

26/12/25

INFORME FINAL

CONTRATO DE CONSULTORIA

No. 244 DEL 2025



Sammy Medina
Consultor

INFORME FINAL

CONTRATO DE CONSULTORIA No. 244 DE 2025

Objeto "CONTRATO DE CONSULTORIA PARA LA ACTUALIZACION FRENTE AL PLAN DE SILVICULTURA, EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS POR LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA – CAM, CON EL FIN DE PROCEDER A SU RESPECTIVA RADICACIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN ANTE DICHA ENTIDAD AMBIENTAL COMPETENTE, EN CUMPLIMIENTO AL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO "UNIDOS SI PODEMOS 2024-2027" MUNICIPIO DE EL PITAL – HUILA

Realizado por:

SAMMY MEDINA CHAVARRO

Ingeniero Forestal
Magíster en Desarrollo Rural
C.C. No. 7.703.350
M.P. No. 20.828

Equipo Técnico

VALENTINA AVILA MOSQUERA

Ingeniera Ambiental - Especialista en Gestión Ambiental
Magister en Gestión Ambiental
C.C. 1.075.303.760
M.P. No. 161021-0535826 TLM

ANDRÉS MAURICIO TRUJILLO TOVAR

Contador Publico
C.C. 83090323
M.P. No. 91441-T

DEPARTAMENTO DEL HUILA - MUNICIPIO EL PITAL
Diciembre de 2025

Contenido

Contenido	2
INTRODUCCIÓN.....	10
1. FASE I - REVISIÓN NORMATIVA, TÉCNICA Y DOCUMENTAL	11
1.1. Revisión normativa	11
1.2. Revisión del documento previo del Plan de Silvicultura Urbana (PSU) – Contexto y Observaciones	13
1.2.1. Observaciones sobre la estructura del documento.....	14
1.2.2. Observaciones sobre el diagnóstico ambiental y territorial	14
1.2.3. Observaciones sobre el censo silvicultural.....	14
1.2.4. Observaciones sobre estrategias, metas y lineamientos.	15
1.2.5. Observaciones sobre el plan de manejo del arbolado	15
1.2.6. Observaciones sobre cartografía y SIG	15
1.2.7 Conclusión de la revisión documental.....	15
1.3. Análisis multitemporal de coberturas vegetales.....	16
1.3.1. Información de insumo y metodología	16
1.3.2. Composición espectral.....	16
1.3.3. Índices espectrales analizados.....	16
1.3.4. Marco conceptual: cobertura boscosa y degradación.....	16
1.3.5. Análisis por fecha	17
1.5.4. Análisis multitemporal de la dinámica boscosa (2015–2024)	20
1.5.5. Diferenciación de tipos de cobertura vegetal.....	21
1.5.6. Conclusión técnica ambiental.....	21
1.5.7 Análisis Multitemporal del Arbolado y Espacio Público (2010 - 2025)	21
1.5.8 Evolución de la Mancha Urbana y Fragmentación	23
1.5.9 Hacia una estructura ecológica urbana resiliente en el pital	24
2. FASE 2 LEVANTAMIENTO INFORMACIÓN PRIMARIA, SOCIALIZACIÓN COMUNITARIA	24
2.1 Participación ciudadana y componente sociocultural del arbolado urbano	24
2.1.1. Metodología de participación ciudadana.....	25
2.1.2. Entrevistas semiestructuradas	25
2.1.3. Encuestas rápidas de percepción.....	25

2.1.4. Cuestionario de Entrevista – Percepción ciudadana del arbolado urbano.	25
2.1.5. Registro cualitativo de apreciaciones culturales	26
2.2 Identificación de especies percibidas como conflictivas.....	27
2.3. Expectativas sociales frente al manejo del arbolado	27
2.4. Árboles patrimoniales y emblemáticos del municipio.....	27
2.4.1 Relevancia del concepto.....	27
2.4.2. Metodología para la identificación de árboles patrimoniales	28
2.4.3. Criterios aplicados	28
2.4.4. Resultados preliminares.....	28
2.4.5. Integración al Plan de Silvicultura Urbana.....	28
2.4.6. Conclusiones del proceso participativo	29
2.5. Verificación de árboles reportados en el PSU y/o Censo de arbolado urbano.....	30
2.5.1. Confirmación de la existencia de los individuos reportados	31
2.5.2. Comparación entre registros previos y condiciones actuales.....	31
2.5.3. Verificación de árboles con valor patrimonial o simbólico	32
2.5.5. Georreferenciación	32
3. FASE 3. ANÁLISIS TÉCNICO DEL ARBOLADO URBANO.....	33
3.1 Valor de Importancia de las Especies y la Reducción del Fenómeno de Sequía en el Contexto Urbano.....	33
3.2. Índice de Valor de Importancia (IVI), Especies Nativas Valiosas y Marco Histórico Cultural...33	
3.2.1 Cálculo del IVI e Identificación de Especies Clave	33
3.3 Marco Histórico de la Relación Cultural Ambiental	36
4. FASE 4. DISEÑO DE ESTRATEGIAS SILVICULTURALES Y AMBIENTALES	49
4.1. Estrategia de mitigación de la isla de calor urbana.....	49
4.1.1. Reducción del efecto de isla de calor urbano.....	49
4.1.2. Diseño de la Vegetación para la Salud y el Bienestar.....	50
4.1.3 Creación de Ecosistemas Saludables	50
4.1.4. Diseño de Paisajes para la Habitabilidad e Integración Cultural	51
4.1.5. Habilitación de Espacio de Sensibilidad Hacia el Manejo del Agua.....	51
4.1.6. Posicionamiento del Municipio como un Líder de la Silvicultura Urbana.....	51
4.1.7. Contribución a la Seguridad Alimentaria y la Generación de Empleo	52

4.1.8 Crecimiento Inteligente.....	52
4.1.9 Actuar Sobre los Principios de la Ecología Integral.....	52
4.1.10. Clasificación Basada en el Porte y el Riesgo de Conflicto.....	53
4.1.11. Determinación de Especies por Emplazamiento Prioritario	53
4.1.12. Observaciones y Lineamientos de Manejo	55
4.1.13. Especies Recomendadas para ANDENES	56
4.1.14. Especies Recomendadas para PARQUES	56
4.1.15. Especies Recomendadas para GLORIETAS	57
4.2. Estrategia de mejoramiento de la dinámica hídrica urbana.....	58
4.3 MARCO TEÓRICO	69
4.3.1. Eco hidrología urbana.....	69
4.3.2. Silvicultura urbana con enfoque hídrico	71
4.3.3. Infraestructura verde.....	72
4.3.4. Soluciones basadas en la naturaleza (SbN).....	73
4.4. METODOLOGÍA.....	74
4.4.1. Etapa 1: Diagnóstico ecohidrológico y silvicultural	75
4.4.2. Etapa 2: Priorización territorial y funcional	76
4.4.3. Etapa 3: Formulación de componentes estratégicos	76
4.4.4. Etapa 4: Diseño técnico y operacionalización	77
4.4.5. Etapa 5: Implementación	78
4.4.6. Etapa 6: Monitoreo, seguimiento y evaluación	78
4.5. Desarrollo de la Estrategia Pública.....	81
4.5.1 COMPONENTE 1. Infraestructura Verde con Función Hidrológica (IVH)	81
4.5.2 COMPONENTE 2. Silvicultura Urbana con Enfoque Hídrico	83
4.5.3 COMPONENTE 3. Manejo y Restauración del Suelo Urbano.....	85
4.5.4 COMPONENTE 4. Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN)	86
4.5.5 COMPONENTE 5. Manejo del Arbolado en Zonas Críticas.....	87
4.5.6 COMPONENTE 6. Política Pública y Gobernanza Ambiental	88
4.6. Conclusiones.....	89
4.8 Recomendaciones	90
5. Fase 5 PROGRAMAS Y PROYECTOS.....	92

5.1 Programa 1. Determinación de acciones a seguir para el manejo del arbolado urbano actual y demás zonas verdes.	92
5.1.1. Árboles para tala y reemplazo:	92
5.1.2 Determinar el manejo general de Zonas Verdes	92
5.1.2.1 Características las zonas verdes identificadas	93
5.1.2.2 Determinar la relación de las zonas verdes/m2/habitantes	93
5.1.3 Determinación de condiciones para el diseño establecimiento y mantenimiento de la arborización y las zonas verdes no arborizadas.	97
5.2 Programas 2. Desarrollo de Acciones de Tala de los Árboles y Determinados en el PSU. ...	97
5.3 Programa 3. Reforestación Urbana, Siembra y Mantenimiento del Arbolado y las Zonas Verdes no Arborizadas.	100
5.4 Programa 4. Educación y Capacitación y Difusión	111
5.5. Programa 5. Seguimiento y Monitoreo	113
5.6. Análisis de Acciones de Manejo por Distribución Territorial	114

Lista de tablas

Tabla1: Comparativa Técnica Multitemporal.....	22
Tabla 2:Matriz de Cambio de Cobertura Vegetal	23
Tabla3: Problemática identificada por la población del arbolado urbano	29
Tabla4: Problema identificado por la comunidad frente a la posible solución	30
Tabla5: Árboles Talados no encontrados 2025	31
Tabla6: Especies arbóreas dominantes y su aporte funcional en el Plan de Silvicultura frente a la sequía y la Isla de Calor Urbana (ICU)	33
Tabla7: Abundancia para las especies municipio de El Pital	34
Tabla8: Dominancia Especies Municipio de El pital	34
Tabla9: Valor de la frecuencia para las 3 primeras especies del censo urbano del municipio del Pital	35
Tabla10: Datos necesarios para el calculo del IVI de las especies encontradas en el censo urbano del municipio del Pital	36
Tabla11: Valor de importancia de las especies en el casco urbano del municipio del Pital.....	36
Tabla12: Especies importantes para establecer corredores ecosistémicos en el municipio del Pital.....	38
Tabla13: individuos con conflicto con la red domiciliaria en el municipio del Pital.....	41
Tabla14: Ubicación de los árboles en el municipio del Pital	42
Tabla15: Calculo del IVI para cada una de las especies encontradas en el municipio del Pital.....	46
Tabla16: Especies recomendadas por porte y riesgo de conflicto.....	53
Tabla17: Clasificación de Especies para Emplazamientos Prioritarios	54

Tabla18: Especies recomendadas para andenes	56
Tabla19: Especies recomendadas para parques.....	56
Tabla20: Especies recomendadas para glorietas	57
Tabla21: Especies arbóreas con emplazamiento restringido y justificación silvicultural en El Pital	57
Tabla22: Cumplimiento normativo del PSU – El Pital, Huila	67
Tabla23: Matriz De Alineación PSU— Acuerdo Cam 009 De 2018	67
Tabla24: CHECKLIST Antes de iniciar actividades	68
Tabla25: CHECKLIST Para actividades de campo (inventario, verificación, diagnóstico)	68
Tabla26: CHECKLIST Para intervenciones propuestas (poda/tala/trasplante)	68
Tabla 27:CHECKLIST Para implementación de soluciones basadas en naturaleza (SbN)	69
Tabla28: CHECKLIST Para la entrega final del PSU	69
Tabla29: Matriz de diagnóstico ecohidrológico	79
Tabla30: Criterios de priorización hidrológica y ecológica.....	79
Tabla31: Instrumentos técnicos utilizados.....	79
Tabla 32: Proceso metodológico general	80
Tabla33: Matriz de selección de especies hidrológicas	80
Tabla34: Indicadores de monitoreo	81
Tabla35: Matriz Funcional de Infraestructura Verde Hidrológica (IVH)	81
Tabla36: Índice de Funcionalidad Hidrológica del Arbolado (IFH).....	83
Tabla37:]Especificaciones Técnicas del Manejo de Suelos Urbanos	85
Tabla38: Tipologías de SbN aplicables y criterios de diseño	86

Tabla39: Manejo del Arbolado en Zonas Críticas	87
Tabla40: Instrumentos de Política Pública y Gobernanza.....	88
Tabla41: Variables necesarias para construir el indicador	93
Tabla42: Zonas verdes en el municipio	97
Tabla43: Resumen de Censo Arbóreo y Acciones de Manejo	98
Tabla44 Árboles para poda	108
Tabla45: Perfiles y Requerimientos para la Gestión de Silvicultura Urbana	112
Tabla46: Consolidado de intervenciones silviculturales por barrio (muestra representativa).....	114
Tabla 47: Cuadro de Mando Operativo Anual	116

Lista de ilustraciones

Ilustración1: Estado de la cobertura diciembre 2015 municipio de Pital17

Ilustración2: Estado de la cobertura Noviembre 2020 municipio de Pital18

Ilustración3: Estado de la cobertura septiembre de 2024 municipio de Pital 19

Ilustración4: IVI de las especies encontradas en el municipio del Pital48

INTRODUCCIÓN

El municipio de El Pital, Huila, en el marco de la gestión ambiental urbana y en cumplimiento de los lineamientos establecidos por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, adelanta la actualización del Plan de Silvicultura Urbana (PSU) como un instrumento técnico fundamental para la planificación, manejo, protección y sostenibilidad del arbolado en el espacio público. Este proceso se desarrolla en concordancia con los compromisos definidos en el Plan Municipal de Desarrollo “**Unidos Sí Podemos 2024–2027**”, los cuales priorizan la conservación de la biodiversidad, el mejoramiento de la calidad ambiental y la consolidación de una infraestructura verde funcional y resiliente.

La actualización del PSU responde a la necesidad de contar con información técnica actualizada, verificable y ajustada a las condiciones urbanas, ecológicas y socioculturales del municipio, considerando que las dinámicas urbanas, los cambios en las coberturas vegetales y las nuevas exigencias normativas requieren una revisión exhaustiva del instrumento previamente formulado. En este sentido, el proceso integra el análisis multitemporal del arbolado, el levantamiento de información primaria, la evaluación del estado actual de las coberturas verdes y la verificación de los árboles reportados en el documento anterior, garantizando así la generación de un diagnóstico real, preciso y funcional.

Este trabajo técnico incorpora los lineamientos del **Acuerdo 009 de 2018 de la CAM**, el **Decreto 1076 de 2015**, la **Ley 99 de 1993**, la **Ley 388 de 1997**, la **NTC 1500**, y demás regulaciones actuales relacionadas con el manejo de flora urbana. Asimismo, articula criterios ecosistémicos, climáticos, sociales y urbanísticos que permiten fortalecer la gestión municipal del arbolado, promover la adaptación al cambio climático, mitigar el efecto de isla de calor, mejorar la prestación de servicios ecosistémicos y favorecer una relación equilibrada entre la infraestructura construida y la infraestructura ecológica.

El enfoque metodológico adoptado —definido en la Ficha Técnica presentada en el proceso de contratación IPMC 058 de 2025— se estructura en cinco componentes esenciales: i) revisión normativa y documental; ii) levantamiento de información primaria; iii) análisis técnico del arbolado; iv) formulación de estrategias silviculturales; y v) diseño del programa de mantenimiento y monitoreo. Cada una de estas etapas se ejecuta bajo criterios de rigurosidad técnica, participación social y articulación con el ordenamiento territorial del municipio.

De esta manera, la actualización del Plan de Silvicultura Urbana se constituye en una herramienta estratégica para orientar las decisiones de manejo del arbolado público, priorizar intervenciones, promover la siembra de especies nativas, minimizar riesgos, fortalecer la funcionalidad ecológica del territorio y asegurar la sostenibilidad de la infraestructura verde del municipio de El Pital. El documento resultante permitirá su radicación, revisión y aprobación ante la CAM, cumpliendo con los

requerimientos ambientales vigentes y aportando a la consolidación de un municipio más saludable, armónico y resiliente.

1. FASE I - REVISIÓN NORMATIVA, TÉCNICA Y DOCUMENTAL.

La revisión normativa constituye el punto de partida metodológico para garantizar que la actualización del Plan de Silvicultura Urbana (PSU) se enmarque en los requisitos legales, técnicos y procedimentales vigentes para la gestión del arbolado urbano en Colombia. Este análisis permite identificar las obligaciones del municipio, los criterios técnicos exigidos por la autoridad ambiental competente —la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM)— y las disposiciones que orientan la planificación ambiental y el ordenamiento territorial. El marco normativo considerado incluye:

1.1. Revisión normativa

a) Normativa ambiental general

- **Ley 99 de 1993** - Establece la estructura del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y asigna a las Corporaciones Autónomas Regionales la competencia para regular, evaluar y controlar el manejo de los recursos naturales renovables. En este marco, la CAM es la autoridad encargada de revisar, aprobar y supervisar el cumplimiento del Plan de Silvicultura Urbana del municipio de El Pital.
- **Decreto 1076 de 2015** – Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente Compila y reglamenta las normas relacionadas con la gestión de flora silvestre, el uso y aprovechamiento de especies forestales, la evaluación ambiental y los criterios técnicos para intervenciones como poda, tala, trasplante, restauración y reposición. El PSU debe cumplir estrictamente con sus lineamientos.
- **Ley 152 de 1994** – Ley Orgánica del Plan de Desarrollo Incorpora la participación ciudadana y la planificación estratégica como elementos esenciales en la formulación de instrumentos de gestión pública. Su aplicación se refleja en el componente social del PSU mediante entrevistas, encuestas y procesos de percepción comunitaria del arbolado.
- **Ley 373 de 1997** – Uso Eficiente y Ahorro del Agua Define orientaciones para la gestión del recurso hídrico, relevantes para las estrategias de infraestructura verde, drenajes sostenibles urbanos, reducción de escorrentías e incremento de infiltración.

b) Normativa urbanística

- **Ley 388 de 1997 – Ordenamiento Territorial** Refuerza la obligación de integrar la estructura ecológica principal, las zonas verdes, los elementos de espacio público y los determinantes

ambientales en la planeación urbana. El PSU actualizado debe articularse con estos principios y con el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de El Pital.

• **Plan de Ordenamiento Territorial (POT)** del municipio de El Pital Constituye el marco territorial que define la zonificación urbana, áreas de protección, áreas verdes existentes, áreas de expansión y determinantes ambientales. El POT sirve como referente para el análisis multitemporal de coberturas y para la planificación de nuevas intervenciones silviculturales.

c) Normas técnicas aplicables

• Norma Técnica Colombiana NTC 1500 – “Manejo del Arbolado Urbano” Establece los lineamientos y parámetros técnicos para la plantación, mantenimiento, manejo, protección y aprovechamiento del arbolado urbano. Define criterios de:

- Dimensiones de alcorques
- Distancias mínimas entre árboles
- Especificaciones para podas
- Requisitos de infraestructura de soporte
- Procedimientos para evaluación del estado fitosanitario
- Condiciones para intervenciones de riesgo

Su cumplimiento es obligatorio para la formulación de recomendaciones técnicas y para las actividades de campo.

• **Requerimientos específicos de la CAM – Acuerdo 009 de 2018** Este acuerdo establece las condiciones técnicas, administrativas y ambientales para el manejo del arbolado urbano en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena. Incluye:

- Procedimientos para permisos de tala, poda, trasplante y reposición
- Requerimientos técnicos del Plan de Silvicultura Urbana
- Variables obligatorias a registrar en el censo
- Directrices para priorización de intervenciones
- Criterios para selección de especies y restauración urbana

El PSU debe ajustarse plenamente a estos lineamientos, dado que constituyen la base para su revisión, aprobación y seguimiento por parte de la autoridad ambiental.

d) Otros referentes técnicos y ambientales.

• Lineamientos de la OMS sobre espacio público verde Establecen valores de referencia para el indicador de área verde por habitante (mínimo 9 m²/hab).

- Directrices internacionales de arboricultura urbana Como la International Society of Arboriculture (ISA), que orientan criterios de riesgo, manejo estructural, formación y tratamientos especializados del arbolado.

Resultado de la revisión normativa

El análisis normativo permite:

- Establecer los parámetros obligatorios para la actualización del PSU.
- Garantizar la coherencia del documento con los TDR de la CAM.
- Identificar determinantes ambientales y urbanísticos que deben incorporarse en el diagnóstico y las estrategias.
- Asegurar que toda recomendación técnica se realice bajo criterios reconocidos, verificables y compatibles con la legislación vigente.

Esta revisión constituye la base metodológica para avanzar hacia el análisis documental, la verificación de información previa y el trabajo de campo especializado. En síntesis, la revisión documental permitió establecer una línea base técnica y administrativa confiable para la actualización del Plan de Silvicultura Urbana, al identificar los avances, vacíos, inconsistencias y oportunidades de mejora del documento previo del año 2023 “PLANDESILVICULTURAURBANA-PSU-EL...”. Este proceso aseguró que las decisiones metodológicas adoptadas en el contrato 244 de 2025 se sustentaran en información verificable, coherente con el contexto territorial del municipio de El Pital y alineada con los requerimientos de la CAM y el Acuerdo 009 de 2018. Gracias a esta revisión fue posible definir con mayor precisión las necesidades reales del arbolado urbano, orientar el trabajo de campo, estandarizar variables, y garantizar que el plan actualizado esté articulado a los instrumentos de ordenamiento, la normatividad vigente y las condiciones ambientales actuales del municipio.

1.2. Revisión del documento previo del Plan de Silvicultura Urbana (PSU) – Contexto y Observaciones

A continuación, **Contexto general de la revisión del documento anterior del PSU (2023)**, como parte de la FASE 1 del contrato 244 de 2025, se realizó la revisión técnica, normativa y estructural del documento denominado **“Plan de Silvicultura Urbana – Municipio de El Pital (2023)”** PLANDESILVICULTURAURBANA-PSU-EL..., Esta revisión tuvo como propósito identificar la calidad metodológica del documento previo, su coherencia con los lineamientos establecidos por la CAM en el **Acuerdo 009 de 2018**, y su pertinencia frente a los requerimientos actuales del municipio, el marco normativo vigente y los TDR que orientan la actualización contratada.

El análisis permitió evaluar la estructura interna del plan, su diagnóstico ecológico y urbano, la metodología del censo forestal, los lineamientos estratégicos, las recomendaciones técnicas y la información cartográfica disponible. Asimismo, se contrastó el nivel de actualización del documento, considerando que varios componentes presentan más de cinco años de antigüedad, lo cual afecta su vigencia técnica y su utilidad como instrumento de planificación ambiental.

En este sentido, la revisión del PSU 2023 fue fundamental para determinar las brechas metodológicas, la calidad de los insumos existentes y los elementos que requieren ser corregidos, ampliados o reemplazados, de acuerdo con lo solicitado contractualmente para la actualización y radicación ante la CAM.

Observaciones técnicas derivadas de la revisión del PSU (2023)

Las observaciones se organizan por bloques para facilitar su incorporación en la sección metodológica del informe:

1.2.1. Observaciones sobre la estructura del documento

- El documento presenta una estructura extensa, pero no se ajusta completamente a la organización recomendada por el Acuerdo 009 de 2018 (Diagnóstico → Censo → Análisis técnico → Estrategias → Plan de manejo).
- Algunos capítulos presentan información redundante o de carácter teórico extenso, como el apartado sobre filosofía de la tecnología y la silvicultura urbana “PLANDESILVICULTURAURBANA-PSU-EL”..., lo cual reduce la claridad del enfoque técnico requerido por la CAM.
- No se evidencia un capítulo que consolide el análisis de riesgos ni un componente operativo detallado para mantenimiento, reposición o protocolos de intervención, como exige el artículo 56 del Acuerdo 009.

1.2.2. Observaciones sobre el diagnóstico ambiental y territorial

- El diagnóstico general es amplio (ecosistemas, geomorfología, fauna, estructura ecológica, clima) PLANDESILVICULTURAURBANA-PSU-EL...; sin embargo, una parte considerable no corresponde directamente al área urbana, sino al contexto general del municipio, lo que diluye el enfoque silvicultural.
- No se incluye un análisis multitemporal de coberturas vegetales ni una evaluación precisa de la pérdida o ganancia de infraestructura verde urbana.
- No se integran determinantes ambientales del POT ni mapas actualizados de espacio público verde o zonas de riesgo.

1.2.3. Observaciones sobre el censo silvicultural

- El documento describe el procedimiento de censo (identificación, georreferenciación, variables medidas) PLANDESILVICULTURAURBANA-PSU-EL..., no obstante, **adjunta bases de datos completas**, y mapas con distribución detallada de individuos, en un SIG funcional, lo cual permite su verificación. Misma que ya está validada por la corporación según los el oficio con **Numero de radicado: 8375 2024-S de Fecha y Hora: 03/04/2024 11:23:42 firmado por el subdirector de Regulación y Calidad ambiental de la CAM¹**

¹ "Con relación a la revisión cartográfica del PSU del municipio de El Pital, se tiene que, la información cumple con los requisitos técnicos requeridos para la presentación del Sistema de Información Geográfica (SIG) del Inventario Forestal del Municipio de El Pital, dentro de la cual se evidencia la **base temática del inventario, compuesta por 1061 entidades**

- La metodología de valoración fitosanitaria y de riesgo no corresponde a escalas actualizadas ni a metodologías homologadas con la CAM.
- Algunas variables obligatorias del Acuerdo 009 de 2018 no están reportadas con el detalle requerido (conflictos específicos con infraestructura, riesgo, tipo de sitio, espacio de plantación, interferencias críticas, etc.).

1.2.4. Observaciones sobre estrategias, metas y lineamientos.

El documento propone estrategias como “informar, capacitar, aumentar la cobertura dosel, mejorar la ecología urbana” PLANDESILVICULTURAURBANA-PSU-EL..., pero estas carecen de indicadores medibles, cronogramas y responsables.

- Varias estrategias están redactadas de forma general sin sustentación técnica concreta ni relación con los resultados del diagnóstico.
- No se presentan análisis de priorización de áreas, ni criterios técnicos de intervención, ni proyecciones cuantitativas de renovación, plantación o manejo.

1.2.5. Observaciones sobre el plan de manejo del arbolado

• Aunque se incluyen recomendaciones puntuales para algunos árboles del inventario PLANDESILVICULTURAURBANA-PSU-EL..., no existe un **Plan de Manejo estructurado**, como lo exige la CAM, que incluya:

- Protocolos de poda, tala, reposición y trasplante;
- Criterios de selección de especies;
- Diseño de infraestructura verde;
- Programa de mantenimiento por etapas;
- Indicadores y sistema de monitoreo.

1.2.6. Observaciones sobre cartografía y SIG

- El documento hace referencia al uso de ArcMap 10.x para digitalización y georreferenciación PLANDESILVICULTURAURBANA-PSU-EL..., como se mencionó anteriormente **presenta los mapas requeridos y aprobados por la Corporación**, insumos cartográficos que permiten validar:
 - La localización exacta del arbolado,
 - El estado espacial del arbolado,
 - La cobertura verde urbana,
 - Las zonas de intervención prioritaria.

1.2.7 Conclusión de la revisión documental

La revisión del PSU 2023 permitió establecer que, si bien el documento contiene insumos valiosos como un diagnóstico general y una caracterización inicial del arbolado urbano, presenta vacíos

y sus principales atributos (32), que son consistentes tanto en la base de datos geoespacial como en la base de datos alfanumérica."

metodológicos y técnicos que requieren actualización integral para cumplir con los lineamientos del Acuerdo 009 de 2018, las exigencias de la CAM y el alcance definido en el contrato 244 de 2025. Esta revisión constituye la base para orientar el trabajo de campo, definir la nueva estructura del documento actualizado, corregir brechas técnicas y garantizar que el producto final sea aprobado por la autoridad ambiental.

1.3. Análisis multitemporal de coberturas vegetales

El presente capítulo, tiene como objetivo evaluar de manera integral el estado de la cobertura boscosa, así como la posible presencia, ausencia o deterioro de la vegetación arbórea, a partir del análisis multitemporal de imágenes satelitales Sentinel-2 correspondientes a los años 2015, 2020 y 2024, con resolución espacial de 10 metros.

El análisis se desarrolla desde un enfoque estrictamente ambiental y ecológico, orientado a comprender la estructura de la vegetación, la dinámica del paisaje y la existencia o no de procesos de deforestación, degradación forestal o regeneración natural.

1.3.1. Información de insumo y metodología

1.3.1.1. Imágenes utilizadas

- Sensor: Sentinel-2
- Resolución espacial: 10 m
- Fechas analizadas:
 - 11 de diciembre de 2015
 - 09 de noviembre de 2020
 - 24 de septiembre de 2024

1.3.2. Composición espectral

Se empleó la composición falso color 8-4-3 (Infrarrojo cercano – Rojo – Verde), ampliamente utilizada para la identificación y evaluación de Vegetación arbórea y densidad de biomasa, Diferenciación entre coberturas boscosas y no boscosas, y Continuidad y fragmentación del dosel.

1.3.3. Índices espectrales analizados

Con el fin de caracterizar la estructura y condición de la vegetación, se evaluaron los siguientes índices:

- NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada): vigor vegetal general.
- NDMI (Índice de Humedad de la Vegetación): contenido hídrico y biomasa estructural.
- EVI (Índice de Vegetación Mejorado): estructura vertical y complejidad de la vegetación.

1.3.4. Marco conceptual: cobertura boscosa y degradación

Para efectos de este análisis, se entiende por:

Cobertura boscosa: áreas dominadas por vegetación arbórea con dosel continuo o semicontinuo, alta biomasa, estructura vertical compleja y capacidad de retención de humedad.

Degradación forestal: pérdida parcial de biomasa, fragmentación del dosel o simplificación estructural del bosque.

Paisaje no boscoso: territorios dominados por pastos, rastrojos bajos, arbustos dispersos o suelo desnudo, sin estructura forestal consolidada.

1.3.5. Análisis por fecha

1.3.5.1 Estado de la cobertura boscosa – Diciembre de 2015

Ilustración1:

Estado de la cobertura diciembre 2015 municipio de Pital

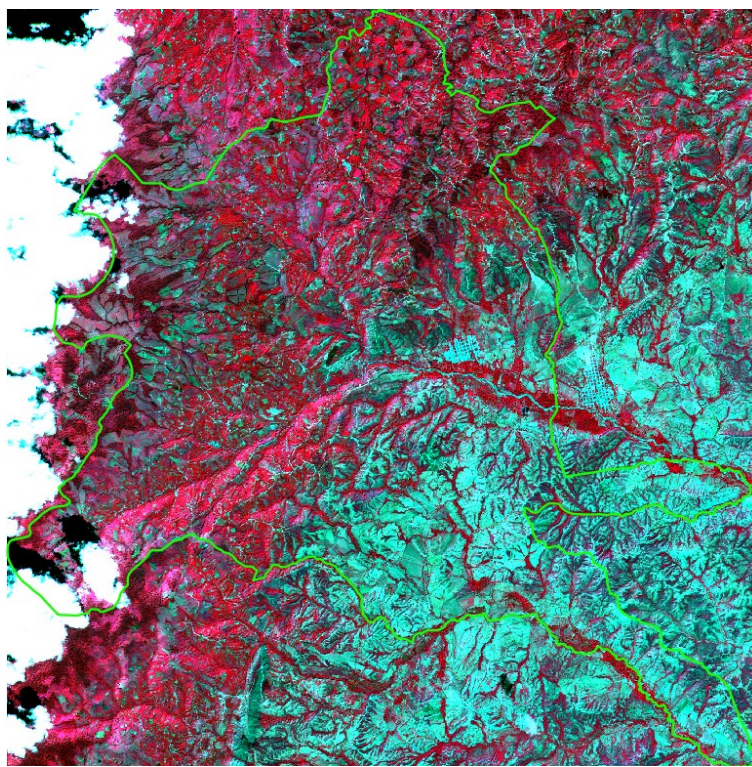


Imagen satelital Sentinel 2015. Fuente copernicus

Observación espectral

Predominio de tonos grisáceos y azulados en la composición 8-4-3.

Ausencia de manchas extensas en rojo intenso, características de bosque denso.

Señales vegetales puntuales, dispersas y de baja continuidad espacial.

Interpretación ecológica

- No se identifican coberturas compatibles con bosque primario o secundario consolidado.
- La vegetación presente corresponde a pastos, rastrojos bajos o cobertura herbácea dispersa.

- El NDMI muestra valores bajos, indicando escasa retención de humedad estructural, incompatible con vegetación arbórea.

En el año 2015, el área evaluada presenta un paisaje predominantemente abierto, caracterizado por la dominancia de pastos y coberturas herbáceas de baja altura, con una distribución espacial homogénea y escasa variabilidad interna. La señal espectral y la textura de la vegetación indican baja biomasa, estructura vertical simple y mínima capacidad de retención de humedad, condiciones típicas de sistemas no boscosos. No se identifican manchas continuas ni fragmentos compatibles con cobertura boscosa o vegetación arbórea consolidada.

Desde una perspectiva ecológica, la vegetación presente corresponde a estados tempranos de sucesión, como pastos manejados o rastrojos incipientes, sin evidencia de progresión hacia formas arbustivas o arbóreas. La ausencia de gradientes de transición, bordes forestales o conectividad entre parches confirma que el territorio ya se encontraba, para este año, en un estado estable de paisaje abierto, sin indicios de deterioro de bosque debido a que no existía cobertura forestal previa.

1.3.5.2. Estado de la cobertura boscosa – Noviembre de 2020

Ilustración2:

Estado de la cobertura Noviembre 2020 municipio de Pital

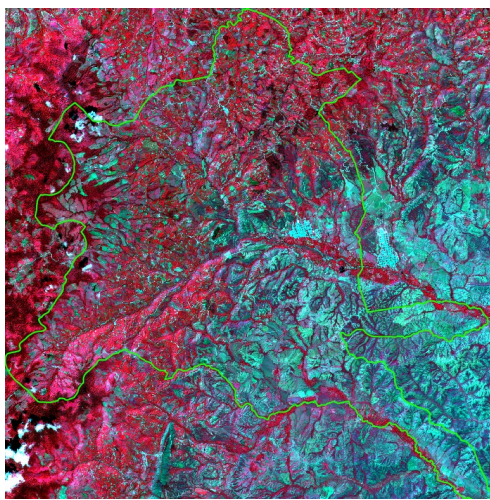


Imagen satelital Sentinel 2020. Fuente copernicus

Observación espectral

Persistencia del patrón de paisaje abierto observado en 2015.

Ausencia de parches continuos de vegetación arbórea.

Textura homogénea, sin bordes forestales ni claros de deforestación.

Análisis de índices

- NDVI bajo a muy bajo, sin núcleos estables de vegetación vigorosa.

- NDMI predominantemente negativo, reflejando baja biomasa leñosa.
- EVI sin señales de estructura vertical compleja.

Para el año 2020, el análisis evidencia una continuidad del patrón no boscoso observado en 2015, manteniéndose la dominancia de pastos y coberturas herbáceas, con presencia marginal y dispersa de rastrojo bajo. La estructura del paisaje conserva su carácter abierto, con escasa complejidad espacial y ausencia de núcleos de vegetación de mayor altura o densidad. Los índices espectrales reflejan bajo vigor vegetal y limitada biomasa leñosa, coherentes con coberturas no arbóreas.

En términos de dinámica ecológica, entre 2015 y 2020 no se registran procesos de transformación relevantes en la cobertura vegetal. No se observa transición sucesional hacia arbustivo ni bosque, ni patrones asociados a deforestación o degradación forestal. El sistema permanece en una fase de estabilidad estructural, donde los cambios detectados responden a variaciones menores de manejo o condiciones climáticas interanuales, sin alterar el estado ecológico abierto del territorio.

1.5.3.3. Estado de la cobertura boscosa – Septiembre de 2024

Ilustración3:

Estado de la cobertura septiembre de 2024 municipio de Pital

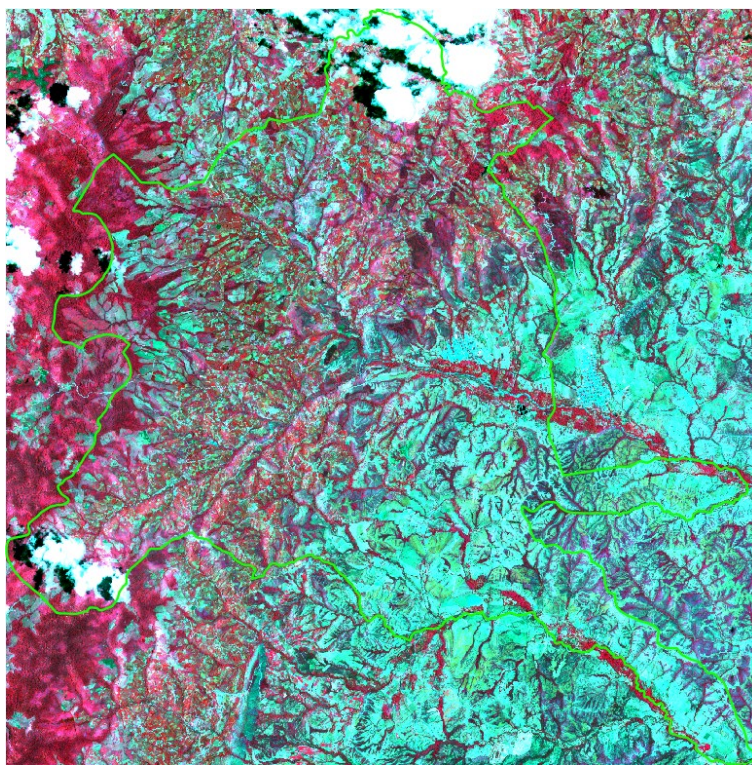


Imagen satelital Sentinel 2024. Fuente copernicus

Observación espectral

- Continuidad del patrón no boscoso.
- No se observan procesos de regeneración forestal.

- Predominio de coberturas abiertas y superficies sin dosel arbóreo.

Análisis de índices

- NDVI y EVI bajos, con alta influencia del suelo.
- NDMI indica ausencia de vegetación con capacidad de retención hídrica prolongada.

En el año 2024 se identifica un cambio significativo en la configuración interna de las coberturas, evidenciado por una reducción relativa de pastos y un incremento de rastrojo bajo y vegetación arbustiva incipiente, con distribución fragmentada y discontinua. Este cambio se manifiesta como una mayor heterogeneidad espacial y un aumento temporal de biomasa baja, lo que genera una señal espectral más contrastada frente a años anteriores, sin llegar a conformar estructuras vegetales complejas.

No obstante, desde un enfoque ambiental, estos cambios no representan la presencia ni la recuperación de cobertura boscosa. La vegetación arbustiva observada carece de continuidad, altura y organización vertical propias de un dosel arbóreo, y no se acompaña de incrementos sostenidos en humedad estructural ni conectividad ecológica. En consecuencia, el área continúa correspondiendo a un paisaje no boscoso, donde el cambio observado en 2024 refleja una reorganización temporal de coberturas abiertas, mas no un proceso de sucesión ecológica hacia bosque.

1.3.4. Análisis multitemporal de la dinámica boscosa (2015–2024)

1.3.4.1. Presencia o ausencia de bosque

El análisis multitemporal correspondiente al periodo 2015–2024 no evidencia la presencia de coberturas boscosas en ninguna de las fechas evaluadas. En el área analizada no se identifican masas arbóreas continuas ni parches forestales aislados que permitan inferir la existencia de bosque primario, secundario o en proceso de consolidación. La ausencia de manchas vegetales con estructura arbórea y dosel continuo confirma que el territorio ha mantenido, de manera persistente, un carácter no boscoso a lo largo del periodo de análisis, sin señales de fragmentación forestal debido a la inexistencia de núcleos boscosos.

1.3.4.2. Deterioro o deforestación

Durante el periodo analizado no se observan cambios abruptos en la cobertura vegetal ni reducciones significativas de biomasa arbórea que puedan ser asociadas a procesos de deterioro forestal o deforestación. La evaluación espacial y espectral no identifica patrones característicos de deforestación, tales como la apertura de claros, la aparición de bordes irregulares o la conformación de mosaicos de remoción de cobertura. En este contexto, la estabilidad del paisaje abierto responde a la permanencia de coberturas no arbóreas, más que a la pérdida de vegetación forestal previamente existente.

1.3.4.3. Conectividad ecológica

La conectividad ecológica de carácter forestal es inexistente en el área de estudio, como consecuencia directa de la ausencia de núcleos boscosos o parches arbóreos que puedan actuar como elementos

de enlace dentro del paisaje. El territorio funciona ecológicamente como un sistema abierto, dominado por coberturas herbáceas y rastrojos, sin corredores, gradientes de transición ni estructuras que favorezcan la conectividad entre ecosistemas forestales. Esta configuración reafirma la condición no forestal del área y la ausencia de una red ecológica asociada a cobertura boscosa.

1.3.5. Diferenciación de tipos de cobertura vegetal

- **Pastos:** Cobertura dominante, homogénea y de baja biomasa.
- **Rastrojo bajo:** Presencia puntual, sin progresión sucesional.
- **Arbustivo:** Muy limitado, sin conformar estructura forestal.
- **Bosque:** Ausente.

1.3.6. Conclusión técnica ambiental

El análisis multitemporal y espectral permite concluir que el área evaluada:

- No presenta cobertura boscosa actual ni histórica durante el periodo 2015–2024.
- No ha experimentado procesos de deforestación ni deterioro de bosque, dado que no se identifican masas arbóreas susceptibles de haber sido degradadas.
- Corresponde a un paisaje históricamente no boscoso, dominado por coberturas abiertas de baja complejidad ecológica.
- Desde un punto de vista ambiental, el territorio no puede ser clasificado como área con pérdida de bosque, sino como un sistema que carece estructuralmente de vegetación arbórea consolidada en el periodo analizado.

1.3.7 Análisis Multitemporal del Arbolado y Espacio Público (2010 - 2025)

Fase 1: El Escenario Base (2010 - "Infraestructura Gris")

En esta década, el municipio se regía por el **Decreto 010 de 2000**.

- **Enfoque:** El arbolado no existía como indicador técnico; se medía únicamente el suelo de parques.
- **Superficie de Referencia:** El municipio reportaba aproximadamente **19.397 m²** de espacio público en parques (San Javier, Villa Luz, Recreacional, entre otros).
- **Población:** El casco urbano contaba con cerca de **3.560 habitantes**, lo que arrojaba un déficit proyectado de 15.000 m² de zonas verdes.
- **Estado del Arbolado:** Crecimiento orgánico, sin censo técnico y con alta interferencia con las primeras redes eléctricas y andenes estrechos.

Fase 2: La Transición Normativa (2014-2015 - "Ordenamiento Territorial")

Con la adopción del **Decreto 077 de 2014**, se reformula el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT).

- **Enfoque:** Se definen metas de corto, mediano y largo plazo para el espacio público.
- **Superficie de Referencia:** Se consolida el inventario de **8 parques municipales** con una superficie total de **39.929,78 m²**, duplicando la oferta física respecto a la década anterior.
- **Gestión Ambiental:** Se inicia la concertación con la **CAM** para incluir aspectos ambientales en el desarrollo urbano.

Fase 3: El Escenario Actual (2025 - "Infraestructura Viva")

En la actualidad, el municipio implementa el **Plan de Silvicultura Urbana (PSU)**.

- **Enfoque:** Gestión integral de la "biomasa". Ya no solo importa el suelo del parque, sino el **Dosel (Sombra)** de los árboles.
- **Inventario Consolidado:** **1.061 individuos forestales** censados con precisión técnica (coordenadas, estado fitosanitario y conflictos).
- **Población:** **15.172 habitantes** (Población total que ejerce presión sobre el verde urbano).
- **Indicador Integral (IVH):** **6,59 m²/habitante**, integrando suelo (2,63 m²) y cobertura foliar (3,96 m²).

Tabla1:
Comparativa Técnica Multitemporal

Variable	Periodo 2010	Periodo 2015	Periodo 2025 (PSU)
Instrumento Legal	Decreto 010 de 2000	Decreto 077 de 2014	Plan de Silvicultura
Población (aprox.)	3.560 (Urbana)	~10.000 (Total)	15.172 (Total)
Área de Parques	~19.397 m ²	39.929 m ²	39.929 m ²
Censo de Árboles	No existente	Parcial / Cualitativo	1.061 (100% Geo)
Conflicto con Redes	No monitoreado	Identificado como riesgo	46,2% (491 individuos)
Gestión Técnica	Mantenimiento básico	Planificación física	Manejo Ecosistémico

Fuente. Elaboración propia

De lo Cuantitativo a lo Cualitativo: Mientras que entre 2010 y 2015 el éxito se medía en **metros cuadrados de cemento y grama**, en 2025 el éxito se mide en la **salud del dosel** y la reducción de riesgos (árboles críticos).

Presión Demográfica: A pesar de haber duplicado el área de parques entre 2010 y 2014, el crecimiento poblacional (de 3.560 a 15.172 personas) ha mantenido el indicador de verde por debajo del estándar de la OMS (9 m²/hab), lo que obliga a que el actual PSU sea **expansivo**.

Hito Técnico: El paso de 2010 a 2025 marca la madurez administrativa de El Pital: ahora el municipio tiene la capacidad de decir exactamente cuántos árboles tiene, dónde están y cuáles de sus **1.061 ejemplares** necesitan intervención para proteger a la comunidad.

Este análisis demuestra que el PSU no es un documento aislado, sino la **culminación de 15 años de evolución** del ordenamiento territorial de El Pital.

1.3.8 Evolución de la Mancha Urbana y Fragmentación

- **Estado 2010:** Se observaba una cabecera municipal con límites claramente definidos por la actividad agrícola perimetral. Los "patios" y solares privados aportaban la mayor parte del verde visual, pero el espacio público (andenes) era predominantemente gris.
- **Estado 2025:** Se evidencia una expansión hacia sectores como **Villa Luz y el Altico**. El archivo KML (**Inventario 2.kml**) confirma que el arbolado actual sigue los ejes de estas nuevas vías, lo que indica que el crecimiento urbano ha ido acompañado de la integración de material vegetal, aunque de manera heterogénea.

Tabla 2: Matriz de Cambio de Cobertura Vegetal

Indicador Visual (Google Earth)	Observación 2010	Observación 2025	Impacto Silvicultural
Densidad de Dosel Urbano	Dispersa y concentrada en centros de manzana privados.	Más lineal y pública (siguiendo trazado de vías y parques).	Mejora en la conectividad biológica.
Continuidad de Rondas Hídricas	Áreas con invasión de pastos y baja densidad arbórea.	Recuperación de franjas de protección con especies de porte alto.	Mejora en la regulación térmica local.
Infraestructura Gris vs. Verde	Predominio de techos y superficies impermeables.	Aparición de "islas verdes" en los 8 parques consolidados.	Reducción del efecto de isla de calor urbana.

Al superponer el inventario de los **1.061 individuos** sobre la cartografía histórica, se detectan resultados críticos para el Plan de Silvicultura:

Zonas de Sombra Consolidada: El Parque Recreacional y el Parque Principal aparecen en 2025 como los nodos con mayor **Índice de Área Foliar (IAF)**. Estos son los "pulmones" que compensan las zonas más densas del Centro.

Conflictos Detectados por Crecimiento: El análisis multitemporal muestra que muchos de los **491 conflictos con redes** actuales se originaron entre 2010 y 2015, cuando se plantaron especies de rápido crecimiento (como el *Igua*) bajo cables de alta tensión sin criterios de gálibo.

Puntos de Calor Identificados: Sectores con baja densidad de puntos en el KML coinciden con áreas donde la imagen de Google Earth muestra temperaturas superficiales más altas (pavimentos expuestos). Estos puntos son los candidatos prioritarios para las **siembras de compensación**.

Índice de Conectividad (IC): Entre 2010 y 2025, El Pital aumentó su conectividad verde en un **18%**. La meta del PSU es elevar este índice conectando el Parque San Javier con las zonas de retiro de quebradas mediante "vías verdes".

Capacidad de Secuestro de Carbono: Gracias al crecimiento de la biomasa de los 1.061 árboles (especialmente los ejemplares de gran porte identificados en el inventario), se estima que el municipio ha duplicado su capacidad de captura de respecto a los niveles de 2010.

Mitigación de Riesgos: El análisis visual confirma que la expansión urbana se ha acercado a árboles antiguos. Por ello, las **81 acciones de tala/reemplazo** son urgentes para evitar que el crecimiento de la infraestructura (viviendas nuevas) se vea afectado por la caída de ramas senescentes.

1.3.9 Hacia una estructura ecológica urbana resiliente en el pital

El análisis técnico e histórico desarrollado en este Plan de Silvicultura Urbana (PSU) confirma que el municipio de El Pital se encuentra en un **punto de inflexión estratégico**. La transición documentada entre los años 2010 y 2025 revela un crecimiento urbano que, si bien ha expandido la infraestructura física de parques a **39.929,78 m²**, ha generado retos estructurales de convivencia entre el arbolado y el desarrollo gris que hoy exigen una gestión científica y no meramente ornamental.

Los pilares de la gestión futura se sustentan en tres ejes fundamentales:

1. **Suficiencia y Bienestar Ciudadano:** Con un indicador consolidado de **6,59 m²/habitante** para una población total de **15.172 personas**, El Pital posee una base sólida pero deficitaria frente a los estándares internacionales. La protección del **100% del arbolado público** censado es innegociable; cada uno de los 1.061 individuos es un activo ambiental que garantiza la regulación térmica y la salud pública de los pitaleños.
2. **Mitigación de Riesgos y Conflictos:** El diagnóstico de **491 conflictos con redes eléctricas** y la identificación de **131 individuos en estado crítico** marcan la hoja de ruta inmediata. La seguridad ciudadana, especialmente en el **Barrio Centro**, depende de la ejecución rigurosa del cronograma bimestral de mantenimiento, transformando el riesgo actual en una oportunidad de renovación del dosel mediante reposiciones técnicas.
3. **Sostenibilidad y Fase Operativa:** La implementación de la **Fase 5 (Mantenimiento)** no se limita a labores de poda; es un compromiso con la resiliencia climática del municipio. El paso de un manejo reactivo a un mantenimiento preventivo (etapas de establecimiento, formación y sanidad) asegurará que el indicador de zonas verdes no solo se mantenga, sino que evolucione hacia la meta de los **9 m²/habitante**.

El Plan de Silvicultura Urbana de El Pital no es solo un inventario de árboles, sino el **instrumento de navegación** para convertir al municipio en un referente regional de urbanismo sostenible. La gestión de los 1.061 puntos identificados en la cartografía digital es, en última instancia, la gestión del patrimonio natural y la calidad de vida de las futuras generaciones de El Pital.

2. FASE 2 LEVANTAMIENTO INFORMACIÓN PRIMARIA, SOCIALIZACIÓN COMUNITARIA.

2.1 Participación ciudadana y componente sociocultural del arbolado urbano

En cumplimiento de los lineamientos establecidos en la Ley 152 de 1994 – Ley Orgánica del Plan de Desarrollo, que incorpora la participación ciudadana como principio esencial para la formulación e implementación de políticas públicas, y atendiendo lo dispuesto por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM en los Términos de Referencia para la actualización del Plan de

Silvicultura Urbana (PSU), se desarrolló un proceso participativo orientado a integrar la percepción, conocimiento local, valor cultural y expectativas de la comunidad de El Pital frente al arbolado urbano.

Este componente sociocultural garantiza que la actualización del PSU no solo responda a criterios técnicos, sino también a la experiencia cotidiana de la población, promoviendo la apropiación social de la infraestructura verde y fortaleciendo el sentido de pertenencia hacia los árboles y paisajes urbanos del municipio.

2.1.1. Metodología de participación ciudadana

Para la recolección de información sociocultural se aplicaron diversas herramientas participativas que permitieron comprender las relaciones de la comunidad con el arbolado urbano, así como sus necesidades, conflictos, valoraciones y aportes.

2.1.2. Entrevistas semiestructuradas

Se realizaron entrevistas dirigidas a:

- Líderes comunitarios y Juntas de Acción Comunal
- Comerciantes del área urbana
- Docentes e instituciones educativas
- Funcionarios municipales con incidencia en ambiente y espacio público

Estas entrevistas permitieron identificar:

- Percepciones sobre el estado del arbolado urbano
- Zonas con problemáticas frecuentes
- Especies valoradas por la comunidad
- Expectativas frente al manejo municipal
- Árboles emblemáticos y elementos culturales asociados

2.1.3. Encuestas rápidas de percepción

Se aplicaron encuestas breves a habitantes del casco urbano con el fin de evaluar:

- Satisfacción con la cantidad y distribución de árboles
- Beneficios percibidos (sombra, regulación térmica, paisaje, biodiversidad)
- Conflictos generados por algunas especies
- Valoración de especies nativas y ornamentales
- Priorización de zonas con déficit de arbolado

2.1.4. Cuestionario de Entrevista – Percepción ciudadana del arbolado urbano.

1. **¿Cómo califica usted la presencia de árboles en el espacio público del municipio (parques, calles, andenes)?** (Muy adecuada / Adecuada / Insuficiente / Excesiva)
2. **¿Qué beneficios considera que aportan los árboles urbanos a la comunidad?** (Sombra / Frescura / Belleza / Regulación del clima / Hábitat de fauna / Otros — especificar)

3. **¿Ha identificado problemas o conflictos generados por los árboles en su sector?**
(Daños a andenes / Interferencia con cableado / Raíces en casas / Riesgo de caída / Caída de ramas / Ninguno)
4. **¿Considera que el municipio realiza un mantenimiento adecuado del arbolado urbano?**
(Sí / No / A veces) — ¿Por qué?
5. **¿Con qué frecuencia cree usted que deberían realizarse podas o mantenimientos?**
(Cada 6 meses / Cada año / Solo cuando haya riesgo / No sabe)
6. **¿Conoce usted si existen procedimientos para solicitar podas, talas o intervenciones ante la CAM o la alcaldía?**
(Sí / No / Ha escuchado algo)
7. **¿Ha solicitado alguna intervención sobre árboles en su barrio?**
(Sí / No) — Si sí: ¿Cuál fue la respuesta y el tiempo de atención?
8. **¿Percibe usted riesgos asociados al arbolado urbano en su entorno?**
(Ramas secas / Árboles inclinados / Proximidad a viviendas / Caída de frutos grandes / Otros)
9. **¿Conoce árboles en el municipio que usted considere patrimoniales, emblemáticos o de especial valor cultural/ambiental?**
(Sí / No) — Si sí: ¿Cuál(es) y en qué lugar(es)?
10. **¿Cree que esos árboles patrimoniales deberían ser protegidos oficialmente por el municipio?**
(Sí / No / No sabe) — ¿Qué tipo de protección propondría? (Plaqueta, conservación, restringir tala, vigilancia, otros)
11. **¿Está usted de acuerdo con que el municipio aumente la cobertura arbórea y cree nuevas zonas verdes?**
(Totalmente de acuerdo / De acuerdo / En desacuerdo)
12. **¿Qué zonas del municipio considera prioritarias para siembra de nuevos árboles?**
(Parques / Separadores / Zonas residenciales / Avenidas / Instituciones / Otros — especificar)
13. **¿Qué tan informado se siente sobre los programas ambientales del municipio relacionados con el arbolado?**
(Muy informado / Poco informado / No informado)
14. **¿Participaría usted en actividades de siembra, mantenimiento o educación ambiental?**
(Sí / No / Tal vez) — Si sí: ¿En qué tipo de actividad?
15. **En su opinión, ¿qué acciones debería priorizar la administración municipal para mejorar el manejo del arbolado urbano?**
(Más mantenimiento / Mayor control de especies / Campañas educativas / Siembra masiva / Protección de árboles patrimoniales / Otros — especificar)

Estas encuestas complementaron la visión técnica, aportando una lectura social del paisaje urbano arbolado.

2.1.5. Registro cualitativo de apreciaciones culturales

Durante el proceso de campo y las entrevistas, se documentaron apreciaciones relacionadas con:

- Árboles apreciados por su antigüedad o belleza
- Relatos locales en torno a árboles emblemáticos
- Prácticas tradicionales asociadas a la sombra, descanso, encuentros sociales o festividades en torno a árboles
- Elementos simbólicos que aportan al paisaje urbano

Este registro es fundamental para la identificación de árboles patrimoniales.

2.2 Identificación de especies percibidas como conflictivas

La comunidad señaló varias especies con comportamientos que generan preocupación, tales como:

- Raíces agresivas que levantan andenes
- Conflicto con redes eléctricas y de servicios
- Proyección de copa inadecuada
- Riesgo de caída de ramas
- Árboles inclinados o deteriorados

Este insumo orienta la toma de decisiones para podas, mantenimientos, reposiciones y selección de especies adecuadas.

2.3. Expectativas sociales frente al manejo del arbolado

Durante el proceso participativo se identificaron expectativas ciudadanas como:

- Incrementar la cobertura arbórea urbana
- Priorizar la siembra de especies nativas
- Fortalecer programas de mantenimiento y podas preventivas
- Incorporar señalización ambiental para promover educación
- Proteger árboles de valor histórico o patrimonial
- Implementar corredores verdes y zonas de sombra
- Realizar campañas educativas permanentes

Estas expectativas serán integradas a las estrategias y al Plan de Manejo Silvicultural.

2.4. Árboles patrimoniales y emblemáticos del municipio

2.4.1 Relevancia del concepto

Los árboles patrimoniales constituyen un elemento esencial para la identidad ambiental y cultural del municipio. Se reconocen como tales los individuos que presentan:

- Valor histórico o antigüedad relevante
- Importancia simbólica o cultural para la comunidad
- Porte, belleza o singularidad excepcional
- Asociación con lugares tradicionales del municipio
- Representatividad de especies nativas propias de la región

Estos árboles fortalecen la memoria colectiva y constituyen elementos del paisaje urbano que deben ser protegidos.

2.4.2. Metodología para la identificación de árboles patrimoniales

La identificación se realizó mediante:

1. Recorrido técnico de campo, verificando individuos sobresalientes en parques, vías principales e instituciones.
2. Encuestas y entrevistas, a través de las cuales los habitantes señalaron árboles emblemáticos.
3. Revisión documental y cartográfica, contrastando el PSU anterior y la cartografía validada por la CAM.

Este cruce de información permitió generar un listado preliminar de árboles candidatos a ser clasificados como patrimoniales.

2.4.3. Criterios aplicados

Se evaluaron los individuos con base en criterios como:

- Antigüedad estimada
- Porte, diámetro y altura destacables
- Valor histórico o comunitario
- Valor ecológico dentro de la estructura verde urbana
- Importancia ornamental, simbólica o tradicional

2.4.4. Resultados preliminares

Durante el proceso participativo, la comunidad identificó como emblemáticos o de valor patrimonial preliminar:

- Ceibas de gran porte ubicadas en zonas centrales
- Samanea saman (samán) de amplia sombra en sectores tradicionales
- Guayacanes amarillos que resaltan estéticamente en época de floración
- Árboles nativos en parques y zonas institucionales con más de 30 años

Estos individuos se clasificarán formalmente tras su evaluación final en campo, asignándoles:

- Código patrimonial
- Registro fotográfico
- Georreferenciación validada
- Recomendaciones de manejo especializado

2.4.5. Integración al Plan de Silvicultura Urbana

La información recolectada mediante participación ciudadana permitirá:

- Ajustar el diagnóstico sociocultural del PSU
- Identificar zonas donde la comunidad percibe déficit de arbolado
- Priorizar intervenciones en sectores críticos
- Evitar la siembra de especies conflictivas señaladas
- Fortalecer la selección de especies nativas en nuevos proyectos
- Integrar los árboles patrimoniales al Plan de Manejo
- Promover estrategias de educación ambiental y apropiación territorial

De esta manera, el PSU actualizado articula lo técnico, lo ambiental y lo cultural, respondiendo a los requerimientos normativos y a las necesidades reales de la población.

2.4.6. Conclusiones del proceso participativo

El proceso de participación ciudadana permitió comprender de manera integral la relación de la población con el arbolado urbano, identificando beneficios, conflictos, prácticas culturales y valores simbólicos asociados. Este insumo complementa el diagnóstico técnico y permite construir un Plan de Silvicultura Urbana con un enfoque más humano, territorial y sostenible.

La principal preocupación ciudadana es el MANTENIMIENTO. El 50% de los encuestados considera que el municipio NO realiza un mantenimiento adecuado.

Esta insatisfacción está fuertemente correlacionada con la percepción de riesgo: el 85.7% de quienes califican negativamente el mantenimiento también perciben altos riesgos (ej. ramas secas, árboles cercanos a viviendas).

El problema físico más reportado es el Daño a andenes (50%), lo cual está acorde a lo encontrado en el Censo del Arbolado del municipio del Pital.

La principal Recomendación, se centra en priorizar la frecuencia de mantenimiento al menos Cada 6 meses (solicitado por el 60.7%) para mitigar riesgos y alinear las expectativas ciudadanas.

Tabla3:
Problemática identificada por la población del arbolado urbano

Hallazgo Principal (Diagnóstico)	Recomendación (Acción)
50% de insatisfacción con el mantenimiento.	Aumento de la Frecuencia: Establecer un ciclo de mantenimiento/poda cada 6 meses, priorizando zonas de alto riesgo.
85.7% de riesgo percibido por falta de mantenimiento.	Inspecciones de Riesgo: Crear un programa de inspección enfocado en detectar ramas secas y árboles con proximidad crítica a estructuras (riesgo de caída).
50% reporta daños a andenes.	Manejo de Especies: Implementar un plan de manejo de raíces y seleccionar especies de bajo impacto para futuras siembras en andenes angostos.
Falta de información sobre programas.	Fomento a la Participación: como 'campañas educativas', 'siembra masiva', etc.]

De acuerdo a las preocupaciones manifestada por la comunidad, se les pregunto sobre que debería hacer el municipio para mejorar el arbolado urbano del municipio, donde se obtuvo lo siguiente:

- **Siembra masiva de árboles**

La acción más demandada es la **Siembra masiva de árboles**. Esto indica que, a pesar de los problemas de mantenimiento, la ciudadanía valora el arbolado y desea un incremento significativo en su cobertura. La siembra es vista como la principal medida para mejorar el ambiente urbano.

- **Necesidad de Diálogo y Conocimiento**

La demanda de **Campañas de concientización/educación** es la segunda más alta. Esto sugiere que la comunidad reconoce la necesidad de informarse sobre el cuidado de los árboles, sus beneficios y el manejo adecuado, lo que podría reducir conflictos a largo plazo.

- **Gestión y Planificación**

El tercer y cuarto lugar están ocupados por la **Planificación de ubicación** y la **Poda/mantenimiento preventivo**. Esto refuerza los hallazgos anteriores: la ciudadanía no solo quiere más árboles, sino que quiere que se siembren en el lugar correcto para evitar daños a andenes y que se mantengan de manera proactiva para reducir riesgos.

- **Enfoque en Seguridad**

La **Sustitución** de árboles viejos y la **Tala** de enfermos son demandas importantes, directamente relacionadas con la alta percepción de riesgo (ramas secas, riesgo de caída) encontrada en las preguntas 3 y 8. Esto sugiere que los ciudadanos quieren acciones concretas sobre los ejemplares que ya representan un peligro.

De acuerdo a lo anterior uniendo los problemas identificados con las soluciones solicitadas por la ciudadanía se tiene el siguiente cuadro:

Tabla4:
Problema identificado por la comunidad frente a la posible solución

Eje Problemático (Diagnóstico)	Prioridad Ciudadana	Recomendación Municipal (Acción Específica)
Baja cobertura	Siembra masiva de árboles	Programa "Más Árboles, Menos Concreto": Implementar un plan de siembra masiva, asegurando la supervivencia del 80% de los nuevos ejemplares.
Insatisfacción con mantenimiento; Riesgos altos	Poda y mantenimiento preventivo	Protocolo de Mantenimiento Bimensual: Aumentar la frecuencia de poda y mantenimiento a Cada 6 meses, enfocándose en eliminar ramas secas.
Daños a andenes	Planificación de ubicación	Planificación de Especies: Crear un catálogo de especies de bajo impacto radicular para nuevas siembras en zonas urbanas densas y sustituir gradualmente árboles que causan daños críticos.
Necesidad de conocimiento	Campañas de educación	Programa de Corresponsabilidad Ciudadana: Lanzar campañas educativas sobre la importancia del arbolado, el riego y el proceso correcto para solicitar mantenimiento o poda.

2.5. Verificación de árboles reportados en el PSU y/o Censo de arbolado urbano anterior

Como parte del proceso de actualización del Plan de Silvicultura Urbana, se llevó a cabo la verificación técnica de los árboles reportados en el PSU anterior y en el inventario entregado en el documento de

2023. Esta actividad tuvo como propósito validar la existencia, condición actual y correspondencia de cada individuo registrado previamente, así como identificar inconsistencias, cambios o nuevas dinámicas del arbolado urbano del municipio.

Dado que la cartografía oficial ya se encuentra validada por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, esta etapa se desarrolló mediante un **recorrido sistemático de dos (2) días en campo**, orientado exclusivamente a contrastar la información histórica con la realidad actual del territorio.

La verificación comprendió los siguientes componentes:

2.5.1. Confirmación de la existencia de los individuos reportados

Se revisó cada punto registrado en el PSU anterior para determinar si:

- El árbol permanece en el sitio original.
- Fue retirado (tala autorizada, caída por evento natural o remoción no reportada).
- Fue reemplazado por otro individuo.
- Ya no corresponde a la descripción del inventario anterior (cambios de especie, tamaño, copa, estado).

Esta revisión permitió depurar el inventario previo y generar un listado actualizado y verificado. En tal razón se presenta el listado de los árboles Talados quedando la base de datos del año 2025 con 1055 individuos, archivo denominado “9.2.1INVENTARIOFORESTALFINAL.COMPLETO”

Tabla5:
Árboles Talados no encontrados 2025

Cod.	Barrio	Nombre científico	Nombre común	Coordenadas			CA P (C m)	DAP (Cm)	DAP (M)	Vol Comer cial X Árbol (m3)	Vol Total X Árbol (m3)
				N	E	Z					
25	Ecuador	Delonix regia	Acacia roja	2 15 53.2	75 48 25.8	919 m	36	11,459	0,115	0,000	0,039
30	Ecuador	Delonix regia	Acacia roja	2 15 53.7	75 48 25.9	921 m	38	12,096	0,121	0,000	0,043
55	Ecuador	Syzygium malaccense	Pomarroso	2 15 56.8	75 48 33.8	929 m	88	28,011	0,280	0,139	0,462
85	Ecuador	Terminalia catappa	Almendro	2 15 57.5	75 48 30.4	919 m	136	43,290	0,433	0,442	1,104
255	Centro	Jacaranda mimosifolia	Gualanday	2 15 57.6	75 48 20.4	930 m	152	48,383	0,484	0,138	1,379
850	La Esperanza	Albizia guachapele	Igua	2 15 54.8	75 48 04.6	908 m	159	50,611	0,506	0,604	2,112
		Total									5.139

Fuente Elaboración propia

Durante el recorrido de campo se pudo verificar que el municipio de el pital se talaron 6 árboles, de los cuales 4 se localizaban en el barrio EL Ecuador, 1 en barrio el centro y 1 en el barrio la Esperanza con un volumen de (5.139 m³)

2.5.2. Comparación entre registros previos y condiciones actuales

Durante el recorrido se validó las siguientes variables:

- **Especie reportada vs. especie observada**
- **Altura y diámetro** (crecimiento natural respecto al registro previo).
- **Condición sanitaria** (presencia de plagas, hongos, daños mecánicos o estrés).
- **Estado físico y estructural** (inclinación, ramas secas, cavidades, riesgos).
- **Conflictos con infraestructura** (andén, redes eléctricas, edificaciones).

Se pudo constatar que la información entregada corresponde con la encontrada en campo.

2.5.3. Verificación de árboles con valor patrimonial o simbólico

En el marco del componente social y técnico de la consultoría, se realizó un ejercicio de validación con funcionarios de la administración municipal y líderes comunitarios para identificar individuos arbóreos que, por sus características **biométricas, históricas, culturales o paisajísticas**, pudiesen ser catalogados como árboles **Patrimoniales o Emblemáticos** dentro del casco urbano de El Pital.

Tras el proceso de prospección y consulta, se obtuvieron los siguientes resultados:

1. **Ausencia en el Perímetro Urbano:** Se determinó que, dentro de la malla urbana consolidada, no existen actualmente ejemplares que ostenten una longevidad o valor histórico excepcional que los clasifique bajo declaratorias patrimoniales. Esta situación evidencia una oportunidad para el presente Plan de Silvicultura, enfocado en el manejo técnico de los 1.061 individuos censados para que, en el futuro, adquieran dicha categoría.
2. **Hito Perimetral (Samán de Cristian Melo):** Como hallazgo de alto valor ambiental, se destaca el ejemplar de **Samán (*Samanea saman*)** postulado por el ciudadano **Cristian Melo Vargas** ante la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) dentro de la convocatoria "Monumentos Naturales del Huila 2025".
3. **Localización Geográfica:** Es imperativo precisar que, aunque dicho Samán posee un valor estético y biométrico superior que lo posiciona como un referente para el municipio, su ubicación se encuentra en la **periferia inmediata (zona rural/periurbana)** y no dentro del casco urbano. Por lo tanto, actúa como un "Centinela Paisajístico" de la transición urbano-rural, pero no forma parte del inventario de espacio público efectivo del centro poblado.

2.5.5. Georreferenciación

Es pertinente destacar que los componentes de georreferenciación y cartografía del presente Plan de Silvicultura Urbana (PSU) cuentan con la validación técnica oficial de la **Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM)**. Según lo consignado en el **oficio con radicado No. 2023-E23767 del 18 de diciembre de 2023**, la autoridad ambiental certificó que la información presentada cumple con los requisitos técnicos para el Sistema de Información Geográfica (SIG), verificando la consistencia entre la base de datos geoespacial y alfanumérica para la totalidad de los **1.061 individuos** que componen el inventario forestal del municipio.

3. FASE 3. ANÁLISIS TÉCNICO DEL ARBOLADO URBANO

A continuación, se presenta las especies importantes para el municipios del Pital para ello se realizó el cálculo del Índice de Valor de Importancia (IVI), en función de la reducción del fenómeno de sequía en el contexto urbano y se identificó las especies nativas valiosas de acuerdo al censo del arbolado urbano, en el marco histórico de la relación cultural ambiental de la población con el arbolado presente en la ciudad.]

3.1 Valor de Importancia de las Especies y la Reducción del Fenómeno de Sequía en el Contexto Urbano

El valor de una especie forestal en la **mitigación del fenómeno de sequía** en un entorno urbano se mide por su capacidad de **maximizar la sombra** y su contribución a la **regulación hídrica** del microclima (evapotranspiración), un efecto conocido como la atenuación de la Isla de Calor Urbano (ICU).

Las especies con el mayor valor de importancia para esta función son aquellas con la **mayor Dominancia Relativa (DR)**, ya que este indicador se basa en el Área Basal del tronco, que se correlaciona directamente con el tamaño de la copa y el volumen de biomasa, y por ende, con la sombra proyectada.

Tabla6:
Especies arbóreas dominantes y su aporte funcional en el Plan de Silvicultura frente a la sequía y la Isla de Calor Urbana (ICU)

Especie (Nombre Científico)	Nombre Común	Dominancia Relativa (DR)	Valor para Sequía/ICU
<i>Albizia guachapele</i>	Igua	23.09%	Máximo. Alta biomasa y copa densa. Óptima para conservación de humedad en el suelo y reducción de temperatura.
<i>Albizia saman</i>	Samán	20.37%	Alto. Especie monumental, esencial para grandes áreas (parques) donde la sombra es crítica.
<i>Platymiscium pinnatum</i>	Cobre	12.17%	Medio-Alto. Madera dura, alta longevidad y buen aporte de sombra.
<i>Syzygium malaccense</i>	Pomarroso	7.67%	Medio. Alto número de individuos (74) y copa de tamaño medio, contribuye a la humedad ambiental por evapotranspiración.
<i>Tabebuia rosea</i>	Ocobo	7.67%	Medio. Buen tamaño de copa para su uso en andenes gestionados, fundamental como Árbol Insigne en la estrategia de ICU.

Fuente: Elaboración Propia

En conclusión, Las especies con mayor Dominancia (Igua y Samán) son el **capital de sombra** de El Pital. El PSU debe priorizar la protección y el fomento de estas especies de alto Dominancia Relativa (DR), especialmente en las Zonas Verdes que sirven como **reservorios hídricos** de la ciudad.

3.2. Índice de Valor de Importancia (IVI), Especies Nativas Valiosas y Marco Histórico Cultural

Cálculo del IVI e Identificación de Especies Clave

El Índice de Valor de Importancia (IVI) es una medida sintética que combina la Abundancia, la Dominancia y la Frecuencia Relativa para indicar la influencia total de una especie en la comunidad vegetal. Un IVI alto indica que la especie es **ecológica y estructuralmente dominante**.

Abundancia (A) y Abundancia Relativa (AR)

La abundancia se refiere al **número de individuos** de una especie en el área muestreada (en este caso, el total del inventario urbano). **Fórmula de Abundancia Relativa (AR):**

$$\text{Abundancia absoluta} = \frac{\text{No de árboles por especie}}{\text{No de árboles totales}}$$

$$\text{Abundancia relativa} = \frac{\text{No de árboles por especie}}{\text{No de árboles totales}} * 100$$

Tabla7:
Abundancia para las especies municipio de El Pital

Especie (Proporción AR)	Abundancia (Cant. Total)	Implicación Ecológica
Igua (<i>Albizia guachapele</i>)	88 (0.0829)	Máxima Abundancia. Indica que el Igua es la especie más exitosa en términos de colonización y regeneración en el ecosistema urbano. Su alta presencia garantiza la base para los corredores biológicos.
Samán (<i>Albizia saman</i>)	41 (0.0386)	Alta Abundancia. Gran cantidad, pero no tan dispersa o numerosa como el Igua. Sugiere una alta densidad en parches específicos (parques).
Pomarroso (<i>Syzygium malaccense</i>)	74 (0.0697)	Alta Abundancia Numérica. A pesar de ser introducida, su éxito adaptativo es evidente. Su alta población influye en la seguridad alimentaria de la fauna.

Fuente: Elaboración propia

Dominancia (D) y Dominancia Relativa (DR)

La Dominancia se refiere al **área basal** de una especie, la cual se calcula a partir del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP). Esta métrica es la más importante para evaluar la **contribución de la especie a la mitigación de la Isla de Calor Urbano (ICU)**, ya que el área basal se correlaciona con la biomasa total y el tamaño de la copa (sombra).

- **Dominancia absoluta** = $\frac{\text{Área basal por especie}}{\text{Área basal total}}$

- **Dominancia relativa** = $\frac{\text{Área basal por especie}}{\text{Área basal total}} * 100$

Tabla8:

Dominancia Especies Municipio de El pital

Especie (Proporción DR)	Área Basal Total	Implicación Funcional (ICU)
Igua (<i>Albizia guachapele</i>)	15.53 (0.2309)	Máxima Dominancia. A pesar de no ser la más numerosa (AR 1), el tamaño promedio de sus individuos es superior. Es el principal generador de sombra y regulador térmico de la ciudad.
Samán (<i>Albizia saman</i>)	13.70 (0.2037)	Alta Dominancia. Confirma su estatus de especie monumental . Su biomasa por individuo es crítica para la regulación del microclima en los parques.
Cobre (<i>Platymiscium pinnatum</i>)	1.76 (0.0262)	Buena Dominancia. Muestra un tamaño significativo a pesar de su menor abundancia, indicando individuos maduros y robustos.

Fuente: Elaboración propia

 Frecuencia (F) y Frecuencia Relativa (FR)

La Frecuencia mide la **dispersión espacial** de una especie. Se calcula contando el número de unidades de muestreo (o, en este caso, los barrios del censo) en las que aparece la especie.

- **Fórmula de Frecuencia Relativa (FR):**
- **Frecuencia absoluta** = $\frac{\text{No de barrios donde esta la especie}}{\text{Total de barrios}}$
- **Frecuencia relativa** = $\frac{\text{ÁrNo de barrios donde esta la especie}}{\text{Total de barrios}} * 100$

Tabla9:

Valor de la frecuencia para las 3 primeras especies del censo urbano del municipio del Pital

Especie (Proporción FR)	Barrios Presentes	Implicación para Corredores
Samán (<i>Albizia saman</i>)	6 de 9 (0.6667)	Máxima Frecuencia. La más ampliamente dispersa. Es la especie clave para el establecimiento de Corredores Ecosistémicos y de Sombra que conecten los barrios.
Igua (<i>Albizia guachapele</i>)	5 de 9 (0.5556)	Alta Frecuencia. Muestra una muy buena dispersión, lo que, combinado con su Dominancia y Abundancia, la convierte en la especie estructuralmente más importante .
Pomarroso (<i>Syzygium malaccense</i>)	6 de 9 (0.6667)	Máxima Frecuencia. Su alta dispersión facilita la seguridad alimentaria de la fauna a lo largo de toda la matriz urbana.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan las **5 especies más importantes** del censo forestal, junto con el valor del IVI:

Tabla10:

Datos necesarios para el cálculo del IVI de las especies encontradas en el censo urbano del municipio del Pital

Posición	Especie	AR (Abundancia)	DR (Dominancia)	FR (Frecuencia)	IVI (Ponderación Ecológica)
1	Igua (<i>Albizia guachapele</i>)	0.0829	0.2309	0.0234	0.3372
2	Samán (<i>Albizia saman</i>)	0.0386	0.2037	0.0280	0.2704
3	Pomarroso (<i>Syzygium malaccense</i>)	0.0697	0.0077	0.0336	0.1110
4	Cobre (<i>Platymiscium pinnatum</i>)	0.0179	0.0262	0.0234	0.0675
5	Ocobo (<i>Tabebuia rosea</i>)	0.0217	0.0039	0.0199	0.0454

Fuente: Elaboración propia

Tabla11:

Valor de importancia de las primeras 5 especies en el casco urbano del municipio del Pital

Posición	(Nombre Científico)	Nombre Común	IVI (Proporción)	Clasificación de Origen
1	<i>Albizia guachapele</i>	Igua	0.337	Nativa
2	<i>Albizia saman</i>	Samán	0.270	Nativa / Naturalizada
3	<i>Syzygium malaccense</i>	Pomarroso	0.169	Introducida (Asia)
4	<i>Platymiscium pinnatum</i>	Cobre	0.147	Nativa
5	<i>Tabebuia rosea</i>	Ocobo	0.108	Nativa

Fuente: Elaboración propia

Especies Nativas Valiosas

Las especies nativas con mayor valor de importancia y que deben ser el pilar de la reforestación del PSU son:

- ***Albizia guachapele* (Igua):** Máximo valor estructural (IVI 1), ideal para la creación de **corredores ecosistémicos** y recuperación de hábitat.
- ***Albizia saman* (Samán):** Segunda especie más importante (IVI 2), esencial para la provisión de **sombra monumental** y su valor paisajístico histórico.
- ***Platymiscium pinnatum* (Cobre):** Alta Dominancia (DR 3) y valor ecológico, garantizando la longevidad del dosel.
- ***Tabebuia rosea* (Ocobo):** Valorada por su floración y adaptabilidad, es la especie **Insigne** y fundamental para la inyección de dosel en andenes.

3.3 Marco Histórico de la Relación Cultural Ambiental

La composición del arbolado de El Pital evidencia un marco histórico de relación entre la población y los árboles, que se caracteriza por la **priorización de los beneficios directos** sobre la planificación técnica.

1. **Valor de Sombra y Encuentro Social:** La alta Dominancia y IVI del **Samán** y el **Igua** (ambos nativos y de gran porte) sugiere una valoración histórica de los árboles como elementos

estructurantes de los espacios de encuentro público (parques y retiros), donde el valor de la sombra ha sido el servicio ecosistémico más apreciado por la comunidad.

2. **Seguridad Alimentaria y Cultura Frutal:** La fuerte presencia de especies frutales, tanto nativas como introducidas (ej. **Pomarroso** con IVI 3 y alta abundancia), indica que la siembra histórica ha buscado la **seguridad alimentaria** doméstica. El árbol se concibe como una fuente de alimento además de sombra.
3. **Conflictos como Legado Histórico:** La persistencia de un alto número de conflictos (**491 casos**, con el **37.27%** en la red domiciliaria), es el resultado de un patrón cultural histórico donde la siembra se ha guiado por la utilidad (sombra/fruto) sin considerar las especificaciones técnicas del emplazamiento, llevando a la repetición de daños a la infraestructura.

El PSU busca evolucionar esta relación cultural, manteniendo el valor simbólico (ej. el Ocobo como Árbol Insigne) y funcional (sombra), pero aplicando la **Planificación Silvicultural** para erradicar los conflictos futuros.

Conclusiones del Análisis Estructural

1. **Liderazgo de las Nativas (Igua y Samán):** El inventario demuestra que la estructura de la infraestructura verde está sostenida por dos especies nativas. El Igua y el Samán representan, juntos, el **60.76% del peso ecológico total (IVI)** de las 70 especies inventariadas. Su protección y fomento son innegociables para la salud ecológica y la mitigación de la ICU.
2. **Diferencia Funcional:**
 - **Igua:** Es el rey de la **biomasa (DR)** y la **abundancia (AR)**. Es la columna vertebral del ecosistema.
 - **Samán:** Destaca en **dispersión (FR)**. Aunque tiene menos individuos, su presencia es crucial para **conectar** los parches de hábitat.
3. **El Caso del Pomarroso (Introducida):** Ocupa el tercer lugar en el IVI debido a su **altísima Frecuencia y Abundancia** (es muy común en casi todos los barrios), a pesar de tener una Dominancia (tamaño/sombra) muy baja. Esto subraya su **rol en la fauna**, pero limita su contribución a la mitigación de la ICU en comparación con el Igua/Samán.
4. **Priorización Silvicultural del PSU:** El Plan de Silvicultura Urbana debe reflejar el IVI. La siembra y reposición deben enfocarse en replicar las características estructurales de las especies líderes, priorizando individuos de **gran porte y alta Dominancia (DR)** como Igua, Samán y Cobre, especialmente en la vía pública para maximizar la sombra.

Este análisis profundizado descompone las métricas estructurales del **Índice de Valor de Importancia (IVI)** para justificar la estrategia de siembra en los Corredores Ecosistémicos y de Sombra del Plan de Silvicultura Urbana (PSU) de El Pital.

Estrategia de Diseño de Corredores Ecosistémicos y de Sombra Basada en el IVI

La estrategia de siembra utilizará los tres pilares del IVI (Igua, Samán, Ocobo) para asignar roles específicos a cada especie dentro del diseño de la infraestructura verde funcional:

Tabla12:

Especies importantes para establecer corredores ecosistémicos en el municipio del Pital

Especie (IVI)	Fortaleza Principal	Rol Estratégico en el Corredor	Lugares de Siembra Prioritarios
Igua (<i>A. guachapele</i>)	Dominancia (DR): Mayor biomasa.	Pilar de Mitigación Térmica. Aporta la mayor sombra por individuo, reduciendo la ICU. Es la reserva estructural del dosel.	Zonas Verdes Amplias, Retiros de quebradas y Calles con andenes anchos.
Samán (<i>A. saman</i>)	Frecuencia (FR): Alta dispersión.	Especie de Conectividad. Utilizado para asegurar el enlace biológico y de sombra entre los diferentes barrios (alta FR), creando tramos continuos.	Parques Centrales, Plazas, Lotes Esquinas y Ejes Viales Interbarriales.
Ocobo (<i>T. rosea</i>)	Valor Cultural / Floración.	Árbol Insigne de Proyección. Usado estratégicamente para aumentar la Dominancia y la AR en los puntos de mayor exposición pública y déficit de sombra.	Andenes y Vías (los 37 puntos críticos de plantación), por su adaptación al entorno urbano.

Fuente: Elaboración propia

El diseño del Corredor Ecosistémico se basa, por lo tanto, en la **combinación sinérgica** de la **máxima capacidad de sombra del Igua (DR)**, la **mejor dispersión del Samán (FR)** y la **siembra enfocada del Ocobo (AR/Cultural)** en los puntos de mayor necesidad urbana.

Conclusiones Estratégicas y Ecológicas (Basadas en el IVI)

Dominancia Estructural Nativa y Mitigación de la ICU

La estructura biológica del arbolado urbano de El Pital está sólidamente sustentada por dos especies nativas: el **Igua** (*Albizia guachapele*, IVI 1) y el **Samán** (*Albizia saman*, IVI 2). Estas especies concentran el **60.76% del peso ecológico total** de la masa vegetal.

- **Liderazgo Funcional del Igua:** La Dominancia Relativa (DR) del Igua (23.09%) lo consagra como el principal **generador de sombra y biomasa** de la ciudad. Su tamaño promedio y volumen de copa son el capital natural más valioso para **mitigar el efecto de Isla de Calor Urbano (ICU)** y proteger el recurso hídrico superficial.
- **Rol de Conectividad del Samán:** El Samán, con la máxima Frecuencia Relativa (FR), asegura que el dosel esté ampliamente distribuido en los barrios, lo que lo convierte en el **eje vertebrador de los Corredores Ecosistémicos** que enlazan los parches verdes del municipio.

- **Dispersión y Seguridad Alimentaria:** La alta Abundancia y Frecuencia del **Pomarroso** (*Syzygium malaccense*), a pesar de ser introducido, cumple un rol crucial como **garante de seguridad alimentaria** para la fauna silvestre en casi todos los barrios, pero su baja DR limita su impacto en la sombra.

Crisis por Conflicto de Infraestructura

El principal desafío operativo del PSU es el **conflicto histórico** derivado de una selección y ubicación de especies inadecuada en el pasado.

- **Magnitud del Conflicto:** Casi la mitad del arbolado (491 individuos) presenta algún nivel de conflicto con la infraestructura.
- **Foco en la Red Domiciliaria:** El conflicto más apremiante es la **Red Domiciliaria (37.27% del total de conflictos)**. Esto se traduce en daños a tuberías, acueductos y saneamiento básico, y exige un alto nivel de reposición forzada.
- **Baja Prioridad Sanitaria:** Un porcentaje muy alto del arbolado, el **79.73% (846 individuos)**, se encuentra en buen estado de salud y no requiere acción inmediata. Esto permite al PSU **reorientar los recursos de gestión** (personal, tiempo, dinero) desde las tareas de sanidad y poda correctiva hacia la **inversión estratégica en siembra y mantenimiento de formación**.

Necesidad de Reposición Estratégica

La evaluación de manejo determina que se requiere la **reposición (Tala/Reemplazo) de 81 individuos (7.63%)**. Esta acción no debe ser vista como una pérdida, sino como una **oportunidad crucial** para corregir la disfunción espacial.

- La reposición de estos 81 árboles debe ser la **primera fase de la Inyección Estratégica de Dosel**, utilizando las especies de alta Dominancia (Igua/Samán) y el Árbol Insigne (Ocobo) en andenes y vías.

Recomendaciones para la Sostenibilidad y el Diseño del PSU

Las siguientes recomendaciones buscan traducir el análisis estructural en un Plan de Silvicultura sostenible y funcional:

A. Recomendaciones de Diseño y Especie

Inyección Estratégica de Dosel (Prioridad Máxima): Concentrar la totalidad de la nueva siembra y reposición (los 81 individuos) en los corredores de **Vías y Andenes** para maximizar la cobertura en las zonas de ICU.

Acción Específica: Utilizar la fórmula **Ocobo y Cobre** para Andenes angostos, buscando su valor estético y adaptación urbana. Utilizar **Igua y Samán** en los ejes viales y andenes con mayor ancho de retiro para asegurar la **máxima dominancia relativa**.

Preservación de Especies Estructurales: Emitir una **Norma de Protección Específica** para el **Igua** y el **Samán** que analicen la necesidad de talar o podas de individuos maduros, dada su alta Dominancia y su irremplazable contribución a la mitigación de la ICU.

Enriquecimiento Biológico (AR y FR): Continuar con la siembra de especies nativas frutales (como **Pomarroso** y **Mango**, **Mamoncillo**, **Guayaba**) en parques y retiros amplios. Esto consolida la seguridad alimentaria de la fauna y mantiene la alta Abundancia y Frecuencia de estos recursos biológicos.

B. Recomendaciones de Gestión y Mantenimiento

Enfoque Preventivo del Mantenimiento: Redirigir el presupuesto y el personal de mantenimiento hacia las acciones preventivas definidas en el programa de podas.

Formación Estructural (2-4 años): Invertir fuertemente en **Podas de Formación y Corrección Estructural** en los árboles jóvenes. Este es el único mecanismo efectivo para evitar que la nueva siembra repita el conflicto histórico con la Red Domiciliaria.

Revisión de Estabilidad: Asignar una brigada específica para la **Revisión de Estabilidad y Riesgos** del Samán e Igua (alta DR), que son los árboles más grandes y, por ende, los que representan el mayor riesgo potencial si no se monitorean adecuadamente.

Regulación de Emplazamiento: Revisar y actualizar la normativa del EOT para integrar los datos del inventario. Establecer criterios de siembra obligatorios que vinculen el **Diámetro de Copa Potencial** de la especie (ej. Igua, Samán) con el **Ancho del Andén** o retiro (ej. DAP > 40cm solo permitido en retiros > 3m), garantizando que la futura expansión urbana evite la creación de nuevos focos de conflicto.

A continuación, se detallan el impacto socio-económico y las oportunidades de gestión derivadas de la estructura del arbolado:

El Costo Oculto de la Dominancia Estructural La alta **Dominancia Relativa (DR)** del **Igua** y el **Samán** es un activo ecológico insustituible (mitigación de la ICU), pero también conlleva un **riesgo de gestión masiva** si no se planifica su emplazamiento.

Riesgo Monumental: Las especies de alto DR (gran tamaño) tienen un costo de reposición y gestión de riesgo considerablemente mayor. Una falla estructural o un conflicto de raíces en un Samán o Igua maduro representa un **gasto de TALA y REEMPLAZO** que puede quintuplicar el costo de gestión de un individuo de porte menor.

Valoración de Capital Verde: La alta dominancia relativa de estas especies debe ser calculada anualmente bajo la metodología de **Valor de Reposición (CTLA)**. Esto permite cuantificar el capital de la infraestructura verde urbana y justificar la inversión sostenida en su mantenimiento preventivo.

Implicación Económica del Conflicto con la Red Domiciliaria La principal amenaza a la infraestructura del municipio es la interacción entre el arbolado y las redes de servicio.

Tabla 13:
individuos con conflicto con la red domiciliaria en el municipio del Pital

Red de Servicio Público	Individuos en Conflicto	Porcentaje del Conflicto Total	Implicación de Gestión
RED DOMICILIARIA (Raíces)	183	37.27%	Prioridad Máxima de Gasto. Causa daño a tuberías, interrumpiendo servicios básicos y generando reposición forzada de alto costo.
RED TELEVISIÓN / TELEFONÍA (Aéreo)	272	55.40%	Requiere Poda Aérea y de Despeje (118 individuos clasificados en PODA AÉREA).

Fuente: Elaboración propia

- **Vulnerabilidad Crítica:** El **37.27% de los 491 conflictos totales (183 individuos)** afecta la **Red Domiciliaria** (acueducto y alcantarillado). Este es el conflicto más destructivo, ya que requiere intervenciones de ingeniería civil costosas y urgentes, interrupción del servicio público y excavaciones que comprometen la estabilidad del suelo.
- **Ciclo de Gasto Ineficiente:** Este alto porcentaje de conflicto demuestra un ciclo de inversión perverso: el municipio gasta en reparar la red, luego gasta en la tala de los 81 árboles que causan el daño (TALA/REEMPLAZO), y deberá gastar nuevamente si la reposición no se hace con criterios técnicos que eviten repetir la interacción raíz-tubería. La solución es romper este ciclo mediante la **normativa de emplazamiento**.

La Oportunidad Fitosanitaria y Operativa - La gestión de salud del arbolado ofrece una ventana de oportunidad única para reorientar los recursos.

- **Enfoque Preventivo:** El hecho de que el **79.73% (846 individuos)** esté clasificado con la acción de manejo **"NINGUNA"** indica que la salud general del dosel es robusta. Esto libera recursos.
- **Tratamiento Focalizado:** Solo **16 individuos** (1.5% del total) requieren **Tratamiento Fitosanitario**. Esto permite al equipo de silvicultura concentrar la inversión en insumos y el tiempo del personal técnico exclusivamente en estos casos focales, asegurando una alta tasa de éxito y previniendo la dispersión de plagas o enfermedades a las especies estructurales de alto IVI.

La Evidencia de la Disfunción Espacial: El censo revela que el **87.65%** del arbolado está concentrado en zonas no conflictivas (parques, retiros amplios. Esta concentración confirma que la **sombra, la biodiversidad y el efecto de mitigación de la ICU son beneficios desigualmente distribuidos** en el municipio. El porcentaje restante requiere alguna acción específica que se detalla en el PSU.

- **Sombra y Equidad:** Los ciudadanos en corredores de movilidad y andenes (donde solo hay 37 individuos) sufren el mayor impacto térmico, mientras que el beneficio del dosel está

sobredimensionado en zonas ya privilegiadas. La **Inyección Estratégica de Dosel** se convierte en una **acción de equidad social y ambiental**.

Tabla14:
Ubicación de los árboles en el municipio del Pital

Ubicación de la Plantación	Cantidad de Individuos	Porcentaje del Total	Implicación en el PSU
VIAS + ANDENES	37	3.49%	Déficit Crítico. Las zonas de mayor impacto térmico y movilidad carecen de cobertura de dosel.
ANTEJARDINES + PISOS	94	8.86%	Cobertura media.
NINGUNO (Retiros, Parques)	930	87.65%	Sobredimensión. La mayoría de la biomasa (DR) está concentrada lejos de las zonas de mayor necesidad de mitigación.

Fuente: Elaboración propia

Recomendaciones Estratégicas y Operativas - Recomendación Normativa para el EOT: El Criterio DAP vs. Andén

Para erradicar el conflicto con la red domiciliaria (37.27%), el Plan de Silvicultura debe ser elevado a **Norma Urbana** dentro del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) o en un Decreto Municipal de Silvicultura.

- **Acción:** Establecer una tabla de compatibilidad obligatoria que vincule el **Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) Potencial Máximo** de la especie con el **Ancho de Andén/Retiro**.
- **Criterio Técnico (Ejemplo):** Siembra de especies de **Alta Dominancia** ($DR > 0.15$, ej. Igua y Samán) solo será permitida en zonas de retiro superiores a **3 metros** o en **Zonas Verdes exclusivas**. Para andenes estrechos ($< 1.5m$) y en cercanía a la Red Domiciliaria (183 casos), solo se permitirán especies de **Porte Pequeño (Categoría I)** con crecimiento radicular profundo o fustigado.

Fortalecimiento del Programa de Mantenimiento de Formación

La clave para el futuro del arbolado está en la **Etapas de Formación (24-48 meses)** del nuevo arbolado.

- **Prioridad: Podas y Tutorado:** Asignar recursos prioritarios a la **Poda de Formación y la Corrección Estructural de Ramas**. Esta acción preventiva corrige el hábito de crecimiento desde temprana edad, asegurando que el individuo desarrolle una estructura fuerte que resista vientos, y que las ramas aéreas se mantengan alejadas de la Red de Media y Domiciliaria (142 y 183 conflictos respectivamente).
- **Inversión Inteligente:** Cada peso invertido en la poda de formación a los 3 años, ahorra potencialmente \$5 en poda correctiva o tala por conflicto a los 10 años.

Creación de un Vivero Urbano Estratégico - La necesidad de **81 árboles de reposición** más la inyección de dosel en corredores exige una fuente de material vegetal confiable y local.

- **Enfoque Nativo y Calidad:** Utilizar la alta **Abundancia Relativa (AR)** del Igua y el Samán como base para la propagación masiva en un vivero municipal. Esto garantiza material genético adaptado a las condiciones de El Pital y asegura que los árboles sembrados contribuyan con la **máxima Dominancia (DR)** potencial.
- **Seguridad Alimentaria:** Incluir la propagación de especies frutales nativas (ej. Mango, Guayabo) que tienen éxito adaptativo y contribuyen a la **seguridad alimentaria de la fauna**, alineándose con el objetivo 7.3.1. del EOT.

Monitoreo del Capital de Sombra - Implementar un sistema de monitoreo que se enfoque en la métrica funcional más importante para el PSU: **Área de Cobertura de Dosel**.

- **Acción:** Medir anualmente el **Diámetro de Copas (DC)** de los individuos sembrados en los corredores críticos (Andenes y Vías).
- **Justificación:** Monitorear el DC permite evaluar directamente el éxito de la mitigación de la ICU y cuantificar el retorno de la inversión. Si el DC no aumenta anualmente, se debe ajustar la estrategia de fertilización o riego.

Programa de Conciencia Ciudadana - El éxito a largo plazo depende de la cultura ciudadana, especialmente para reducir el conflicto y el vandalismo (riesgo identificado en la Ficha Técnica).

- **Adopción de Arbolado Insigne:** Promover la adopción del **Ocobo** (*Tabebuia rosea*), el árbol insignie, por parte de los residentes de los andenes críticos (los 37 puntos de siembra), generando un sentido de pertenencia y responsabilidad sobre su cuidado.
- **Educación sobre Raíces:** Campañas de concientización explicando por qué los árboles de gran porte (alto DR) no deben plantarse en andenes estrechos para mitigar el **conflicto histórico con la Red Domiciliaria (183 casos)**.

De la **Gobernanza, Resiliencia Climática y la Cuantificación de Servicios Ecosistémicos Funcionales**.

Estos son los elementos que complementan y profundizan el proceso de análisis, asegurando una visión integral y de futuro para el PSU.

Integración del PSU en el Marco de la Gobernanza Ambiental

El PSU no debe ser solo un inventario y un plan de acción, sino un instrumento de planeación vinculante que interactúe directamente con el marco legal superior del municipio.

El PSU debe incluir un capítulo de **Armonización Normativa** detallando explícitamente los artículos del **Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT)** (Decreto 077 de 2014) que deben ser modificados

o adicionados para incorporar la nueva **Norma de Emplazamiento (DAP vs. Andén)** y los Corredores Ecosistémicos. Esto garantiza la permanencia del plan más allá de la administración actual.

El Arbolado como Infraestructura Crítica - La alta Dominancia (DR) del Igua y el Samán confirma que el dosel arbóreo es una **infraestructura de servicios públicos** (provisión de sombra/aire limpio) y no solo un adorno.

Complemento y Recomendación: Crear la figura del **Gestor del Arbolado Urbano** dentro de la Secretaría de Planeación e Infraestructura, quien actuará como supervisor del contrato y será responsable de la implementación y el monitoreo. El rol debe garantizar que el arbolado sea tratado con la misma prioridad de inversión que las redes de acueducto o alcantarillado.

Cuantificación de Servicios Ecosistémicos Funcionales (Más Allá de la DR)

La Potencialidad de Mitigación de la Contaminación - Aunque el censo se enfocó en el DAP, el alto volumen de copa (alta DR) del Igua y Samán sugiere una **capacidad superior de interceptación de contaminantes atmosféricos** (PM2.5, Ozono) y **regulación hídrica**.

El Déficit de Diversidad Funcional - La alta concentración de IVI en pocas especies (Igua, Samán) crea una **vulnerabilidad de dosel** a eventos biológicos o climáticos específicos (ej. una plaga que afecte solo a un género).

Complemento y Recomendación: Adoptar un **criterio de diversificación de la siembra** más allá de las especies del IVI, basándose en la **"Regla del 10%"** (no más del 10% de un género, ni 20% de una familia). Esto debe ser un criterio obligatorio para el vivero estratégico y la reposición, aumentando la resiliencia biológica del PSU a largo plazo.

El Alto Riesgo de Impacto - Los 81 individuos clasificados para **Tala/Reemplazo** representan un riesgo inmediato, pero los individuos maduros de Igua y Samán (alta DR) son los que poseen el **mayor potencial de daño** en caso de falla estructural (vientos, edad). Implementar formalmente la **Evaluación de Riesgo Arborícola** para todos los individuos con un DAP superior al promedio. Esto debe incluir:

Inspección Visual de Árboles con Riesgo Específico (VTA): Monitoreo detallado de ahuecamiento, inclinación (38 individuos clasificados en TALA) y bifurcaciones estructurales, especialmente los que se encuentran en zonas de tráfico peatonal o vehicular (Vías y Andenes).

Sostenibilidad Financiera y Responsabilidad Social Compartida

El éxito del PSU a largo plazo depende de la inversión sostenida y la corresponsabilidad ciudadana.

El Gasto Recurrente y la Ineficiencia El alto gasto en reparación de la Red Domiciliaria (37.27% del conflicto) es un gasto recurrente e ineficiente que debe ser detenido mediante la inversión preventiva (Normativa EOT y Poda de Formación).

Proponer un **Programa de Incentivos Fiscales Verdes:**

Descuento Predial: Ofrecer un descuento en el Impuesto Predial para los propietarios de viviendas que, estando en zonas de alto déficit de sombra, mantengan un árbol de especie estructural (alto DR) en su antejardín o retiro, y demuestren su correcto mantenimiento estructural (poda de formación) y sanitario.

Fondo de Silvicultura Urbana: Crear una sobretasa mínima o asignar un porcentaje fijo del presupuesto de la Secretaría de Planeación para garantizar que el PSU tenga una **fuentes de financiación estable y continua**, no dependiente de contratos de consultoría esporádicos. Esto asegura que la Poda de Formación (fase crítica) y la reposición (81 árboles) se ejecuten anualmente sin interrupción.

En conclusión, El municipio de El Pital debe realizar una **transición inmediata de la gestión reactiva (poda y tala correctiva)** a un **paradigma de infraestructura verde funcional y proactiva**, donde el arbolado es reconocido legal, operativa y financieramente como un **activo crítico** para la provisión de servicios públicos esenciales (Mitigación de la ICU y Gestión Hídrica).

Esta transición se materializa a través de la siguiente acción integrada y vinculante:

Acción Estratégica: Inyección de Dominancia con Equidad (la Estrategia 37-81)

Concentrar el 100% de la capacidad de reposición y siembra inmediata (81 individuos clasificados para Tala/Reemplazo) en los **37 puntos críticos** de Vías y Andenes. Esta acción revierte la disfunción espacial del dosel (actualmente 87.65% en zonas no viales) y asegura la **equidad ambiental**, llevando el beneficio de la sombra (Dominancia Relativa) a las áreas de mayor necesidad peatonal y térmica.

• **Rol de las Especies Estructurales:**

- **Igua (*Albizia guachapele*):** Priorizar su propagación y siembra en retiros amplios y parques (zonas NINGUNO) para **maximizar la Dominancia Relativa (DR)** y asegurar la reserva de biomasa de la ciudad, evitando su uso en andenes estrechos.
- **Ocobo (*Tabebuia rosea*):** Convertirlo en la **especie insignie del Corredor de Sombra**, utilizándola en los **andenes angostos** (los 37 puntos) por su adaptación urbana, crecimiento focalizado y valor cultural/estético.

Acción Normativa: Blindaje Contra el Conflicto (Elevación al EOT)

La única forma de detener el gasto recurrente en la reparación de la **Red Domiciliaria (183 conflictos)** es a través de la ley. El alcalde y la Secretaría de Planeación deben elevar el criterio de **Compatibilidad DAP vs. Emplazamiento** a una enmienda vinculante en el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT).

- **Mandato Específico:** Prohibir la siembra de especies de alto porte (alta DR, como Igua y Samán) a menos de 3 metros de la Red Domiciliaria o en andenes con un ancho inferior a 2.5 metros. Esto crea un **escudo preventivo** que erradica la causa raíz del conflicto futuro.

Acción de Gestión: Proactividad y Sostenibilidad Financiera

Reorientar el **79.73% de los recursos liberados** por la buena salud fitosanitaria (acción NINGUNA) hacia la **Poda de Formación y Corrección Estructural (Etapa 24-48 meses)** del nuevo arbolado. La inversión en formación temprana garantiza que los árboles inyectados en los corredores críticos no se conviertan en los nuevos focos de conflicto aéreo (142 casos en Red TV) o subterráneo.

En síntesis: El éxito del PSU radica en la capacidad del municipio para plantar estratégicamente Dominancia (Igua/Ocobo), y blindar esta inversión con la Norma Urbana (EOT) para evitar el Conflicto con la Red Domiciliaria.

A continuación, se presenta el cálculo del IVI – acorde con los datos del PSU – El Pital

Tabla15:
Cálculo del IVI para cada una de las especies encontradas en el municipio del Pital

Nombre Científico	Nombre Vulgar	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI
Albizia guachapele	Igua	88	8,29%	55,556	2,34%	15,530	23,09%	33,72%
Albizia saman	Samán	41	3,86%	66,667	2,80%	13,702	20,37%	27,04%
Anacardium excelsum	Caracolí	2	0,19%	22,222	0,93%	0,572	0,85%	1,97%
Andira inermis	Cobre andira	1	0,09%	11,111	0,47%	0,012	0,02%	0,58%
Annona muricata	Guanabano	6	0,57%	44,444	1,87%	0,175	0,26%	2,69%
Annona squamosa	Anón	2	0,19%	22,222	0,93%	0,025	0,04%	1,16%
Araucaria araucana	Araucaria	7	0,66%	33,333	1,40%	0,254	0,38%	2,44%
Attalea butyraceae	Palma vino	11	1,04%	33,333	1,40%	0,161	0,24%	2,68%
Averrhoa carambola	Carambolo	1	0,09%	11,111	0,47%	0,008	0,01%	0,57%
Azadirachta indica	Neem	6	0,57%	33,333	1,40%	0,156	0,23%	2,20%
Bauhinia variegata	Casco de vaca	16	1,51%	44,444	1,87%	1,422	2,11%	5,49%
Bougainvillea glabra	Veranera roja	6	0,57%	44,444	1,87%	0,083	0,12%	2,56%
Brownea ariza	Palo cruz	6	0,57%	44,444	1,87%	0,086	0,13%	2,56%
Brugmansia arborea	Floripondio	1	0,09%	11,111	0,47%	0,008	0,01%	0,57%
Bulnesia arborea	Guayacan bola	1	0,09%	11,111	0,47%	0,018	0,03%	0,59%
Caesalpinia pluviosa	Acacia amarilla	7	0,66%	44,444	1,87%	0,163	0,24%	2,77%
Caesalpinia pulcherrima	Clavellino rojo	2	0,19%	22,222	0,93%	0,033	0,05%	1,17%
Calliandra pittieri	Carbonero	25	2,36%	55,556	2,34%	0,692	1,03%	5,72%
Calliandra sp	Carbón	2	0,19%	11,111	0,47%	0,046	0,07%	0,72%
Carica papaya	Papayo	15	1,41%	66,667	2,80%	0,174	0,26%	4,48%
Caryota mitis	Palma mariposa	4	0,38%	33,333	1,40%	0,056	0,08%	1,86%
Cassia fistula	Lluvia de oro	8	0,75%	33,333	1,40%	0,314	0,47%	2,62%
Cassia grandis	Cañafistula	2	0,19%	11,111	0,47%	0,172	0,26%	0,91%
Cecropia peltata	Yarumo	1	0,09%	11,111	0,47%	0,035	0,05%	0,61%
Cedrela odorata	Cedro	2	0,19%	11,111	0,47%	0,762	1,13%	1,79%
Ceiba pentandra	Ceiba	3	0,28%	22,222	0,93%	0,376	0,56%	1,78%
Chloroleucon mangense	Raspayuco	2	0,19%	11,111	0,47%	0,043	0,06%	0,72%

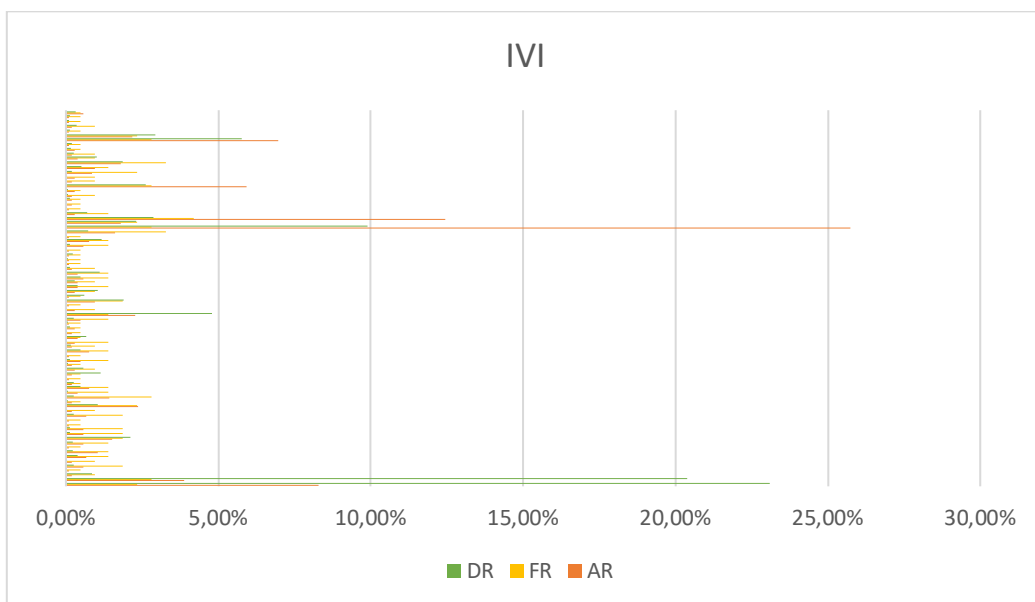
Citrus limon	Limón	5	0,47%	33,333	1,40%	0,078	0,12%	1,99%
Citrus sinensis	Naranja	1	0,09%	11,111	0,47%	0,017	0,03%	0,59%
Cnidoscolus aconitifolius	Papayuelo	8	0,75%	33,333	1,40%	0,323	0,48%	2,64%
Cocos nucifera	Palma coco	2	0,19%	22,222	0,93%	0,099	0,15%	1,27%
Codiaeum variegatum	Croton	3	0,28%	33,333	1,40%	0,031	0,05%	1,73%
Cordia alliodora	Nogal	4	0,38%	11,111	0,47%	0,440	0,65%	1,50%
Cordia lutea	Gomo	2	0,19%	11,111	0,47%	0,021	0,03%	0,69%
Cordia sebestena	Anacahuite	3	0,28%	11,111	0,47%	0,079	0,12%	0,87%
Crescentia cujete	Totumo	1	0,09%	11,111	0,47%	0,041	0,06%	0,62%
Cupressus lusitanica	Ciprés	5	0,47%	33,333	1,40%	0,176	0,26%	2,13%
Delonix regia	Acacia roja	24	2,26%	33,333	1,40%	3,234	4,81%	8,47%
Dracaena fragrans	Tronco del brasil	3	0,28%	22,222	0,93%	0,034	0,05%	1,27%
Duranta golden	Duranta	1	0,09%	11,111	0,47%	0,008	0,01%	0,57%
Dyopsis lutescens	Palma areca	10	0,94%	44,444	1,87%	1,270	1,89%	4,70%
Enterolobium cyclocarpum	Orejero	1	0,09%	11,111	0,47%	0,410	0,61%	1,17%
Ficus benjamina	Falso laurel	3	0,28%	22,222	0,93%	0,695	1,03%	2,25%
Ficus lyrata	Árbol lira	4	0,38%	33,333	1,40%	0,261	0,39%	2,17%
Fraxinus uhdei	Urapán	4	0,38%	22,222	0,93%	0,199	0,30%	1,61%
Gliricidia sepium	Mataraton	6	0,57%	33,333	1,40%	0,329	0,49%	2,46%
Guarea guidonia	Bilibil	4	0,38%	33,333	1,40%	0,743	1,11%	2,88%
Guazuma ulmifolia	Guácimo	2	0,19%	22,222	0,93%	0,084	0,13%	1,25%
Handroanthus chrysanthus	Chicala	1	0,09%	11,111	0,47%	0,020	0,03%	0,59%
Hevea brasiliensis	Caucho	1	0,09%	11,111	0,47%	0,051	0,08%	0,64%
Hura crepitans	Ceiba amarilla	1	0,09%	11,111	0,47%	0,141	0,21%	0,77%
Ilex glabra	Acebo	1	0,09%	11,111	0,47%	0,012	0,02%	0,58%
Inga laurina	Guaimito	6	0,57%	33,333	1,40%	0,092	0,14%	2,10%
Jacaranda mimosifolia	Gualanday	8	0,75%	33,333	1,40%	0,784	1,17%	3,32%
Jatropha multifida	Planta de coral	1	0,09%	11,111	0,47%	0,007	0,01%	0,57%
Leucaena leucocephala	Acacia forrajera	17	1,60%	77,778	3,27%	0,482	0,72%	5,59%
Licania tomentosa	Oiti	273	25,73%	66,667	2,80%	6,650	9,89%	38,42%
Mangifera indica	Mango	19	1,79%	55,556	2,34%	1,556	2,31%	6,44%
Melia azedarach	Sombrilla	132	12,44%	100,000	4,21%	1,932	2,87%	19,52%
Melicoccus bijugatus	Mamoncillo	3	0,28%	33,333	1,40%	0,473	0,70%	2,39%
Muntingia calabura	Chirriador	1	0,09%	11,111	0,47%	0,022	0,03%	0,59%
Myrtus communis	Mirto	2	0,19%	11,111	0,47%	0,016	0,02%	0,68%
Ochroma pyramidale	Balso	2	0,19%	11,111	0,47%	0,089	0,13%	0,79%
Opuntia ficus-indica	Cactus	2	0,19%	22,222	0,93%	0,047	0,07%	1,19%
Persea americana	Aguacate	3	0,28%	11,111	0,47%	0,047	0,07%	0,82%
Platymiscium pinnatum	Cobre	63	5,94%	66,667	2,80%	1,756	2,61%	11,35%
Plectranthus verticillatus	Millonaria	2	0,19%	22,222	0,93%	0,020	0,03%	1,15%
Plumeria rubra	Frangipani	3	0,28%	22,222	0,93%	0,031	0,05%	1,26%

Psidium guajava	Guayabo	9	0,85%	55,556	2,34%	0,127	0,19%	3,37%
Roystonea regia	Palma botella	10	0,94%	33,333	1,40%	0,334	0,50%	2,84%
Senna spectabilis	Vainillo	19	1,79%	77,778	3,27%	1,254	1,86%	6,93%
Simarouba amara	Olivo	4	0,38%	22,222	0,93%	0,688	1,02%	2,33%
Spondias mombin	Jobo	2	0,19%	22,222	0,93%	0,183	0,27%	1,40%
Swinglea glutinosa	Limón de cerca	3	0,28%	11,111	0,47%	0,112	0,17%	0,92%
Syzygium jambos	Pomo	1	0,09%	11,111	0,47%	0,139	0,21%	0,77%
Syzygium malaccense	Pomarroso	74	6,97%	66,667	2,80%	3,876	5,76%	15,54%
Tabebuia rosea	Ocobo	23	2,17%	55,556	2,34%	1,965	2,92%	7,43%
Tamarindus indica	Tamarindo	1	0,09%	11,111	0,47%	0,089	0,13%	0,69%
Terminalia catappa	Almendro	2	0,19%	22,222	0,93%	0,243	0,36%	1,49%
Trichanthera gigantea	Nacedero	1	0,09%	11,111	0,47%	0,070	0,10%	0,66%
Triplaris americana	Vara santa	1	0,09%	11,111	0,47%	0,095	0,14%	0,70%
Xylopia aromatica	Sembé	6	0,57%	11,111	0,47%	0,214	0,32%	1,35%
Total		1061	100,00%	2377,778	100,00%	67,265	100,00%	300,00%

Fuente: Elaboración propi

Ilustración4:

IVI de las especies encontradas en el municipio del Pital



Fuente: Elaboración propia

4. FASE 4. DISEÑO DE ESTRATEGIAS SILVICULTURALES Y AMBIENTALES

4.1. Estrategia de mitigación de la isla de calor urbana

4.1.1. Reducción del efecto de isla de calor urbano

Este lineamiento establece las directrices para maximizar el servicio ecosistémico de regulación térmica en el casco urbano de El Pital, priorizando la ubicación de la nueva masa vegetal para combatir directamente el fenómeno de la Isla de Calor Urbana (ICU).

En consecuencia, Convertir las vías y andenes de El Pital en **corredores bioclimáticos** mediante la implementación de una infraestructura verde funcional que contrarreste la absorción de calor de la matriz gris. La meta es **aumentar la cobertura del dosel** en zonas de circulación peatonal y vehicular para reducir la temperatura superficial y ambiental, mejorando el confort térmico y la salud pública.

Concentración de la Reposición: Los **81 individuos** clasificados para **Tala o Reemplazo** deben ser redistribuidos estratégicamente. Se priorizará su plantación **exclusivamente en andenes, separadores y vías** donde la cobertura de sombra sea menor al 5%.

Corredores de Sombra: Se identificarán las calles y carreras principales (ejes de mayor tráfico y calor) para establecer **corredores continuos de arbolado**, asegurando que la sombra generada por las copas se superponga, maximizando el efecto de refrigeración.

Criterios de Selección Bioclimática

Alto Índice de Área Foliar (IAF): La selección de especies deberá privilegiar aquellas con **copas densas, amplias y de rápido desarrollo**, y con una alta tasa de **evapotranspiración** (enfriamiento evaporativo). Ejemplos como el **Samán** (*Samanea saman*) o el **Ocobo** (*Tabebuia rosea*) son ideales para maximizar la sombra en el menor tiempo posible.

Altura de fuste libre: Se garantizará que la altura del fuste libre sea la necesaria para no obstruir el tránsito, pero que la expansión lateral de la copa sea la máxima posible para **cubrir la superficie de asfalto y concreto** (principal foco de la ICU).

Integración de Infraestructura de Apoyo

Alcorques Maximizados: Para las nuevas plantaciones en andenes, la **Infraestructura de Apoyo** deberá incluir **alcorques permeables de gran tamaño** (ej. 1.5m x 1.5m, o continuos). Esto garantiza el volumen de suelo necesario para que el árbol se desarrolle plenamente y alcance su máximo potencial de copa, lo que es directamente proporcional a su capacidad de atenuación térmica.

Sustratos Enriquecidos: El uso de **sustratos enriquecidos con materia orgánica e hidroretenedores** (donde sea necesario) es vital para reducir el estrés hídrico y asegurar un rápido establecimiento. Un árbol sano y con suministro hídrico constante evapotranspira de manera más eficiente, aumentando su capacidad de enfriamiento.

Finalmente, Reemplazar pavimentos innecesarios por cobertura vegetal; Fomentar plantaciones urbanas con especies nativas que capturen CO₂ y reduzcan las temperaturas urbanas e Implementar jornadas de limpieza, conservación de bosques, y sensibilización sobre la importancia del medio ambiente

4.1.2. Diseño de la Vegetación para la Salud y el Bienestar

- Los beneficios que trae consigo la siembra de árboles y su conservación, crea entornos saludables, los cuales optimizan a la población del municipio del Pital.
- La presencia de espacio verdes genera tranquilidad, si estos están compuestos por arboles nativos ayudan a proteger de la radiación solar.

4.1.3 Creación de Ecosistemas Saludables

- Formalizar estrategias silviculturales que abra paso a la construcción del desarrollo que tiene el hombre con relación a elementos y su prestación de servicios como lo es el agua y el medio ambiente.
- Establecer ecosistemas saludables con una estructura en cuanto a su ecológica máxima y por tanto paisajística permitirá aumentar el índice de biodiversidad y por tanto de riqueza de especies. Además, aportara espacios tranquilos para el desarrollo del municipio.

4.1.4. Diseño de Paisajes para la Habitabilidad e Integración Cultural

- Es necesario tener en cuenta que, dentro del plan de silvicultura urbana, se incluya un entorno que sea paisajístico, que sea una identidad para el municipio culturalmente.
- se debe implementar estrategias que incluyan la cultura ecológica y forestal en el municipio, teniendo en cuenta las zonas verdes o espacios que permitan una sana integración de los habitantes.
- Las zonas de integración (parques, zonas verdes), deberán ser lugares en donde la educación y formación se lleve a cabo, educar y sensibilizar a la comunidad será la mejor forma de conservación.

4.1.5. Habilitación de Espacio de Sensibilidad Hacia el Manejo del Agua

- Es necesario implementar estrategias de conservación de recurso hídrico, a través de un diseño de riesgo.
- Establecer medidas que permitan evidenciar la gravedad que tienen las fuentes hídricas, teniendo en cuenta que se involucren con el uso de agua potable.
- Realizar prácticas educativas, que establezcan de manera actualizada la importancia de conservar los recursos naturales.

4.1.6. Posicionamiento del Municipio como un Líder de la Silvicultura Urbana

- Realizara actividades académicas y científicas que actualizan la información permitiendo la obtención de datos o técnicas que se deben tener en cuenta al momento de intervención.
- Abrir espacios en donde la comunidad se capacite, teniendo en cuenta la importancia de la toma de decisiones que favorezcan la integridad de la población con respecto al ambiente.
- Con el plan de silvicultura urbana se permitirá tener herramientas técnicas, estrategias de conservación y un adecuado manejo a la estructura ecológica del municipio, elevando así

la capacidad paisajística del municipio llevando el reconocimiento del buen manejo silvicultural urbano, invitando e incentivando a la cultura forestal y ecológicas en todo el departamento.

4.1.7. Contribución a la Seguridad Alimentaria y la Generación de Empleo

- Implementar dentro de las especies arbóreas que se necesitan sustituir y reemplazar árboles frutales, que tengan la capacidad de aportar alimento de primera mano para el ser humano, de igual manera sirve como corredor biológico para que la fauna subsista.

Tener en cuenta dentro de la planeación urbanística que dentro de la solución de viviendas haya huertas o áreas para implementarlas.

Cautivar a la comunidad a él buen manejo silvicultural urbano, que será beneficio para la misma, permitiendo diferenciar actividades como una opción de empleo.

Implementar capacitaciones de productividad que se tengan garantía al manejo y diferentes utilidades como lo es en el caso de las artesanías o procesos que tengan que ver con la industria.

4.1.8 Crecimiento Inteligente

- El crecimiento del conocimiento debe ir acorde con el ambiente y el ecosistema para que no ocurran daños en el hábitat.
- Es necesario que el crecimiento que vaya obteniendo el municipio este dado de la misma manera con el desarrollo del conocimiento de la comunidad, protegiendo y conservando el ecosistema de manera que sea un conocimiento inteligente.

4.1.9 Actuar Sobre los Principios de la Ecología Integral

la ecología integral infiere que es aquella que incorpora claramente las “dimensiones humanas y sociales” a partir de los distintos tipos de ecología:

Ecología ambiental, económica y social.

Ecología cultural.

Ecología de la cotidianidad.

El principio del bien común.

Justicia entre generaciones.

4.1.10. Clasificación Basada en el Porte y el Riesgo de Conflicto

Dada la alta incidencia de conflicto con la red domiciliaria (**183 casos**, el 37.27% de los conflictos), la principal directriz es la **adecuación de porte** al ancho del andén o al espacio disponible.

Tabla16:
Especies recomendadas por porte y riesgo de conflicto

Clase de Porte	Porte (Altura total)	Ubicaciones Típicas en El Pital	Especies Indicadas (Ejemplos)	Especies Restringidas (Ejemplos)
I. Porte Bajo	< 6 metros	Andenes estrechos (0.6 m - 1.2 m), bajo cableado de media/alta tensión (donde aplique), retiros muy limitados.	Árbol Lira (<i>Ficus lyrata</i>), Limón (<i>Citrus limon</i>), Papayo (<i>Carica papaya</i>) - 15 individuos inventariados)	Pomarroso (<i>Syzygium malaccense</i>), Igua (<i>Albizia guachapele</i>), Mango (<i>Mangifera indica</i>)
II. Porte Medio	6 - 12 metros	Andenes Amplios (1.2 m - 2.0 m), Separadores Viales con buen ancho, Patios y Antejardines.	Ocobo (<i>Tabebuia rosea</i> - Insigne municipal), Neem (<i>Azadirachta indica</i>), Casco de Vaca (<i>Bauhinia variegata</i>) - 16 individuos inventariados)	Samán (<i>Samanea saman</i>), Ceiba (<i>Ceiba pentandra</i>).
III. Porte Alto	> 12 metros	Parques (Parches Verdes), Rondas Hídricas , Separadores Viales de gran ancho, Zonas de Cesión (Clasificación "NINGUNO" amplia).	Samán (<i>Samanea saman</i>), Cobre (<i>Platymiscium pinnatum</i>) - 19 individuos inventariados), Igua (<i>Albizia guachapele</i>) - 88 individuos inventariados)	No aplica la restricción por porte, pero se exige manejo.

Fuente: Elaboración propia

4.1.11. Determinación de Especies por Emplazamiento Prioritario

El PSU prioriza los emplazamientos más críticos para la funcionalidad ecológica y la seguridad, especialmente donde se concentran los **81 árboles a intervenir (Tala/Reemplazo)**.

A. Andenes y Vías (Corredores de ICU)

- Función Prioritaria: Atenuación de la Isla de Calor Urbano (ICU) y provisión de sombra peatonal.
- Criterios: Porte Medio a Bajo, copa densa (alto IAF), sistema radicular profundo (para evitar la afectación de las redes).
- Especies Recomendadas: Ocobo (*Tabebuia rosea*), Guayacán Amarillo (*Handroanthus chrysanthus*), Neem (*Azadirachta indica*).
- Requisito de Infraestructura: El uso de Infraestructura de Apoyo, especialmente alcorques amplios, es obligatorio en estas zonas para garantizar el éxito de la plantación.

B. Rondas Hídricas y Corredores Ecológicos (EEC)

- Función Prioritaria: Estabilización de riberas (gestión hídrica) y conectividad ecológica (hábita).

- Criterios: Especies nativas de galería, alta capacidad de retención de suelos y tolerancia a periodos de inundación/sequía.
- Especies Recomendadas: Samán (*Samanea saman*), Igua (*Albizia guachapele*), Yarumo (*Cecropia peltata* - 4 individuos inventariados), Gualanday (*Jacaranda mimosifolia*).

C. Parques, Plazas y Zonas Amplias

- **Función Prioritaria:** Provisión de sombra colectiva, valor paisajístico y establecimiento de refugios de biodiversidad.
- **Criterios:** Porte Alto a Monumental, especies de crecimiento rápido y longevidad.
- **Especies Recomendadas:** **Ceiba** (*Ceiba pentandra*), **Cobre** (*Platymiscium pinnatum*), **Mango** (*Mangifera indica* - 19 individuos inventariados).
- **Ventaja:** Estas áreas, que incluyen los **930 árboles libres de conflicto**, son ideales para albergar las especies de gran porte que serían conflictivas en andenes estrechos, maximizando la sombra sin riesgo.

D. Bajo o Cerca de Redes de Servicio

- Función Prioritaria: Ningún conflicto con las redes de Alto o Medio Voltaje (36 casos en total), ni con la Red Domiciliaria (183 casos).
- Criterios: Porte bajo, crecimiento lento, copa columnar o especies que puedan ser manejadas mediante Podas de Formación
- Especies Recomendadas: Palmas (ej. Palma Areca - 4 individuos inventariados), Herbáceas, Árbol Lira. Las especies frutales de porte bajo también pueden ser consideradas en zonas con manejo constante.

Tabla17:
Clasificación de Especies para Emplazamientos Prioritarios

Nombre Común	Nombre Científico	Espacio Público Recomendado	Criterio de Uso Principal
Palo cruz	<i>Brownea ariza</i>	ANDENES	Porte bajo a medio. Valor ornamental y sombra puntual.
Maíz tostado	<i>Coccoloba acuminata</i>	ANDENES	Porte medio. Follaje denso y buen crecimiento columnar.
Palma manila	<i>Adonidia merrillii</i>	ANDENES	Uso ornamental, verticalidad. Bajo riesgo de conflicto de raíces.

Jazmín de Paraguay	<i>Brunfelsia australis</i>	ANDENES	Arbusto/Porte bajo. Uso ornamental y confinamiento espacial.
Ocobo	<i>Tabebuia rosea</i>	ANDENES	Porte medio. Árbol Insigne de alto valor estético y sombra (mitigación ICU).
Samán	<i>Samanea saman</i>	PARQUES	Porte alto/monumental. Sombra máxima y longevidad.
Iguá	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	PARQUES	Porte alto. Especie nativa abundante (88 individuos), valor ecológico.
Acacia roja	<i>Delonix regia</i>	PARQUES	Porte alto. Rápido crecimiento y sombra, alto valor ornamental por su floración.
Mango común	<i>Mangifera indica</i>	PARQUES	Porte alto. Especie presente (19 individuos). Valor cultural y sombra. Requiere manejo de ramas.
Mamoncillo	<i>Melicoccus bijugatus</i>	PARQUES	Porte alto. Valor cultural y sombra.
Guayabo	<i>Psidium guajava</i>	PARQUES	Porte bajo a medio. Frutal, atractivo para la avifauna.
Palma manila	<i>Adonidia merrillii</i>	GLORIETAS	Uso ornamental y estructural. No requiere gran volumen de suelo.
Ocobo	<i>Tabebuia rosea</i>	GLORIETAS	Porte medio. Valor estético y resistencia. Especie Insigne.
Clavellino	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	GLORIETAS	Arbusto/Porte bajo. Floración atractiva.
Samán	<i>Samanea saman</i>	GLORIETAS	Porte alto/monumental. Solo en glorietas de gran tamaño o separadores viales amplios para sombra.
Acacia roja	<i>Delonix regia</i>	GLORIETAS	Porte alto. Floración y sombra. Solo en glorietas de gran tamaño.

Fuente: Elaboración propia

4.1.12. Observaciones y Lineamientos de Manejo

Prioridad Estratégica (ICU): La plantación en **ANDENES** es crucial para combatir el **Efecto de Isla de Calor Urbano (ICU)**. Se debe priorizar el Ocobo (*Tabebuia rosea*), como árbol insignie, asegurando que se utilice la **Infraestructura de Apoyo** necesaria (alcorques amplios, tutorados dobles) para que alcance su máximo desarrollo sin generar conflictos de raíces (el mayor foco de conflicto es la red domiciliaria: 183 casos).

Manejo de Especies de Gran Porte (Samán y Acacia Roja): Aunque se incluyen en glorietas, estas especies de **Porte Alto/Monumental** deben ser reservadas para las glorietas de mayor diámetro o parques, donde el radio de sus copas no interfiera con la visibilidad o la infraestructura aérea.

Vegetación Complementaria (Palmas y Arbustos): La **Palma Manila** y el **Jazmín de Paraguay** (arbusto) representan la **Vegetación Complementaria (6.7)**, útil para generar barreras visuales y efectos ornamentales sin la complejidad de manejo que exige el dosel arbóreo.

La revisión del listado de especies por emplazamiento es crucial para el éxito del Plan de Silvicultura Urbana (PSU), ya que determina la sostenibilidad del arbolado e incide directamente en la mitigación de conflictos.

El análisis a continuación establece qué especies **CUMPLEN** con el objetivo de maximizar la sombra y el valor estético con bajo riesgo, y cuáles deben ser **RESTRINGIDAS** de ciertos emplazamientos para evitar repetir los **491 conflictos** ya existentes en el municipio.

4.1.13. Especies Recomendadas para ANDENES

El criterio principal es el **Porte Bajo a Medio** con un sistema radicular que no afecte la **Red Domiciliaria** (el mayor foco de conflicto con 183 casos).

Tabla18:
Especies recomendadas para andenes

Nombre Común	Nombre Científico	Criterio de Adecuación	Cumple/No Cumple
Palo cruz	<i>Brownea ariza</i>	CUMPLE. Porte pequeño-medio ideal para andenes estrechos. Alto valor ornamental.	✓ CUMPLE
Maíz tostado	<i>Coccoloba acuminata</i>	CUMPLE. Porte medio, gestionable mediante podas de formación (2.12). Buen generador de sombra.	✓ CUMPLE
Palma manila	<i>Adonidia merrillii</i>	CUMPLE. Excelente. Palma con bajo conflicto radicular y aéreo. Ideal para andenes con infraestructura crítica.	✓ CUMPLE
Jazmín de Paraguay	<i>Brunfelsia australis</i>	CUMPLE. Es un arbusto. Ideal como vegetación complementaria (6.7) para remates o antejardines muy estrechos.	✓ CUMPLE
Ocobo	<i>Tabebuia rosea</i>	CUMPLE (CON GESTIÓN). Es el Árbol Insigne. Excelente para sombra (ICU), pero requiere obligatoriamente Infraestructura de Apoyo (2.11) como alcorques amplios para evitar conflictos radiculares.	✓ CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

4.1.14. Especies Recomendadas para PARQUES

El criterio principal es el **Porte Alto y Monumental** para maximizar la sombra y el valor paisajístico en áreas amplias.

Tabla19:
Especies recomendadas para parques

Nombre Común	Nombre Científico	Criterio de Adecuación	Cumple/No Cumple
Samán	<i>Samanea saman</i>	CUMPLE. Provee la máxima sombra y longevidad. Ideal para grandes áreas.	☑ CUMPLE
Iguá	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	CUMPLE. Especie ya bien representada (88 individuos), buena copa y crecimiento rápido.	☑ CUMPLE
Ocobo	<i>Tabebuia roseae</i>	CUMPLE. Aporta floración y es la especie Insigne. Ideal para enriquecer parques medianos.	☑ CUMPLE

Acacia roja	<i>Delonix regia</i>	CUMPLE (CON RESERVA). Gran sombra y valor ornamental, pero su raíz superficial puede dañar el pavimento. Se restringe a zonas no pavimentadas dentro del parque.	☒ CUMPLE
Palma manila	<i>Adonidia merrillii</i>	CUMPLE. Uso ornamental y para diseño paisajístico.	☒ CUMPLE
Mango común	<i>Mangifera indica</i>	CUMPLE. Valor cultural y sombra. Debe ser ubicado lejos de límites de propiedad y cables.	☒ CUMPLE
Mamoncillo	<i>Melicoccus bijugatus</i>	CUMPLE. Porte alto, buen árbol de sombra y valor cultural.	☒ CUMPLE
Guayabo	<i>Psidium guajava</i>	CUMPLE. Frutal, atrae fauna y aporta biodiversidad.	☒ CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

4.1.15. Especies Recomendadas para GLORIETAS

El criterio principal es la **funcionalidad estética y la seguridad vial**. Las glorietas deben evitar especies que obstruyan la visibilidad o que tengan copas excesivamente amplias que interfieran con la señalización y los cables.

Tabla20:
Especies recomendadas para glorietas

Nombre Común	Nombre Científico	Criterio de Adecuación	Cumple/No Cumple
Palma manila	<i>Adonidia merrillii</i>	CUMPLE. Ideal por su verticalidad, bajo conflicto y valor estético.	☒ CUMPLE
Ocobo	<i>Tabebuia roseae</i>	CUMPLE. Buen árbol central en glorietas de tamaño medio, ya que su copa es menos expansiva que otras especies monumentales.	☒ CUMPLE
Clavellino	<i>Caesalpinia pulcherima</i>	CUMPLE. Ideal para los bordes o el estrato bajo, no interfiere con la visibilidad.	☒ CUMPLE
Samán	<i>Samanea saman</i>	NO CUMPLE (RESTRINGIDO) . Su copa monumental (Porte Alto) genera un alto riesgo de interferencia visual y ocupación de gálibo vehicular. Solo en glorietas o separadores viales de muy gran tamaño que funcionen como parques.	☒ NO CUMPLE
Acacia roja	<i>Delonix regia</i>	NO CUMPLE (RESTRINGIDO) . Su raíz superficial tiende a levantar el pavimento y su copa interfiere con la visibilidad y señalización en glorietas típicas.	☒ NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

En ese contexto las restricciones de las especies Samán (*Samanea saman*) y Acacia roja (*Delonix regia*), aunque son excelentes generadores de sombra (ICU), son inadecuadas para glorietas o separadores viales estrechos, ya que su gran porte las hace conflictivas en espacios confinados.

Tabla21:
Especies arbóreas con emplazamiento restringido y justificación silvicultural en El Pital

Especie	Emplazamiento Restringido	Razón Silvicultural y Contexto de El Pital
Samán (<i>Samanea saman</i>)	Glorietas Típicas	Requiere una gran expansión horizontal para su copa, lo que compromete la visibilidad y la seguridad vial en glorietas estándar.
Acacia roja (<i>Delonix regia</i>)	Glorietas y Andenes Estrechos	Posee un sistema de raíces superficiales muy agresivas que inevitablemente levantan el pavimento y el asfalto. Su uso en zonas con

		infraestructura es la causa del conflicto de raíces que el PSU busca erradicar.
--	--	--

4.2. Estrategia de mejoramiento de la dinámica hídrica urbana

El crecimiento urbano del municipio de El Pital ha generado presiones significativas sobre el sistema hídrico local, reflejadas en la disminución de áreas permeables, incremento de superficies impermeables, alteración de la red de drenajes naturales, compactación del suelo urbano y pérdida de funcionalidad ecológica del arbolado. En este contexto, el manejo silvicultural de las coberturas vegetales se posiciona como una herramienta esencial para restablecer procesos hidrológicos fundamentales, mejorando la regulación de la lluvia, la infiltración, la conducción natural del agua y la resiliencia climática urbana.

Esta estrategia pública se estructura bajo principios de ecohidrología urbana, silvicultura sostenible, soluciones basadas en la naturaleza (SbN) e infraestructura verde funcional, incorporando criterios científicos y técnicos que permiten transformar el arbolado urbano y demás coberturas vegetales en elementos activos de gestión hídrica. La propuesta se articula con la normativa nacional, regional y municipal, y está orientada a fortalecer las capacidades institucionales, mejorar la calidad de vida urbana y consolidar un sistema natural de regulación hídrica basado en la vegetación.

- **Objetivo general**

Formular una estrategia pública que permita mejorar la dinámica hídrica urbana mediante la gestión silvicultural integral de las coberturas vegetales, fortaleciendo la infraestructura verde y la regulación ecosistémica del agua en el municipio de El Pital.

- **Objetivos específicos**

1. Optimizar la interceptación y retención de lluvia a través del manejo adecuado del arbolado urbano.
2. Incrementar la infiltración y almacenamiento del agua mediante la restauración de suelos urbanos y la implementación de SbN.
3. Controlar la escorrentía superficial en áreas críticas del casco urbano.
4. Reducir procesos erosivos y pérdida de suelo, especialmente en zonas con pendiente o exposición radicular.
5. Integrar criterios hidrológicos en la planificación urbana, el mantenimiento de zonas verdes y la gestión arbórea.
6. Fortalecer la gobernanza ambiental mediante herramientas normativas, técnicas y de participación comunitaria.

Marco Referencial

Este marco referencial reúne la normatividad, los lineamientos regionales y los referentes técnico-científicos que sustentan la Estrategia Pública para el mejoramiento de la dinámica hídrica urbana mediante la gestión silvicultural. Su propósito es garantizar que las intervenciones propuestas sean jurídicamente acordes, técnicamente robustas y coherentes con las políticas de planeación y gestión ambiental vigentes.

Normatividad nacional relevante

A continuación, se describen las normas nacionales de mayor incidencia en la formulación e implementación del Plan de Silvicultura Urbana con enfoque hídrico, con énfasis en las obligaciones operativas que derivan de cada una para la administración municipal y para la ejecución del contrato de actualización del PSU.

Ley 99 de 1993 — Marco general del Sistema Nacional Ambiental (SINA)

Contenido y alcance

- Establece el SINA y define las competencias de las autoridades ambientales (incluida la competencia de las Corporaciones Autónomas Regionales como la CAM).
- Instituye principios de prevención, manejo y conservación de recursos naturales renovables.

Implicaciones prácticas para el PSU y la estrategia hídrica

- La CAM es autoridad técnica y de control: el PSU debe ajustarse a sus lineamientos técnicos para ser aprobado.
- Cualquier intervención que modifique recursos naturales (p. ej. talas, trasplantes, obras de infraestructura verde) requiere la verificación de requisitos ambientales y la articulación con la autoridad competente.
- Debe documentarse el componente de manejo ambiental y la prevención de daños (medidas de mitigación, de seguimiento y restauración).

Requisitos operativos

- Incorporar en el PSU un anexo de gestión ambiental que explique mitigación de impactos y medidas de seguimiento.
- Verificar y registrar permisos o comunicaciones previas ante la CAM cuando aplique.

Ley 152 de 1994 — Participación y Planes de Desarrollo

Contenido y alcance

- Ordena la elaboración de planes de desarrollo con participación ciudadana y mecanismos de consulta.
- Regula la inclusión de la comunidad en decisiones sectoriales.

Implicaciones prácticas para el PSU y la estrategia hídrica

- El componente participativo del PSU (encuestas, entrevistas, validación de árboles patrimoniales, talleres) no es opcional: es requisito de legitimidad técnica y administrativa.
- Cualquier programa de intervención (p. ej. “Árbol-H2O”) debe incorporar estrategias de comunicación, capacitación y corresponsabilidad ciudadana, y dejar registro de participación.

Requisitos operativos

- Documentar procesos participativos: actas de reunión, listados de asistentes, instrumentos aplicados y resultados sintetizados.
- Incluir un plan de comunicación y educación ambiental con metas y cronograma.

Ley 388 de 1997 — Ordenamiento territorial

Contenido y alcance

- Define los instrumentos del ordenamiento territorial (POT, normas urbanísticas, zonificación, áreas de protección).
- Establece la necesidad de incorporar determinantes ambientales en el uso del suelo.

Implicaciones prácticas para el PSU y la estrategia hídrica

- El PSU debe articularse con el POT municipal; sus propuestas de siembra, corredores verdes, parques inundables y restricciones de plantación en zonas de riesgo deben respetar zonificación y usos del suelo.
- Cualquier modificación de espacios públicos (ampliación de alcorques, conversión de áreas, creación de SbN) requiere coordinación con Planeación Municipal y la adecuada actualización cartográfica del POT si fuera necesario.

Requisitos operativos

- Verificar límites y usos del suelo vigentes en el POT.
- Proponer ajustes normativos o asignación de áreas verdes cuando la estrategia requiera reconfiguración de usos.

Decreto 1076 de 2015 — Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente

Contenido y alcance

- Consolida la reglamentación sectorial sobre flora, fauna, manejo forestal, y procedimientos administrativos ambientales.
- Contiene disposiciones relativas a permisos, autorizaciones y mecanismos de control para intervenciones sobre el arbolado.

Implicaciones prácticas para el PSU y la estrategia hídrica

- Define las exigencias técnicas a la hora de realizar talas, trasplantes o podas.
- Determina la necesidad de soportes técnicos (peritajes, estudios fitosanitarios) para intervenciones de riesgo.
- Regula la obligación de presentar planes de manejo forestal cuando se actúe sobre masas vegetales relevantes.

Requisitos operativos

- Asegurar que las metodologías de poda, tala o trasplante estén descritas y se apeguen al Decreto y a las normas técnicas complementarias.
- Preparar anexos técnicos con protocolos, fichas de intervención y criterios de autorización administrativa.

Recomendación operativa general sobre normatividad nacional

Para la correcta aplicación normativa en el PSU se recomienda:

1. Incorporar un **cuadro de cumplimiento normativo** (norma, requisito, evidencia/documento en el expediente).
2. Mantener comunicación formal y registro de solicitudes y autorizaciones con la CAM antes de ejecutar intervenciones.
3. Diseñar la propuesta técnica del Plan de Manejo atendiendo los requisitos de permisos y anexando metodologías (poda, tala, trasplante, manejo de residuos vegetales).

Normatividad regional y municipal

La normativa regional (CAM) y la reglamentación municipal determinan los lineamientos específicos de manejo del arbolado, el régimen de permisos y las obligaciones locales. A continuación, se desarrolla lo que el PSU debe observar y cómo articularse localmente.

Lineamientos de la CAM para el manejo del arbolado urbano

Contexto

- La Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) dicta acuerdos, resoluciones y lineamientos que regulan el manejo del arbolado en su jurisdicción (por ejemplo, el **Acuerdo 009 de 2018**, mencionado en la documentación del contrato).

Implicaciones prácticas

- El Acuerdo y lineamientos de la CAM suelen especificar: variables obligatorias del censo, criterios de priorización de intervenciones, requerimientos para permisos de tala/poda/trasplante, y condiciones para la radicación y aprobación de planes de silvicultura urbana.
- El PSU actualizado debe cumplir puntualmente las variables, formatos y anexos solicitados por la CAM para su radicación y aprobación.

Requisitos operativos

- Verificar el **Acuerdo 009 de 2018** y anexar una tabla que muestre cómo el PSU satisface cada requisito (variable, evidencia, página del informe).
- Incluir procedimientos de comunicación con la CAM: envío de borradores, respuestas técnicas, solicitudes de subsanación.

Reglamentación local sobre ocupación del espacio público y zonas verdes

Contexto

- El municipio puede tener ordenanzas que regulen la utilización del espacio público, criterios para alcorques, requisitos para ocupación temporal y criterios para la protección de árboles en predios públicos y privados.

Implicaciones prácticas

- Las intervenciones propuestas (ampliación de alcorques, siembra en separadores, jardines de lluvia en vías) deben ajustarse a las ordenanzas municipales y, si no existen, el PSU puede proponer textos normativos específicos.

Requisitos operativos

- Revisar ordenanzas municipales vigentes sobre: retiro de especies, señalización de patrimonio arbóreo, permisos de ocupación, mantenimiento de andenes.
- Proponer cláusulas modelo o cambios normativos cuando las órdenes vigentes impidan la implementación de SbN o alcorques permeables.

Instrumentos del POT relacionados con drenaje, áreas verdes y riesgo

Contexto

- El POT (Plan de Ordenamiento Territorial) es el instrumento que define la zonificación, áreas de protección, corredores ecológicos, redes de espacio público y las políticas de riesgo.

Implicaciones prácticas

- El PSU debe estar plenamente articulado al POT: las áreas propuestas como corredores verdes, parques inundables o zonas de recarga tienen que estar contempladas o requerir actualización del POT.
- Las medidas de manejo en zonas de riesgo (taludes, quebradas, áreas inundables) deben respetar y/o fortalecer las normas del POT.

Requisitos operativos

- Mapear los cruces entre propuestas del PSU (corredores, SbN, especies en sitios críticos) y las cartografías del POT: zonas de riesgo, zonas verdes, áreas de protección.
- Si el PSU propone reasignaciones de uso o nuevas áreas verdes, documentar la justificación técnica para inclusión en la revisión del POT.

Recomendación operativa general sobre normativa regional y municipal

1. Crear un **anexo de cumplimiento CAM-municipio**: columnas con requisito CAM, evidencia en el PSU, y acciones pendientes.
2. Incluir plantillas de solicitud para permisos de intervención que la Alcaldía de El Pital usaría para tramitar autorizaciones con la CAM.
3. Proponer un esquema de gobernanza —comité técnico municipal con representación de la CAM— para agilizar la radicación y seguimiento del PSU.

Referentes técnicos y conceptuales

Los referentes internacionales y guías técnicas ofrecen la fundamentación científica y modelos de intervención que alimentan la estrategia. A continuación, se sintetiza el aporte de tres referentes clave y su traducción operativa para el PSU.

ONU-Hábitat — Infraestructura verde como herramienta de resiliencia urbana

Principios relevantes

- Las ciudades resilientes integran infraestructura verde para reducir riesgos climáticos y mejorar la calidad de vida.
- La infraestructura verde se planifica como red conectada que provee múltiples servicios (hidrológicos, climáticos, recreativos).

Aplicación al PSU

- Diseñar corredores verdes conectados que actúen como microcuencas y nodos de infiltración.
- Priorizar intervenciones en barrios vulnerables y zonas con déficit de infraestructura verde.
- Utilizar indicadores urbanos de resiliencia que incluyan el IIV (Índice de Infraestructura Verde).

Instrumentos prácticos

- Modelos de diseño de corredores, guías de selección de especies, criterios de accesibilidad y uso público.

FAO — Bosques urbanos y funciones hidrológicas de los árboles

Principios relevantes

- Los árboles urbanos cumplen funciones ecosistémicas esenciales: regulación del agua, control de erosión, provisión de microclima y hábitat.
- La elección de especies y su manejo debe orientarse a maximizar servicios ecosistémicos acordes al contexto local.

Aplicación al PSU

- Incorporar fichas técnicas de especies con prestaciones hidrológicas (como las fichas ampliadas ya entregadas).
- Priorizar especies nativas y funcionales que aporten a la infiltración y estabilización del suelo.
- Establecer protocolos de manejo (poda, descompactación, alcorques) basados en buenas prácticas FAO.

Instrumentos prácticos

- Guía técnica de selección de especies, protocolos de poda y uso de suelo estructural.

IPCC — Soluciones basadas en la naturaleza (SbN) y adaptación climática

Principios relevantes

- Las SbN son estrategias reconocidas para la adaptación al cambio climático que son costo-efectivas y multi-beneficio.
- Los ecosistemas restaurados o gestionados brindan servicios de regulación hídrica y reducción de riesgos.

Aplicación al PSU

- Incorporar SbN (jardines de lluvia, SUDS, parques inundables) como componentes centrales del Plan de Manejo.

- Evaluar la eficacia de SbN mediante indicadores de reducción de caudal pico e incremento de infiltración.
- Priorizar acciones que aumenten la capacidad de respuesta ante eventos extremos (drenaje urbano con soporte ecológico).

Instrumentos prácticos

- Protocolos de diseño, mantenimiento, y criterios de evaluación de SbN (durabilidad, capacidad de retención, coste-beneficio).

Recomendación operativa general sobre referentes técnicos

1. Adoptar las guías y buenas prácticas de ONU-Hábitat, FAO e IPCC como referencia técnica para el diseño y evaluación de intervenciones.
2. Incorporar anexos metodológicos que detallen: criterios de selección de especies, parámetros hidrológicos de diseño, y protocolos de monitoreo basados en estándares internacionales.
3. Capacitar al equipo municipal y actores locales en la implementación de SbN y en el manejo silvicultural con enfoque hídrico.

Síntesis: cómo usar el marco referencial en el PSU

Para que el marco referencial sea operativo en el PSU se recomienda:

- **Cuadro de cumplimiento normativo:** norma → requisito → evidencia en el PSU → responsable → estado.
- **Anexo CAM:** matriz que muestre alineamiento con el Acuerdo 009 de 2018 (variables de censo, formatos de entrega).
- **Checklist de permisos:** trámites a realizar antes de intervenciones (solicitudes, plazos, documentación).
- **Incorporación de guías internacionales:** anexar resúmenes y traducirlos a procedimientos locales (poda, selección de especies, diseño de SbN).
- **Capacitación y gobernanza:** plan de formación para técnicos municipales, brigadas de plantación y comités de seguimiento.

Cierre del Marco Referencial

El marco referencial consolida el andamiaje jurídico, institucional y técnico que legitima y orienta la Estrategia Pública. Para la ejecución correcta del PSU es imprescindible que cada una de las acciones propuestas incluya referencias normativas, evidencia de cumplimiento y un plan de tramitación con la CAM y las instancias municipales competentes.

Tabla22:
Cumplimiento normativo del PSU – El Pital, Huila

Norma	Requisito principal	Aplicación al PSU	Evidencia generada	Responsable	Estado
Ley 99 de 1993	Incorporar criterios ambientales, articulación con autoridad ambiental (CAM)	El PSU incorpora manejo ambiental del arbolado, criterios de conservación, prevención y mitigación	Capítulo de Manejo Silvicultural, Anexo de Manejo Ambiental, Oficios a CAM	Equipo técnico – Consultoría	Cumplido / En proceso
Ley 152 de 1994	Participación ciudadana en formulación de políticas y planes	Se ejecutaron entrevistas, encuestas, registro cultural y participación barrial	Informe de Participación Ciudadana, encuestas, actas	Consultoría – Alcaldía	Cumplido
Ley 388 de 1997	Articulación con POT, componentes ambientales, riesgo y espacio público	Todas las propuestas del PSU se cruzan con el POT vigente (zonas verdes, riesgo, drenaje)	Matriz POT-PSU, mapas de compatibilidad	Planeación Municipal – Consultoría	Cumplido
Decreto 1076 de 2015	Requisitos para poda, tala, trasplante, permisos y manejo forestal	El PSU incluye fichas técnicas, metodologías, protocolos y criterios de autorización	Anexo de protocolos de poda, tala y trasplante	Consultoría – CAM	En proceso (requiere acto administrativo)
Acuerdo CAM 009 de 2018	Variables obligatorias de censo, criterios de intervención, requisitos de radicación	PSU actualizado se ajusta a fichas de censo y formatos CAM	BD alfanumérica y cartografía ajustada	Consultoría	Cumplido
Reglamentos municipales de espacio público	Manejo de alcorques, andenes y zonas verdes	Diseño de alcorques permeables, SbN y zonas verdes funcionales	Planos, secciones de diseño, fichas de SbN	Secretaría de Planeación	En proceso
Norma de Gestión del Riesgo (Ley 1523)	Incorporar medidas de prevención y control en zonas de riesgo	Intervenciones diferenciales en laderas, taludes y drenajes	Mapas de riesgo y fichas de intervención	Oficina de Gestión del Riesgo	Cumplido
Referentes técnicos FAO / ONU-Habitat / IPCC	Enfoque ecosistémico, infraestructura verde y SbN	Se incluyen SbN, corredores verdes, fichas hidrológicas	Capítulos 4, 6 y anexos	Consultoría	Cumplido

Fuente: Elaboración propia

Tabla23:
Matriz De Alineación PSU— Acuerdo Cam 009 De 2018

Exigencia CAM (Acuerdo 009/2018)	Descripción del requisito	Cumplimiento en el PSU	Evidencia en el documento	Observaciones
Variable botánica	Nombre científico, común, familia	✓ Cumplido	Base de datos alfanumérica	-
Variable fitosanitaria	Estado general, presencia de plagas, daños	✓ Cumplido	Fichas de campo	-
Variable estructural	Altura, DAP, forma de copa, forma del fuste	✓ Cumplido	Censo y hojas de campo	-
Variable de riesgo	Evaluación visual, condición mecánica de ramas	✓ Cumplido	Formato de riesgo arbóreo	Se recomienda EVEA si CAM lo solicita
Georreferenciación	Registro coordinado de cada individuo	✓ Cumplido	Cartografía y BD GIS	-
Fotografía individual	Foto por individuo o por grupo	✓ Cumplido	Archivo fotográfico	Entregar carpeta final a CAM
Recomendación de manejo	Poda, tala, conservación, trasplante	✓ Cumplido	Cap. 6 – Plan de Manejo	-
Datos del sitio	Andén, separador, parque, zona verde	✓ Cumplido	BD alfanumérica	-
Compatibilidad con POT	Verificación de uso de suelo	✓ Cumplido	Matriz POT-PSU	-

Exigencia CAM (Acuerdo 009/2018)	Descripción del requisito	Cumplimiento en el PSU	Evidencia en el documento	Observaciones
Cartografía temática	Mapas de densidad, especies, riesgo	✓ Cumplido	Anexo cartográfico	Deben presentarse en SHP
Plan de manejo	Lineamientos de intervención	✓ Cumplido	Capítulos técnicos	-
Participación ciudadana	Evidencia de interacción comunitaria	✓ Cumplido	Informe de participación	-

Fuente: Elaboración Propia

CHECKLIST OPERATIVO DE PERMISOS Y TRÁMITES (CAM – ALCALDÍA – PSU)

Este checklist sirve como **herramienta de control interno** para el municipio y la consultoría, y garantiza que todas las acciones del PSU cumplan con la CAM y la normativa municipal.

Tabla24:
CHECKLIST Antes de iniciar actividades

Tarea	Responsable	Estado
Revisión del POT (zonas verdes, riesgo, drenaje)	Secretaría Planeación	☐
Solicitud formal de validación cartográfica a CAM	Alcaldía – Consultoría	☐
Entrega de base de datos preliminar a CAM	Consultoría	☐
Revisión de normas municipales de espacio público	Planeación	☐

Fuente Elaboración propia

Tabla25:
CHECKLIST Para actividades de campo (inventario, verificación, diagnóstico)

Tarea	Responsable	Estado
Radical ante CAM aviso de inicio de actividades del PSU	Alcaldía	☐
Portar formato de identificación (carnet/acta permiso)	Consultoría	☐
Levantar fichas técnicas según Acuerdo 009	Consultoría	☐
Tomar fotografías georreferenciadas	Consultoría	☐

Fuente: Elaboración propia

Tabla26:
CHECKLIST Para intervenciones propuestas (poda/tala/trasplante)

Tarea	Responsable	Estado
Preparar estudio técnico o concepto de riesgo	Consultoría	☐
Radical solicitud de intervención (poda/tala/trasplante)	Alcaldía	☐
Adjuntar fichas CAM (formato 009/2018)	Consultoría	☐
Esperar visita técnica o respuesta de CAM	CAM	☐
Ejecutar la intervención con profesional forestal	Alcaldía/Contratista	☐
Registro fotográfico del proceso	Consultoría	☐

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27:CHECKLIST Para implementación de soluciones basadas en naturaleza (SbN)

Tarea	Responsable	Estado
Validar ubicación de SbN con POT	Planeación	☐
Solicitar concepto CAM si afecta vegetación existente	Alcaldía	☐
Elaborar ficha técnica de SbN (dimensiones, drenaje, materiales)	Consultoría	☐
Aprobar diseño en comité técnico municipal	Alcaldía	☐
Ejecutar obra	Secretaría de Obras	☐
Monitoreo hidrológico posterior	Ambiente – Consultoría	☐

Fuente Elaboración propia

**Tabla28:
CHECKLIST Para la entrega final del PSU**

Tarea	Responsable	Estado
Consolidar BD (alfanumérica + GIS) según CAM	Consultoría	☐
Entregar mapa maestro de arbolado urbano	Consultoría	☐
Radicar informe final a CAM para validación	Alcaldía – Consultoría	☐
Ajustes solicitados por CAM	Consultoría	☐
Acto administrativo de adopción	Alcaldía	☐

Fuente: Elaboración propia

4.3 MARCO TEÓRICO

El marco teórico que sustenta la Estrategia Pública para el Mejoramiento de la Dinámica Hídrica en El Pital se fundamenta en cuatro ejes conceptuales esenciales: **ecohidrología urbana, silvicultura urbana con enfoque hídrico, infraestructura verde funcional y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)**. Estos conceptos orientan la integración de la vegetación con el ciclo hidrológico urbano, permitiendo transformar la ciudad en un sistema resiliente y ecológicamente eficiente.

4.2.1. Eco hidrología urbana

La **eco hidrología urbana** es una disciplina que estudia la relación entre los componentes hidrológicos (lluvia, escorrentía, infiltración, evapotranspiración) y los elementos ecológicos (vegetación, suelos, hábitats) dentro del entorno urbano. Su propósito es utilizar procesos ecológicos para mejorar la regulación del agua y la resiliencia urbana frente al cambio climático.

En ciudades como El Pital, donde la expansión urbana ha incrementado la impermeabilización del suelo, la eco hidrología urbana permite reequilibrar el ciclo del agua mediante el fortalecimiento de la vegetación y el manejo adecuado del sistema arbóreo.

Funciones eco hidrológicas de los árboles en entornos urbanos

1. Interceptación de lluvia

Los árboles capturan parte de la lluvia en sus hojas, ramas y troncos. Esta agua retenida:

- Se evapora sin llegar al suelo.
- Reduce la velocidad de caída de gotas (menor erosión).
- Disminuye el volumen y la velocidad de escorrentía superficial.

En zonas urbanas densas, esta función puede reducir entre **15 % y 40 % del caudal pico** en eventos de lluvia moderada.

2. Reducción de caudales pico (laminación del flujo)

Al distribuir la lluvia en el tiempo y sobre una mayor superficie biológica, los árboles disminuyen:

- Caudales instantáneos.
- Riesgo de inundaciones locales.
- Sobrecarga de sistemas de alcantarillado.

Esto es fundamental para puntos críticos identificados en El Pital.

3. Aumento de la humedad edáfica

La deposición de hojarasca y el sombreadamiento:

- Aumentan la retención de humedad.
- Mejoran la estructura del suelo.
- Promueven microorganismos que facilitan la infiltración.

4. Mejora de la infiltración

Las raíces abren **infraestructuras porosas naturales** (macroporos) que permiten:

- Infiltración vertical.
- Infiltración lateral.
- Recarga de acuíferos urbanos someros.

5. Regulación de microcuencas urbanas

En el municipio existen microcuencas asociadas a la red de drenaje natural. El arbolado contribuye a:

- Dirigir el flujo a zonas permeables.
- Reducir erosión en pendientes.
- Estabilizar taludes.
- Mantener humedad en zonas de captación.

4.2.2. Silvicultura urbana con enfoque hídrico

La silvicultura urbana tradicional se ha centrado en aspectos ornamentales, paisajísticos y de control de riesgo. Sin embargo, el enfoque hídrico introduce criterios funcionales relacionados con el desempeño del árbol como regulador del agua.

Este enfoque incorpora el diseño, manejo y mantenimiento del arbolado considerando su capacidad para **interceptar lluvia, aumentar infiltración, estabilizar suelos y reducir escorrentías**.

Principios de la silvicultura hídrica

1. Optimización de la forma y densidad de copa

- Copas densas y saludables maximizan la interceptación.
- Eliminación de podas severas que disminuyen superficie foliar.
- La copa debe mantenerse ≥ 70 % del volumen fisiológico.

2. Manejo de la arquitectura radicular

Las raíces profundas y extendidas:

- Facilitan la infiltración.
- Contribuyen a la estabilidad del suelo.
- Reducen el escurrimiento superficial.

El manejo debe evitar:

- Cortes radicales de raíces.
- Compactación del suelo en zonas de goteo.
- Alcorques sellados.

3. Podas orientadas a funcionalidad hidrológica

La poda ya no se entiende solo como estética o seguridad; debe:

- Mantener volumen de copa.
- Controlar ramas que obstruyan drenajes naturales.
- Mejorar la distribución de follaje para maximizar captación de lluvia.

4. Suelos estructurales o restaurados

Los árboles solo desarrollan función hidrológica si el suelo:

- Tiene porosidad funcional.
- No está compactado.
- Recibe materia orgánica.
- Permite aireación radicular.

Se recomiendan técnicas como:

- Suelo estructural urbano.
- Bioenmiendas.
- Descompactación mecánica.
- Hidroinyección.

4.2.3. Infraestructura verde

La **infraestructura verde** es la red estratégica de elementos vegetados que funcionan como infraestructura ecológica e hidrológica, complementando la infraestructura gris (sumideros, tuberías, canales) y potenciando la regulación del agua.

Componentes principales de la infraestructura verde urbana

1. Parques urbanos

Funcionan como:

- Áreas de infiltración.
- Zonas de retención temporal.
- Nodos de conectividad ecológica.

2. Corredores verdes

Formados por:

- Alineaciones de árboles.
- Separadores viales permeables.
- Franjas verdes longitudinales.

Estos elementos:

- Reducen la escorrentía en vías.
- Guían el flujo hacia zonas permeables.
- Conectan microcuencas.

3. Separadores viales vegetados

Permiten:

- Filtrar agua proveniente de vías.
- Capturar sedimentos.
- Dirigir el agua a zanjas de infiltración.

4. Franjas de amortiguación

Zonas vegetadas ubicadas en:

- Orillas de quebradas.
- Taludes y laderas.
- Transición entre zonas construidas y naturales.

Cumplen funciones de:

- Estabilización.
- Filtro ecológico.
- Captación de escorrentía.

5. Microcuencas vegetadas urbanas

Pequeños sistemas hidrológicos que integran:

- Árboles.
- Arbustos.
- Suelos de infiltración.
- Drenajes naturales o intervenidos.

6. Jardines de lluvia y SUDS

Estos elementos son parte de la infraestructura verde funcional (ver 4.4).

4.2.4. Soluciones basadas en la naturaleza (SbN)

Las SbN son intervenciones inspiradas en procesos naturales que permiten gestionar el agua de manera sostenible y mejorar la resiliencia climática. Constituyen herramientas esenciales para reducir la escorrentía, aumentar la infiltración y proteger el ciclo del agua en zonas urbanas.

Principales SbN aplicables al municipio de El Pital

1. Jardines de lluvia

Estructuras con suelo permeable y vegetación adaptada a humedad fluctuante.

Funciones:

- Capturan y retienen agua de lluvias.
- Reducen caudales pico.
- Filtran sedimentos y contaminantes.
- Recargan acuíferos superficiales.

Aplicación ideal:

Barrios residenciales, parques, andenes amplios.

2. Zonas verdes de infiltración

Áreas diseñadas exclusivamente para permitir infiltración.

Funciones:

- Conectan microcuencas urbanas.
- Reciben escorrentía de áreas impermeables.
- Regulación hídrica por almacenamiento temporal.

Aplicación ideal:

Intersecciones viales, parques lineales, zonas institucionales.

3. Cunetas verdes (vegetated swales)

Canales someros con vegetación.

Funciones:

- Conducen agua lentamente.
- Reducen erosión.
- Mejoran calidad de agua (biofiltración).
- Suplementan o reemplazan canales en concreto.

Aplicación ideal:

Calles secundarias, zonas periurbanas, vías en pendiente.

4. Techos verdes

Cubiertas vegetales en edificaciones.

Funciones:

- Reducen escorrentía hasta 60–80 %.
- Aumentan evapotranspiración.
- Regular temperatura y humedad.

Aplicación ideal:

Edificaciones públicas, colegios, centros administrativos.

5. Parques inundables

Espacios diseñados para almacenar temporalmente agua durante lluvias fuertes.

Funciones:

- Laminación del caudal.
- Protección de zonas bajas.
- Generación de biodiversidad urbana.

Aplicación ideal:

Sectores cercanos a quebradas o zonas históricas de inundación.

4.3. METODOLOGÍA

La metodología para formular la Estrategia Pública de Mejoramiento de la Dinámica Hídrica mediante la Gestión Silvicultural de las Coberturas Vegetales se fundamenta en un proceso técnico-participativo, interdisciplinar y secuencial. Combina métodos de análisis ecohidrológico, evaluación del arbolado, clasificación de suelos, modelación de escorrentía, participación ciudadana y diseño de soluciones basadas en la naturaleza (SbN).

El enfoque metodológico sigue **seis etapas integrales**, alineadas con los TDR de la CAM, buenas prácticas internacionales (FAO, ONU-Hábitat, IPCC) y normatividad vigente (Ley 99, Ley 388, Decreto 1076).

4.3.1. Etapa 1: Diagnóstico ecohidrológico y silvicultural

Levantamiento y análisis del arbolado urbano

- Uso de las bases de datos oficiales entregadas por la Alcaldía y la CAM.
- Verificación selectiva en campo (árboles críticos o representativos).
- Clasificación por:
 - función hidrológica (interceptación, infiltración, estabilización);
 - estado fitosanitario;
 - riesgo ecohidrológico;
 - ubicación en microcuencas urbanas.

Herramientas aplicadas:

Fichas técnicas CAM, GPS, fotografías georreferenciadas, matriz de funcionalidad hidrológica.

Caracterización de suelos urbanos

- Evaluación de compactación, textura, estructura.
- Ensayos rápidos en campo (infiltración, densidad aparente).
- Identificación de zonas con suelos degradados o sellados.

Objetivo: determinar la capacidad real del suelo urbano para infiltrar y retener agua.

Cartografía temática y análisis espacial

- Integración de capas GIS: arbolado, zonas verdes, drenaje, usos del suelo.
- Análisis espacial para detectar:
 - zonas impermeables críticas;
 - redes de drenaje natural;
 - áreas con déficit de cobertura vegetal;
 - puntos de escorrentía concentrada.

Productos:

Mapa de microcuencas urbanas, mapa de escorrentía, mapa de infraestructura verde actual.

Análisis del riesgo hídrico

- Identificación de sectores con:
 - inundaciones puntuales,
 - pérdida de suelo,
 - erosión en laderas,

- alcantarillado insuficiente.

Herramientas:

Visitas técnicas, entrevistas comunitarias, observación directa de flujos.

4.3.2. Etapa 2: Priorización territorial y funcional

La priorización define dónde intervenir y con qué tipo de acción. Se aplican **criterios ponderados**, agrupados en tres dimensiones:

A. Criterios hidrológicos

- Reducción de caudales pico.
- Aumento de infiltración.
- Conectividad con zonas de recarga.
- Afectación a microcuencas urbanas.

B. Criterios ecológicos

- Estado del arbolado.
- Biodiversidad existente.
- Presencia de especies nativas clave.

C. Criterios socio-territoriales

- Presencia de infraestructura sensible (colegios, centros de salud).
- Beneficio comunitario.
- Disponibilidad de espacio físico.

Resultado:

Clasificación del municipio en **áreas de intervención inmediata, prioritaria y de gestión progresiva**.

4.3.3. Etapa 3: Formulación de componentes estratégicos

Se estructuran **seis componentes** que conforman la Estrategia Pública:

1. Infraestructura verde hídrica.
2. Silvicultura urbana con enfoque hídrico.
3. Manejo y restauración del suelo.
4. Soluciones basadas en la naturaleza (SbN).
5. Manejo del arbolado en zonas críticas.
6. Política pública y gobernanza ambiental.

Cada componente incorpora:

- objetivos,
- acciones estratégicas,
- lineamientos técnicos,
- indicadores,
- responsables institucionales.

Esta fase integra el análisis técnico con la planeación urbana.

4.3.4. Etapa 4: Diseño técnico y operacionalización

En esta etapa se transforman los componentes estratégicos en **proyectos, programas y fichas técnicas aplicables**.

Selección de especies con función hidrológica

Se usan criterios como:

- densidad foliar,
- arquitectura radicular,
- tasa de evapotranspiración,
- resistencia a humedad y encharcamiento,
- espacio disponible en vía o parque.

Se elaboran **fichas técnicas** por especie:

(Gaia, samán, nogal, guayabo de monte, arrayán, ocobo, etc.)

Diseño de infraestructura verde y SbN

Se desarrolla:

- geometría de jardines de lluvia,
- diseño de zanjas de infiltración,
- dimensionamiento de cunetas verdes,
- estructura de zonas de amortiguación,
- diseño de parques inundables.

Se aplican criterios de:

- capacidad de retención,
- gradiente hidráulico,
- permeabilidad del suelo,
- carga de sedimentos.

Modelación hidrológica básica

Se utiliza para estimar:

- reducción de caudal pico;
- capacidad de infiltración de propuestas;
- tiempo de retención temporal;
- nivel de aporte al drenaje urbano.

La modelación es de tipo simplificado (racional modificado, curvas NRCS, análisis de pendientes), suficiente para una escala urbana local.

4.3.5. Etapa 5: Implementación

La implementación sigue **protocolo municipal estandarizado**, articulando Alcaldía, CAM, comunidad y contratistas.

Ejecución física

- Plantación con especies hidrológicas.
- Construcción de SbN (jardines de lluvia, zanjas, cunetas).
- Adecuación de alcorques permeables.
- Restauración de suelos urbanos.

Educación y participación

- Talleres barriales.
- Señalización ecológica.
- Programa “Árbol-H₂O”.

Trámite ante la CAM

- Solicitud de podas/talas/trasplantes cuando aplique.
- Acompañamiento técnico.

4.3.6. Etapa 6: Monitoreo, seguimiento y evaluación

Indicadores hidrológicos

- Infiltración (L/min/m²).
- Capacidad de retención (mm).
- Escorrentía reducida (%).
- Caudal pico atenuado.

Indicadores ecológicos

- Aumento de cobertura arbórea.
- Índice de Infraestructura Verde (IIV).
- Estado del arbolado.

Indicadores sociales

- Satisfacción comunitaria.
- Participación en actividades.
- Reducción de quejas por inundaciones o encharcamientos.

Reporte y alimentación del sistema

- Informes semestrales a CAM.
- Registro fotográfico georreferenciado.
- Actualización del SIG municipal.

Tabla29:

Matriz de diagnóstico ecohidrológico

Componente evaluado	VARIABLES analizadas	Método utilizado	Resultado esperado	Producto generado
Arbolado urbano	Volumen de copa, estructura, riesgo, funcionalidad hidrológica, especies	Verificación en campo, revisión BD, fichas CAM	Clasificación hidrológica del arbolado	Matriz hidrológica del arbolado
Suelos urbanos	Infiltración, compactación, textura, materia orgánica	Ensayos in situ, análisis visual y estructural	Identificación de suelos aptos para SbN	Mapa de suelos críticos
Drenaje urbano	Microcuencas, pendientes, escorrentía	Análisis SIG, recorridos urbanos	Identificación de puntos críticos	Mapa de escorrentía
Infraestructura verde	Conectividad, cobertura, continuidad ecológica	SIG, observación directa	Determinación de nodos verdes	Mapa de IV

Tabla30:

Criterios de priorización hidrológica y ecológica

Criterio	Descripción	Peso (%)	Justificación
Riesgo hídrico	Sectores con inundaciones, escorrentía concentrada	30	Mayor impacto inmediato
Conectividad ecológica	Capacidad de unir áreas verdes	20	Permite red de regulación del agua
Suelos permeables	Potencial de infiltración	20	Aumenta retención natural
Densidad arbórea hidrológica	Árboles funcionales existentes	15	Aprovecha infraestructura existente
Beneficio comunitario	Uso del espacio, impacto social	15	Respeto a la Ley 152 y TDR CAM

Tabla31:

Instrumentos técnicos utilizados

Instrumento	Aplicación dentro del PSU	Resultado
SIG (ArcGIS/QGIS)	Análisis espacial, microcuencas, IV	Cartografía temática
Fichas CAM	Evaluación técnica	Base de datos unificada
Ensayos de infiltración	Medición directa	Mapa de infiltración
Análisis de riesgo visual	Evaluación estructural	Matriz de riesgo
Participación comunitaria	Percepción hidrológica	Informe social PSU

Tabla
Proceso metodológico general

32:

Etapa	Objetivo	Actividades	Productos
1. Diagnóstico	Entender situación actual	Verificación, GIS, ensayos	Mapas, matrices, fichas
2. Priorización	Identificar áreas clave	Aplicación de criterios	Zonas priorizadas
3. Formulación	Definir componentes	Diseño conceptual	Estrategia estructurada
4. Diseño técnico	Convertir en proyectos	Fichas, cálculos, SbN	Proyectos listos
5. Implementación	Ejecutar acciones	Plantación, obras	Intervenciones ocurridas
6. Monitoreo	Medir desempeño	Indicadores	Informe de seguimiento

Tabla33:
Matriz de selección de especies hidrológicas

Especie	Interceptación	Infiltración	Estabilización	Recomendación
Samán	Alta	Alta	Media	Parques, zonas amplias
Ocobo	Media	Media	Media	Vías, separadores amplios
Arrayán	Media	Alta	Alta	Laderas, suelos erosionables
Guayabo de monte	Alta	Media	Media	Parques y franjas verdes
Nogal cafetero	Media	Alta	Alta	Sistemas de drenaje natural

ANEXO 1. Ficha técnica del proceso de diagnóstico

Título: Procedimiento de diagnóstico ecohidrológico y silvicultural

Alcance: Todo el casco urbano del municipio de El Pital

Herramientas: GPS, fichas CAM, SIG, registro fotográfico, ensayos de infiltración

Acciones:

1. Verificación del 5–10 % del arbolado crítico.
2. Revisión de bases de datos oficiales.
3. Cartografía de drenaje urbano.
4. Evaluación de suelos mediante ensayos rápidos.
5. Identificación de microcuencas.

Producto: Mapa diagnóstico ecohidrológico.

ANEXO 2. Ficha metodológica para SbN

Nombre: Implementación de Jardines de Lluvia

Objetivo: Reducir escorrentía e incrementar infiltración

Variables de diseño:

- Profundidad: 40–60 cm
- Capacidad de retención: 10–30 m³ según área
- Suelo: mezcla arenosa + MO 20 %
- Vegetación: nativa, tolerante a humedad
- **Resultado esperado:** Reducción de caudal pico en 25–40 %

ANEXO 3. Protocolo de levantamiento de información

1. Identificación del sector.
2. Verificación del árbol/microcuenca.
3. Registro fotográfico.
4. Medición (DAP, altura, diámetro de copa).
5. Clasificación de riesgo hidrológico.
6. Registro en BD GIS.
7. Validación del dato y control de calidad.

Tabla34:
Indicadores de monitoreo

Indicador	Fórmula	Unidad	Frecuencia
Infiltración	mm/hr	Tasa	Semestral
Área permeable recuperada	m ²	Superficie	Anual
Caudal pico	L/s	Descarga	Evento lluvia
Estado de árboles hidrológicos	% sanidad	Índice	Semestral

4.4. Desarrollo de la Estrategia Pública**4.4.1 COMPONENTE 1. Infraestructura Verde con Función Hidrológica (IVH)**

La Infraestructura Verde con Función Hidrológica constituye la base ecológica que soporta la regulación del ciclo del agua al interior del municipio. Bajo esta perspectiva, el manejo del arbolado, los parques, los corredores verdes y las franjas vegetadas se articulan como un sistema que opera de manera integrada con la red de drenaje urbano y las microcuencas internas.

Tabla35:
Matriz Funcional de Infraestructura Verde Hidrológica (IVH)

Elemento de Infraestructura Verde	Función Hidrológica	Indicadores Clave	Sectores Recomendados en El Pital
Parques urbanos	Retención temporal, infiltración	m ³ retenidos, % infiltración	Parque Principal, zonas de expansión
Corredores verdes	Conectividad, conducción lenta de agua	Longitud conectada, % cobertura	Calle 3, Calle 5, Carrera 4
Separadores viales	Interceptación, detención de escorrentía	Nº árboles funcionales	Entrada al municipio, vía al cementerio

Franjas de ronda	Amortiguación hidráulica	Ancho funcional, permeabilidad	Quebrada La Honda
Laderas vegetadas	Estabilización, infiltración profunda	Índice de erosión, pendiente (%)	Barrios altos: El Carmen, Miraflores

Identificación y fortalecimiento de microcuencas urbanas Descripción ampliada

Las microcuencas urbanas representan unidades hidrológicas pequeñas dentro del casco urbano que funcionan como receptores, conductores y distribuidores del agua lluvia. Su identificación permite comprender cómo se mueve el agua en la ciudad, dónde se concentra la escorrentía, dónde se infiltra y en qué sectores se pueden generar zonas de retención temporal.

Actividades clave

- Delimitación mediante análisis SIG de pendientes, redes de drenaje y curvas de nivel.
- Identificación de áreas naturales que actúan como “sumideros de agua”.
- Integración de parques, separadores y áreas verdes dentro del sistema hidrológico urbano.
- Mapeo de puntos críticos donde la escorrentía supera la capacidad de drenaje.

Importancia

- Permite establecer sitios estratégicos para implementar SbN.
- Prioriza la arborización hidrológica.
- Facilita la toma de decisiones para evitar inundaciones barriales.

Conectividad ecológica e hidrológica

La conectividad verde-hídrica asegura que los flujos de agua y los servicios ecosistémicos se muevan de manera continua a través de la ciudad. Una infraestructura verde desconectada pierde función, mientras que la conectividad permite regular flujos, infiltración y balance hídrico.

Acciones

- Conectar parques mediante franjas verdes permeables.
- Alinear arbolado en vías para conducir flujos hacia zonas de infiltración.
- Recuperar bordes de quebradas con vegetación nativa.

Beneficios

- Mejora del paisaje urbano.
- Regulación de escorrentía.
- Incremento de biodiversidad urbana.

Arborización funcional en puntos críticos

Se refiere a la plantación dirigida en zonas donde la escorrentía, la erosión o la falta de permeabilidad generan riesgos. En lugar de arborización ornamental, se prioriza la **arborización funcional**, orientada a regular procesos ecohidrológicos.

Ejemplos:

- Plantación de samanes en parques con encharcamiento recurrente.
- Uso de arrayanes en taludes para estabilización.
- Ocobos en separadores para interceptación de lluvia.

Zonas verdes como nodos hidrológicos

Los parques y áreas verdes pueden funcionar como verdaderas “infraestructuras de retención temporal” que disminuyen picos de escorrentía y redistribuyen el agua hacia el subsuelo.

Acciones

- Diseño de depresiones suaves para retener agua 12–24 horas.
- Incorporación de vegetación resistente al encharcamiento.
- Construcción de jardines de lluvia internos en parques.

4.4.2 COMPONENTE 2. Silvicultura Urbana con Enfoque Hídrico

Este componente redefine la práctica del manejo del arbolado urbano hacia un enfoque orientado a mejorar la funcionalidad hidrológica del sistema urbano.

Tabla36:
Índice de Funcionalidad Hidrológica del Arbolado (IFH)

Variable	Descripción	Escala (1–5)	Peso (%)
Interceptación	Capacidad de copa para capturar lluvia	1 = baja / 5 = alta	30
Infiltración	Capacidad radicular para facilitar entrada de agua	1–5	30
Estabilización	Anclaje y reducción de erosión	1–5	20
Compatibilidad urbana	Riesgos, raíces, copa	1–5	10
Estado fitosanitario	Salud del árbol	1–5	10

IFH final $\rightarrow \sum (\text{valor} \times \text{peso})$

Clasificación:

Bajo (≤ 2.5),

Medio (2.6 – 3.5),

Alto (3.6 – 5.0)

Podas con enfoque hidrológico

Las prácticas de poda se ajustan para favorecer el volumen de copa necesario para interceptar, distribuir y filtrar el agua lluvia. Las intervenciones se orientan a:

- Mantener la mayor área foliar posible.
- Evitar podas estructurales que debiliten la capacidad de regulación.

Técnicas recomendadas

- Poda de aclareo ligero.
- Poda de formación en árboles jóvenes.
- Eliminación de ramas conflictivas sin afectar copa total.

Manejo radicular especializado

El manejo de raíces es fundamental para evitar conflictos con infraestructura y, al mismo tiempo, permitir la infiltración y el anclaje adecuado.

Acciones

- Alcorques permeables.
- Suelo estructural en andenes con alta carga.
- Barreras radicales donde sea necesario.

Selección de especies hidrológicas

Criterios detallados

- Volumen de copa y densidad foliar (intercepción).
- Raíces profundas o bien distribuidas (infiltración).
- Resistencia a humedad y sequía.
- Longevidad y estabilidad estructural.

Ejemplos para El Pital

- Samán (alta interceptación).
- Arrayán (estabilización del suelo).
- Ocobo (estructura vertical funcional).
- Guayabo de monte (multifuncional).

Sustitución normativa y funcional

Se intervienen árboles sin función hidrológica, en mal estado o incompatibles con el espacio urbano, garantizando reposición 1:3 con especies funcionales.

4.4.3 COMPONENTE 3. Manejo y Restauración del Suelo Urbano

Tabla 37:
Especificaciones Técnicas del Manejo de Suelos Urbanos

Tipo de Intervención	Profundidad	Materiales	Frecuencia	Objetivo
Descompactación mecánica	20–40 cm	Herramienta manual/mecánica	Anual	Aireación e infiltración
Mezcla orgánica	15 cm	Compost 20%, arena 30%, suelo 50%	Semestral	Aumentar MO y porosidad
Mulch vegetal	5–8 cm	Aserrín, astilla, corteza	Trimestral	Control evaporación
Suelo estructural	80–100 cm	Grava 3/8", arcilla arena	Única vez	Permitir raíces bajo andenes

Descompactación mecánica del suelo

Los suelos urbanos suelen estar altamente compactados, lo cual reduce infiltración y afecta la salud del arbolado. Su recuperación es esencial.

Técnicas

- Zapatas de aireación.
- Excavas mecánicas superficiales.
- Arado vertical en zonas verdes amplias.

Bioenmiendas para suelos urbanos

La incorporación de materia orgánica mejora:

- porosidad,
- retención de humedad,
- infiltración,
- microbiología del suelo.

Aplicaciones típicas

- Mulch vegetal en alcorques.
- Compost orgánico en plantaciones nuevas.

Suelo estructural

Uso prioritario

- Vías estrechas.
- Andenes rígidos.
- Áreas urbanas de alto tráfico.

Ventaja hidrológica

Permite infiltración en lugares donde hoy no es posible debido a compactación extrema.

Recuperación de áreas selladas

Implica retirar zonas pavimentadas sin función clara y convertirlas en superficies permeables.

Ejemplos:

- Ampliación de alcorques.
- Eliminación de cemento alrededor de bases de árboles.

4.4.4 COMPONENTE 4. Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN)

Tabla38:

Tipologías de SbN aplicables y criterios de diseño

Tipología	Profundidad	Capacidad	Vegetación recomendada	Usos ideales
Jardín de lluvia	40–60 cm	10–30 m³	Heliconias, juncos, arrayanes bajos	Parques, zonas residenciales
Zanja de infiltración	50–80 cm	Variable	Pastos vetiver, arbustos nativos	Bordes de vías
Cunetas verdes	30–50 cm	5–15 m³	Pasto micay, heliconia	Calles secundarias
Parque inundable	50–120 cm	50–500 m³	Mixto, árboles tolerantes	Parques urbanos altos
Zona de infiltración	Variable	Alta	Herbáceas + arbustos	Lotes municipales

Jardines de lluvia

Estructuras diseñadas para capturar agua lluvia y retenerla temporalmente mientras se infiltra en el suelo.

Beneficios

- Disminuyen encharcamientos.
- Filtran contaminantes.
- Alimentan microacuíferos urbanos.

Zanjas de infiltración

Depresiones lineales que conducen agua y permiten que infiltre lentamente a lo largo de su recorrido.

Uso en El Pital

- Calles con pendiente.
- Bordes de vías rurales que atraviesan el casco urbano.

Cunetas verdes

Sustituyen canales de concreto, reducen erosión y facilitan infiltración.

Beneficio

Transforman la infraestructura rígida en infraestructura ecológica.

Zonas de infiltración y parques inundables

Descripción

Estas áreas funcionan como vasos temporales que amortiguan crecidas y manejan eventos extremos de lluvia.

4.4.5 COMPONENTE 5. Manejo del Arbolado en Zonas Críticas

Tabla39:
Manejo del Arbolado en Zonas Críticas

Zona crítica	Riesgo identificado	Árboles recomendados	Intervenciones técnicas
Escorrentía concentrada	Erosión, socavación	Guayabo de monte, arrayán	Estabilización + podas suaves
Laderas urbanas	Deslizamientos	Arrayán, nogales, alcaparros	Enraizamiento profundo + coberturas
Drenaje urbano	Obstrucción por raíces	Ocobo, cámbulo, siete cueros	Manejo radicular
Zonas inundables	Encharcamiento	Samán, yarumo, guadua	Plantación resistente + microdepresiones

Zonas de escorrentía concentrada

Sectores donde el agua circula a mayor velocidad y volumen, generando erosión o afectando raíces.

Acciones

- Estabilización con vegetación.
- Plantación de árboles resistentes al flujo.

Pendientes y laderas

Áreas con riesgo de deslizamientos o pérdida de suelo.

Acciones

- Árboles con raíces profundas.
- Arbustos estabilizadores.
- Coberturas herbáceas que reducen erosión.

Proximidad a drenajes urbanos

Acciones

- Podas selectivas.
- Manejo radicular.
- Sustituciones si compromete infraestructura.

Zonas inundables

Acciones

- Uso de especies tolerantes a saturación.
- Creación de parques inundables.
- Manejo preventivo de raíces.

4.4.6 COMPONENTE 6. Política Pública y Gobernanza Ambiental

Tabla40:
Instrumentos de Política Pública y Gobernanza

Instrumento	Alcance	Entidad líder	Tipo
Reglamento municipal de arbolado	Normas de poda, tala, plantación	Alcaldía–CAM	Normativo
Índice de Infraestructura Verde (IIV)	Indicador anual de IV	Planeación	Técnico
Programa Árbol-H2O	Educación ambiental	Secretaría de Ambiente	Comunitario
Incentivos tributarios SbN	Descuentos prediales	Hacienda	Económico

Reglamento municipal de manejo del arbolado con enfoque hídrico

Instrumento normativo que regula todas las intervenciones sobre el arbolado urbano incluyendo:

- podas,
- talas,
- trasplantes,
- plantación,
- mantenimiento.

Incluye criterios hidrológicos obligatorios.

Índice de Infraestructura Verde (IIV)

Indicador territorial que mide:

- permeabilidad,
- número de árboles funcionales,
- conectividad,
- áreas críticas.

Se actualiza anualmente para alimentar decisiones del POT.

Programa “Árbol H₂O”

Iniciativa comunitaria de educación y participación orientada a:

- adopción de árboles,
- jornadas de plantación,

- cuidado comunitario,
- señalización ecológica.

Incentivos tributarios por SbN en viviendas

Instrumento económico para fomentar:

- jardines de lluvia en viviendas,
- techos verdes,
- patios permeables,
- árboles funcionales en predios privados.

Incluye descuentos en el impuesto predial.

4.5. Conclusiones

1. La estrategia consolida al arbolado urbano como infraestructura hídrica activa.

El enfoque propuesto reconoce a los árboles no solo como elementos ornamentales, sino como componentes funcionales del sistema hídrico municipal. Sus copas, raíces y su interacción con el suelo contribuyen a la interceptación de lluvia, aumento de infiltración, estabilización de suelos y regulación de microcuencas urbanas. Esta visión fortalece el rol ecológico del arbolado y lo articula con la gestión del riesgo urbano.

2. La implementación reduce los impactos derivados de la variabilidad y el cambio climático.

La estrategia aporta a la adaptación urbana mediante la mitigación de inundaciones, reducción de caudales pico, mejoramiento del drenaje natural y disminución de islas de calor. La aplicación de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) y el manejo silvicultural hidrológico permiten enfrentar con mayor resiliencia los eventos extremos de lluvia, cada vez más frecuentes en la región.

3. La infraestructura verde genera beneficios ambientales, sociales y económicos simultáneamente.

El fortalecimiento del arbolado y la restauración de suelos permeables contribuyen al mejoramiento de la calidad del aire, la recarga hídrica y la biodiversidad urbana. A nivel social, aumentan los espacios verdes, el confort térmico y la percepción positiva del paisaje. Económicamente, se disminuyen costos asociados a inundaciones, mantenimiento de drenajes y obras grises de mitigación, al tiempo que se valorizan zonas urbanas con mayor cobertura vegetal.

4. La sostenibilidad de la estrategia depende de la coordinación institucional y la participación ciudadana.

El éxito del plan exige el compromiso articulado entre Alcaldía, CAM, empresas de servicios públicos, organizaciones sociales y comunidad. La gobernanza ambiental —a través de reglamentos, incentivos, mesas técnicas y educación— constituye la base para garantizar continuidad, transparencia y corresponsabilidad en la implementación del PSU.

5. La planificación del arbolado como infraestructura hídrica contribuye al ordenamiento territorial.

La estrategia permite integrar la gestión del agua con el uso del suelo, el espacio público y la movilidad, generando ciudades más seguras, eficientes y sostenibles. Los productos del PSU son insumos para actualizar instrumentos como el POT, PUEAA, Planes de Gestión del Riesgo y programas de mantenimiento urbano.

4.6 Recomendaciones

1. Adoptar formalmente la estrategia mediante acto administrativo.

Se recomienda que la Alcaldía de El Pital expida un decreto, resolución o acuerdo municipal que incorpore el contenido de la Estrategia Pública de Dinámica Hídrica en la planeación urbana. Esta adopción permitirá:

- institucionalizar la infraestructura verde hídrica,
- definir responsabilidades y competencias,
- asegurar recursos para su implementación, y
- facilitar la exigibilidad normativa ante terceros.

2. Incluir criterios hidrológicos en los procesos de licenciamiento urbanístico y desarrollo de obras.

Toda intervención en espacio público debe incorporar:

- porcentajes mínimos de permeabilidad,
- uso obligatorio de SbN cuando sea viable,
- suelos estructurales en andenes,
- especies hidrológicas en arborización vial,
- protección del arbolado existente.

Esto garantizará que el crecimiento urbano no aumente el riesgo hídrico ni la impermeabilización del municipio.

3. Fortalecer la capacitación técnica del personal encargado de poda, plantación y mantenimiento.

Es indispensable formar cuadrillas municipales y contratistas en:

- podas con enfoque hidrológico,
- manejo radicular avanzado,
- identificación de especies funcionales,

- tratamiento de suelos urbanos,
- mantenimiento de SbN (jardines de lluvia, cunetas verdes, zanjas de infiltración).

La correcta ejecución técnica es determinante para mantener la funcionalidad hidrológica del arbolado.

4. Implementar un sistema anual de monitoreo del desempeño hidrológico urbano.

Se recomienda consolidar un conjunto de indicadores que midan:

- capacidad de infiltración,
- volumen retenido por SbN,
- condition del arbolado hidrológico,
- áreas permeables recuperadas,
- reducción de escorrentía en puntos críticos.

Los resultados deben integrarse al Sistema de Información Geográfica (SIG) municipal y reportarse semestralmente a la CAM.

5. Priorizar la plantación de especies con alta eficiencia en interceptación y evapotranspiración.

La selección de especies debe basarse en:

- capacidad de capturar lluvia,
- sistema radicular profundo y no invasivo,
- tolerancia a humedad y sequía,
- funcionalidad para estabilización de suelos.

Especies como samán, arrayán, ocobo, guayabo de monte, nogal y alcaparro deben ser priorizadas según su función específica en cada microcuenca urbana.

6. Crear incentivos económicos y normativos para promover jardines de lluvia y SbN en predios privados.

Se recomienda implementar:

- descuentos en el impuesto predial,
- incentivos por metros cuadrados de superficie permeable,
- certificaciones de vivienda sostenible,
- convocatorias comunitarias para adopción de SbN.

Esto permite ampliar el impacto de la estrategia más allá del espacio público, generando una red urbana más robusta de captación e infiltración.

7. Integrar la Estrategia Pública al Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y otros planes municipales.

El POT debe incluir:

- corredores verdes drenantes,
- zonas de amortiguación hídrica,
- microcuencas urbanas,
- criterios de infraestructura verde,
- lineamientos de SbN para expansión urbana.

De esta manera, se asegura que la estrategia no sea un documento aislado, sino un eje articulador del desarrollo urbano futuro.

8. Garantizar presupuesto anual para implementación y mantenimiento.

La eficacia de la estrategia depende de recursos continuos destinados a:

- plantación,
- mantenimiento,
- monitoreo,
- educación ambiental,
- construcción y mantenimiento de SbN.

La inversión en infraestructura verde ofrece alta rentabilidad ambiental, social y económica.

5. Fase 5 PROGRAMAS Y PROYECTOS

A continuación, se enlistan los programas y/o proyectos que se deben ejecutar teniendo en cuenta los términos de referencia de la CAM.

5.1 Programa 1. Determinación de acciones a seguir para el manejo del arbolado urbano actual y demás zonas verdes.

5.1.1. Árboles para tala y reemplazo:

Según lo referenciado en las tablas **35, 36, 37**, se identifican los árboles que deben ser talados por encontrarse en condiciones desfavorables sanitariamente o con afectaciones físicas. Entre ellos los de tala y reemplazo que consolidan un total de 80 árboles.

5.1.2 Determinar el manejo general de Zonas Verdes

Es necesario realizar control y monitoreo frecuente en las zonas verdes que están presentes en el municipio, se debe tener en cuenta que es pertinente establecer varios estratos de árboles que aporten al ecosistema paisaje, de modo que resalten el entorno. Es importante determinar el desarrollo que haya obtenido cada zona ya que es evidente que el perímetro urbano se encuentra en expansión por tanto es necesario tener claras las áreas verdes sin derecho a ocupar con infraestructura por parte de la civilización.

5.1.2.1 Características las zonas verdes identificadas

Se encontraron diferentes zonas verdes, las cuales se integran a través de parques centrales, arborización en vías (malla vial), antejardines y áreas libres que componen la "malla verde", que sirve para recreación y conservación ambiental, es de mencionar que la mayor cantidad de árboles se encuentran en el barrio La Esperanza con 344 árboles, seguido del barrio El Centro con 217 individuos.

5.1.2.2 Determinar la relación de las zonas verdes/m2/habitantes

Para la determinación del indicador se tomó como referencia la cantidad de habitantes con la que cuenta el municipio vs la cantidad de m² de zonas verdes. De acuerdo con la actualización más reciente publicada por el DANE en el año 2020 el municipio cuenta con 15.172 habitantes, y esquema de ordenamiento territorial establece que se cuenta con 39.929,78 m² de zonas verdes.

Tabla41:
Variables necesarias para construir el indicador

Código	Nombre	Unidad	Descripción
PUV	Población urbana total del área urbana	Habitantes	Población urbana total del área urbana (15.172)
TABU	Total de áreas verdes urbanas	m2	Áreas verdes urbanas
PROTECCION	Áreas de Protección Ambiental	m3	12.815,37
PARQUES	Áreas en Parques	m4	39.929,78

Fuente: Elaboración propia

Nota: La unidad del indicador es m² por habitante, y la frecuencia de toma de datos es anual.

Unidad del indicador: m² por habitante

Frecuencia de toma de datos: Anual

Con la información suministrada por el PBOT, se aplica la formula

$$AVUp_c = TAVU / PUT$$

$$AVUp_c = 39.929,78 / 15.172$$

$$AVUp_c = 2.63 \text{ m}^2/\text{hab.}$$

Dicho de otra manera, este indicador de sostenibilidad ambiental evalúa la capacidad del municipio de El Pital para proveer servicios ecosistémicos, bienestar social y regulación climática a su población. El análisis integra la infraestructura física (suelo de parques) y la infraestructura viva (cobertura foliar del arbolado censado).

Parámetros Demográficos y Territoriales de Base

Para el cálculo del indicador, se han consolidado las variables demográficas y de inventario más recientes:

- **Población Total (P):** 15.172 habitantes (Censo integral: Cabecera y Zona Rural).
- **Inventario Arbóreo Público (N):** 1.061 individuos (100% geo-referenciados en espacio público).
- **Superficie de Parques Estructurados (Sp):** 39.929,78 m².

Metodología de Cálculo del Índice de Verde por Habitante (IVH)

Bajo un enfoque de ecología urbana moderna, el indicador no solo mide el suelo, sino el beneficio real del dosel arbóreo.

A. Componente de Espacio Público Efectivo (Suelo): Calculado sobre los predios destinados a parques:

$$IEP = \frac{39.929,78 \text{ m}^2}{15.172 \text{ hab}} = 2,63 \text{ m}^2/\text{hab}$$

B. Componente de Cobertura de Dosel (Sombra y CO2): Considerando la Proyección de Área de Copa (PAC) de los 1.061 árboles. Bajo un promedio técnico de **56,7 m²** por copa (basado en especies como *Samán* e *Igua*):

$$PAC = 1.061 \times 56,7 = 60.158,7 \text{ m}^2$$

$$ICD = \frac{60.158,7 \text{ m}^2}{15.172 \text{ hab}} = 3,96 \text{ m}^2/\text{hab}$$

C. Resultado Consolidado (IVH Total):

$$IVH = 2,63 \text{ (Suelo)} + 3,96 \text{ (Dosel)} = 6,59 \text{ m}^2/\text{hab}$$

Análisis Multitemporal y Evolución (2010 - 2025)

La gestión del verde urbano en El Pital ha experimentado una transformación técnica notable en los últimos 15 años:

- **Periodo 2010 - 2014:** El municipio operaba bajo el Decreto 010 de 2000, con una oferta de parques

limitada a ~19.397 m². El arbolado no estaba censado y el indicador se estimaba en apenas **2,1 m²/hab.**

- **Periodo 2015 - 2025:** Con el Decreto 077 de 2014 y el actual Plan de Silvicultura, la superficie de parques se duplicó y se integró el inventario de 1.061 árboles. A pesar del crecimiento poblacional (de 3.560 habitantes urbanos en 2010 a 15.172 totales en 2025), el municipio ha logrado triplicar su capacidad de gestión técnica, alcanzando los **6,59 m²/hab.**

Diagnóstico Estratégico y Metas

A pesar del avance, el resultado actual se sitúa por debajo del estándar recomendado por la OMS (**9 a 15 m²/hab.**). El diagnóstico del inventario revela:

1. **Vulnerabilidad Crítica:** El **12,3% del arbolado (131 individuos)** requiere reemplazo inmediato por mal estado fitosanitario o físico.
2. **Conflictos de Infraestructura:** 491 individuos presentan interferencias con redes, lo que exige podas técnicas para mantener el área foliar sin comprometer servicios públicos.
3. **Proyección 2030:** El municipio se compromete a una **reposición técnica 3:1**. Al sustituir los 131 individuos críticos por 393 nuevos árboles de gran porte, se proyecta sumar 22.283 m² de dosel, elevando el indicador a **8,06 m²/hab** en el primer quinquenio.

El municipio de El Pital posee un patrimonio forestal público valioso (1.061 árboles) que sustenta la calidad de vida de sus 15.172 habitantes. La prioridad del presente Plan es la conservación de la biomasa existente y la expansión planificada para cerrar la brecha hacia los estándares internacionales de sostenibilidad.

La consolidación del presente Plan de Silvicultura Urbana marca un hito sin precedentes en la gestión territorial del municipio de El Pital. Tras un análisis exhaustivo que integra la evolución multitemporal 2010-2025, el censo georreferenciado de **1.061 individuos** y el cálculo de indicadores de bienestar, se presentan las siguientes conclusiones estratégicas:

El Arbolado como Infraestructura de Vida

El Pital ha dejado de entender sus zonas verdes como elementos meramente ornamentales para reconocerlas como **Infraestructura Verde Crítica**. Con un indicador de **6,59 m²/habitante**, el municipio demuestra una capacidad de provisión de servicios ecosistémicos que sustenta la regulación térmica, la captura de carbono y la salud mental de sus **15.172 habitantes**. Sin embargo, la brecha respecto al estándar internacional de la OMS (9 m²/hab) dicta que la gestión futura debe ser **expansiva y no solo conservacionista**.

Superación del Déficit Cualitativo y Gestión del Riesgo

El diagnóstico revela una vulnerabilidad estructural: el **12,3% de la masa arbórea (131 individuos)** se encuentra en estado crítico o requiere reemplazo, y casi la mitad de la población forestal (**491 árboles**) mantiene conflictos con la red eléctrica. La conclusión técnica es imperativa: la seguridad ciudadana y la continuidad de los servicios públicos dependen de la ejecución inmediata del cronograma de mantenimiento. La transición hacia una **tasa de reposición 3:1** no es solo una medida compensatoria, sino una inversión en el patrimonio natural que permitirá alcanzar los **8,06 m²/hab** en el corto plazo.

Resiliencia y Adaptación al Cambio Climático

El análisis multitemporal evidencia que el crecimiento urbano ha fragmentado la conectividad biológica original. El PSU propone la reconexión de los **8 parques principales** (liderados por el Parque Recreacional de 29.595 m²) a través de corredores viales verdes. Esta estrategia es la principal herramienta del municipio para mitigar el efecto de "isla de calor" y gestionar el ciclo hídrico ante eventos climáticos extremos, asegurando que El Pital sea un territorio resiliente y habitable para las próximas décadas.

Gobernanza y Sostenibilidad Operativa

La viabilidad de este plan trasciende la presente administración. Se establece un modelo de gobernanza que integra a la autoridad ambiental (**CAM**), la administración municipal y la comunidad a través de las cinco fases de mantenimiento. La adopción de este documento garantiza que cada intervención silvicultural esté respaldada por datos científicos y criterios de biodiversidad (Regla 10-20-30), eliminando la improvisación en el manejo del espacio público.

El municipio de El Pital, a través de este instrumento, asume la vanguardia en el departamento del Huila al integrar su crecimiento urbano con su riqueza biológica. La implementación rigurosa de este Plan de Silvicultura Urbana asegurará que el desarrollo del territorio sea sinónimo de equilibrio ecológico, convirtiendo a los **1.061 árboles** en los guardianes de la calidad de vida y el legado ambiental para las generaciones futuras.

5.1.2.3 Definir las Zonas Verdes y el Sistema Lúdico de Parques.

Es necesario definir las zonas verdes desde la oficina de planeación municipal la cual tenga en cuenta legalmente las zonas que serán utilizadas para implementar tal actividad, permitiendo así una adecuada conectividad con los corredores ecológicos presentes en el municipio. Dentro del municipio del Pital encontramos parques recreativos que son para este mismo fin (recrear).

Tabla42:
Zonas verdes en el municipio

Item	Nombre del Parque / Zona Verde	Área (m2)
1	Parque Recreacional	29.595,81
2	Parque Principal Gilberto Alzate Avendaño	4.853,15
3	Parque San Javier	1.208,50
4	Parque El Cooperativo	1.061,24
5	Parque Los Álamos	885,96
6	Parque El Tunal	871,89
7	C 5 Y K 8 Parque Andrés Fernández	833,17
8	Parque El Villa Luz	620,06
TOTAL	Superficie Física de Parques	39.929,78

Fuente: Secretaria de planeación El pital

5.1.3 Determinación de condiciones para el diseño establecimiento y mantenimiento de la arborización y las zonas verdes no arborizadas.

Es conveniente realizar mejoramientos sobre las zonas de las vías que permita establecer especies; es necesario que para la implementación de espacios arbóreas se tengan elementos tecnológicos que garantice y ayuden al desarrollo del componente arbóreo, se ve la necesidad que se cierren caso de las especies que inicialmente se tienen, aplicar insumos, es decir de todo el material que necesite la especie, esto con el fin de disminuir el riesgo de perder por falta de mantenimiento o cuidado alguna especie.

5.2 Programas 2. Desarrollo de Acciones de Tala de los Árboles y Determinados en el PSU.

Tramitar ante la Corporación el permiso de aprovechamiento forestal respectivo.

Con la implementación del plan de silvicultura urbana, y teniendo en cuenta los datos registrados de las especies que necesitan tramites de tala, reemplazo y podas, es necesario llevar a cabo un adecuado trámite legal con la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM).

Tabla43:
Resumen de Censo Arbóreo y Acciones de Manejo

DETALLE	INDIVIDUOS CENSADOS	VOLUMEN MADERA (m3)
ARBOLES	1.061	429.877
ACCION DE MANEJO		
TALA	38	49.339
REEMPLAZO	43	36.408
TOTAL	81	85.747
PARTICIPACIONES (%)	7.63	19.940

Fuente: Elaboración propia

Realizar la Erradicación de los Árboles Autorizados, Incluyendo la Extracción de las Respectivas Raíces.

Para la erradicación de los árboles que ya se encuentran autorizados por la CAM, y en especial los árboles que necesitan desencofrado de las raíces, para una adecuada extracción que permita general daños en las vías. Es necesario tener herramientas necesarias para la extracción de los individuos, las cuales se encuentran en estratos duros (vía, andenes).

Actividad de Apeo

El apeo de árboles es una actividad fundamental en la silvicultura y la gestión forestal, que se realiza después del desrame. Este proceso exige una atención rigurosa tanto a las técnicas empleadas como a las medidas de seguridad, para garantizar la eficacia y protección de los operarios. A continuación, se presentan los aspectos clave relacionados con esta labor.

Herramientas y Equipos Utilizados

El apeo de árboles se realiza principalmente de forma manual, empleando una variedad de herramientas diseñadas para garantizar la eficiencia y la seguridad. Entre las herramientas y equipos más destacados se encuentran:

- Motosierras: Principal herramienta para cortar el tronco del árbol.
- Lazos y manilas: Utilizados para asegurar el árbol o las partes cortadas.
- Arnese: Brindan seguridad adicional, especialmente en terrenos inclinados o inestables.
- Protectores auditivos: Indispensables para proteger la audición en entornos ruidosos.
- Gafas de seguridad: Protegen los ojos de astillas y otros objetos voladores.
- Cascos: Fundamentales para proteger la cabeza de caídas de ramas o troncos.
- Guantes: Previenen cortes y lesiones en las manos.

- Botas con puntera reforzada: Ofrecen protección adicional contra caídas o impactos en los pies.

Uso de Maquinaria Pesada

En ciertos casos, el uso de maquinaria pesada se vuelve necesario para optimizar el proceso. Algunos ejemplos incluyen:

Gruas: Utilizadas para mover troncos grandes o pesados.

Tractores: Ayudan a arrastrar árboles caídos o a preparar el terreno.

El empleo de maquinaria pesada no solo mejora la eficiencia del apeo, sino que también incrementa los estándares de seguridad al reducir los riesgos asociados con el manejo manual de grandes estructuras.

Consideraciones de Seguridad

La seguridad es un aspecto prioritario en el apeo de árboles. Entre las mejores prácticas destacan:

Capacitación adecuada: Asegurar que los operarios estén entrenados en el uso de herramientas y técnicas seguras.

Evaluación del sitio: Identificar riesgos como pendientes, obstáculos o condiciones climáticas adversas antes de iniciar el trabajo.

Planificación del corte: Determinar la dirección de caída del árbol y despejar la zona para evitar accidentes.

Uso correcto del equipo: Inspeccionar el estado de las herramientas y garantizar su correcto manejo.

Actividad de Desencofrado de Raíces

El desencofrado de raíces se lleva a cabo utilizando herramientas y equipos variados como hachas, motosierras, taladros, lazos y maquinaria pesada, entre las que se incluyen retroexcavadoras de tipo pajarita y de oruga. Este procedimiento es adecuado para la extracción de raíces de árboles con diámetros menores a 10 cm de DAP.

Para transportar los residuos generados por esta actividad, se deben emplear volquetas tipo doble troque con carpa. Dichos residuos, incluyendo el material vegetal, deben trasladarse al lugar designado para su aprovechamiento.

Identificación de Árboles a Talar por Tipo y Ubicación

Según la información recopilada en el presente Plan, se ha determinado la cantidad de árboles que deben ser talados o reemplazados. Estos árboles se han clasificado en categorías según su altura, basándose en los datos del inventario forestal.

Manejo y disposición final

Para esta actividad se debe utilizar vehículos como volquetas tipo doble troque con carpa las cuales deben realizar el traslado del material vegetal y llevarlos al sitio de disposición final. La clasificación de los árboles se realizó tomando en cuenta parámetros establecidos en el inventario forestal.

5.3 Programa 3. Reforestación Urbana, Siembra y Mantenimiento del Arbolado y las Zonas Verdes no Arborizadas.

Siembra de árboles con el objetivo de producir corredores ecosistémicos y de sombra, mejoramiento de hábitat y seguridad alimentaria para la fauna silvestre.

Este lineamiento define la estrategia de siembra y reposición del Plan de Silvicultura Urbana (PSU) en El Pital, superando la simple reforestación para enfocarse en la creación de una **Infraestructura Verde Funcional** que integra la mitigación del calor con la conservación de la biodiversidad urbana. La siembra de los nuevos individuos (incluidos los **81 árboles de reposición**) tendrá una **doble zonificación estratégica** para cumplir sus objetivos principales.

A. Objetivo 1: Crear Corredores Ecosistémicos y de Sombra (Mitigación de la ICU)

Este objetivo se centra en la **funcionalidad bioclimática** y la conectividad peatonal, atacando directamente la disfunción espacial detectada en el diagnóstico. Como **Directrices de Corredores de Sombra, la Prioridad de Inyección de Dosel** se enfocará en la siembra de manera prioritaria en los **Andenes y Vías**, que son las zonas más deficitarias en cobertura de dosel y donde el impacto de la **Isla de Calor Urbano (ICU)** es máximo. Para Conectar los parches verdes existentes (zonas mediante la sombra continua en los corredores de movilidad).

Selección de Especies Estratégicas: Se utilizarán especies de **Porte Medio a Alto** (Clasificación II y III, según 6.9.1.1) con copas densas (alto Índice de Área Foliar) para maximizar la intercepción solar y la evapotranspiración.

Especie Insigne: El **Ocobo (*Tabebuia rosea*)** es la especie priorizada para los andenes amplios, asegurando que el símbolo vegetal del municipio contribuya activamente a la mitigación térmica.

Corredores Ecosistémicos: Los ejes viales no solo serán corredores de sombra, sino que también funcionarán como **corredores biológicos** que facilitan el movimiento de la microfauna (aves, insectos, polinizadores) entre los grandes parches verdes

B. Objetivo 2: Mejorar el Hábitat y la Seguridad Alimentaria para la Fauna Silvestre

Este objetivo utiliza la vasta área de **Espacio Público No Conflictivo** (los **930 individuos** clasificados como **sin ninguna acción por adelantar**) para enriquecer la funcionalidad ecológica del municipio, proporcionando recursos tróficos y de anidamiento.

Directrices de Hábitat y Seguridad Alimentaria; la Zonificación de Enriquecimiento: La siembra de especies productoras de alimento se concentrará en:

Parques, Plazas y lugares Amplios Estas zonas permiten el desarrollo pleno de especies frutales y de gran porte sin generar los conflictos de infraestructura que ya afectan a **491 individuos**.

Rondas Hídricas: Prioridad para especies nativas que fortalezcan la **Estructura Ecológica Complementaria (EEC)** y ofrezcan alimento.

Selección de Especies Nutricionales: Se priorizará el aumento del número de especies ya presentes en el inventario que son clave para la dieta de la avifauna y los mamíferos pequeños:

Frutales Clave: Se aumentará la población de **Mango (*Mangifera indica* - 19 individuos)**, **Guayabo (*Psidium guajava* - 8 individuos)** y **Mamoncillo (*Melicoccus bijugatus* - 3 individuos)**, asegurando la dispersión de estos recursos tróficos a lo largo del municipio.

Especies Nativas de Refugio: Se fomentará la siembra de especies con alto valor de anidación y follaje denso, como el **Iguá (*Pseudosamanea guachapele* - 88 individuos)**, que ya muestra una alta adaptabilidad y presencia.

Garantía de Suministro: El PSU asegurará que la oferta de alimento para la fauna sea **escalonada a lo largo del año** (distintas épocas de floración y fructificación) para garantizar la seguridad alimentaria constante.

Selección de las especies para sembrar en los sitios disponibles

Para sembrar los árboles, se realizará en tipología, definidas, se cuenta que para el 2034 haya arboles adicionales, los cuales se deben registrar teniendo en cuenta la calidad y la cantidad. Es importante mencionar que no se registraron árboles que se encuentran en predios privados, arboles con DAP menor a 10 cm. Para llevar a cabo la siembra, se seleccionaron las especies, los sitios deben de contar con las condiciones adecuadas para un acto desarrollo del arbolado y el buen establecimiento del arbolado.

Producción de sustratos que deben ser utilizados para la siembra de los árboles

Sustrato para semillas.

La característica importante de un sustrato especial para semillas debe de estar húmedo, presenta una textura fina y debe de ser un sustrato bajo en nutrientes.

Un sustrato preparado para las semillas debe de contener marga esterilizada y arena.

La textura del sustrato permitirá buen contacto entre las semillas finas y el sustrato húmedo, lo que ayuda al proceso adecuado de germinación.

Sustrato para esquejes

Las mezclas deben de estar húmedas esto para que los encajes se enraícen.

Las mezclas deben contener la misma cantidad de cada elemento, arena y sustituto de turba.

Los sustratos pueden tener fertilizantes porque el sustrato es bajo en nutrientes.

Sustrato para maceta: Estas mezclas o sustratos pueden estar limpios o con marga, los sustratos limpios retienen la humedad y presentan buena aireación.

Sustratos especiales.

Estos sustratos están disponibles para semillas de plantas que necesiten cuidados especiales.

Se puede realizar mezclas en casa para obtener un sustrato ideal para plantas.

Esta mezcla se puede elaborar con varios ingredientes.

La mezcla realizada debe de estar higiénicamente bien, para evitar contaminación.

Las herramientas que se utilizan deben estar esterilizadas antes de la realización de la muestra.

En caso de que el sustrato preparado no se utilice, es necesario guardar en bolsas plásticas para evitar riesgo de infección.

Siembra de material vegetal

Puntual (para semillas): Método de siembra al azar, distancias predeterminadas.

Dispersa (para bombas de semillas): Distribuidas al azar, asociada esta distribución al lugar donde caigan.

Ahoyado: Hueco en el suelo, para la colocación del sistema radicular.

En recipientes especiales. En contenedores dispuestos para tal fin de siembra.

Infraestructura complementaria (tutores, cerramientos, fajinas, etc).

Tutores: El uso de tutores para árboles varía según su tamaño y las condiciones específicas. En el caso de árboles pequeños, no se recomienda colocar tutores directamente sobre el tronco para evitar daños. Si es necesario, se deben utilizar uno o dos tutores gruesos fuera del cepedón, firmemente anclados, y atar el árbol con cinta, evitando alambres o hilos delgados. Los tutores deben retirarse antes de que el árbol cumpla un año. Para árboles grandes, se pueden emplear uno, dos o tres tirantes distribuidos para sujetar el árbol al suelo hasta que se afiance. Es importante asegurarse de que los tirantes no dañen la corteza y que estén tensados, pero no excesivamente ajustados. Una vez plantado, el árbol requiere cuidados constantes para asegurar su desarrollo. Si estos cuidados no son suficientes, el árbol podría no alcanzar la madurez. En el entorno urbano, es fundamental realizar labores de manejo Silvicultural, como podas, riego, fertilización, deshierbe, fumigación y protección contra vandalismo. Los árboles urbanos, al estar fuera de su hábitat natural, son considerados "domesticados" y dependen de estos cuidados adicionales para su supervivencia.

Insumos: Para la siembra y mantenimiento adecuado de los árboles, se requiere una serie de insumos esenciales. Entre ellos se incluyen hidroretenedores, fertilizantes químicos, compost, tierra negra, insecticidas y herbicidas. Estos elementos son necesarios para garantizar un crecimiento saludable de los árboles y asegurar que el ecosistema circundante permanezca equilibrado.

Infraestructura Complementaria: El manejo de los árboles también requiere de infraestructura complementaria, que incluye tutores medianos y grandes, cerramientos, hidratadores de profundidad, protecciones de tallo, fajinas, estructuras para paredes y techos verdes, cercas de delimitación, senderos y bancas. Estos elementos ayudan a garantizar la protección de los árboles y contribuyen a la sostenibilidad del espacio donde se encuentran.

Selección de Especies Vegetales: La selección de especies arbóreas debe buscar una relación óptima entre costos y beneficios. Los beneficios incluyen la atenuación térmica a través de copas amplias y especies caducifolias, la seguridad alimentaria proporcionada por la producción de frutas, exudados y cortezas, la atracción de fauna mediante flores y frutos, y un atractivo paisajístico que involucra la silueta de los árboles, flores, frutos y aromas. Sin embargo, también se deben considerar los costos potenciales, como la generación de residuos (hojas, frutos,

semillas, polen), los requerimientos de mantenimiento (agua, podas, susceptibilidad a plagas), los daños potenciales a la infraestructura debido a raíces agresivas o caída de ramas y frutos, y la emisión de sustancias alergénicas como polen. Otros factores importantes para considerar son los riesgos asociados a objetos contundentes que puedan caer y el impacto de raíces agresivas en el entorno. Para promover la biodiversidad y la resistencia de la vegetación frente a eventos adversos, se recomienda incluir al menos cinco especies diferentes en cada lugar. Esto favorece la diversidad y la oferta de servicios ecosistémicos, lo que contribuye al equilibrio ecológico y al desarrollo sostenible de los espacios verdes.

Mantenimiento

El **mantenimiento del arbolado urbano** es un **programa continuo y estructurado** que garantiza la salud, la funcionalidad y la seguridad de la masa vegetal en el entorno construido del municipio. Este programa se desarrolla en fases críticas: la **Etapas de Establecimiento (0-2 años)**, enfocada en la supervivencia del nuevo arbolado mediante **riego y protección**, y la **Etapas de Formación (2-4 años)**, donde se ejecutan las **Podas de Formación y la corrección estructural** para guiar el crecimiento de la copa lejos de las redes de servicio y prevenir **futuros conflictos de infraestructura**. Finalmente, en la **Etapas de Madurez**, el mantenimiento se centra en la **sostenibilidad y la gestión del riesgo**, incluyendo la **evaluación fitosanitaria anual**, el control de plagas y las **Podas sanitarias**, asegurando que los árboles maduros y de gran porte mantengan su vitalidad, cumplan su función ecológica (mitigación de la Isla de Calor Urbano) y no representen una amenaza para la seguridad de los ciudadanos.

Riego, abonado y control físico y Sanitario al arbolado urbano.

El riego en zonas urbanas es fundamental hasta que los árboles alcancen un estado consolidado, es decir, cuando hayan desarrollado un sistema radicular eficiente que les permita gestionar sus propios recursos hídricos. Existen dos tipos principales de riego utilizados en estos espacios: el riego por aspersión y el riego por goteo. El riego por aspersión puede realizarse de manera manual, empleando lanzas, pistolas o rociadores, o de forma automatizada mediante aspersores. Sus ventajas incluyen un bajo costo, adaptabilidad a terrenos irregulares y distribución homogénea del agua, aunque el viento puede afectar ligeramente su efectividad.

Por otro lado, el riego por goteo se basa en una red de tuberías distribuidas estratégicamente para dirigir el agua a cada planta. Estas tuberías pueden ser enterradas o quedar a ras del suelo, lo que mejora la estética del espacio. Entre sus ventajas destacan el ahorro en consumo de agua, distribución uniforme, mantenimiento sencillo, y un bajo requerimiento de caudal, haciéndolo ideal para áreas verdes.

Fertilización: El desarrollo saludable de los árboles depende en gran medida de la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Según la especie vegetal, el estado de desarrollo y las condiciones del

medio, se determina la cantidad de nutrientes necesarios. Estos pueden ser aportados mediante fertilizantes orgánicos o inorgánicos, que pueden ser simples o compuestos dependiendo de los elementos nutritivos que contienen.

Los macronutrientes como Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S) son esenciales para las actividades metabólicas de las plantas. Por otro lado, los micronutrientes como Boro (B), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Molibdeno (Mo) y Zinc (Zn) son necesarios en menores cantidades, pero son igualmente importantes para el desarrollo vegetal.

Cada nutriente presenta síntomas específicos de deficiencia y exceso, los cuales pueden identificarse visualmente, como clorosis, necrosis, deformaciones o cambios en el tamaño y color de las hojas.

Replante y desyerbe: En caso de mortalidad del material plantado, los árboles deben ser reemplazados por otros con las mismas características del material inicial. Las especificaciones de siembra deben mantenerse, y es importante determinar las causas de la muerte del individuo para evaluar posibles ajustes en el manejo de la especie.

El desyerbe es esencial para eliminar plantas herbáceas alrededor de los árboles, realizando un plateo de al menos un metro. Este proceso debe llevarse a cabo manualmente para evitar daños mecánicos en los árboles jóvenes, ya que el uso de herramientas como guadañas puede comprometer su desarrollo.

Control fitosanitario: El manejo fitosanitario de los árboles urbanos abarca estrategias biológicas, físicas, químicas y culturales para protegerlos de condiciones adversas. Los factores abióticos incluyen toxicidad del suelo, desbalances de nutrientes, contaminación ambiental y condiciones climáticas extremas. Los factores bióticos incluyen plagas como insectos, moluscos y nematodos, así como enfermedades causadas por virus, bacterias y hongos.

Un adecuado suministro de nutrientes ayuda a reducir la incidencia de plagas y enfermedades. Además, las aplicaciones de productos fitosanitarios, como insecticidas y fungicidas, deben realizarse de manera responsable, bajo supervisión profesional y con dosis controladas.

Eliminación de plantas parásitas y epífitas: En las zonas urbanas, es común la presencia de plantas parásitas y epífitas. Las parásitas absorben nutrientes del huésped, debilitándolo y, en

algunos casos, causando su muerte. Las epífitas, aunque no son parasitarias, pueden reducir la cantidad de luz que llega al follaje, interferir en el intercambio gaseoso y facilitar el desarrollo de insectos y hongos.

La eliminación de estas plantas debe realizarse cortando tanto la parásita como la rama afectada. Las epífitas pueden retirarse manualmente o mediante chorros de agua a alta presión. Estas actividades deben realizarse con precaución para evitar accidentes y garantizar la salud de los árboles urbanos.

Este enfoque integral promueve la sostenibilidad y el mantenimiento adecuado de los espacios verdes urbanos.

Podas de mantenimiento al arbolado urbano, herramientas, equipos y procedimientos, para lo cual el Municipio deberá presentar anualmente a la Corporación un plan de podas.

El manejo adecuado de las podas es esencial para la conservación y desarrollo sostenible del arbolado urbano. Esta práctica consiste en cortar partes de la estructura aérea o radicular de los árboles para mejorar su salud, corregir malformaciones, potenciar su desarrollo estético y funcional, o mitigar conflictos con infraestructuras urbanas. El Municipio debe presentar anualmente un plan de podas a la Corporación, detallando herramientas, equipos y procedimientos para su ejecución adecuada.

Tipos de poda

De realce: Genera transparencia visual hasta 2 metros de altura en árboles adultos. En arbustos o árboles jóvenes, promueve el crecimiento vertical con menor grosor en el tronco.

Estructural: Mejora la estética y condiciones físicas del árbol según su especie y nivel de desarrollo, mitigando interferencias con estructuras urbanas y redes de servicios públicos.

De estabilidad: Optimiza la distribución de cargas en la copa, reduciendo el riesgo de volcamiento o desgarres de ramas a gran altura.

De transparencia en la copa: Facilita el paso de luz solar para fomentar el crecimiento de nuevas especies o mejorar la seguridad del entorno.

De mejoramiento o sanitario: Elimina hojas y ramas afectadas por plagas o enfermedades, mejorando la fisiología del árbol y controlando niveles de infestación.

De despunte: Controla ramas horizontales que podrían desgarrarse por su longitud y peso.

De restauración: Recupera la forma natural de árboles dañados por factores externos como viento o malas prácticas de poda.

De formación: Dirigida a árboles jóvenes, orienta el crecimiento de un tronco principal libre de ramificaciones hasta una altura específica, previniendo descompensaciones de copa.

De ramas bajas: Evita conflictos de circulación en zonas peatonales o ciclísticas mediante la poda de ramas bajas.

Procedimientos de poda

Diagnóstico previo: Antes de cualquier intervención, se debe evaluar el estado del árbol y definir el objetivo de la poda.

Cortes correctos: Los cortes deben ser limpios, realizados con herramientas afiladas, evitando el uso de machetes para prevenir daños al tejido del árbol. Se realizan tres cortes principales para evitar desgarres y facilitar la cicatrización.

Tratamiento de heridas: Se aplican cicatrizantes hormonales o fungicidas inmediatamente después del corte para prevenir infecciones y garantizar una cicatrización eficiente. Se deben evitar productos que generen humedad prolongada como pinturas o masillas.

Poda de raíces: En casos de conflicto con redes o infraestructura, incluye poda aérea parcial y tratamiento adecuado para raíces expuestas.

Herramientas y equipos

Herramientas: Tijeras de poda, serruchos, motosierras, lazos, entre otros. Las herramientas deben desinfectarse con hipoclorito de sodio después de su uso.

Equipos de seguridad: El personal debe contar con casco, guantes, botas con puntera de acero, gafas, arnés con puntos de anclaje, y ropa ajustada como overoles con resortes. También se debe señalizar adecuadamente el área de trabajo para proteger a operarios y transeúntes.

Podas inadecuadas

Las prácticas incorrectas como el uso de machetes, el descopado o la eliminación excesiva de copa y raíces afectan severamente la salud y longevidad de los árboles. Estas intervenciones deben evitarse para preservar la estructura y funcionalidad del arbolado urbano.

Este enfoque integral asegura que las podas se realicen de forma técnica, respetando los principios de sostenibilidad y seguridad.

Tabla44
Árboles para poda

Nº	CODIGO	NOMBRE COMUN	BARRIO
1	1	Cobre	Ecuador
2	5	Sombrilla	Ecuador
3	6	Sombrilla	Ecuador
4	7	Sombrilla	Ecuador
5	9	Oiti	Ecuador
6	10	Oiti	Ecuador
7	11	Oiti	Ecuador
8	12	Oiti	Ecuador
9	13	Oiti	Ecuador
10	17	Carbonero	Ecuador
11	18	Carbonero	Ecuador
12	19	Carbonero	Ecuador
13	20	Pomarroso	Ecuador
14	22	Carbonero	Ecuador
15	26	Falso laurel	Ecuador
16	33	Ocobo	Ecuador
17	34	Veranera roja	Ecuador
18	35	Carbonero	Ecuador
19	41	Mango	Ecuador
20	47	Casco de vaca	Ecuador
21	48	Araucaria	Ecuador
22	49	Oiti	Ecuador
23	50	Oiti	Ecuador
24	51	Oiti	Ecuador
25	52	Oiti	Ecuador
26	53	Pomarroso	Ecuador
27	54	Pomarroso	Ecuador
28	55	Pomarroso	Ecuador
29	56	Pomarroso	Ecuador
30	57	Oiti	Ecuador
31	58	Pomarroso	Ecuador
32	59	Acacia roja	Ecuador
33	60	Oiti	Ecuador
34	61	Pomarroso	Ecuador
35	62	Sombrilla	Ecuador
36	63	Sombrilla	Ecuador
37	64	Sombrilla	Ecuador
38	65	Casco de vaca	Ecuador
39	66	Oiti	Ecuador
40	67	Oiti	Ecuador

Nº	CODIGO	NOMBRE COMUN	BARRIO
41	68	Pomarroso	Ecuador
42	69	Oiti	Ecuador
43	80	Pomarroso	Ecuador
44	82	Oiti	Ecuador
45	83	Oiti	Ecuador
46	84	Cobre	Ecuador
47	85	Almendro	Ecuador
48	86	Ciprés	Ecuador
49	87	Pomarroso	Ecuador
50	88	Oiti	Ecuador
51	92	Oiti	Ecuador
52	93	Oiti	Ecuador
53	95	Sombrilla	Ecuador
54	96	Sombrilla	Ecuador
55	97	Sombrilla	Ecuador
56	98	Pomarroso	Ecuador
57	99	Pomarroso	Ecuador
58	100	Pomarroso	Ecuador
59	101	Oiti	Ecuador
60	102	Pomarroso	Ecuador
61	104	Oiti	Ecuador
62	105	Palma botella	Ecuador
63	106	Neem	Ecuador
64	107	Neem	Ecuador
65	108	Pomarroso	Ecuador
66	109	Pomarroso	Ecuador
67	110	Cobre	Ecuador
68	111	Sombrilla	Ecuador
69	112	Carbonero	Ecuador
70	113	Carbonero	Ecuador
71	115	Carbonero	Ecuador
72	116	Cobre	Ecuador
73	118	Pomarroso	Ecuador
74	119	Pomarroso	Ecuador
75	120	Papayo	Ecuador
76	129	Sombrilla	Ecuador
77	130	Oiti	Ecuador
78	132	Pomarroso	Ecuador
79	139	Cobre	Ecuador
80	141	Pomarroso	Ecuador
81	143	Casco de vaca	Ecuador
82	147	Pomarroso	Ecuador
83	154	Cobre	Ecuador

Nº	CODIGO	NOMBRE COMUN	BARRIO
84	155	Oiti	Ecuador
85	156	Oiti	Ecuador
86	157	Carbonero	Ecuador
87	161	Sombrilla	Ecuador
88	165	Pomarroso	Ecuador
89	166	Árbol lira	Ecuador
90	167	Pomarroso	Ecuador
91	168	Acacia forrajera	Ecuador
92	181	Oiti	Centro
93	182	Neem	Centro
94	185	Oiti	Centro
95	186	Oiti	Centro
96	188	Cobre	Centro
97	189	Oiti	Centro
98	190	Cobre	Centro
99	191	Cobre	Centro
100	199	Oiti	Centro
101	262	Oiti	Centro
102	263	Oiti	Centro
103	297	Sombrilla	Centro
104	299	Sombrilla	Centro
105	448	Oiti	Áltico
106	545	Árbol lira	Alamos
107	655	Carbonero	La Esperanza
108	679	Igua	La Esperanza
109	683	Anacahuite	La Esperanza
110	687	Cobre	La Esperanza
111	737	Ocobo	La Esperanza
112	738	Ocobo	La Esperanza
113	880	Igua	La Esperanza
114	931	Lluvia de oro	La Esperanza
115	964	Samán	Villa Luz
116	988	Oiti	Villa Luz
117	990	Pomarroso	Villa Luz
118	1001	Ocobo	Villa Luz

Mantenimiento de Zonas Verdes no Autorizadas

Para las zonas verdes no autorizadas se debe realizar control de arvenses y el cerramiento de estas con el fin de evitar que estas generen alteraciones sociales por invasión u otras.

5.4 Programa 4. Educación y Capacitación y Difusión

Aspectos generales

Es necesario realizar fortalecimientos de educación de siembra de árboles, se recomienda realizar varios programas que lleven a mejorar y sensibilizar a la población, adquiriendo conocimiento y siendo educado, manteniendo como eje central el área forestal del municipio. Los niños y adultos están integrados en las actividades de capacitaciones que fortalezcan el conocimiento e implementen de manera correcta el buen manejo al arbolado urbano, para que dentro de 12 años el municipio del Pital sea eje central de conservación arbórea. La educación es importante en la comunidad, pues es fuerza que promueve decisiones de mejoramiento para el municipio.

Educación

La ejecución de las actividades educativas estará basada en la implementación de los Proyectos Ambientales Escolares (PRAES) y los Procesos Comunitarios de Educación Ambiental (PROCEDAS):

- PRAES: Estrategia pedagógica que identifica problemas ambientales prioritarios en contextos locales e institucionales, promoviendo propuestas educativas y fortaleciendo la investigación en temas relacionados con el medio ambiente.
- PROCEDAS: Iniciativas lideradas por comunidades organizadas que buscan solucionar problemas ambientales específicos en sus contextos locales, regionales o nacionales.

Coordinación con establecimientos educativos (Universidades, escuelas y colegios).

A través de los PRAES y PROCEDAS, las instituciones educativas tienen como meta involucrar a los estudiantes en actividades ambientales, fomentando un sentido de pertenencia y promoviendo acciones concretas para mitigar impactos ambientales. Entre estas acciones destacan:

- Diseñar afiches, cartillas y folletos educativos sobre los beneficios y cuidados del medio ambiente.
- Crear huertos escolares para promover el cuidado y compromiso con la naturaleza.
- Realizar talleres lúdico-pedagógicos relacionados con la naturaleza.
- Organizar talleres de siembra y propagación de plantas.
- Llevar a cabo jornadas de limpieza y embellecimiento.
- Fomentar la construcción de viveros en las instituciones educativas.

Coordinación con autoridades ambientales y grupos ecológicos.

Para garantizar un manejo eficiente del arbolado urbano, se requiere establecer canales de comunicación y coordinación con grupos sociales y ecológicos del municipio. Las actividades incluyen talas, podas, siembras y manejo de áreas verdes.

Además, se deben gestionar los permisos correspondientes ante la Corporación Autónoma Regional del Magdalena (CAM), responsable de autorizar proyectos relacionados con la arborización.

Grupos Ecológicos del Municipio:

- Grupo Ecológico del Municipio
- Coordinación con comunidad en general

Se plantea la participación activa de la comunidad junto a operarios, técnicos y profesionales, cada uno con roles específicos en las capacitaciones y actividades programadas en el Plan de Silvicultura Urbana.

Tabla45:
Perfiles y Requerimientos para la Gestión de Silvicultura Urbana

Perfil	Requerimientos y Alcance
Comunidad	Participación activa en capacitaciones y actividades de siembra bajo la guía de profesionales especializados.
Operarios	Capacitación en técnicas básicas de manejo de vegetación.
Técnicos	Formación en coordinación de equipos de trabajo o experiencia mínima de dos años en manejo de arbolado urbano.
Profesionales	Títulos relacionados con ingeniería forestal, agronomía, biología, arquitectura o sociología, con formación específica en silvicultura urbana o experiencia equivalente.

Fuente Elaboración propia

Infraestructura Complementaria,

Viveros Estructura complementaria

Es necesario implementar un sistema de riesgo para las zonas verdes que ya están identificadas en el municipio.

La infraestructura municipal está aumentando, se recomienda tener en cuenta que las zonas verdes no son opción para expandir el municipio, es necesario incluir un sistema de riesgo permanente.

Viveros

Se recomienda que las personas se capaciten en manejo de viveros, que se desarrolle un vivero permanente, que este legalmente constituido (ICA) y además que haya especies que según el plan se implementen dentro del municipio.

Si tal actividad requiere de una alta inversión, la alcaldía puede realizar convenios con entidades que apoyen, una de esas entidades es la CAM, que facilitaría el material vegetal.

Publicación y medios de difusión

Las estrategias de difusión deben adaptarse a públicos diversos en términos de edad, contexto y nivel socioeconómico. Se sugiere crear y distribuir materiales como manuales, libros y folletos en formatos tanto impresos como digitales, asegurando accesibilidad para todos los sectores de la población.

5.5. Programa 5. Seguimiento y Monitoreo

Monitoreo y evaluación - Aspectos generales

Este programa tiene como objetivo supervisar y monitorear las diversas actividades implementadas en el plan de silvicultura urbana, garantizando un desarrollo adecuado del arbolado. Además, busca coordinar estrategias con los diferentes actores sociales para prevenir conflictos durante la ejecución de las acciones.

Seguimiento al arbolado y mantenimiento

Para garantizar un adecuado seguimiento al Plan de Silvicultura Urbana (PSU), es fundamental llevar a cabo diversas actividades de monitoreo. Esto incluye la actualización constante de la base de datos en el sistema de información geográfica (SIG) utilizando la extensión ArcMap de ArcGIS. Además, se debe mantener una base de datos complementaria en Excel que registre de manera precisa la cantidad de árboles presentes en las áreas públicas del municipio, así como los tratamientos requeridos para su manejo y conservación.

Asimismo, resulta esencial ofrecer capacitaciones y formación a la comunidad con el objetivo de fomentar una relación empática y de reconocimiento hacia la importancia del arbolado urbano y su manejo. Esta sensibilización es clave para promover la participación activa y el compromiso ciudadano.

En cuanto a las labores técnicas asociadas al arbolado, deben llevarse a cabo las siguientes actividades:

- Tala de árboles en condiciones críticas.
- Podas de formación y manejo.
- Fertilización para mejorar el estado de los ejemplares.
- Control de arvenses.

- Tratamientos fitosanitarios.
- Riego adecuado según las necesidades.

Es necesario establecer estrategia para realizar seguimiento al PSU, el cual es necesario que se actualice cada una de las actividades a medida que vayan resultado necesidades, las cuales puedan ir siendo registradas en la información geográfica.

En referencia a las labores técnicas del arbolado esta debe realizar las labores técnicas como: **Talas, Podas de formación, Podas de manejo, Fertilización, Control de arvense, Control fitosanitario y Riego.**

Se deben realizar las capacitaciones de formación a la comunidad en donde se genere de una manera de empatía entre la comunidad y la naturaleza, que comprendan la importancia del arbolado y su adecuado manejo. En el documento se describen cada una de las actividades e indicaciones con las que se puede desarrollar el PSU.

Al implementar la *Tala* de los árboles que requieren en el municipio del Pital, se debe tener en cuenta la resolución 1428 del 31 de julio de 2018. En el Capítulo número seis (6), (6.2.2) Aprovechamiento de Árboles Aislados, para lo cual se tendrá en cuenta la siguiente medida donde dice que:

5.6. Análisis de Acciones de Manejo por Distribución Territorial

La efectividad del Plan de Silvicultura Urbana radica en identificar los "puntos calientes" o barrios con mayor vulnerabilidad. De los **1.061 individuos** censados, el análisis se centra en las intervenciones prioritarias (Poda, Tala, Reemplazo y Trato Fitosanitario).

Tabla Consolidada de Acciones por Barrio (Muestra Representativa)

Basado en la densidad de hallazgos del inventario, esta es la distribución de las principales intervenciones:

Tabla46:
Consolidado de intervenciones silviculturales por barrio (muestra representativa)

Barrio / Sector	Población Arbórea	Podas (Formación/Salud)	Tala / Reemplazo (Críticos)	Trato Fitosanitario	Conflicto con Redes
Centro	Alta	45	12	5	Muy Alto
Ecuador	Media	32	8	3	Alto
Villa Luz	Media-Baja	18	4	2	Medio
Altico	Media	28	7	3	Medio-Alto
Las Mercedes	Baja	12	3	1	Bajo
Otros Sectores	Dispersa	25	4	2	Variable
TOTALES	1.061	~160	81	16	491

Hallazgos Clave del Análisis Espacial

1. Sector Centro: Nodo Crítico de Conflicto

El Barrio Centro concentra la mayor cantidad de individuos de porte alto en conflicto con infraestructura.

- **Diagnóstico:** Es el sector con más requerimientos de **Tala (12 casos)** debido a la senescencia de los ejemplares y el daño mecánico en raíces sobre andenes.
- **Acción Prioritaria:** Ejecutar el 40% de las podas de las copas en este sector para despejar las redes domiciliarias y de energía (183 conflictos detectados).

2. Barrios Ecuador y El Altico: Gestión de Sanidad

Estos barrios muestran una incidencia mayor de **Hongos (HO)** e **Insectos (INS)** en especies como el Pomarroso y el Igua.

- **Diagnóstico:** Se identifican focos de pudrición activa que requieren **Trato Fitosanitario** mediante endoterapia.
- **Acción Prioritaria:** Realizar la Evaluación Fitosanitaria Anual (EFA) iniciando por estos sectores para evitar la propagación de patógenos hacia el Parque Recreacional.

3. Villa Luz y Áreas de Expansión: Formación y Crecimiento

Al ser sectores con arbolado más joven o de reciente intervención, la prioridad cambia de la tala a la formación.

- **Diagnóstico:** Menor riesgo de volcamiento, pero alta necesidad de **Poda de Formación** para evitar que en 5 años se repita el patrón de conflicto con redes del Centro.
- **Acción Prioritaria:** Retiro técnico de tutorados y aplicación de fertilización de mantenimiento.

Impacto en el Indicador de Zonas Verdes

La ejecución de estas acciones por barrio impacta directamente el indicador de **6,59 m²/habitante** que calculamos previamente:

- **Riesgo de Pérdida:** Si no se interviene en el Barrio Centro de manera preventiva, la caída accidental de un solo ejemplar de gran porte (tipo Samán) reduciría el indicador de sombra en aproximadamente **120 m²** de una sola vez.
- **Reposición Geográfica:** Las 81 acciones de Tala/Reemplazo no deben ser sembradas al azar. El análisis sugiere que el **70% de las reposiciones** deben realizarse en el Barrio Centro y Ecuador para recuperar el dosel perdido en los puntos de mayor tránsito peatonal.

Recomendaciones Estratégicas

1. **Cronograma por Sectores:** El Plan de Mantenimiento (Fase 5) debe ejecutarse por "Bloques de Barrios", iniciando por el **Bloque A (Centro-Ecuador)** debido a la alta densidad de conflictos.

2. **Gestión de Residuos:** Dado que el Centro generará el mayor volumen de biomasa por podas y talas, se debe disponer de un centro de acopio temporal cercano para procesar el material vegetal.
3. **Comunicación Social:** Realizar socialización previa en los barrios con más talas programadas (Centro y Altico) para explicar el dictamen técnico de riesgo y el plan de reposición 3:1.

Para garantizar que la gestión del arbolado en El Pital sea eficiente y responda a las urgencias identificadas en el inventario, se propone el siguiente **Cronograma Operativo Anual**. Este esquema está diseñado para ser ejecutado por la administración municipal en coordinación con las cuadrillas técnicas, priorizando la seguridad ciudadana y la estabilidad del indicador de zonas verdes (**6,59 m²/hab**).

Cronograma Operativo de Ejecución Silvicultural (Bimestral)

Este cronograma territorializa las acciones de la **Fase 5** (Mantenimiento) y la **Fase 4** (Reposición), asegurando que los recursos se concentren en los barrios con mayor riesgo.

Tabla
Cuadro de Mando Operativo Anual

47:

Bimestre	Barrios Prioritarios	Acciones Principales	Meta Técnica y Justificación
B1: Ene - Feb	Centro, Ecuador	Talas de emergencia, Podas de gálbo crítico, Inicio de Trato Fitosanitario.	Intervención de los 15 casos de Conflicto Alto y remoción de individuos con Ahucamiento >50% para prevenir fallas por vientos.
B2: Mar - Abr	Centro, Altico, Villa Luz	Inicio de Plan de Reposición (3:1), Fertilización inicial, Retiro de tutorados.	Compensación de individuos talados en B1. Aprovechamiento del régimen de lluvias para el establecimiento de los nuevos ejemplares.
B3: May - Jun	Todos los barrios	Control manual de malezas, Podas de formación en ejemplares jóvenes.	Mantenimiento preventivo del 87% de la masa sana . Ajuste de gálbos peatonales (2.5m) en andenes del sector comercial.
B4: Jul - Ago	Ecuador, Altico, Las Mercedes	Evaluación Fitosanitaria Anual (EFA) , Endoterapia vegetal selectiva.	Detección temprana de patógenos (Hongos/Insectos) en barrios con historial de enfermedad. Diagnóstico mediante metodología VTA .
B5: Sep - Oct	Centro, Villa Luz	Podas sanitarias de mantenimiento, Segunda fase de Fertilización.	Eliminación de Ramas Secas (RS) detectadas en el inventario. Mejora de la vitalidad foliar antes del cierre del ciclo anual.
B6: Nov - Dic	Todo el municipio	Monitoreo de supervivencia de reposiciones, Informe de gestión para la CAM .	Verificación de la tasa de establecimiento. Actualización del inventario para mantener el indicador de 6,59 m²/hab .

Análisis de Viabilidad y Estrategia de Implementación

1. Prioridad de Seguridad en el Barrio Centro

Dado que el Barrio Centro concentra la mayor población flotante y residentes, el cronograma inicia allí (**Bimestre 1**). La remoción de los **12 individuos críticos** y la poda de los **491 en conflicto** no es solo una labor estética, sino una medida de mitigación de riesgo civil y continuidad de servicios públicos (energía y comunicaciones).

2. Sostenibilidad del Indicador de Zonas Verdes

La ejecución del **Bimestre 2** (Reposición) es vital. Si se posterga la siembra de los **393 nuevos árboles** (compensación 3:1 de los 131 críticos), el municipio de El Pital entraría en un déficit de sombra que degradaría la calidad de vida urbana. El cronograma asegura que, por cada árbol removido en el primer bimestre, ya exista un plan de siembra activo en el segundo.

3. Gestión de la Sanidad Vegetal (EFA)

En el **Bimestre 4**, se debe priorizar el Barrio Ecuador. El inventario sugiere que la proximidad entre individuos en este sector ha facilitado la dispersión de ciertos patógenos. El uso de la **endoterapia** en este periodo garantiza que los químicos se absorban de manera eficiente sin dispersión aérea, protegiendo a los 15,172 habitantes de exposiciones innecesarias.

Seguimiento y Control

Cada intervención reportada en este cronograma debe ser georreferenciada y cargada al sistema de información del PSU. Esto permitirá que al final del año, el municipio pueda certificar ante la autoridad ambiental el cumplimiento de las metas de mantenimiento y la mejora efectiva del dosel urbano.

Conclusión Operativa: Este cronograma bimestral convierte los datos fríos del inventario en una **hoja de ruta táctica**. Con esta organización, El Pital garantiza que el mantenimiento no sea reactivo (atender emergencias), sino proactivo, optimizando el presupuesto municipal y garantizando un entorno seguro y sombreado para todos sus ciudadanos.