

Propuesta metodológica de una zonificación edáfica, caso de estudio cuenca AMAIME municipio de PALMIRA.

Artículo de estudio de caso como opción de grado

Albin Oswaldo Rivera Paja
albinstein-89@hotmail.com

Universidad Santiago de Cali
Facultad de Ingenierías
Especialización en Sistemas de información geográfica

Resumen

Los Sistemas de Información Geográfico (S.I.G) en la actualidad, se han convertido en una herramienta potente para predecir fenómenos en cualquier campo de las ciencias, sin embargo, han tomado mayor fuerza en las ciencias ambientales, principalmente en la administración del territorio y los recursos naturales. Para demostrar la eficacia de los SIG en la toma de decisiones institucionales, se diseñó una metodología de zonificación edáfica, tomando como caso de estudio la Cuenca Amaime del municipio de Palmira, y donde a partir de procesamientos y cruces de diferentes conceptos y características geoespaciales, se logra identificar la oferta ambiental que tiene estos suelos, las zonas críticas y su respectiva zonificación edáfica. Dicha zonificación hace alusión a la agrupación de los factores formadores y deformadores del suelo, además, aporta información de las condiciones actuales y futuras del ecosistema que compone el área de estudio, y permite establecer acciones de manera eficaz y oportuna, que promuevan la conservación, protección y sostenibilidad del territorio en estudio. El procesamiento a partir de los S.I.G, de la información secundaria de La Cuenca Amaime del municipio de Palmira, obtenida de entidades territoriales Departamentales y Nacionales, muestra como resultado que esta Cuenca es rica tanto en tipos de suelo, como en biodiversidad ecosistémica, que a su vez, cada uno de estos componentes y el cruce de los mismos, presentan características esenciales que determinan el tipo de uso, las condiciones favorables y desfavorables que se deben tener en cuenta, cómo los asentamientos antrópicos se comportan en este momento y deben mejorar sus prácticas, para mitigar el daño ambiental de esta Cuenca.

Palabra clave: modelo cartográfico, zonificación edáfica, sistemas de información geográfico, cuenca, oferta de suelo, zonas críticas, factores formadores, factores deformadores

Abstract

Geographic Information Systems (GIS) today have become a powerful tool to predict phenomena in any field of science, however, they have gained greater strength in environmental sciences, mainly in land and resource administration. natural. To demonstrate the effectiveness of GIS in making institutional decisions, a soil zoning methodology was designed, taking as a case study the Amaime Basin of the municipality of Palmira, and where, based on processing and crossings of different concepts and geospatial characteristics, it is possible to identify the environmental offer that these soils have, the critical zones and their respective edaphic zoning. Said zoning alludes to the grouping of soil-forming and deforming factors, in addition, it provides information on the current and future conditions of the ecosystem that makes up the study area, and allows establishing actions in an effective and timely manner that promote conservation, protection and sustainability of the territory under study. The processing, from the GIS, of the secondary information of the Amaime Basin of the Palmira municipality, obtained from Departmental and National territorial entities, shows as a result that this Basin is rich in both types of soil, as well as in ecosystem biodiversity, which In turn, each of these components and their intersection present essential characteristics that determine the type of use, the favorable and unfavorable conditions that must be taken into account, how anthropic settlements behave at this time and should improve their , to mitigate the environmental damage practices of this Basin.

1. Introducción

Hoy en día, una de las muchas aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica (S.I.G) es sin lugar a dudas en las ciencias ambientales, específicamente en la planificación del territorio y la administración de los recursos naturales (RRNN) (Martín, 1985) (Bocco, 2000). Siendo una herramienta potente para la toma de decisiones, con gran relevancia en el diseño de reglamentaciones a nivel institucional para la regulación de los recursos del medio ambiente. Sin embargo, para lograr que los S.I.G sean eficaces proporcionando la información en función de los objetivos planteados y que facilite la toma de acciones requeridas, se hace necesario que los procesos de administración territorial, involucren también, conceptos integrales, holísticos y participativos, e implementen herramientas de diagnóstico que identifiquen las dinámicas sociales, económicas, culturales, políticas, normativas, biofísicas y ambientales del territorio en estudio.

Cabe anotar que uno de los retos que enfrentan los S.I.G en el campo de la administración del Territorio, es al momento de procesar la zonificación edáfica de múltiples propuestas metodológicas, que se trabajen desde diferentes ángulos de manera independiente, dificultándole a los mismos detectar en el menor tiempo posible la sinergia entre dichas propuestas, más aún cuando hay diversos caminos para la detección de áreas geográficas con características climáticas y edáficas que delimitan desarrollo sectorial y planificación ambiental. Por esta razón los métodos de análisis deben permitir establecer una zonificación contundente del suelo basados en características climáticas, físicas, hidrológicas y geológicas, además de complementar el estudio con factores intrínsecos como las fortalezas, debilidades, amenazas, oportunidades (DOFA) riesgos y del territorio.

El presente estudio de caso se realiza con base en un proceso de conceptualización y contextualización sobre aspectos fundamentales encontrados en diferentes diagnósticos integrales del territorio, en propuestas metodológicas y otros estudios de caso, que permitieron estructurar una ruta metodológica integral para desarrollar un mecanismo de zonificación edáfica, en el territorio que comprende la cuenca del río Amaime en el Municipio de Palmira, Valle del Cauca, Colombia. Este estudio se fundamenta principalmente en integrar de manera secuencial, lógica y sencilla, los diferentes componentes biofísicos del territorio (edáficos, coberturas y uso del suelo, hidroclimatológico) e identificando la DOFA, que proveerá suficientes elementos de juicio, para definir las áreas con mayor susceptibilidad a la degradación hidrológica y edáfica, pero que adicionalmente posibilite identificar áreas estratégicas de la cuenca por su alta significancia biofísica y geológica.

2. Metodología

2.1 Área de estudio

El presente estudio de caso tendrá lugar en la cuenca del río Amaime municipio de Palmira, Valle del Cauca, Situada sobre la vertiente occidental de la cordillera Central. Al norte limita con las cuencas del río Cerrito, Sabaletas y Tuluá, por el oriente limita con la zona limítrofe del departamento del Tolima, por el sur con la cuenca del río Bolo y por el occidente con las riberas del río Cauca. La extensión de la cuenca río Amaime municipio de Palmira es de 78769.80ha, con jurisdicción de 25 corregimientos como COMBIA, LA ACEQUIA, LA TORRE, ROZO, TOCHE, BOYACA, TABLONES, AMAIME, ZAMORANO, TIENDA NUEVA, POTRERILLO, OBANDO, CORONADO, GUAYABAL, CALUCE, LA HERRADURA, ZU PALMIRA, TENJO, PALMASECA, LA HERRADURA, LA ZAPATA, AGUACLARA, AYACUCHO, LA ITALIA y AYACUCHO.

Esta Cuenca es de gran importancia para la región por ser denominada por el municipio de Palmira, la Ciudad de la Agricultura de Colombia, que proporciona un gran abanico de tipos de suelo, dado que la región oscila entre los 935m y 4200m de altitud, condiciones climáticas y otras características, que la hacen atractiva para el presente estudio.

El río Amaime nace en el páramo de las hermosas a 4.100 m.s.n.m, está ubicado en la vertiente Occidental de la cordillera Central. Se destacan como principales afluentes las quebradas Teatino, El Encanto, La Tigresa y Los Chorros, así como los ríos Nima, Cabuyal, Toche y Coronado. La Quebrada La Tigresa, el Río Coronado y el Nima hacen el mayor aporte de caudal

2.2 Características hidroclimáticas

La cuenca del río Amaime municipio de Palmira tiene una temperatura promedio de 23°C en la parte baja, 18°C en la zona media, en la parte alta de 12°C y en el páramo de 4°C. Con precipitaciones que van desde los 146mm hasta los 180mm en los meses de marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre presentándose los niveles de precipitación más altos que puede variar de acuerdo al rango altitudinal. La cuenca del río Amaime municipio de Palmira cuenta con dos periodos lluviosos, el primero entre marzo y mayo, el segundo entre octubre y diciembre; y dos periodos secos entre junio y agosto, y el otro entre enero y febrero.

2.3 Métodos de zonificación

Se propone un modelo cartográfico que determine a través de los aspectos biofísicos de la cuenca, la interrelación entre los factores formadores y deformadores del suelo, teniendo como base la información cartográfica de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca C.V.C., con la cual se definen los criterios base para el modelo de la zonificación edáfica (Figura 1).

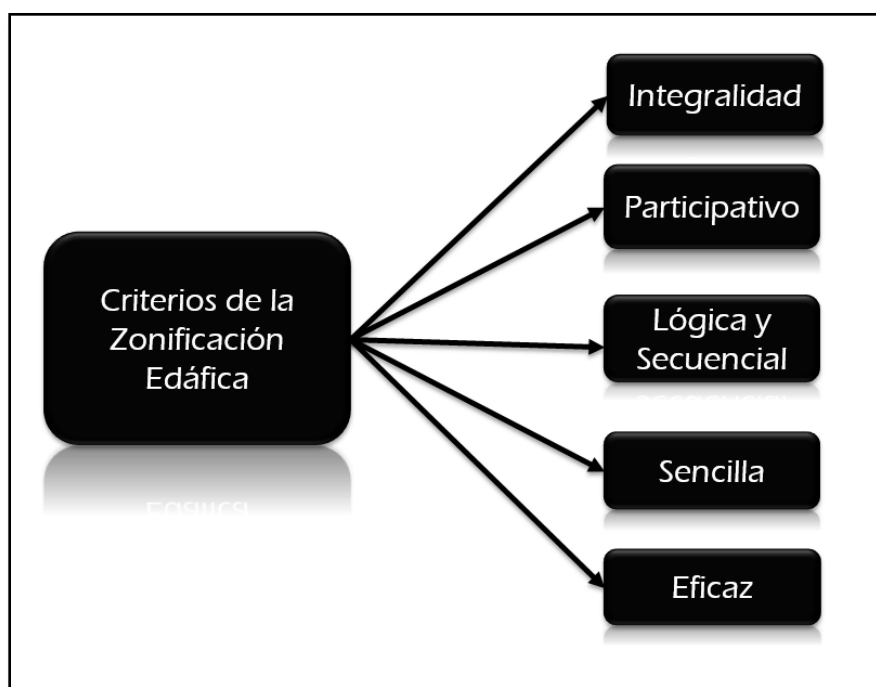


Figura 1. Criterios cartográficos de la Zonificación Edáfica

2.3.1 Descripción de los criterios cartográficos

- **Integralidad.** Implica una relación de todas las variables físico ambientales directas e indirectas que puedan dar a conocer la situación de un territorio.
- **Participativo.** Involucrar a los diferentes actores socioeconómico, que permita identificar y concertar las diferentes visiones y saberes, con lo cual se podrá fortalecer la sensibilización y empoderamiento de los participantes.
- **Lógica y Secuencial:** se desarrolla una serie de etapas que permitan la obtención de productos intermedios y finales de interés para procesos de diagnóstico y planificación integral del territorio. El manejo de la información se basa en conceptos de espacialización y temporalización de la información, lo que permitirá su sistematización con el apoyo de los S.I.G.

- **Sencilla:** propiciar elementos metodológicos con alto grado científico, pero que a su vez sea de fácil acceso y manejo para los usuarios potenciales de la información.
- **Eficaz:** que permita a los planificadores disponer de una manera oportuna indicadores del estado de la oferta edáfica de las cuencas.

2.4 Modelo para la Zonificación edáfica

Con base en los criterios descritos anteriormente, se diseña un modelo que permite analizar la cartografía a partir de matrices de decisión, con los atributos de la base de datos asociada a su geometría. Pero antes de proceder a ejecutar los geoprosesos se debe generalizar la cartografía para que el análisis sea más cómodo y que no vaya a generar confusión para la toma de decisiones. La cartografía insumo es la siguiente:

Cartografía escala 1:50000	
Base	Temática
Curvas de nivel	Pendientes del terreno
Vías	Geológico
Manzanas	Geomorfológico
División política	Taxonomía de suelos
Limite municipal	Uso actual del Suelo
Drenajes Sencillos	Uso potencial del Suelo
Drenajes Dobles	Degradación de los suelos
Canales de riego	

A continuación, se describe cada mapa, como sería su análisis y posible generalización para poder proceder a dar los resultados.

- **MAPA BASE.** Este mapa es uno de los componentes más importantes para cualquier acercamiento a una modelación que tenga que ver con zonificaciones, ya que define el área y perímetro de la zona de estudio, estableciendo la escala y el nivel de detalle. El mapa base incluye los límites municipales, las infraestructuras, los centros poblados, las curvas a nivel, el patrón de drenajes de las fuentes hídricas superficiales y canales de distribución en la zona de estudio, entre otras.
- **MAPA DE PENDIENTES.** La zonificación por pendientes cumple un papel importante en establecer un indicador de los procesos de formación y degradación de los suelos y a su vez los movimientos del agua. Estos mapas se crean a partir del mapa base, el cual hace uso de las curvas de nivel. Estas curvas de nivel entran a una serie de geoprosesos que agrupan en unos rangos de pendiente, los cuales se han establecidos por el IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), estos rangos son los que se describen a continuación (Tabla 1):

Tabla 1. Rangos de Pendientes IGAC

RANGO (%)	PENDIENTE
0 – 3	Plano a Ligeramente Plano
3 – 7	Ligeramente Plano a Ligeramente Ondulado
7 – 12	Ligeramente Ondulado a Ondulado
12 – 25	Ondulado a Fuertemente Ondulado
25 – 50	Fuertemente Ondulado a Fuertemente Quebrada
50 – 75	Escarpado
Mayores 75	Muy Escarpado

Fuente. IGAC

La distribución de pendientes en un objeto de estudio, caracteriza la zona en áreas predominantes, y a su vez muestra la influencia que hay sobre algunas otras de acuerdo al porcentaje de cobertura que abarque, de esta forma da un elemento fundamental hacia la zonificación del territorio.

- **MAPA GEOLOGICO.** Dentro de la generación de la zonificación edáfica, este mapa cumple un papel de gran importancia, ya que relaciona el factor formador del suelo, define la estabilidad del territorio y a su vez la disponibilidad de minerales y se generaliza en función de su tipo de roca (roca ígnea, roca sedimentaria, roca metamórfica, etc.)
- **MAPA GEOMORFOLOGICO.** Es un mapa temático de la información básica secundaria suministrada y está asociado a los factores formadores del suelo; esta muestra de acuerdo a las formaciones del relieve, la variabilidad que puede tener un territorio en cuanto a pisos térmicos y su relación con las zonas de vida propuestas por holdridge. Por ende, modela heterogeneidad en vegetación y biodiversidad. De esta manera es relevante para el desarrollo de proyectos productivos o de expansión de centros urbanos con fuerte presión antrópica y una alta valoración económica.
- **MAPA TAXONOMIA DE SUELOS.** Este mapa se encuentra dentro de la relación de los factores formadores del suelo, que logra comprender su origen y localización mediante la taxonomía de los suelos de su comportamiento espacial y temporal, además de generalizarse en orden textural desde la agroecología como lo son los alfisoles, inceptisoles, vertisoles, molisoles, etc.
- **MAPA USO ACTUAL DEL SUELO.** Este mapa recopila todos los aspectos que cubren el suelo independientemente de que su origen sea natural o antrópico, incluyendo aquí la fisionomía y la composición de la cobertura vegetal, estratificación de la biomasa, rocas, agua, edificaciones e infraestructura.
- **MAPA USO POTENCIAL DEL SUELO.** El uso potencial del suelo se define como lo capacidad natural que poseen las tierras para producir o mantener una cobertura vegetal, la Zonificación que se establece en este tipo de información biofísica, se fundamenta a partir, del ofrecimiento de condiciones relacionadas con el suministro de nutrientes, propiedades físico químicas y biológicas del suelo, anclaje de las raíces , practicas agronómicas, relieve, material parental, clima, posiciones geomorfológicas, factores socioeconómicos y culturales, que definen un uso específico y potencial del suelo en una zona determinada.
- **MAPA DE DEGRADACION DE SUELOS.** El mapa se origina a partir de dos variables temáticas como lo son el grado de Erosión y el grado de salinidad, estas dos se superponen denotando el mapa de degradación del suelo. En este mapa se evidencia que los grados de erosión son de carácter físico y antrópicos, ya que sufren un desgaste de las capas superficiales del suelo, generando la reducción de la capacidad productiva y por ende su valor comercial, los suelos son removidos y transportados por las lluvias y el viento produciendo sedimentación y contaminación de los cauces de los ríos, los grados y procesos de erosión están muy relacionados con el uso actual del suelo, y el manejo que las comunidades le dan al mismo, mientras que el de salinidad es netamente químico, constituyendo limitantes al momento del desarrollo de actividades agropecuarias. La degradación química, tiene mayor incidencia en zonas planas, donde predomina la ganancia de nutrientes que llegan del sistema montañoso, la cual influye considerablemente en una buena disponibilidad de nutrientes para el suelo, reconociendo también que en determinados momentos se exceden originando problemas de presencia de suelos salinos, sódicos y magnésicos, además las fuentes hídricas superficiales e internas utilizadas para los diversos sistemas de riego en ocasiones, tienden al deterioro progresivo de los suelos, ya que presentan altos nivel de sales en el agua para riego. Cabe resaltar, que estos dos procesos van en conjunto,

relacionándose así por sus posiciones geomorfológicas, el relieve, el tipo y uso actual del suelo, el material parental, el clima y los factores socioeconómicos.

Con los insumos propuesto para el modelo, se presenta una aproximación del flujo de los geoprocesos que llevaría a procesar el mapa de zonificación edáfica ver Figura 2.

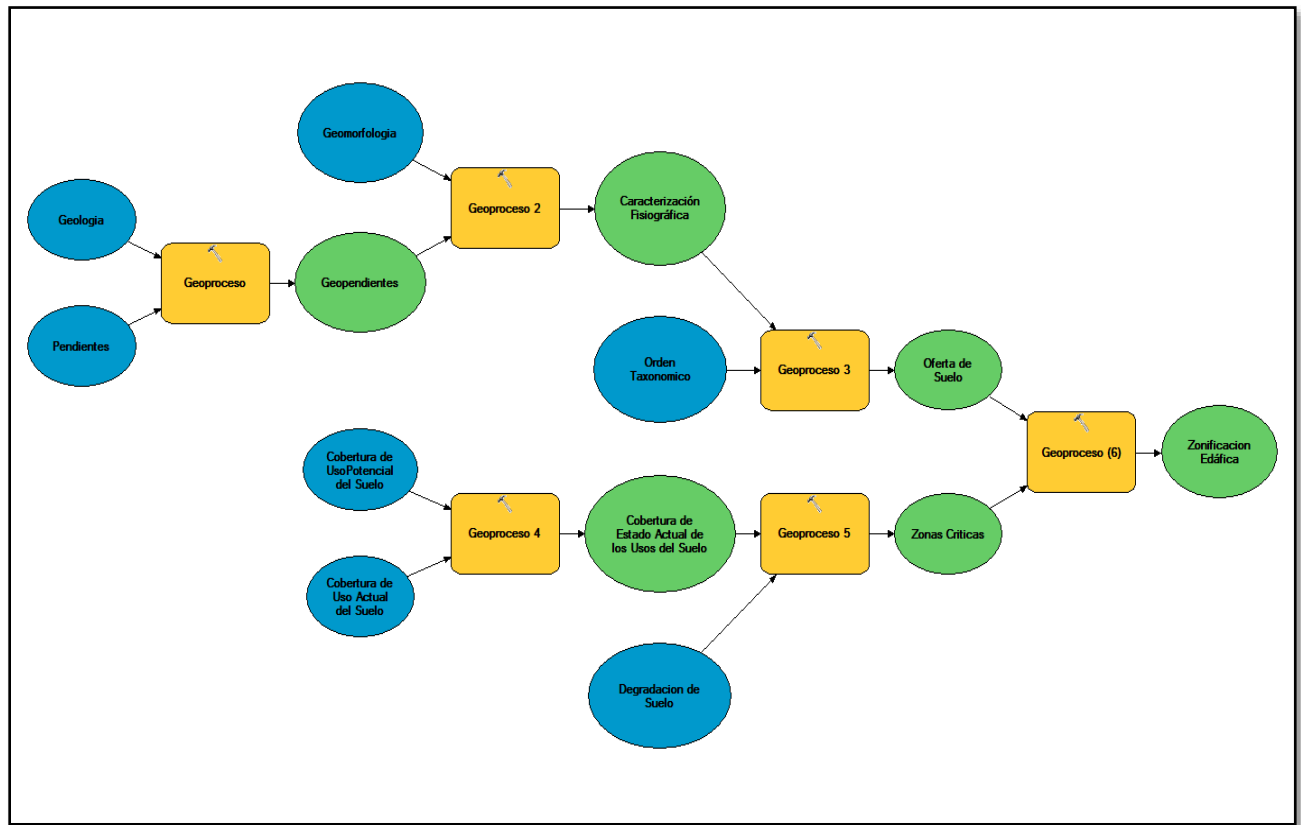


Figura 2. Modelo cartográfico Zonificación Edáfica

Como se observa en el modelo cartográfico, para cada geoproceso se debe determinar el tipo de geoprocesamiento a usar, que para este caso son de tipo unión o intersección, y se debe realizar una matriz de decisión, a continuación se presenta una de las matrices de decisión desarrolladas para el caso de estudio, ver Tabla 2:

Tabla 2. Matriz de decisión temático zonas críticas de la cuenca del rio Amaime.

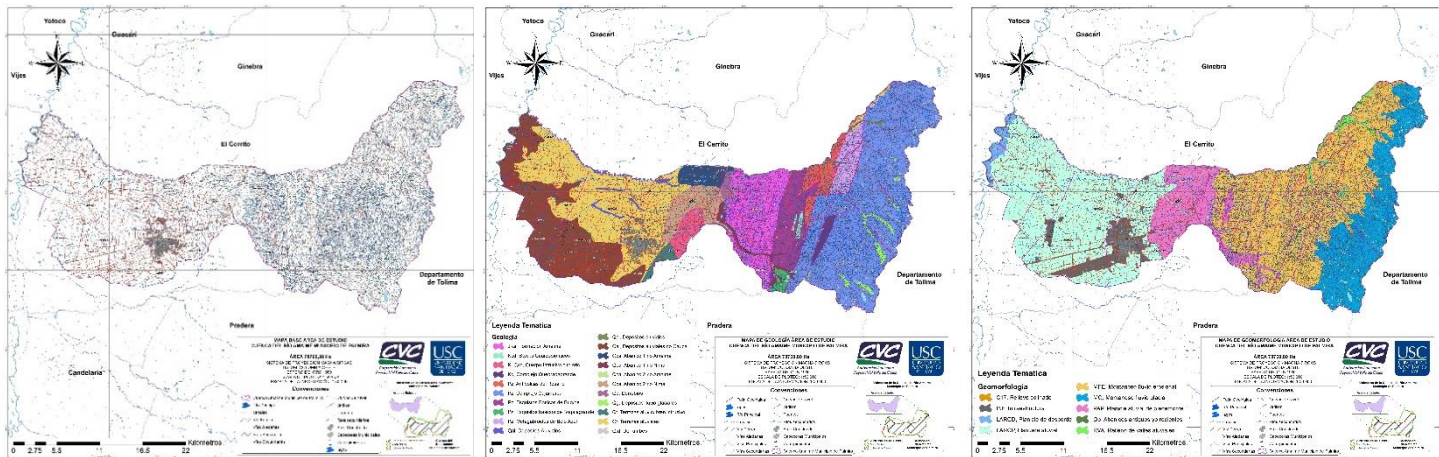
Degradación del Suelo Coberturas del estado actual de usos del suelo	Física – Muy severa	Física - Severa	Física - Moderada	Física – Sin Evaluar	Química - No salino-ligeramente sódico	Química - No salino-no sódico	Química - No salino-sódico	Rio Cauca
Sobre Uso Alto	1	1	1	2	2	2	-	-
Sobreuso Medio	-	-	-	3	2	2	2	-
Sobreuso Bajo	-	2	2	3	3	4	-	-
Subuso	-	-	-	4	-	4	-	-
Equilibrio	-	2	2	4	3	4	-	-
Cuerpo de Agua	-	-	-	-	-	-	-	5

Donde 1. Muy Crítico, 2. Moderadamente Crítico, 3. Ligeramente Crítico, 4. No Crítico y 5. Cuerpo de Agua.

Fuente. Construcción propia

3. Resultados

De los geoprocursos del modelo cartográfico en el marco del desarrollo de la metodología propuesta, en la figura 3 se presenta los mapas resultados de la implementación del modelo cartográfico:



Mapa Base

Mapa de Geología

Mapa de Geomorfología

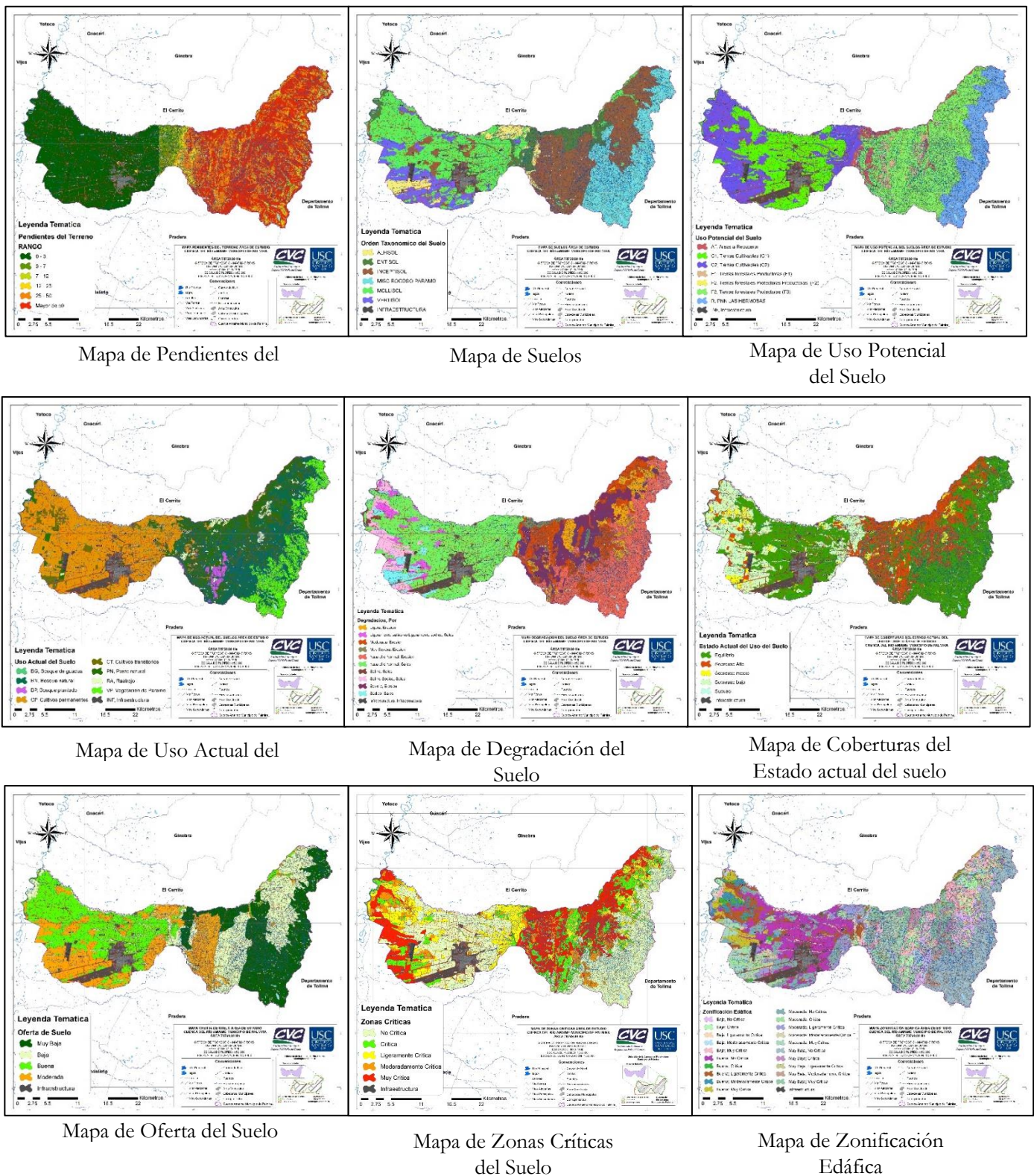


Figura 3. Mapas resultados de la modelación cartográfica de una zonificación edáfica para la cuenca Amaime municipio de Palmira.

El mapa base (figura 3), en un proceso de zonificación a partir de los SIG, facilita la identificación del área y perímetro de la zona de estudio determinada, permite conocer la escala y el nivel de detalle que se desea trabajar, y al momento de procesar la información de entrada, se puede llegar a un análisis general del área de estudio, posibilitando la identificación de problemáticas y fortalezas de la misma, para desde aquí proyectar objetivos y acciones enfocadas en el desarrollo

sostenible del territorio (escala de 1:25000 -1:50000 del área de estudio). Para el presente caso de estudio se determinó la planimetría, altimetría e infraestructura de esta área del territorio, donde el área total de la cuenca del río Amaimé municipio de Palmira corresponde a 78779.80 Ha. En cuanto al aspecto altimétrico del área, se observa que presenta una variabilidad en su oferta topográfica, corresponde a una zona plana con alta potencialidad de productividad del suelo, y cuenta con una alta concentración de infraestructura de obras civiles e influencia de centros urbanos, lo que ratifica una demanda considerable de servicios ambientales, trayendo consigo también conflictos de índole socioambiental en el territorio. Esta área cuenta también con una franja de piedemonte que tiene tendencias en procesos de transición, notándose allí una reducción de infraestructura de obras civiles, y una influencia del sector antrópico menor. El área restante corresponde a una zona de ladera y de montaña que también muestra un bajo asentamiento antrópico y alta connotación por su fragilidad en los ecosistemas (debido a que las características de las pendientes de esta zona, facilitan la pérdida de nutrientes en estos suelos).

El mapa de geología relaciona el factor formador del suelo, donde muestra la estabilidad del territorio, la disponibilidad de minerales y el material parental que se encuentra distribuido en toda esta área. En ese orden el área de estudio cuenta con 25 clases de geología, de los cuales los esquistos cuarzosericiticos, verdes y cuarcitas corresponden al 30,81% de su área total los cuales se encuentran ubicados en zonas de montaña; las arcillas, gravas y arenas siendo estas el 20,57% están en las zonas planas o llanura aluvial, y finalmente el 15,27% representado en arcillas y arenas, se ubican en el piedemonte, el resto de minerales que se encuentra constituidos dentro del territorio constituyen menos del 10%, siendo este último de poca influencia en la dinámica del Territorio.

El mapa geomorfológico del área de estudio, presenta ocho (8) clases de geomorfología, que pueden haber sido originarias por fenómenos tectónicos o deposiciones de materiales volcánicos, ya sea producto del desarrollo de la cordillera occidental, además la biodiversidad de paisaje que presenta este territorio, puede ser producto de estos fenómenos. Esta variación también puede depender de sus pisos térmicos y la relación de las zonas de vida de Holdridge ya que pueden tener gran efecto en la vegetación y en el aumento en la variabilidad de la biodiversidad. Este mapa nos muestra una distribución del 34,69% que pertenece a una geomorfología tipo montañoso-fluvio erosional; el 32,33% a llanura aluvial y solo el 16,16% a montañoso - fluvio glacial, indicando esta última que es una zona de paramo, el 9,9% corresponde a una planicie aluvial de piedemonte, el 1,2% son rellenos de valles aluviales, el 1,1% a planicies desde el borde, y el excedente son relieves que colindan con abanicos antiguos recientes.

El mapa de pendiente aporta información para identificar que áreas son y no son productivas, esto en función de unos rangos experimentales determinados por el IGAC siendo estos de 0-3% Plano-ligeramente plano, 3-7% ligeramente plano, 7-12% ligeramente ondulado, 12-25% ondulado-fuertemente ondulado, 25-50% fuertemente ondulado-fuertemente quebrado y mayor de 50% hace alusión a Escarpado. En el área de estudio se identificó que el 41,6% se encuentra en el rango de Plano a Ligeramente Plano, el 31,93% es un plano escarpado es decir que se encuentra en el rango mayor a 50%, el 18,25% se encuentra en el rango Fuertemente Ondulado a Fuertemente Quebrado, el 4,24% corresponde a pendientes del 12-25% y el resto de área se encuentra en los rangos del 3-7% y del 7-12%. Mostrando que en este Territorio predomina la zona plana y la zona escarpada, mostrando que este terreno cuenta con una considerable zona de ganancia, pero también presenta zona de pérdida de importancia relevante.

En el mapa de suelos se presentan los factores formadores del suelo y se identifica allí su origen y localización, dicha información se analiza tomando en cuenta la distribución espacial y temporal en el área de estudio, siendo esta información secundaria que fue tomada de la CVC y de estudios semidetallados del IGAC. Este mapa se trabaja a partir de ordenes taxonómicos de las cuales se identificaron 7 clases, donde el 28,12% corresponden a un orden taxonómico de inceptisoles, siendo estos suelos bastante insipientes; el 26,73% suelos mollisoles, que son suelos muy buenos para el desarrollo agropecuario, el 20,93% son suelos rocosos característicos de zona de paramo, donde se ubican parques nacionales Las Hermosas, el 8,3% son vertisoles, el 8,28% entisoles, y el 4,38% son alfisoles, el excedente corresponde a infraestructura o asentamientos humanos.

El mapa de uso potencial del suelo, como su nombre lo indica, representa la potencialidad de cada sector, para poder albergar una actividad agropecuaria. Del área de estudio se identifican 7 clases, donde el 34,87% corresponde a tierras

forestales protectoras (F3), el 20,21% a tierras cultivables tipo C1, el 20,02% a tierras cultivables tipo C2, el 14,95% pertenecientes a parques nacionales, el 2,74% a áreas a recuperar; tierras forestales productoras tipo F1 corresponden al 2,29% y tierras forestales productoras tipo F2 al 0,4%.

Para el mapa de uso actual del suelo, se tomo como base la información de la CVC del año 1995, sin embargo, se aclara que es importante contar con información lo mas actualizada posible. Para esta área de estudio se identificaron 10 clases de uso actual del suelo, donde el 36,25% corresponde a cultivos permanentes, el 21,04% a bosques naturales, el 19,85% a pasto natural, el 11,69% a vegetación de paramo, el 2,63% a cultivos transitorios, el 2,13% a rastrojo, el 1,46% a bosque plantado, tan solo el 0,42% es bosque de guadua, y el excedente se encuentra distribuido en 4,43% a zona de infraestructura civil y el 0,04% a cuerpos de agua (Lagos y reservorios).

El mapa de coberturas del estado actual del uso del suelo es el resultado de la interactividad del uso actual del suelo y el uso potencial (mapas anteriores), tomando en cuenta 5 variables que se pueden presentar durante el análisis del área de estudio, las cuales son el estado actual de uso del suelo en equilibrio, en sobreuso alto, en sobreuso bajo, en sobreuso medio o en subuso, para esto se aplica además una matriz de decisión (anexo 1) que facilita el desarrollo de dicho análisis. En cuanto a los resultados en el área de estudio se encontró que el 52,5% se encuentra en equilibrio, el 21,29% tiene un sobreuso alto, 17,73% tiene sobreuso bajo, 3,92% en sobreuso medio y el 0,06% está en subuso.

A partir del mapa de oferta del suelo se puede conocer el estado de los recursos del suelo, para este resultado se procesó la información de los factores formadores del suelo como lo son la geología, la geomorfología y las características fisiográficas del terreno; observándose una interacción integral y las características del terreno que se deben mejorar, o identificar las zonas donde puede incidir el desarrollo agrícola, en dicho análisis se procesa a partir de una matriz de decisión (anexo 2) y se identificaron 4 clases, donde el 25,97% representa una zona de oferta de suelo muy baja, el 23,74% una oferta buena, el 23,21 una oferta baja y el 22,56% una oferta moderada.

El mapa de zonas críticas, se obtiene a partir de la interacción entre el mapa de coberturas del estado actual del uso del suelo y la degradación del suelo, donde se determinan las variables de zonas no críticas, zonas críticas, ligeramente críticas, moderadamente críticas y zonas muy críticas a partir de matrices de decisión (anexo 3). En cuanto al área de estudio, ésta presenta un 39,26% de zona no crítica, un 22,23% de zona muy crítica, un 13,5% de zona ligeramente crítica, un 12,14% crítica, y un 8,34% moderadamente crítica.

Finalmente, el mapa de zonificación edáfica de la figura 3, es el resultado final de la interacción de los factores formadores y deformadores del suelo, a partir de los mapas de oferta de suelo y zonas críticas. La zonificación edáfica a partir de una superposición (geoproceso de unión), va a denotar como es la dinámica del territorio, donde el 16,48% presenta una zonificación edáfica con una oferta de suelo muy baja y con zonas no críticas, el 12,9% presenta una oferta de suelo buena y el resto de clases se presenta en la siguiente tabla, ver tabla 3.

Tabla 3. Resultados del mapa de zonificación edáfica.

Zonificación Edáfica	Área (Ha)	Área (%)
Moderada; Muy Critica	5848.03	7.44
Baja; Muy Critica	5388.73	6.86
Moderada, No Critica	4646.91	5.91
Baja; Critica	4427.85	5.63
Muy Baja; Muy Critica	3875.87	4.93
Buena; Ligeramente Critica	3709.31	4.72
Baja; Ligeramente Critica	3385.24	4.31
Baja, No Critica	3170.90	4.03

Moderada; Ligeramente Critica	2913.90	3.71
Moderada; Critica	2647.69	3.37
Buena; Muy Critica	2507.25	3.19
Baja; Moderadamente Critica	1950.05	2.48
Moderada; Moderadamente Critica	1646.06	2.09
Muy Baja; Critica	1637.82	2.08
Buena; Moderadamente Critica	1599.65	2.04
Muy Baja; Moderadamente Critica	1347.11	1.71
Buena; Critica	811.36	1.03
Muy Baja; Ligeramente Critica	525.88	0.67
Cuerpos de Agua	13.52	0.02
Infraestructura	3446.51	4.39

Fuente. Construcción propia.

4. Discusión de los resultados

En la modelación cartográfica 3 mapas son los que unifican los criterios formadores y deformadores del suelo, detallándose a continuación:

Mapa de oferta de suelo

Este mapa sintetiza la dinámica de los factores formadores del suelo como la pendiente del terreno, la geología, la geomorfología y el suelo desde el orden taxonómico, en un único mapa (ver figura 4).

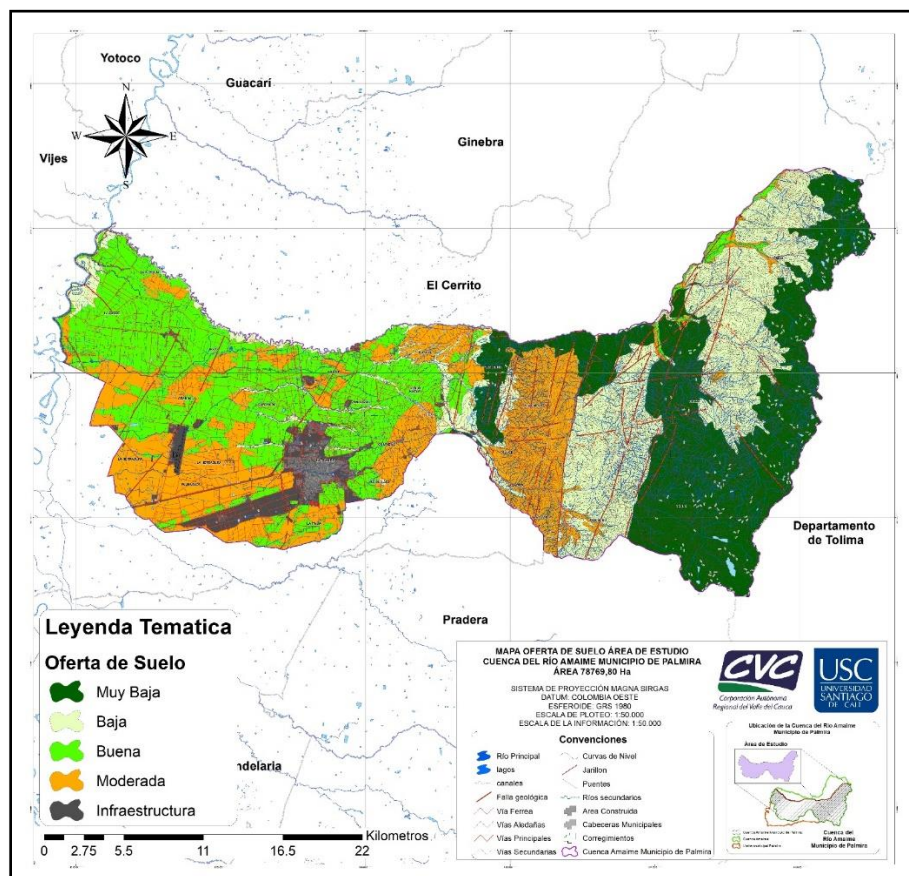


Figura 4. Mapa Oferta de Suelo

Tomando como base la metodología propuesta, este mapa se estableció con una clasificación cualitativa manejadas a partir de cuatro criterios de valoración (muy baja, baja, moderada y buena).

En general los porcentajes de áreas son proporcionales, ratificando una alta variabilidad espacial de las condiciones biofísicas como las posiciones geomorfológicas, de coberturas y de la distribución antrópicas de sus actividades agropecuarias. En la tabla 4 se describe la estadística del mapa de oferta de suelo donde, el 25.97% del área total tiene una oferta de suelo **Muy Baja**, evidenciada en las zonas donde hay mayor pendiente, que desde el punto de vista geomorfológico y del paisaje nos encontramos en zonas de laderas o montañosas, por lo general son ubicaciones de baja disponibilidad de suelo y se encuentran poco desarrolladas, además de tener condiciones geológicas muy falladas. Son zonas con pendientes de terreno que superan el 25%, condicionadas a ser áreas susceptibles a un grado de erosión muy alto, presentando baja fertilidad del suelo (Suelos pobres); esta zona es importante protegerla y conservarla para mitigar la pérdida de nutrientes.

El 23.74% corresponde a una oferta de suelo **buena**, esta área presenta unas características de relieve con pendiente planas (rango alrededor del 0-7%), son zonas de ganancia, con alta fertilidad de los suelos, donde se debe realizar un correcto manejo de prácticas agrícolas que mantengan estas características y que por ende sean suelos que permanezcan en el tiempo.

EL 23.22% del área de estudio presenta una oferta de suelo **baja**, este tipo de oferta se ubica en zonas muy inestables desde el punto de vista geológico en donde prima la condición del suelo, normalmente estos suelos son insipientes predominando los inceptisoles y entisoles, pueden contener altos contenidos de arcillas que pueden contribuir a que estos suelos sean de bajo drenaje y en algunos casos pueden existir vertisoles, molisoles y alfisoles que hacen que un suelo sea pobre de nutrientes. Normalmente son zonas montañosas y pueden llegar hasta niveles de piedemonte, caracterizándose por tener de moderada a muy baja fertilidad de suelos, con alta susceptibilidad a grados y procesos de erosión ya sea por condiciones naturales o por presión antrópica, como prácticas agropecuarias y por construcciones de infraestructura. En otras palabras, son suelos que por sus características se debe promover la protección y recuperación de los mismos.

El 22,57% presenta una oferta de suelo moderada, en esta zona se encuentran sistemas tradicionales o tecnificados de producción agropecuaria, está compuesto de suelos tipo alfisol, inceptisol, molisol, vertisol y andisol. Este suelo tiene algunas restricciones debido a las condiciones del relieve, las cuales pueden ser susceptibles a erosión y pérdida por drenaje; sus nutrientes pueden contener sales como sodios y magnesios, lo que propicia a ser suelos muy ácidos. Son áreas con posiciones geomorfológicas de piedemonte aluvial y llanuras aluviales de desborde del río (en este caso del Río Cauca). En esta zona también se puede presentar altas presiones por asentamientos antrópicos, debido a la presencia de centros poblados, sistemas agropecuarios intensivos, y una alta cantidad de obras de infraestructura. Siendo entonces áreas que requerirán de practicas amigables que promuevan la sostenibilidad de estos suelos para las próximas generaciones.

Tabla 4. Estadísticas del mapa de oferta de suelo

Oferta del Suelo	Área (Ha)	Área (%)
Muy Baja	20414.41	25.97
Buena	18658.74	23.74
Baja	18249.38	23.22
Moderada	17736.21	22.57
Infraestructura	3523.89	4.48
Cuerpos de agua	13.52	0.02

Fuente. Construcción propia

Mapa de zonas críticas

Este mapa se obtiene a partir de la comparación cartográfica del mapa de coberturas del estado actual del uso del suelo y la degradación de suelos, representando de una forma específica los posibles comportamientos del territorio y logrando identificar zonas con condiciones limitantes al desarrollo normal de las posibles actividades agroindustriales; además de

mostrar zonas óptimas para el posible establecimiento de actividades productivas, tanto para el desarrollo rural como urbano (ver figura 5).

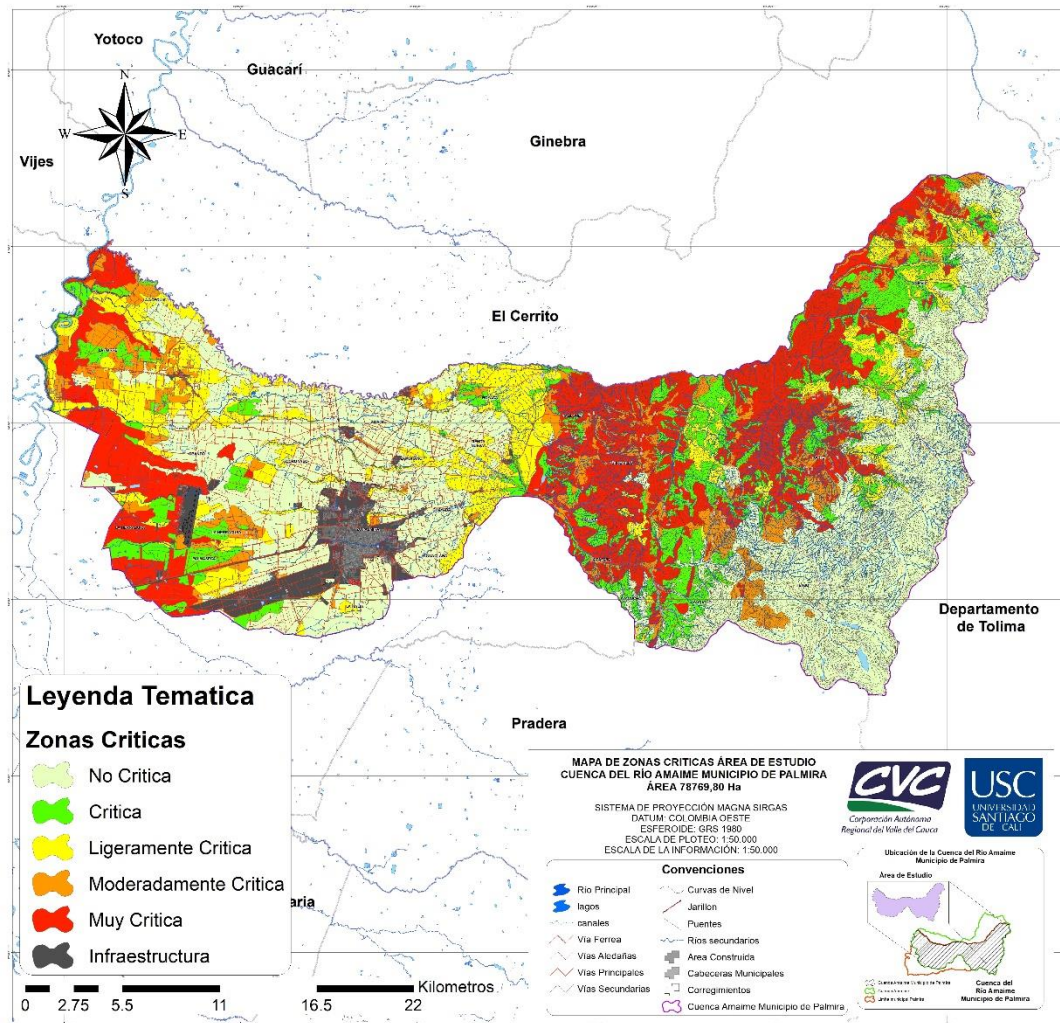


Figura 5. Mapa de Zonas Críticas

De acuerdo a la figura 5 y la tabla 5, se describen a continuación las tendencias más representativas de las zonas críticas del área de estudio:

- No crítico abarca el 39.27% del área total, caracterizado por estar en “equilibrio”, relacionando así un tipo de erosión de carácter natural. Esta se encuentra en la zona plana, y en la zona de paramo, cuyos suelos son de alto potencial productivos, posiblemente debido a las diferentes deposiciones continuas de materia orgánica y minerales de las zonas de ladera.
- Muy crítico con una extensión del 22.23% del área total, denotado por estar en un sobreuso alto y con erosión moderada, ubicado en zona plana, piedemonte y montaña. El comportamiento que maneja esta clasificación es típico, ya que los parámetros naturales relacionados a la geomorfología, uso actual del suelo y su relación con las actividades antrópicas, muestran que es necesario planes de prevención y recuperación de los recursos naturales, que promuevan la reducción de malas prácticas de uso del suelo, para evitar procesos erosivos y como consecuencia la degradación de los mismos, que conviertan estas zonas de altos riesgos para la población.

- Ligeramente Critico con un área de 10612.65 Ha equivalentes al 13.50% del área total, son zonas conformadas por problemas de salinidad y por sobreuso bajo, encontrándose en mayor proporción en la zona plana. En ésta se evidencia deterioro a causa de, malas prácticas agrícolas y el uso indiscriminado de los fertirriegos, conllevando a altos niveles de sales en el suelo. Esta clasificación por lo general conlleva a problemas de degradación química, lo cual restringe los desarrollos de actividades agropecuarios y facilita la labor en la construcción de infraestructura
- Critica con un área total del 12.14%, se caracteriza por estar en un sobreuso medio y con un grado de erosión alto, se evidencia en gran proporción en zonas de ladera o de piedemonte y en pequeñas proporciones en la parte plana y de montaña. En este tipo de clasificación es de gran importancia realizar planes de preservación y recuperación de los recursos naturales, además de adelantar las buenas prácticas agrícolas, que eviten la perdida sustancial de suelo y se conviertan en zonas de riesgo alto.

Tabla 5. Estadísticas del mapa de zonas críticas de suelo

Zonas Críticas de Suelo	Área (Ha)	Área (%)
No Critica	30863.23	39.27
Muy Critica	17475.82	22.23
Ligeramente Critica	10612.65	13.50
Critica	9545.27	12.14
Moderadamente Critica	6561.77	8.35
Cuerpos de agua	13.52	0.02
Infraestructura	3523.89	4.48

Fuente. Construcción propia

Mapa de Zonificación Edáfica

Tomando como base los análisis de tendencias generales expuestos anteriormente, se llega a la zonificación edáfica de la cuenca del rio Amaime municipio de Palmira (ver figura 6).

Esta zonificación relaciona los temáticos de la información básica primaria de la oferta de suelo y las zonas críticas.

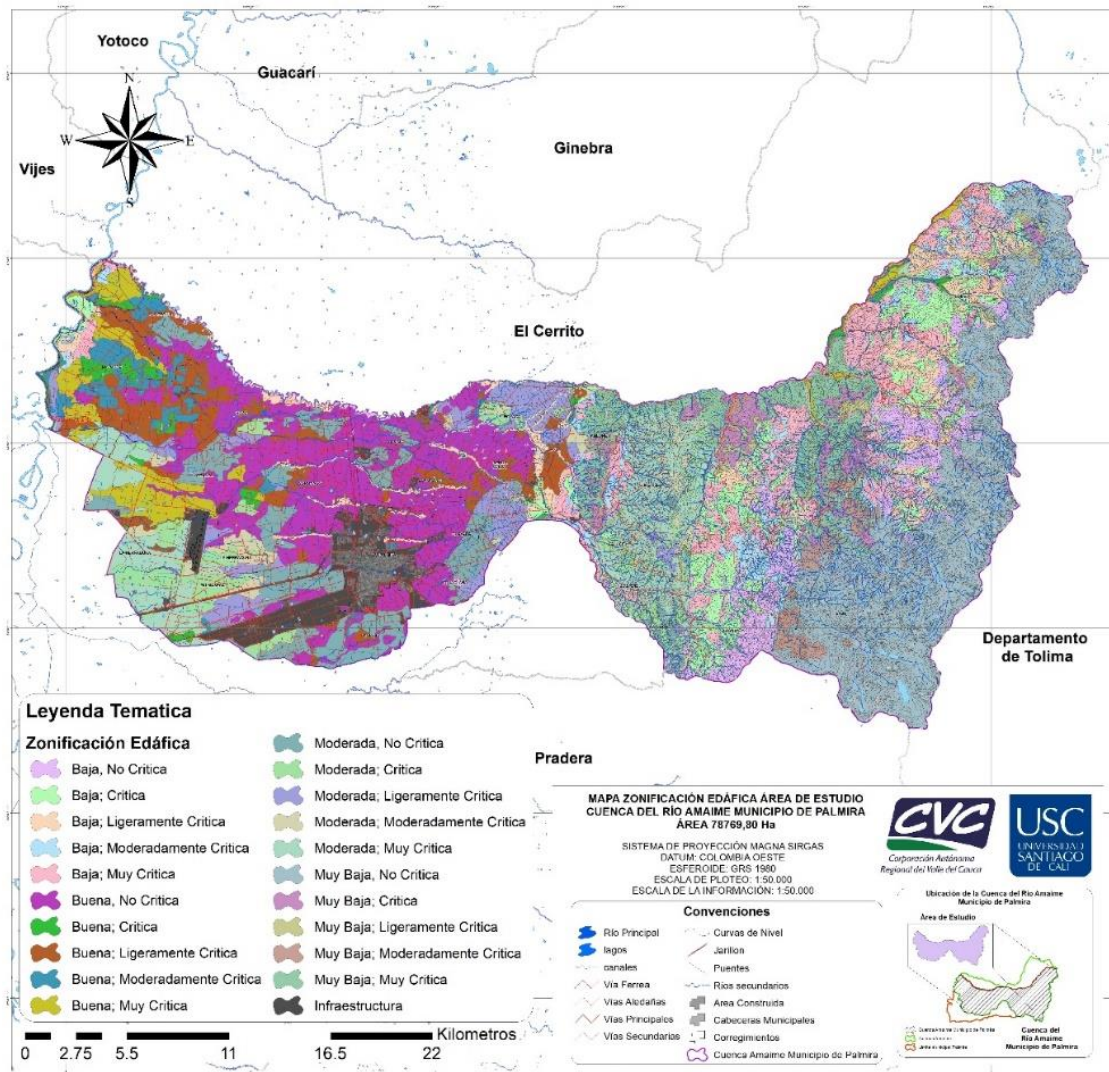


Figura 6. Mapa de Zonificación Edáfica

Observando el mapa de la zonificación, éste muestra que existe una gran variabilidad edáfica, ubicándose en la zona plana y de piedemonte; tendencias que disminuye a medida que se acerca a la zona de montaña y más a la de paramo, evidenciando que la mejor disponibilidad del territorio se encuentra en la zona plana y piedemonte y que la zona de montaña y paramo deben ser zonas de protección y de recuperación.

Tabla 6. Estadísticas del Mapa de Zonificación Edáfica

Zonificación Edáfica	Área (Ha)	Área (%)
Muy Baja, No Crítica	12956.53	16.48
Buena, No Crítica	10139.96	12.90
Moderada; Muy Crítica	5848.03	7.44
Baja; Muy Crítica	5388.73	6.86
Moderada, No Crítica	4646.91	5.91
Baja; Crítica	4427.85	5.63
Muy Baja; Muy Crítica	3875.87	4.93
Buena; Ligeramente Crítica	3709.31	4.72

Baja; Ligeramente Critica	3385.24	4.31
Baja, No Critica	3170.90	4.03
Moderada; Ligeramente Critica	2913.90	3.71
Moderada; Critica	2647.69	3.37
Buena; Muy Critica	2507.25	3.19
Baja; Moderadamente Critica	1950.05	2.48
Moderada; Moderadamente Critica	1646.06	2.09
Muy Baja; Critica	1637.82	2.08
Buena; Moderadamente Critica	1599.65	2.04
Muy Baja; Moderadamente Critica	1347.11	1.71
Buena; Critica	811.36	1.03
Muy Baja; Ligeramente Critica	525.88	0.67
Infraestructura	3446.51	4.39
Cuerpos de Agua	13.52	0.02

Fuente. Construcción propia.

Cabe resaltar dentro de las estadísticas del mapa de zonificación edáfica (Ver tabla 6), que las unidades edáficas que se clasifican como Muy baja - No Critica, Baja – Muy Crítica y Baja - Crítica, son zonas de alta fragilidad, suelos de baja fertilidad y con alto grado de erosión. Por ende, son de bajo potencial productivo, aprovechándose más esta zona para prestar servicios ecosistémicos y de turismo, con posibilidad de convertirse en zonas de reservas naturales para la protección de las necesidades hídricas del territorio. La unidad edáfica Buena – No Critica, son zonas de equilibrio en donde hay un alto potencial de productividad y que no afecta los suelos, cabe aclarar que es una ubicación ideal para cualquier tipo de cultivo, siempre y cuando se realicen buenas prácticas agrícolas y se realice un buen uso del suelo, tratando de evitar el monocultivo. Las demás unidades que se encuentre ubicadas en zonas de ladera y de montaña, deben tomarse como zonas de protección para salvo guardar la seguridad alimentaria y el recurso natural agua, esto no significa que no pueda existir usos de suelo, sin embargo, conlleva a tener limitaciones en la parte agrícola.

A continuación, se realiza el análisis DOFA para diagnosticar el territorio de estudio:

Tabla 7. Análisis DOFA zonificación Edáfica de la cuenca Amaime municipio de Palmira.

DOFA	RELIEVE GEOMORFOLOGICO			
	Llanura Aluvial de Desborde del Río Cauca	Planicie aluvial de piedemonte	Montañoso fluvio erosional	Montañoso fluvio glacial
Debilidades	Alta presión antrópica y del sector agroindustrial, con suelos que contienen ligera salinidad sódica y Su posible limitante es causada por la degradación fisicoquímica que tienen estos suelos	La presión antrópica disminuye de igual manera el sector agroindustrial, es una ubicación de pérdida permanente de los suelos, debido a sus pendientes además de conllevar problemas de erosión por lo general laminar	La afectación por los asentamientos se vuelve esporádico sin embargo aumenta la presión agropecuaria y ganadera, su oferta de suelos es deficiente por lo general influenciada por ecosistemas de alta fragilidad, además de aumentar los suelos incipientes de bajo potencial productivo.	La presión antrópica es casi nula y la presión ejercida por el sector agropecuario es alta, es una zona de altos problemas de erosión y de prácticas de ganadería extensiva en algunas áreas del páramo.
Oportunidades	Existe una gran variabilidad del sector agropecuario y agroindustrial, con alta disponibilidad del recurso humano y económico	Turismo sustentable con Ofrecimiento del paisaje y la biodiversidad	La soberanía y seguridad alimentaria y potencialidad en el desarrollo del turismo autosustentable.	Alto servicios ecosistémicos como el aire, agua y el paisaje. Además de la oferta hídrica
Fortalezas	Suelos con elevado potencial agropecuario y Zona de ganancia de nutrientes.	Los desarrollos agropecuarios son moderados, además de tener un alto régimen de lluvias por las condiciones climáticas de su ecosistema	Existe una alta oferta del paisaje y biodiversidad. Tiene procesos moderados de soberanía y seguridad alimentaria para el desarrollo antrópico.	Tiene zonas de reservas naturales que ayudan a la protección de los recursos naturales y benefician las necesidades del recurso agua en el territorio. Alto ofrecimiento de servicios ambientales.
Amenazas	Malos manejos de las prácticas agrícolas afectando la conservación de los suelos y aguas.	Aumento excesivo de los asentamientos humanos y la nula participación de las comunidades en el territorio para la conservación de los recursos naturales	Desarrollo de prácticas agrícolas a favor de la pendiente. Aumento de prácticas de ganadería extensiva.	Tala y quemas indiscriminadas. Alta presión antrópica. Mínimas prácticas de manejo y conservación de suelos y aguas.

Fuente. Construcción propia.

5. Bibliografía

- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA –CVC. 2000. Caracterización y diagnóstico del ecosistema andino y subandino de la UMC Nima-Amaime. Ospina-Ante, O. y W. Vargas. Subdirección de Patrimonio Ambiental. Cali, Colombia. 143 p.
- FAO. (1997). Zonificación agro-ecológica Guía General. Roma: BOLETIN DE SUELOS DE LA FAO 73.
- Janet, N., Demian, R., Jef, D., & Charly, F. (2019). Coupling participatory mapping and GIS to inform village-level agricultural zoning in the Democratic Republic of the Congo. *Science Direct*, 11.
- Lin, F.-T. (2000). GIS-based information flow in a land-use zoning review process. *Science Direct*, 12.
- Basse, R. M., Charif, O., & Bódis, K. (2016). Spatial and temporal dimensions of land use change in cross border region of Luxembourg. Development of a hybrid approach integrating GIS, cellular automata and decision learning tree models. *Applied Geography*, 67, 94–108. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.12.001>
- Baykasoğlu, A., & Gölcük, İ. (2019). A dynamic multiple attribute decision making model with learning of fuzzy cognitive maps. *Computers and Industrial Engineering*, 135(April), 1063–1076. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.06.032>
- Cieślak, I. (2019). Identification of areas exposed to land use conflict with the use of multiple-criteria decision-making methods. *Land Use Policy*, 89(September), 104225. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104225>
- Comino, E., Bottero, M., Pomarico, S., & Rosso, M. (2016). The combined use of Spatial Multicriteria Evaluation and stakeholders analysis for supporting the ecological planning of a river basin. *Land Use Policy*, 58, 183–195. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.07.026>
- Dai, D., Neal, F. B., Diem, J., Deocampo, D. M., Stauber, C., & Dignam, T. (2019). Confluent impact of housing and geology on indoor radon concentrations in Atlanta, Georgia, United States. *Science of the Total Environment*, 668, 500–511. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.257>
- Decisiones, T. D. E. L. A. S. (2010). Teoría De Las Decisiones. *Perspectivas*, (25), 227–240.
- Der Sarkissian, R., Zaninetti, J. M., & Abdallah, C. (2019). The use of geospatial information as support for Disaster Risk Reduction; contextualization to Baalbek-Hermel Governorate/Lebanon. *Applied Geography*, 111(August), 102075. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.102075>
- Dragičević, S., Lai, T., & Balram, S. (2014). GIS-based multicriteria evaluation with multiscale analysis to characterize urban landslide susceptibility in data-scarce environments. *Habitat International*, 45(P2), 114–125. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.06.031>
- Lin, F. T. (2000). GIS-based information flow in a land-use zoning review process. *Landscape and Urban Planning*, 52(1), 21–32. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(00\)00110-9](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00110-9)
- Mahmoodly Vanolya, N., Jelokhani-Niaraki, M., & Toomanian, A. (2019). Validation of spatial multicriteria decision analysis results using public participation GIS. *Applied Geography*, 112(July), 102061. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.102061>
- Nackoney, J., Rybock, D., Dupain, J., & Facheux, C. (2013). Coupling participatory mapping and GIS to inform village-level agricultural zoning in the Democratic Republic of the Congo. *Landscape and Urban Planning*, 110(1), 164–174. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.11.004>
- Rodríguez-Merino, A., García-Murillo, P., & Fernández-Zamudio, R. (2020). Combining multicriteria decision analysis and GIS to assess vulnerability within a protected area: An objective methodology for managing complex and fragile systems. *Ecological Indicators*, 108(July 2019), 105738. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105738>

- Shariat, R., Roozbahani, A., & Ebrahimian, A. (2019). Risk analysis of urban stormwater infrastructure systems using fuzzy spatial multi-criteria decision making. *Science of the Total Environment*, 647, 1468–1477. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.074>
- Veronesi, F., Schito, J., Grassi, S., & Raubal, M. (2017). Automatic selection of weights for GIS-based multicriteria decision analysis: site selection of transmission towers as a case study. *Applied Geography*, 83, 78–85. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.04.001>

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE DECISIÓN TEMÁTICO COBERTURAS DEL ESTADO ACTUAL DE USOS DEL SUELO DE LA CUENCA AMAIME MUNICIPIO DE PALMIRA.

Uso Actual \ Uso Potencial	Algodón	Arbustal y matorral denso de tierra	Arroz	Bosque natural de galería	Bosque natural denso de tierra firme	Café	Caña de azúcar	Cultivos asociados	Estanques artificiales	Eucalipto	Habichuela	Madreviejas	Maíz	Maracuyá	Otras superficies artificiales con	Otras superficies artificiales sin	Otros Árboles frutales	Otros cultivos arbóreos plantados	Otros cultivos arbustivos plantados	Otros cultivos herbáceos plantados	Papaya	Pasto cultivado	Pasto de corte	Ríos	Sorgo	Soya	Viñedos	Zonas urbanas continuas
	Tierras para Recuperación	-	5	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Cultivos	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
Cultivos - Tierras Forestales	-	3	-	-	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
Tierras Forestales	-	3	-	5	-	-	1	-	1	1	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-
Clase Agrologica I	-	4	-	-	5	-	5	-	3	4	-	4	5	5	-	-	5	5	-	-	-	5	5	-	5	5	5	5
Clase Agrologica II	-	4	5	5	-	-	5	5	3	-	5	-	5	-	2	4	5	5	-	5	-	5	5	-	5	5	5	3
Clase Agrologica III	5	4	5	5	5	-	2	5	2	2	5	-	5	-	2	4	5	-	3	3	5	3	3	-	3	3	3	3
Infraestructura	-	-	-	-	-	-	1	-	5	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Clase Agrologica IV	3	4	3	5	5	-	2	2	1	1	-	1	1	1	1	2	2	-	1	-	1	1	2	-	2	2	2	2
Clase Agrologica V	-	4	-	5	-	-	2	-	1	-	-	5	1	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	2	2	2	-
Zona Urbana	-	3	-	-	2	-	1	1	4	-	1	-	1	-	5	-	1	-	-	-	-	1	1	-	1	-	1	5
Cuerpos de Agua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-

Donde 1. Sobreuso Alto, 2. Sobreuso Medio, 3. Sobreuso Bajo, 4. Subuso, 5. Equilibrio y 6. Cuerpos de Agua.

ANEXO 2. MATRIZ DE DECISIÓN TEMÁTICO OFERTA DE SUELO DE LA CUENCA AMAIME MUNICIPIO DE PALMIRA

Caracterización Fisiográfica	Piedemonte, 0 - 3%, Conos aluviales	Piedemonte, 0 - 3%, Depósitos aluviales	Piedemonte, 3 - 7%, Conos aluviales	Piedemonte, 3 - 7%, Depósitos aluviales	Piedemonte, 7 - 12%, Conos aluviales	Piedemonte, 7 - 12%, Depósitos aluviales	Piedemonte, 12 - 25%, Conos aluviales	Piedemonte, 25 - 50%, Conos aluviales	Piedemonte, 50 - 75%, Conos aluviales	Piedemonte, Mayores 75%, Conos aluviales	Planicie, 0 - 3%, Depósitos aluviales	Planicie, 3 - 7%, Depósitos aluviales	Planicie, 12 - 25%, Depósitos aluviales	Rio Cauca, Rio Cauca, Rio Cauca
Orden de Suelo														
Alfisoles	3	-	2	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Inceptisoles	2	2	2	-	2	-	3	3	3	-	2	-	-	-
Entisoles	-	3	-	2	-	2	-	-	-	-	3	2	3	-
Molisoles	1	1	1	1	1	-	1	2	2	2	1	1	-	-
Vertisoles	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-
Cuerpo de agua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4

Donde 1. Oferta de suelo Buena, 2. Oferta de suelo Media, 3. Oferta de suelo Baja y 4. Cuerpo de Agua.

ANEXO 3. MATRIZ DE DECISIÓN TEMÁTICO ZONAS CRÍTICAS DE LA CUENCA AMAIME MUNICIPIO DE PALMIRA.

<p style="text-align: center;">Degradación del Suelo</p> <p>Coberturas del estado actual de usos del suelo</p>	Física – Muy severa	Física - Severa	Física - Moderada	Física – Sin Evaluar	Química - No salino-ligeramente sódico	Química - No salino-no sódico	Química - No salino-sódico	Rio Cauca
Sobre Uso Alto	1	1	1	2	2	2	-	-
Sobreuso Medio	-	-	-	3	2	2	2	-
Sobreuso Bajo	-	2	2	3	3	4	-	-
Subuso	-	-	-	4	-	4	-	-
Equilibrio	-	2	2	4	3	4	-	-
Cuerpo de Agua	-	-	-	-	-	-	-	5

Donde 1. Muy Crítico, 2. Moderadamente Crítico, 3. Ligeramente Crítico, 4. No Crítico y 5. Cuerpo de Agua.