

## PARTE III

### ZONIFICACION TERRITORIAL

---

#### 1. INTRODUCCION

El Ordenamiento Territorial es una *Política de Estado* en la cual se establece una relación Sociedad – Naturaleza, es decir siempre existe una interacción de la población dentro de un espacio geográfico, donde se establece un patrón de relación cuyas características responden a las particularidades del sistema social y económico existentes en una región y en un momento dado. Igualmente es un *Instrumento de Planificación*, constituyéndose en una herramienta fundamental para orientar las actividades humanas que intervienen en los procesos naturales de los ecosistemas, permitiendo una apropiada organización político – administrativa y proyección espacial de las políticas sociales, económicas, ambientales y culturales del municipio, garantizando un nivel de vida adecuado para la población y poder establecer pautas de manejo sostenible y/o restricciones de uso para cada zona identificada, la conservación y protección del medio ambiente.

Para lograr entender y analizar las diferentes situaciones que se presentan en el espacio geográfico municipal, es necesario hacer abstracción de éste mediante la utilización de software y hardware especializados, que nos ayuden a modelar y analizar el comportamiento de las diferentes variables en una forma sistémica, más completa e interdisciplinaria. Esta labor se facilita mediante la utilización de herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y procesamiento digital de imágenes de satélite (PDI), después de haber pasado del modelo conceptual al modelo lógico, donde los datos se organizan de manera que puedan ser manejados, actualizados y transformados en objetos de análisis por parte de los expertos y emitir comentarios, conclusiones acerca de la forma de interacción, evolución y/o desaparición de elementos de un espacio geográfico dado.

Al caracterizar todos y cada uno de los elementos dentro de un proceso de manera integral mediante la utilización de un SIG nos permite identificar áreas cuyas características

cumplen con determinados parámetros para pertenecer a una zona o unidad de zonificación territorial. Esta zonificación permite establecer el diagnóstico de los aspectos físico-bióticos y socioeconómicos y determinar con mayor certeza los efectos de una actividad antrópica en cierto sector y la incidencia sobre el entorno biofísico, así mismo se podrá plantear las medidas de manejo, prevención o de control para mitigar o evitar tales efectos.

Para la realización del ordenamiento territorial del municipio de Villanueva – Casanare, se trabajó en dos escalas, una escala regional 1:100.000 con el fin de visualizar el entorno geográfico, utilizando el procesamiento de la imagen de satélite, Landsat<sup>1</sup> Path 7 Row 57 de enero de 1994, para la caracterización biótica en el caso de la cobertura vegetal, usos del suelo y en la parte física se identificaron la infraestructura vial y urbanística como también los elementos geomorfológicos y del paisaje; Se desarrollaron utilizando el software, que para el caso del procesamiento de la imagen de satélite fue el ERDAS<sup>2</sup>, donde el producto fue exportado a forma vectorial para mantener la precisión del proceso y la definición de los contornos de las unidades a mapear en el Sistema de Información Geográfica ARC/INFO, para el modelamiento de la información espacial.

Para el ordenamiento municipal urbano, se trabajó a escala 1:5000 y 1:10000. recopilando, analizando y actualizando gran cantidad de datos de diferentes fuentes, así como la información existente y obtenida directamente a través del trabajo de campo. La información recopilada fue analizada y valorada por expertos de diferentes disciplinas y posteriormente procesada utilizando el Sistema de Información Geográfica (SIG).

Para el modelo de ordenamiento territorial se tuvieron en cuenta seis criterios básicos: La

---

<sup>1</sup> Tipo de satélite, dedicado a la toma de imágenes, mediante sensores remotos.

<sup>2</sup> Software o programa utilizado para el procesamiento digital de la imagen de satélite, fotografías aéreas (escaneadas), etc.

Oferta Biofísica, la Susceptibilidad a la Erosión y Degradación, la Importancia Hidrogeológica, los Conflictos de Uso del Suelo, la Amenaza a Fenómenos Naturales y la Importancia Sociocultural.

La **Oferta Biofísica del Area**. Se entiende como los servicios y funciones ecológicas que prestan las unidades físicas y bióticas. Las áreas de Importancia Biofísica son aquellas que poseen un valor alto biofísico o biológico por su composición de la vegetación y litoestratigrafía, ubicación, tamaño y estructura, funciones y en especial servicios a la comunidad (Producción) y albergar poblaciones variables de fauna silvestre, etc.

La **Susceptibilidad a la Erosión de los Suelos y Degradación**. Hace referencia a la sensibilidad de las unidades geológicas y de suelo al deterioro por la acción de factores externos, estas áreas tendrán características especiales que las enmarquen dentro de una alta posibilidad a la degradación y erosión.

La **Importancia Hidrogeológica**. Se clasifican las unidades geológicas de acuerdo a sus características intrínsecas, involucrando factores inherentes a las rocas como porosidad, permeabilidad, litología, grado de pendiente, condiciones estructurales y factores externos como el tipo de cobertura vegetal y niveles de precipitación promedio multianual.

Las **Amenazas Naturales**. La identificación y evaluación de las condiciones del medio biofísico en que se puede presentar una amenaza de ocurrencia natural y que significa un grado de riesgo para una población, la infraestructura, cultivos o los mismos recursos naturales.

El **Subsistema Sociocultural**. Reflejado en los aspectos *Cultural* (historia, localización geográfica, demografía), *Social* (salud, educación, vivienda) *Economía Productiva* (economía extractiva, transformación y procesos) y el aspecto *Institucional* (administrativa, fiscal, división política, organización de la sociedad civil y político administrativa del municipio), junto con las unidades de funcionamiento espacial se generó el **Mapa de Desarrollo Socioeconómico**.

## 2. OBJETIVOS

Realizar un espaciamiento del uso y ocupación del territorio, que se constituya en una herramienta fundamental para la planeación de las actividades futuras y sirva para definir los usos del suelo y una acertada localización funcional de infraestructuras y actividades; de tal forma que se garantice el aprovechamiento de las potencialidades y se mitiguen gradualmente los conflictos del área urbana y rural.

Implementar las tecnologías de Información Geográfica (SIG), en el proyecto con el fin de describir, comparar y analizar aspectos geográficos, con sus correspondientes características y/o atributos de cada uno de los componentes biofísicos, socioculturales, etc., plenamente ligados y con capacidad para la sintetización de la dinámica de los procesos y fenómenos terrestres.

Los resultados pueden ser utilizados como instrumentos en la toma de decisiones para los procesos de planificación del uso del suelo, explotación de recursos naturales, ubicación y desarrollo de infraestructuras, en los procesos de urbanismo, vías, prevención y control de amenazas naturales etc.

## 3. UTILIZACION DEL SIG

En el proceso de ordenamiento territorial, se utilizaron las ventajas de los SIG para evaluar, la oferta biofísica, presencia de amenazas naturales y factores socioculturales localizados en una área determinada y que corresponderá a la unidad territorial municipal.

Para la implementación de un SIG dentro del proceso de ordenamiento territorial municipal, se pueden mencionar las siguientes etapas:

Elaboración del Modelo Conceptual, donde se definen los componentes de la base de datos a involucrar dentro del proceso de ordenamiento territorial, planteándose los alcances y objetivos del trabajo. En esta etapa se identifican y definen las estructuras (formadas por elementos y atributos) identificando las relaciones entre ellas, de acuerdo con la información generada del diagnóstico.

Del modelo conceptual se pasa al modelo lógico donde los elementos se convierten en variables con atributos, es decir que se obtendría un mapa temático con las características propias que describen cada unidad.

La información espacial de entrada obtenida en la etapa de diagnóstico, digitalizada en Autocad, es adecuada, referenciada y ajustada para ser procesada en forma ordenada y totalmente referenciada, con solo un origen de coordenadas, que permita el ajuste y adecuados niveles de precisión y calidad de los datos de salida.

Con estos datos y ayudados del análisis espacial, temático y junto con las operaciones que poseen los SIG como relación entre tablas y operaciones lógicas, se determinan las zonas donde espacialmente convergen factores específicos, que cumplan con las premisas y objetivos propuestos, no solo en la fase inicial y final, sino durante todo el proceso de modelamiento, donde la validación y comprobación de la certeza de los datos, permitirá obtener parámetros e indicadores de precisión y calidad de los mapas obtenidos.

Una vez se haya terminado el proceso de modelamiento y análisis de la información, mediante los programas de Arc Cad se transforma la información gráfica nuevamente a Autocad para poder realizar la salida final de los mapas utilizados y generados dentro de Sistema de Información Geográfico SIG (ARC/INFO<sup>3</sup>).

#### 4. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS PARA LA ZONIFICACION TERRITORIAL

Para la obtención de las unidades de zonificación territorial, se evaluaron los componentes biofísicos, socioculturales y las unidades de funcionamiento espacial del municipio, utilizando sistemas expertos, que constituyen una manera objetiva para la definición de los componentes y rangos de evaluación de las diferentes variables de acuerdo a su importancia, susceptibilidad, etc.

##### El proceso comprendió:

- ◆ Identificación de los componentes de análisis de acuerdo a la metodología establecida para el ordenamiento territorial del municipio.
- ◆ Elaboración de una matriz para cada componente con los factores relevantes, para cada atributo, entendiéndose por atributo las unidades definidas en los diferentes mapas temáticos.
- ◆ Establecimiento de rangos cualitativos de comparación de cada atributo dependiendo de la importancia relativa.
- ◆ Asignación de un factor cuantitativo a cada atributo.
- ◆ Interacción de la información primaria (diagnóstico) utilizando los sistemas de información geográfico SIG.

##### Los mapas temáticos a evaluar son:

*Subsistema físico-biótico:* mapa geológico, geomorfológico, unidades de suelo, pendiente natural del terreno, estructural e hidrogeológico y cobertura vegetal.

*Componente hídrico:* El mapa hidrológico contendrá las isoyetas, isomáximas, cuencas y microcuencas hidrográficas.

*Subsistema sociocultural:* se consideran los subsectores social, economía productiva, institucional y cultural.

Obtención de mapas de zonificación preliminar (Oferta biofísica del municipio, urbanístico, socioeconómico).

Dentro del proceso de interacción de los Subsistemas Biofísicos, Unidades Espaciales de Funcionamiento y Socioeconómicas y culturales, adicionalmente se modelan los mapas de *Conflictos de Uso del Suelo* y el *mapa de Amenazas Naturales*, para que entren a interactuar dentro del proceso de modelamiento territorial final.

Los mapas obtenidos a partir de la zonificación preliminar son analizados, valorados y superpuestos para obtener el mapa de unidades de ordenamiento territorial.

<sup>3</sup> Software o programa utilizado en la interrelación de información cartográfica.

Superponiendo los mapas de uso actual (cobertura) y uso potencial del suelo, se generó el **Mapa de Conflictos de Uso del Suelo**.

De la interacción de los aspectos físicos y bióticos se generaron los mapas de estabilidad, susceptibilidad a la erosión, importancia hidrogeológica y conflictos de uso del suelo; Para obtener el **Mapa de Oferta Biofísica del Municipio**, (véase diagrama N° 4.1).

De la interacción de los mapas geológico, hidrológico, geomorfológico, pendientes naturales del terreno, cobertura vegetal, unidades de suelo, registros históricos de las precipitaciones máximas y niveles máximos del Río Upía, se generó el **Mapa de Amenazas Naturales del Municipio**.

El **Subsistema Sociocultural** reflejado en los aspectos *Cultural* (historia, localización geográfica, demografía), *Social* (salud, educación, vivienda) *Economía Productiva* (economía extractiva, transformación y procesos) y el aspecto *Institucional* (administrativa, fiscal, división política, organización de la sociedad civil y político administrativa del municipio), junto con las unidades de funcionamiento espacial se generó el **Mapa de Desarrollo Socioeconómico**.

Dentro del **Subsistema Funcional Espacial**, se consideraron los siguientes componentes tamaño, función, flujos de intercambio de bienes y servicios y equipamiento, tanto para la parte urbana como rural.

A partir de estos primeros resultados de modelamiento espacial de los componentes biofísicos y socioculturales junto con las Unidades Espaciales de Funcionamiento y de Amenazas Naturales, se conjugaron estos para obtener finalmente el **Mapa de Unidades de Ordenamiento Territorial**, el diagrama de flujo se observa en la figura N° 4.2.

## 5. ZONIFICACION DEL SUBSISTEMA FISICO-BIOTICO

Dentro del modelo de zonificación del componente biofísico se incluyó para el municipio de Villanueva, el análisis de los

factores de estabilidad del terreno, susceptibilidad a la erosión, propiedades hidrogeológicas de las unidades aflorantes, caracterización climática y conflictos de usos del suelo, igualmente se analizó las amenazas naturales, desde el punto de vista de inundación principalmente e incendios forestales, sísmicos y antrópicos. La interacción y análisis integral de todos estos componentes permite obtener una caracterización del medio físico-biótico más real, desde el punto de vista de la producción (**Mapa de Oferta Biofísica**), constituyéndose en un elemento fundamental para el ordenamiento territorial del municipio, en la figura 4.1, se observa el esquema de zonificación del Subsistema físico-biótico.

**FIGURA 1. ESQUEMA DE  
ZONIFICACION DEL SUBSISTEMA  
BIOFISICO DEL MUNICIPIO DE  
VILLANUEVA**

**FIGURA N° 4.2, ESQUEMA DE  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPIO  
DE VILLANUEVA**

## 5.1 MAPA DE ESTABILIDAD POTENCIAL DEL TERRENO.

Este aspecto se incluyó dado que el municipio de Villanueva, cuenta con áreas ubicadas en zonas de Altiplanicie, lomerío y piedemonte. El mapa de estabilidad potencial del terreno, determina la susceptibilidad del área a la ocurrencia de procesos de remoción en masa principalmente.

Dentro del proceso de análisis, se realizó la valoración y peso relativo de los diversos indicadores a combinar, permitiendo la obtención del Mapa de Estabilidad Potencial, utilizando para este proceso el Sistema de Información Geográfico (ARC/INFO), a una escala 1:100.000; estos componentes interactuantes fueron: Unidades Litológicas, Factores Geomorfológicos, Pendientes Naturales del Terreno, Fallas, Plegamientos y Cobertura Vegetal como factores intrínsecos y la intensidad de la Precipitación Máxima Mensual como factor de disparo o externo.

Teniendo en cuenta las condiciones geodinámicas, se considera que los fenómenos de remoción en masa, ocurren cuando en determinada pendiente o ladera, de características litológicas dadas, con presencia de ciertas geoformas y afectada por varios rasgos estructurales como fallas y plegamientos, adquiere un grado de susceptibilidad, que bajo condiciones de factores externos y dinámicos como son las lluvias intensas primordialmente, actúan como elementos de disparo afectando el equilibrio o estabilidad de las unidades litológicas aflorantes o presentes en un área dada.

### 5.1.1 Determinación de Factores y Parámetros

Para obtener el mapa de estabilidad potencial del terreno se tubo en cuenta tanto factores intrínsecos o internos como factores externos o ajenos.

Considerándose que el grado de estabilidad potencial ( $E_p$ ) de un área, es producto de la susceptibilidad y de la acción de los elementos externos o de disparo:

$E_p$  (grado de estabilidad del terreno) = Susceptibilidad + Factor de Disparo.

Donde los aspectos involucrados a la susceptibilidad de un área, corresponde a la suma de los siguientes:

Susceptibilidad =  $SLit.$  +  $SFGGeom.$  +  $SPen.$  +  $SCV.$

Donde :

**SLit.** : Valor del aspecto de susceptibilidad de las Unidades Litológicas.

**SFGGeom.** : Valor del aspecto de susceptibilidad de los Factores Geomorfológicos

**SPen.** : Valor del aspecto de susceptibilidad por la Pendiente Natural del Terreno.

**SCV.** : Valor del aspecto de susceptibilidad por el Tipo de Cobertura Vegetal.

La evaluación y análisis de los anteriores factores (internos), permite definir la importancia relativa de estos.

El factor externo o de disparo, se consideró la Precipitación Máxima Mensual de la zona:

**FD** : Valor del parámetro de disparo por precipitación máxima mensual.

El factor de disparo o (externo), se considera como la causa del incremento de la inestabilidad del área; su valoración dentro de la ecuación es:

$E_p$  = Susceptibilidad + Factor de Disparo

La Ecuación Final es:

$E_p = 3.0 SLit + 2.0 SFGGeom + 2.5 SPen + 1.5 SCV + 1.0 FD$

### 5.1. 2 Análisis y Proceso de Datos

#### Litología

La litología expresada como el tipo de roca o depósitos presentes en un área representa un papel considerable en el comportamiento dinámico de las laderas, taludes, etc. La litología, edad, origen y características geomecánicas, influyen en un alto porcentaje en la inestabilidad o estabilidad de una ladera, (véase tabla 5.1).

**TABLA N° 5.1.** CLASIFICACION Y CALIFICACION DE LAS UNIDADES GEOLOGICAS, CON RELACION A LA ESTABILIDAD.

UNIDAD LITOLOGICA	ESTABILIDAD	FACTOR
Depósitos de Terraza Alta (Qta) Depósitos de Terrazas Antiguas (Qt)	Alta	5.0
Depósitos de Terrazas Bajas (Qtb) Formación Caja (Tc)	Moderada	3.5
Depósitos Aluviales Recientes (Qar) Depósitos Aluviales Antiguos (Qal1)	Baja	1.5

### Geomorfología

Los rasgos y unidades morfológicas muestran las formas del terreno (relieve), como también involucra los factores geodinámicos que los modelan. En el área del municipio de Villanueva las unidades geomorfológicas están estrechamente ligadas con el paisaje y depositación - sedimentación de las unidades aflorantes.

Las unidades geomorfológicas presentes se evaluaron de acuerdo a la resistencia a los procesos erosivos (véase tabla N° 5.2).

**TABLA N° 5.2.** CLASIFICACION Y CALIFICACION DE LAS UNIDADES GEOMORFOLOGICAS DE ACUERDO A LA ESTABILIDAD.

UNIDAD GEOMORFOLOGICA	ESTABILIDAD	FACTOR
Paisaje de Altiplanicie (A) Paisaje de Piedemonte (P)	Alta	4.0
Llanura Fluviodeltaica (R1) Llanura Aluvial con Influencia Eólica (R2).	Media	3.0
Paisaje de Lomerío (L)	Moderada	2.0
Paisaje de Valle (V)	Baja	1.0

### Grado de Pendiente

Para el municipio de Villanueva, se definieron cuatro rangos de pendiente predominantes; Donde el primer rango corresponde a áreas de alta pendiente, relacionadas con zonas escarpadas y plegadas y frentes estructurales del terciario, el segundo rango corresponde a las áreas de pendientes moderadas, correspondiendo a las áreas de colinas o

sistemas montañosos con un relieve quebrado, el tercer rango corresponde a colinas o lomas bajas, con un relieve ondulado y el cuarto rango corresponde a las áreas planas de pendientes bajas, como terrazas bajas y depósitos aluviales, que afloran en la zona sur del municipio, (véase tabla N° 5.3).

**TABLA N° 5.3.** CLASIFICACION Y CALIFICACION DE LA PENDIENTE NATURAL DEL TERRENO, CON RELACION A LA ESTABILIDAD.

RANGO DE PENDIENTE	ESTABILIDAD	FACTOR
≤ 7 %	Alta	4
7 ≤ 25 %	Media	3
25 ≤ 50 %	Moderada	2
> 50%	Baja	1

### Precipitación Máxima Mensual.

Dentro del proceso de zonificación se tiene en cuenta la precipitación máxima, como factor externo y dinámico, que actúa como elemento de disparo, afectando el equilibrio de las unidades de roca en taludes y laderas, que resulta ser en determinados casos muy precaria dada las condiciones geológicas (alternancia de unidades duras y unidades blandas muy deleznable) y antrópicas (deforestación, implantación de coberturas no adecuadas).

Los análisis se realizaron con valores de frecuencia de precipitación máxima mensual para 5 estaciones meteorológicas que reportaron datos más confiables y ubicadas dentro del área de influencia del municipio de Villanueva.

Se trazaron isolíneas de intensidad máxima o isomáximas para 5 años de período de retorno (valor medio de los extremos máximos según el modelo de Gumbel), este valor corresponde al tiempo promedio en el cual la intensidad máxima establecida puede superar este valor por lo menos una vez cada 5 años, (véase tabla N° 5.4).

**TABLA N° 5.4.** CLASIFICACION Y CALIFICACION DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS MENSUALES, DE ACUERDO A SU INFLUENCIA EN LA ESTABILIDAD.

RANGO DE INTENSIDAD DE LLUVIAS MAX. mm/mes	INFLUENCIA EN LA ESTABILIDAD	FACTOR
< 550	Alta	6
550 < 650	Media	3
≥ 650	Baja	1

### Tipo de Cobertura Vegetal

El tipo de cobertura ejerce un papel muy importante en la protección mecánica del suelo contra los agentes erosivos (grado de incidencia de los factores climáticos), mantenimiento de la humedad y concentración del CO<sub>2</sub> y protección de fauna y flora, para las que ofrece condiciones favorables, absorción, almacenamiento y emisión de agua, además provee de protección a las condiciones climáticas adversas. Este proceso se ve acelerado por la intervención y mal uso que el hombre viene dando a este recurso, en la tabla N° 5.5, se observa la clasificación de la cobertura de acuerdo a la estabilidad.

**TABLA N° 5.5.** CLASIFICACION Y CALIFICACION DE LAS UNIDADES DE COBERTURA VEGETAL PARA LA ESTABILIDAD EN EL MUNICIPIO DE VILLANUEVA.

TIPO DE COBERTURA	ESTABILIDAD	FACTOR
Bosques (Galería, Primarios y Secundarios). Cultivos Permanente de Bosque Cultivos Permanente de Palma Esteros y Morichales	Alta	4
Rastrojos Altos Rastrojos Bajos + Pastos	Media	3
Pastos Cultivos Permanentes de Arroz Riego Cultivos Transitorios	Moderada	2
Suelos sin Vegetación y/o Poca Vegetación	Baja	1

### 5.1. 3 Resultados Obtenidos del Mapa de Estabilidad Potencial del Terreno:

A partir de la interacción de los parámetros anteriormente descritos, se establecieron

cuatro rangos de estabilidad desde Moderada a Alta, discriminándose así:

**Estabilidad Alta (EA):** La estabilidad alta es característico de los paisajes de Altiplanicie y Piedemonte, pendientes ≤ 7%, se evidencian bosques de galería, primarios y secundarios, cultivos permanentes de bosque y de palma, esteros y morichales, sobre depósitos cuaternarios de terraza.

Este rango de estabilidad se localiza en la Terraza de San Pedro, en las veredas de El Aeropuerto - La Bastilla, El Triunfo, Banquetas, La Colmena y El Casco Urbano y en la Zona de Planicie se localiza en las veredas de Las Mercedes (Insp. De San Agustín), La Comarca, parte de Puerto Rosales, Camarga- Lechemiel, Caimán Alto y Caimán Bajo, La Libertad, Floramarillo, El Fical, Buenos Aires Alto y Bajo, Isla El Amparo y Puerto Miriam; tiene un área de 68.121,5 hectáreas, correspondiendo al 81.26 % área del municipio, (véase plano N° F.B.8).

**Estabilidad Media (EM):** Se presente en la Llanura Fluviodeltaica y Aluvial con Influencia Eólica, pendientes entre el 7 y ≤ 25 %, vegetación de rastrojos altos y rastrojos bajos + pastos.

Este rango de estabilidad se localiza en la zona de influencia de los ríos Upía, Tua y Meta, en las veredas El Horqueton, El Encanto, Caracolí, Caimán Alto, El Fical, Buenos Aires Bajo, Vegas del Upía, Puerto Miriam (Insp. De Santa Helena del Upía), Floramarillo, Puerto Rosales, Santa Rita, Las Mercedes, borde de la terraza de san Pedro en las veredas de La Colmena y Banquetas; tiene un área de 15.635,2 hectáreas, correspondiendo al 18.65 % área del municipio.

**Estabilidad Moderada (EMo):** Se ubica dentro del paisaje de Lomerío, pendientes entre el 25 y ≤ 50 %, cobertura de pastos más cultivos permanentes de arroz riego y cultivos transitorios, áreas sin vegetación y/o poca vegetación, se evidencia en los depósitos de terrazas bajas y la formación Caja.

Se localiza en el talud de la terraza de San Pedro en jurisdicción de la vereda Banquetas; tiene un área de 70,7 hectáreas,

correspondiendo al 0.08 % área del municipio, (véase plano N° F.B.8).

## 5.2 MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN DE LOS SUELOS.

El grado de susceptibilidad a la erosión se entiende como la pérdida de suelo esperada, bajo la influencia de factores meteorológicos como la temperatura, precipitación, factores geológicos como el tipo de suelo, relieve, tipo de cobertura, pendiente del terreno, etc.

En el municipio de Villanueva se presentan varios tipos de erosión: erosión laminar, erosión en surcos, erosión en cárcavas (erosión en terrazas), erosión en lechos y erosión intensa en meandros.

Dentro del análisis de susceptibilidad a la erosión se tuvo en cuenta, Las Unidades de Suelo, Cobertura, Pendientes Naturales, Precipitación Máxima Mensual.

### 5.2.1 Determinación de factores y parámetros

El factor de susceptibilidad a la erosión se compone de los siguientes parámetros:

$$SE = STS + SP + SPM + STCV$$

Donde :

STS : Valor del parámetro de susceptibilidad por el tipo de suelo.

SP : Valor del parámetro de susceptibilidad por la pendiente del terreno.

SPM : Valor del parámetro de susceptibilidad por precipitaciones máximas mensuales.

STCV : Valor del parámetro de susceptibilidad por el tipo de cobertura vegetal.

El análisis e interacción de los anteriores parámetros permitió definir la importancia relativa de estos, de acuerdo a las condiciones observadas en el municipio de Villanueva y se asignó la siguiente valoración:

La ecuación matemática se expresa como sigue:

$$SE = 3.0 TCV + 3.5 P + 2.0 TS + 1.5 PM$$

## 5.2.2 Análisis y Proceso de Datos

### Susceptibilidad a la Erosión de los Suelos:

Las unidades de suelo se clasificaron de acuerdo a la vulnerabilidad a la erosión entendida esta como la susceptibilidad del suelo a la acción de los procesos erosivos, relacionado con las características intrínsecas del suelo, composición química y física, pendiente, precipitación media anual y altura sobre el nivel del mar, (Véase tablas N° 5.6 y N° 5.7).

**TABLA N° 5.6.** CLASIFICACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION DE LAS UNIDADES DE SUELO DEL MUNICIPIO DE VILLANUEVA.

Unidad de Suelo	Pendiente (%)	Precipitación anual (mm)	Altura (m.s.n.m.)
VAAa1	< 3	2500	530
VACa	< 3	2500	220
VACbx	3-7	2500	220
VACcx	7-12	2500	220
VAEf2	50-75	2500	520
VAEg3	> 75	2500	520
VL Ae2	25-50	2500	490
VLD b	3-7	2500	380
VLE b	3-7	2500	340
VPBa	< 3	2500	270
VRAa	< 3	2500	160
VREa	< 3	2000	280
VRFa	< 3	2000	280
VVBa	< 3	2500	320
VVBb	3-7	2500	320
VVCa	< 3	2500	320
VVCax	< 3	2500	320
VVEa	< 3	2500	280
VVF a	< 3	2500	200
VVGa	< 3	2000	270

**TABLA N° 5.7.** CALIFICACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION DE LAS UNIDADES DE SUELO DEL MUNICIPIO DE VILLANUEVA.

UNIDAD DE SUELO	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN	FACTOR
VAEf2, VAEg3	Muy alta	1
VL Ae2	Alta	2
VACbx, VACcx, VLD b, VLE b, VVB b	Moderada	3
VAAa1, VVBa, VVCa, VACa, VPBa, VRAa, VREa, VRFa, VVCax, VVEa, VVF a, VVGa	Baja	4

### Susceptibilidad a la Erosión para el Tipo de Cobertura Vegetal

El tipo de cobertura ejerce un papel muy importante en la protección mecánica del suelo contra los agentes erosivos, este proceso se ve acelerado por la intervención y mal uso que el hombre viene dando a este recurso, en la tabla N° 5.8, se observa la clasificación de la cobertura de acuerdo a la susceptibilidad a los procesos erosivos.

**TABLA N° 5.8.** CLASIFICACION Y CALIFICACION DEL TIPO DE COBERTURA DE ACUERDO A LA SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION PARA EN EL MUNICIPIO DE VILLANUEVA.

TIPO DE COBERTURA	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	FACTOR
Suelos Sin Vegetación y/o Poca Vegetación	Muy Alta	1
Cultivos Transitorios Cultivos Permanentes de Arroz Riego Rastrojos Altos Rastrojos Bajos + Pastos	Alta	2
Pastos Cultivos Permanentes de Bosque. Cultivos Permanentes de Palma.	Moderada	3
Bosques (Galería, Primarios y Secundarios) Esteros y Morichales	Baja	4

### Precipitación

Se considero la precipitación máxima mensual como uno de los agentes externos que más incide en los procesos erosivos en el municipio de Villanueva, este efecto se ve influenciado por el tipo de suelo presente, la pendiente del terreno y el tipo de cobertura vegetal que tenga el suelo, en la tabla N° 5.9, se observa el rango de intensidad de la precipitación máxima mensual.

**TABLA N° 5.9.** CLASIFICACION Y CALIFICACION DE LA PRECIPITACION MAXIMA MENSUAL CON RELACION A LA SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION.

RANGO DE INTENSIDAD DE LLUVIAS MAX. mm/mes	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	FACTOR
≥ 650	Alta	1
≥ 550 < 650	Media	3
< 550	Baja	6

### Pendiente Natural

La topografía tiene su efecto relevante sobre la susceptibilidad a la erosión, para el municipio de Villanueva se definieron cuatro rangos de pendiente predominantes; el primer rango corresponde a áreas de fuerte pendiente, relacionadas con zonas escarpadas y plegadas y frentes estructurales del terciario, el segundo rango corresponde a las áreas de pendientes moderadas, como colinas y/o montañas con un relieve altamente quebrado, el tercer rango corresponde a colinas bajas y/o lomas, con un relieve ondulado a quebrado y el cuarto rango corresponde a áreas planas de pendientes bajas, ligeramente onduladas, como terrazas y valles (véase tabla N° 5.10).

**TABLA N° 5.10.** CLASIFICACION Y CALIFICACION PARA RANGOS DE PENDIENTE CON RELACION A LA SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION.

RANGO DE PENDIENTE	SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION	FACTOR
> 50%	Muy Alta	1
25 ≤ 50 %	Alta	2
7 ≤ 25 %	Moderada	3
≤ 7 %	Baja	4

### 5.2.3 Resultados del Mapa de Susceptibilidad a la Erosión de Los Suelos.

Para el mapa de Susceptibilidad a la Erosión, se establecieron tres categorías:

**Susceptibilidad Alta a la Erosión de los Suelos (SAE):** Comprende las unidades de suelo: VAEf2, VAeg3, VLAe2, la cobertura vegetal predominante son: cultivos transitorios, permanentes de arroz riego, rastrojos altos y rastrojos bajos + pastos, áreas con poca vegetación y lluvias > 650 mm/mes.

Se localiza en el talud de la terraza de San Pedro en la vereda Banquetas; tiene un área de 126,4 hectáreas, correspondiendo al 0.15 % área del municipio, (véase plano N° F.B.9).

**Susceptibilidad Media o Moderada a La Erosión de los Suelos (SME):** Comprende las unidades de suelo: VACbx, VACcx, VLDb, VLEb, VVBb, La cobertura vegetal es de pastos, cultivos permanentes de bosque y de palma, con lluvias entre 550 y < 650 mm/mes.

Se localiza en el borde de la terraza y márgenes de los ríos Upía, Tua y Meta, en las veredas, Banquetas, La Colmena, El Encanto, Horqueton, Caracolí, Caimán Alto y Caimán Bajo, Vegas del Upía, Isla El Amparo, Puerto Miriam, Floramarillo y Puerto Rosales; tiene un área de 5.562,5 hectáreas, correspondiendo al 6.64 % área del municipio.

**Susceptibilidad Baja a la Erosión de los Suelos (SBE):** Comprende las unidades de suelo: VAAa1, VVBa, VVCa, VACa, VPBA, VRAa, VREa, VRFa, VVCax, VVEa, VVFa, VVGa, La cobertura vegetal es de bosques de galería, primarios y secundarios, esteros y morichales, con lluvias  $\leq 550$  mm/mes.

Se localiza en la planicie aluvial en las veredas Las Mercedes, Santa Rita, La Comarca, Camarga - Lechemiel, Puerto Rosales, Caimán Bajo y Alto, La Libertad, Floramarillo, Buenos Aires Alto y Bajo, Vegas del Upía, Isla El Amparo, Puerto Miriam, Caracolí y El Encanto y en la terraza de San Pedro las veredas de El Aeropuerto, El Triunfo, Banquetas, La Colmena y casco urbano; tiene un área de 78.138,6 hectáreas, correspondiendo al 93.21 % área del municipio, (véase plano N° F.B.9).

### 5.3 IMPORTANCIA HIDROGEOLÓGICA

Los aspectos Hidrogeológicos son de gran importancia, dentro del proceso de análisis y de zonificación física, aunque la caracterización se haya efectuado con base en las características intrínsecas de las unidades de roca aflorantes, por la ausencia de información de datos de profundidad como tampoco se tienen registros de monitoreo o rendimiento de los acuíferos profundos.

La importancia hidrogeológica de las unidades de roca cartografiadas, se definió involucrando factores inherentes a las rocas como porosidad, permeabilidad, litología, grado de pendiente, condiciones estructurales y factores externos como el tipo de cobertura vegetal y niveles de precipitación promedio multianual.

#### 5.3.1 Unidades de Importancia Hidrogeológica

Las categorías de importancia hidrogeológica de las unidades de roca evaluadas, incluyen áreas de Alta, Media Moderada y Baja Importancia Hidrogeológica, véase plano de importancia hidrogeológica.

#### Unidad de Alta Importancia Hidrogeológica

A esta unidad pertenecen las zonas de alta descarga hídrica o presencia de nacederos (Zd), agrupando las áreas donde la tabla de agua intercepta la superficie del terreno, localizada especialmente hacia las partes altas del municipio. Dentro de esta unidad se incluyen manantiales y/o humedales; corresponden a esta unidad los afloramientos de la Formación Caja (Tc) y los depósitos de Terraza Antigua (Meseta), (Qt), estas unidades permiten el movimiento y evacuación de las aguas, ejerciendo una función de regulación del ciclo hidrológico, manteniendo un aporte continuo de agua durante las diferentes épocas del año, (véase plano de importancia hidrogeológica).

#### Unidad de Mediana Importancia Hidrogeológica

Agrupar las zonas de recarga hídrica (Zr) conformada por las zonas de Percolación (Zp) y zonas de infiltración (Zi); Las zonas de recarga hídrica, son áreas conformadas por material con alta permeabilidad y porosidad, ubicadas en zonas donde se presenta la mayor pluviosidad en el municipio y localizadas estratégicamente, donde la recarga hídrica se presenta en toda la superficie del depósito, por su carácter permeable permite la recarga de acuíferos más superficiales.

Las zonas de infiltración, agrupan áreas de alta permeabilidad, limitadas por niveles impermeables; a esta unidad pertenecen los depósitos Aluviales Antiguos (Qa1) y los depósitos de Terraza Alta (Qta); estas unidades permiten no solo el almacenamiento de agua, transporte, sino que también evacuan agua en épocas secas, ejerciendo una función de regulación del ciclo hidrológico, manteniendo un aporte continuo de agua durante las épocas de sequía.

También se incluyen las unidades con características de percolación en acuíferos libres, localizados sobre los valles aluviales de

los ríos y quebradas principales, conformados por los depósitos aluviales recientes (Qar); constituidos por depósitos recientes no consolidados presentando alta permeabilidad y porosidad.

### Unidad de Baja Importancia Hidrogeológica

Pertenecen a esta unidad las áreas donde la escorrentía es la característica principal, los suelos son de baja permeabilidad y se encuentran ubicadas en zonas de mediana y baja pendiente; corresponden a esta unidad los depósitos de las Terrazas Bajas (Qtb), véase tabla N° 5.11.

**TABLA N° 5.11** CLASIFICACION DE LAS UNIDADES GEOLOGICAS, DE ACUERDO A SUS CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS.

UNIDADES GEOLOGICAS	CARACTERÍSTICA
Formación Caja (Tc) Cuaternario de Terraza Antigua (Qt)	Zona de Descarga (Zd), presencia de Nacederos de Agua
Cuaternario Aluvial Antiguo (Qal1) Cuaternario de Terraza Alta (Qta) Cuaternario Aluvial Reciente (Qar)	Zonas de Recarga Hídrica (Zr), (Infiltración + Percolación)
Cuaternario de Terraza Baja (Qtb)	Zonas de Escorrentía (Ze)

### 5.3.2 Determinación de Factores y Parámetros

Para obtener el mapa de Importancia hidrogeológica, se clasificaron y calificaron las unidades de acuerdo a las características intrínsecas de las unidades de roca, (véase tabla N° 5.12).

**TABLA N° 5.12** CLASIFICACION Y CALIFICACION DE LAS UNIDADES HIDROGEOLOGICAS, DE ACUERDO A SU IMPORTANCIA:

UNIDADES HIDROGEOLOGICAS	IMPORTANCIA	FACTOR
Zona de Descarga de Agua (nacederos) (Zd)	Alta	1
Zonas de Recarga Hídrica (Infiltración + Percolación) (Zr)	Moderada	3
Zonas de Escorrentía, (Ze)	Baja	6

### 5.3.3 Recomendaciones

La importancia del análisis de las unidades hidrogeológicas, permite conocer las potencialidades y funciones de estas, para asumir acciones tendientes a su conservación, manejo y uso adecuado y/o no-intervención.

Correlacionada la información hidrogeológica, junto con la función específica de los bosques de galería, se debe asumir una acción de protección de una franja paralela a estas corrientes no menor de 30 metros, por cuanto esta zona tiene una función específica de regulación del ciclo hidrológico.

Es indispensable que en lo posible estas áreas no sean intervenidas, ya sea para implantación de cultivos, construcción de obras de ingeniería, salvo obras de contención, de captación de aguas y/o ponederos con restricciones y previo visto bueno de la entidad ambiental.

Es fundamental la culminación y ampliación de la cobertura del servicio de alcantarillado en el área urbana o en su defecto la construcción y utilización de los tanques sépticos en lugar de letrinas, por cuanto los campos de infiltración descargan aun nivel más alto en el perfil del suelo, brindando así condiciones más favorables para la eliminación de patógenos, la descarga hidráulica es menor a las encontradas en las letrinas, su fácil construcción y mantenimiento ofrece mejores condiciones de salubridad.

Protección especial en las zonas de infiltración del municipio, por cuanto es vulnerable a la contaminación, la implantación de una actividad específica deberá contar con el respectivo estudio de Impacto Ambiental y su Plan de Manejo, conforme a lo establecido en la legislación ambiental vigente, que garantice la conservación de la zona y su no-afectación. Conservación y recuperación de las áreas de afloramientos de agua o nacederos, por su alta sensibilidad; estas áreas permiten que haya un aporte continuo de agua hacia las corrientes hídricas, siendo necesario establecer acciones, con miras a evitar su deterioro y desaparición.

## 5.5 MAPA DE CONFLICTOS DE USO DEL SUELO

El conflicto de uso se define como la diferenciación de uso que se le esta dando a los suelos, teniendo en cuenta su capacidad potencial y el uso actual.

El mapa de conflictos de uso del suelo, se genera a partir del mapa de uso potencial del suelo, más el mapa de uso actual (cobertura); Identificándose las áreas críticas o conflictivas de uso.

### 5.5.1 Determinación de Factores y Parámetros

Las unidades de suelo se agruparon de acuerdo a su uso óptimo y teniendo en cuenta el criterio de producción, adicionalmente se consideraron las siguientes características: Propiedades químicas, textura, drenaje, pendientes, identificándose las siguientes unidades de uso: agroforestal, protección, agropecuario y forestal, véase tablas N°5.13 y 5.14.

**TABLA N° 5.13.** USO OPTIMO DE LAS UNIDADES DE SUELO DE ACUERDO AL PAISAJE.

PAISAJE	UNIDAD DE SUELO	USO OPTIMO
Altiplanicie	VVAa1	Agroforestal
	VACa	Agroforestal
	VACbx	Agroforestal
	VACcx	Agroforestal
	VAEf2	Protección
Lomerío	VAEg3	Protección
	VLAE2	Agroforestal
	VLDdb	Agroforestal
Piedemonte	VLEb	Agroforestal
	VPBa	Agropecuario
Planicie	VRAa	Agropecuario
	VREa	Agropecuario
	VRFa	Agroforestal
Valle	VVBa	Agroforestal
	VVBb	Agroforestal
	VVCa	Agroforestal
	VVCax	Forestal
	VVEa	Agropecuario
	VVFa	Agropecuario
VVGa	Forestal	

**TABLA N° 5.14.** CLASIFICACION Y CALIFICACION DE LAS UNIDADES DE SUELO CON RELACION AL USO POTENCIAL.

UNIDAD DE SUELO	USO OPTIMO	FACTOR
VPBa, VRAa, VREa, VVEa, VVFa	Agropecuario	4
VAAa1, VVBa, VVCa, VACa, VACbx, VACcx, VLAe2, VLDdb, VLEb, VRFa, VVBb	Agroforestal	3
VVCax, VVGa	Forestal (productor)	2
VAEf2, VAEg3	Protección	1

De acuerdo a la evolución, modificación del paisaje por agentes externos, degradación de los ecosistemas, esta clasificación puede tomar un criterio diferente como el de Conservación-protección, donde se le daría mayor importancia a las unidades de protección. Si el criterio a considerar es el de sostenibilidad, el mayor valor o importancia sería probablemente para las unidades agroforestales; estos criterios se tienen en cuenta tanto para las unidades de suelo como para las unidades de cobertura vegetal.

De acuerdo a las unidades de uso actual o cobertura, presentes en el municipio de Villanueva, la clasificación es la siguiente, véase tabla N° 5.15.

**TABLA N° 15.** CLASIFICACION Y CALIFICACION DEL USO ACTUAL DEL SUELO (Cobertura)

TIPO DE COBERTURA	FUNCION	FACTOR
Pastos Cultivos Transitorios Cultivos Permanentes de Arroz Riego. Rastrojos Bajos + Pastos	Producción (agropecuaria)	4
Cultivos Permanente de Bosque	Forestal (Productor)	3
Cultivos Permanentes de Palma Rastrojos Altos	Protección Producción	2
Bosques (Galería, Primarios y Secundarios) Esteros, Morichales Cuerpos de Agua. Suelos Sin Vegetación y/o Poca Vegetación	Protección Absoluta	1

Resumiendo la ecuación matemática sería:

$CUS(\text{Conflicto de Uso del Suelo}) = \text{Uso Actual} + \text{Uso Potencial del Suelo}$ .

$CUS = UA + UP$

Donde:

UA = Valor del aspecto del Uso Actual del suelo

UP = Valor del aspecto del Uso Potencial del suelo.

La ecuación matemática se expresa como sigue:

$CUS = 4.0 UA + 6.0 UP$

### 5.5.2 Tipos de Conflicto de Uso del Suelo

Dependiendo del grado de diferencia que exista entre el uso potencial del suelo y el uso que en la actualidad se le está dando, se determina el tipo de conflicto de uso, estos serían:

**Uso Adecuado (A):** Se presenta cuando el uso actual del suelo coincide con el uso potencial del mismo. Por ejemplo, áreas que potencialmente deben ser dedicadas a bosques protectores, la evaluación de campo indica que su uso actual corresponde a un bosque primario no intervenido.

**Uso Inadecuado (I):** Se presenta cuando el uso actual de un suelo supera las exigencias del uso potencial del mismo, teniendo en cuenta sus propiedades físicas, químicas, etc. Por ejemplo, un área utilizada en cultivos en suelo aptos para uso forestal.

**Uso Subutilizado (S):** Se presenta en áreas donde se desaprovecha el uso potencial del suelo (lo que puede producir), en relación con el uso actual. Por ejemplo, una zona de rastrojo que podría ser aprovechada en cultivos.

La identificación de los tipos de conflictos de uso del suelo del Municipio de Villanueva, permitirá generar propuestas para un manejo adecuado y orientar mejor la producción y minimizar la degradación de los recursos naturales y del medio ambiente.

### 5.5.3 Resultados del Mapa de Conflictos de Uso del Suelo

El mapa de conflictos de uso del suelo se realizó teniendo en cuenta el criterio de producción. Asimismo, para su elaboración se utilizó un mapa de cobertura del suelo (Uso Actual) del año 1994 y el mapa de Uso Potencial del Suelo, determinándose tres rangos de conflicto de uso del suelo:

**Conflicto De Uso Adecuado (A):** Cuando el uso actual del suelo corresponde con su aptitud. Por ejemplo, áreas con aptitud para bosques de protección, como las márgenes de las corrientes de agua, se encuentran cubiertas con bosques primarios no intervenidos, se localiza en las veredas El Horquetón, El Encanto y Caracolí, por estar clasificados en la Clase III, son aptos para el desarrollo de agricultura, también se encuentra en las veredas Caimán Alto, Caimán Bajo, El Fical, Buenos Aires Alto, Buenos Aires Bajo, apto para agricultura.

Tiene un área de 35.016,86 hectáreas, correspondientes al 41.77 % del territorio municipal.

**Conflicto De Uso Sub-Utilizado (S):** Se presenta en áreas donde se desaprovecha la aptitud del suelo teniendo en cuenta su fertilidad. Por ejemplo, el establecimiento de pasturas en suelos de vega que pueden ser utilizados para cultivos alimenticios o huertas familiares.

Se localiza en el área de la Mesa de San Pedro, en las veredas Aeropuerto-La Bastilla, El Triunfo, La Colmena y Banquetas. Estas áreas están actualmente dedicadas a pastos pudiéndose utilizar mejor estableciendo plantaciones de cítricos y otros frutales tolerantes a suelos bien drenados, En las veredas La Camarga-Lechemiel, La Comarca, Floramarillo y Las Mercedes, en áreas aledañas a la Mesa de San Pedro, existen terrenos intervenidos de pendientes suaves donde actualmente crecen pastos naturales, en las veredas Puerto Miriam y Buenos Aires Bajo, la cobertura boscosa ha sido intervenida para la siembra de cultivos comerciales de arroz de secano; tiene un área de 11.610,67 hectáreas correspondientes al 13.86 % del territorio municipal.

**Conflicto De Uso Inadecuado (I):** Cuando el uso actual del suelo no corresponde a su aptitud afectando otros recursos naturales. Por ejemplo, el establecimiento de cultivos de arroz en rotación con sorgo y otros en las vegas de los ríos, talando los bosques de las márgenes, causando inestabilidad en el suelo y provocando procesos de erosión como socavamiento.

Se localiza en las vegas del río Upía, en las veredas El Horquetón, El Encanto, Caracolí, Caimán Alto, Caimán Bajo, El Fical, Buenos Aires Alto Buenos Aires Bajo, Vegas del Upía, Isla El Amparo y Puerto Miriam, las vegas del río Meta, en la vereda Puerto Miriam, han sido también altamente intervenidas para el establecimiento de cultivos y/o potreros, de igual manera las vegas del río Tua, en las veredas Buenos Aires Alto, Floramarillo, La Camarga-Lechemiel, Puerto Rosales, Santa Rita y Las Mercedes, han sido igualmente intervenidas para establecer cultivos de pancoger y/o pasturas; tiene un área de 37.200.09 hectáreas correspondiendo al 44.37 % del área total del municipio, (véase plano N° F.B.10).

## 5.6 MAPA DE OFERTA BIOFÍSICA DEL MUNICIPIO.

El mapa del diagnóstico de la Oferta Biofísica del municipio, fue el producto de la combinación o interacción de los mapas de Estabilidad, donde se consideró cuatro categorías de estabilidad, Alta, Media, Moderada y Baja; Susceptibilidad a la Erosión, considerándose tres categorías, Alta, Media y Baja; Importancia Hidrogeológica, se consideraron cuatro categorías de zonificación, Alta, Media, Moderada y Baja, junto con el Mapa de Conflictos de Uso del Suelo, considerándose tres categorías de zonificación Uso Adecuado, Subutilizado e Inadecuado, desde el punto de vista de la producción; en cada unidad se tubo en cuenta varios parámetros de cualificación de cada unidad macro de zonificación.

Dentro del proceso de análisis, se realizó la valoración y peso relativo de los diversos indicadores a combinar, permitiendo la obtención del **Mapa de Oferta Biofísica del Municipio de Villanueva, desde el punto de**

**vista de la Producción**, por lo anterior la leyenda será de una característica alta, la zona que ofrezca mejores condiciones agropecuarias, utilizando para este proceso el Sistema de Información Geográfico (ARC/INFO), a una escala 1:75.000.

### 5.6.1 Determinación de Factores y Parámetros

Para obtener el mapa de Oferta Biofísica del municipio, se interactuaron los siguientes parámetros: El grado de Estabilidad Potencial del Terreno, La Susceptibilidad a la Erosión de los Suelos, La Importancia Hidrogeológica y los Conflictos de Uso del Suelo.

Oferta Biofísica (**OBF**) = Grado de Estabilidad Potencial del Terreno (**Ep**) + Grado de Susceptibilidad a la Erosión (**SE**) + Importancia Hidrogeológica (**IH**) + El Conflicto de Uso del Suelo (**CUS**):

$$\text{OBF} = \text{Ep} + \text{SE} + \text{IH} + \text{CUS}$$

Las condiciones intrínsecas de cada parámetro y el enfoque general de zonificación, permitió establecer la siguiente valoración:

$$\text{OBF} = 3.0(\text{E}) + 1.5(\text{SE}) + 3.0(\text{IH}) + 2.5(\text{CUS}).$$

### 5.6.2 Resultados del Mapa de Oferta Biofísica del Municipio.

La combinación de los anteriores mapas arrojó como resultado cinco unidades de importancia biofísica, con diferentes categorías en cuanto a estabilidad, susceptibilidad a la erosión, e importancia hidrogeológica, tipo de conflictos de uso que tenga cada unidad y buenas condiciones para la producción agropecuaria, estas son:

**Oferta Biofísica Alta:** Característico de los paisajes de Planicie y Valle, se evidencian bosques más rastrojos altos y rastrojos bajos + pastos, presenta estabilidad alta a moderada y alta resistencia a los procesos erosivos), susceptibilidad a la erosión baja, importancia hidrogeológica baja característica de las zonas de escorrentía, el uso del suelo es adecuado en su mayor parte, inadecuado sobre márgenes de los cuerpos de agua y subutilizado sectorizadamente en menor proporción, existen algunas zonas de protección.

Se localiza en Las Mercedes, Santa Rita, parte de Puerto Rosales, Camarga- Lechemiel, Caimán Alto y Caimán Bajo, La Libertad, Floramarillo, El Fical, Buenos Aires Alto y Bajo, Isla El Amparo y Puerto Miriam, La libertad, El Horqueton, Caracolí, el Triunfo; tiene un área de 67.205,6 hectáreas, correspondiendo al 80.17 % área del municipio.

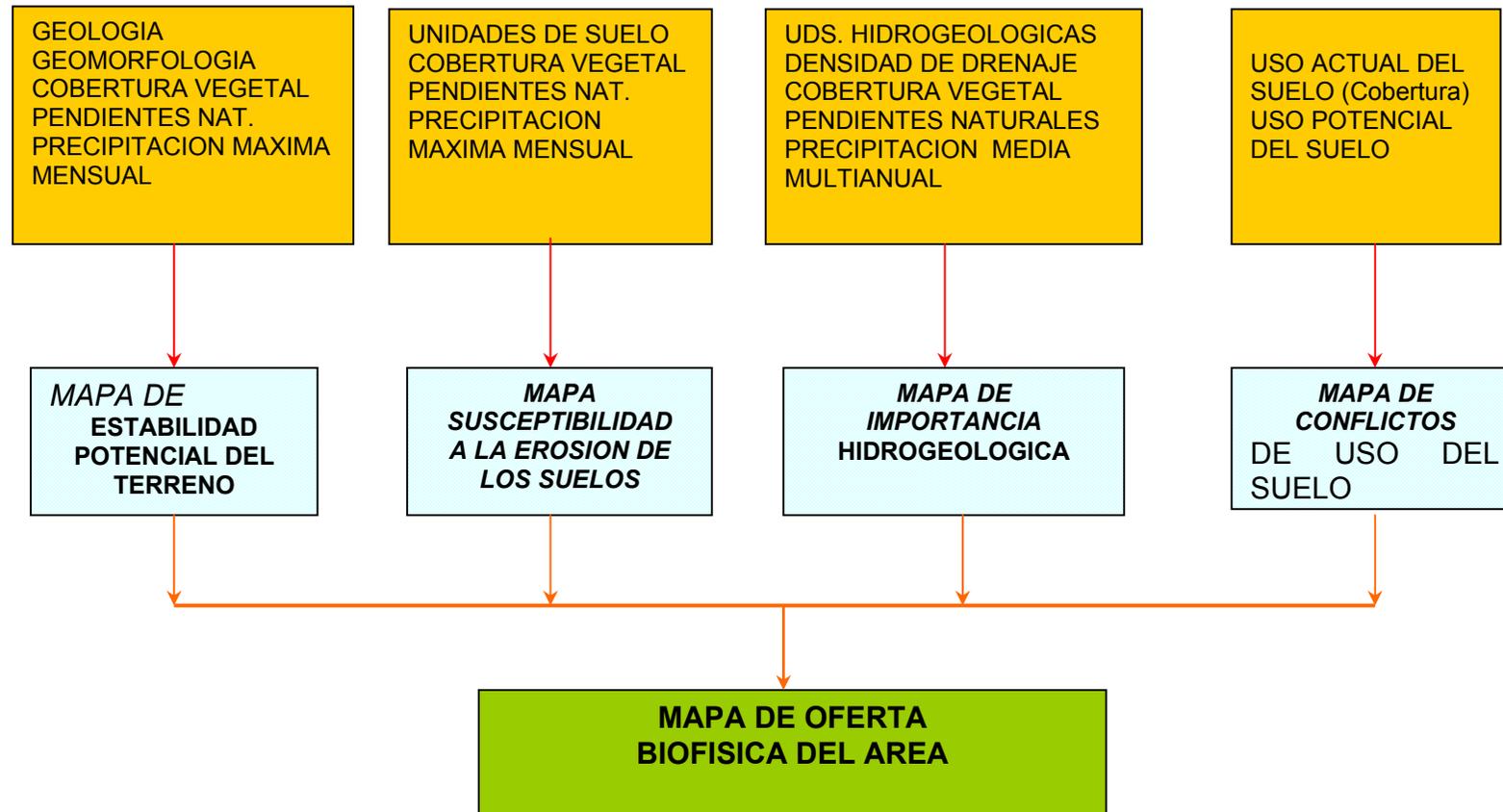
**Oferta Biofísica Media: En los paisajes de** Altiplanicie, Planicie y Valle, presenta estabilidad alta a moderada y grado medio de incidencia de los procesos denudativos), susceptibilidad a la erosión de moderada a baja, importancia hidrogeológica moderada, se evidencia zonas de percolación más infiltración, el uso del suelo es subutilizado en su mayor parte a inadecuado sobre los cuerpos de agua y talud de la terraza; la cobertura es de pastos más rastrojos y pastos naturales.

Se localiza en las veredas de El Aeropueto - La Bastilla, El Triunfo, Banquetas, La Colmena, márgenes de los ríos Upía, Tua y Meta, principalmente en las veredas de Puerto Miriam, Vegas del Upía, Buenos Aires Alto, El Fical, Caimán Alto y Bajo, Horqueton, Caracolí, Las Mercedes y Santa Rita; tiene un área de 16.505,6 hectáreas, correspondiendo al 19.69 % área del municipio.

**Oferta Biofísica Baja (área de protección especial):** Paisaje de Lomerío, la estabilidad varía de moderada a baja y alto grado de incidencia de los procesos denudativos), alta a moderada susceptibilidad a la erosión, el uso del suelo es inadecuado, presenta suelos con escasa y/o poca vegetación

Se localiza en la vereda Banquetas, tiene un área de 116,0 hectáreas, correspondiendo al 0.14 % área del municipio.

**FIGURA N° 4.1. ESQUEMA DE ZONIFICACION DEL SUBSISTEMA FISICO-BIOTICO DEL MUNICIPIO DE VILLANUEVA**



**FIGURA N° 4. 2 ESQUEMA GENERAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL  
MUNICIPIO DE VILLANUEVA**

