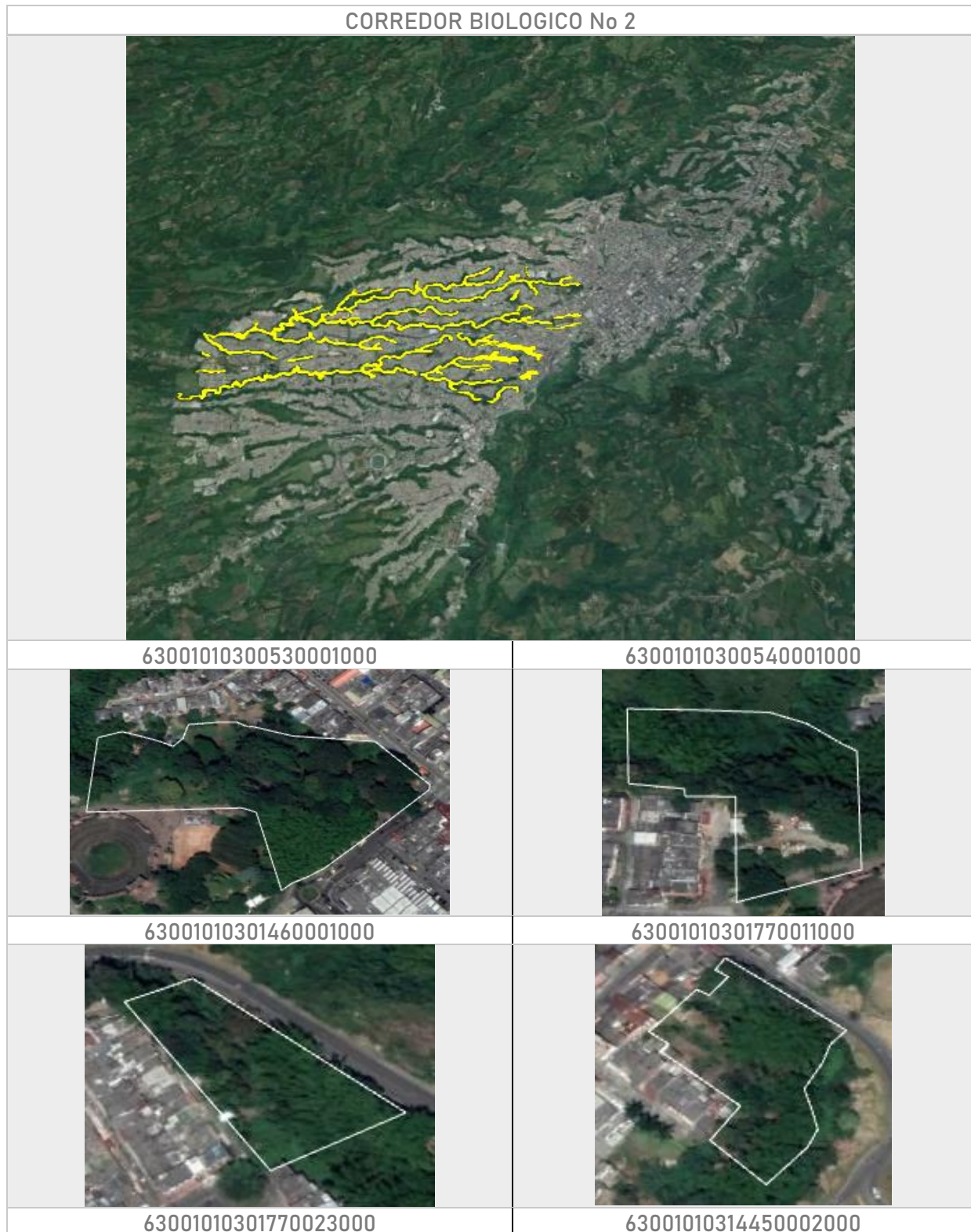


63001010600950001000













63001010602150001000










	
<p>63001010302630002000</p>	<p>63001010304050001000</p>
	
<p>63001010310590001000</p>	<p>63001010310660001000</p>
	
<p>63001010311490001000</p>	<p>63001010304100001000</p>
	
<p>63001010303880001000</p>	<p>63001010303160001000</p>
	
<p>63001010301970002000</p>	<p>63001010301960001000</p>

	
63001010301880001000	63001010301890001000
	
63001010301900008000	63001010301810002000
	
63001010301910002000	63001010306540004000
	
63001010306540005000	63001010304820001000



	
63001010307050015000	63001010304840003000
	
63001010307120001000	63001010306640001000
	
63001010314370001000	63001010304600001000
	
63001010303720009000	63001010314250001000
	
63001010303650013000	63001010303530001000

	
63001010303520001000	63001010303460001000
	
63001010314340007000	63001010311880003000
	
63001010309760008000	63001010309760007000
	
63001010311890001000	63001010311890002000

	
63001010307090004000	63001010311880004000
	
63001010311880001000	63001010307650003000
	
63001010304540001000	63001010303770001000
	
63001010302680003000	63001010304590001000

	
<p>63001010307320001000</p>	<p>63001010305530001000</p>
	
<p>63001010314520001000</p>	<p>63001010305380002000</p>
	
<p>63001010307460003000</p>	<p>63001010307460004000</p>
	
<p>63001010307460001000</p>	<p>63001010307330004000</p>
	
<p>63001010307140001000</p>	<p>63001010307140002000</p>

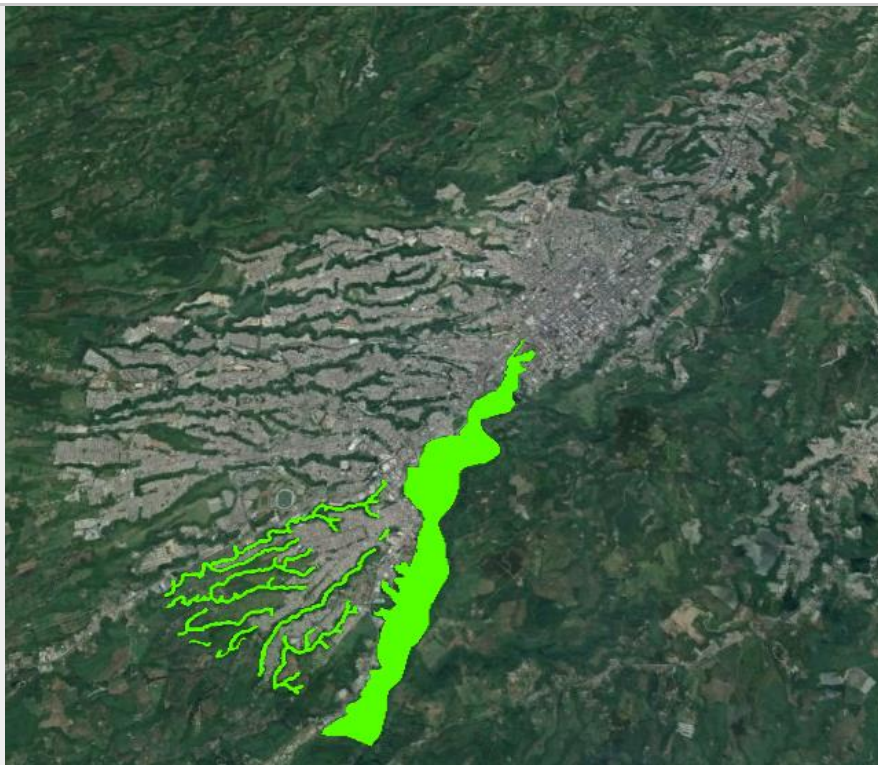
	
63001010311000006000	63001010305810021000
	
63001010311480001000	63001010305830001000
	
63001010305830002000	63001010305750004000
	
63001010305750005000	63001010305750006000

	
63001010203360001000	63001010305750007000
	
63001010304780005000	63001010304780016000
	
63001010304780029000	63001010304780030000
	
63001010304780015000	63001010304780027000

	
<p>63001010201530001000</p>	<p>63001010203350001000</p>
	
<p>63001010203340001000</p>	<p>63001010201440001000</p>
	
<p>63001010201260002000</p>	<p>63001010201260001000</p>
	
<p>63001010103920001000</p>	<p>63001010103070007000</p>

	
63001010103030013000	63001010204620003000
	
63001010204360001000	63001010204070001000
	
63001010203590001000	
	

CORREDOR BIOLÓGICO No 3



63001010205000002000



63001010114610008000



630010101110180001000



63001010103690005000



63001010103690003000



63001010103690002000



63001010103690001000



63001010111490003000



63001010111490001000



63001010106270001000



63001010105870008000



63001010108580001000



.