

**ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA,  
ESCALA 1:100000 EN LOS DEPARTAMENTOS DE HUILA, META Y CAQUETA  
EMPLEANDO SIG.**

**JAIRO DANIEL PORTILLA ROJAS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA  
IPRED  
PROGRAMA DE INGENIERIA FORESTAL  
MÁLAGA  
2015**

**ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA,  
ESCALA 1:100000 EN LOS DEPARTAMENTOS DE HUILA, META Y CAQUETA  
EMPLEANDO SIG.**

**JAIRO DANIEL PORTILLA ROJAS**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Forestal**

**Director  
ROSA HELENA LOZANO CUEVAS  
Ingeniera Forestal**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA  
IPRED  
PROGRAMA DE INGENIERIA FORESTAL  
MÁLAGA  
2015**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a nuestro señor, a la memoria de mi **padre** a quien le prometí que sería un profesional y una persona de bien, a mi **madre** y **hermanos**, toda mi **familia** y **amigos**, porque gracias a ellos que siempre me apoyaron y me ayudaron pude lograr alcanzar este gran sueño.

A mi esposa **ERIKA URIBE** y a mi hija **JADE** quienes son mi más grande tesoro y mi más grande sueño.

## AGRADECIMIENTOS

Con un gran orgullo y mucha felicidad le doy las gracias a la Universidad Industrial de Santander y en especial a la sede de Málaga y todos sus administrativos y docentes quienes fueron un grupo de personas que dieron todo de sí mismos para que yo pudiese lograr este gran reto y formar en mi un buen profesional y de gran ética.

Agradezco con mucho fervor al ingeniero **LUIS BERNARDO TORRES PEÑA** que en paz descanse, quien fue un gran guía durante la mayor parte de la carrera, dándonos siempre la motivación para seguir adelante y no decaer en el camino a ser profesional, y sobre todo por ser un ejemplo a seguir para muchos de nosotros.

También agradezco a mi directora de este trabajo la Ingeniera **ROSA HELENA LOZANO CUEVAS**, y el ingeniero **VICTORIANO VARGAS**, por el tiempo, ayuda y conocimiento que nos ha brindado durante todo este proceso que se lleva acabo para la realización del trabajo de grado y que con gran entusiasmo se ha culminado.

De igual manera agradezco a todos mis compañeros y amigos que estuvieron siempre dándome a poyo y motivación para cumplir esta gran meta, y en especial a **ELKIN FABIÁN ARCINIEGAS CHAPARRO** por estar ahí conmigo hombro a hombro para lograr esta gran meta.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	19
1.PROBLEMA	21
2. OBJETIVOS	23
2.1 OBJETIVO GENERAL	23
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	23
3. MARCO REFERENCIAL	24
3.1.1. Departamento del Huila	24
3.1.2. Departamento del Meta	28
3.1.3 Departamento del Caquetá	32
3.2. MARCO LEGAL	43
3.3. MARCO CONCEPTUAL.	46
4. DISEÑO METODOLOGICO	50
4.1 TIPO DE ESTUDIO	50
4.2 ATRIBUTOS QUE COMPONEN LA COBERTURA DE LA TIERRA.	51
4.2.1. Susceptibilidad a los movimientos en masa	51
4.2.2 Profundidad radicular:	54
4.2.3. Evapotranspiración	55
4.2.4. Drenaje profundo	60
4.2.5. Número estrato	65
5. ANALISIS DE RESULTADOS	68
5.1. MAPA DE LOCALIZACIÓN.	68

5.2. ANALISIS DE SUSCEPTIBILIDAD DE LA TIERRA.	70
5.2.1. Análisis de susceptibilidad plancha 324	71
5.2.2 Profundidad radicular:	74
5.2.3 Evapotranspiración	78
5.2.4 Drenaje profundo	82
5.2.5 Número estrato	86
5.2.6 Análisis susceptibilidad plancha 325	92
5.2.7 Evapotranspiración:	98
5.2.8 Drenaje profundo:	101
5.2.9 Numero estrato:	104
5.2.10 Análisis susceptibilidad plancha 346	110
5.2.11 Profundidad radicular:	113
5.2.12 Evapotranspiración:	116
5.2.13 Drenaje profundo.	119
5.2.14 Número estrato	122
5.2.15. Análisis de susceptibilidad plancha 347	127
5.2.16 Profundidad radicular:	130
5.2.17. Evapotranspiración:	133
5.2.18 Drenaje profundo	136
5.2.19 Numero estrato.	138
5.2.20. Análisis susceptibilidad plancha 368	143
5.2.21 Profundidad radicular.	147
5.2.22. Evapotranspiración.	150
5.2.23. Drenaje profundo.	153
5.2.24. Número estrato:	156
5.2.25 Análisis susceptibilidad plancha 391	162
5.2.26. Profundidad radicular.	166
5.2.27 Evapotranspiración.	169
5.2.28 Drenaje profundo.	172
5.2.29 Número estrato.	175

6. CONCLUSIONES	182
7. RECOMENDACIONES	184
BIBLIOGRAFIA	185
ANEXOS	16

## LISTA DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Rangos de susceptibilidad.	52
Cuadro 2. Valores utilizados para la obtención de la calificación de la variable Profundidad Radicular.	55
Cuadro 3. Coeficiente de cultivo	58
Cuadro 4. Adaptación a los climas manejados en la capa de ecosistemas	59
Cuadro 5. Valores utilizados para la obtención de la calificación de la variable Evapotranspiración.	60
Cuadro 6. Grupos de suelos que contempla el método curva número.	61
Cuadro 7. Valor de curva numero para las coberturas.	61
Cuadro 8. Clasificación del coeficiente de cultivo (Kc).	64
Cuadro 9. Valores utilizados para la obtención de la calificación de la variable drenaje profundo.	65
Cuadro 10. Valores utilizados para la obtención de la calificación de la variable número estrato.	67
Cuadro 11 . Cuantificación de las coberturas presentes en la plancha 324	71
Cuadro 12. Calificación del atributo profundidad radicular de la plancha 324.	75
Cuadro 13. Calificación del atributo evapotranspiración de la plancha 324.	79
Cuadro 14. Calificación del atributo drenaje profundo de la plancha 324.	83
Cuadro 15. Calificación del atributo Numero estrato de la plancha 324.	87

Cuadro 16. Cuantificación de las coberturas de la tierra presente en la plancha 325.	92
Cuadro 17. Calificación del atributo profundidad radicular plancha 325	95
Cuadro 18. Calificación del atributo evapotranspiración de la plancha 325.	98
Cuadro 19. Calificación del atributo Drenaje profundo de la plancha 325	101
Cuadro 20. Calificación del atributo número estrato de la plancha 325.	104
Cuadro 21. Cuantificación de las coberturas presentes en la plancha 346	110
Cuadro 22 . Calificación del atributo profundidad radicular de la plancha 346	113
Cuadro 23. Calificación del atributo Evapotranspiración de la plancha 346.	116
Cuadro 24. Calificación atributo atributo Drenaje profundo de la plancha 346.	119
Cuadro 25. Calificación del atributo Número estrato de la plancha 346.	122
Cuadro 26. Cuantificación de las coberturas presentes en la plancha 347.	127
Cuadro 27. Calificación atributo Profundidad radicular de la plancha 347.	130
Cuadro 28. Calificación atributo Evapotranspiración de la plancha 347.	133
Cuadro 29. Calificación atributo Drenaje profundo de la plancha 347.	136
Cuadro 30. Calificación del atributo Número estrato de la plancha 347.	138
Cuadro 31. Cuantificación de las coberturas presentes en la plancha 368.	143
Cuadro 32. Calificación atributo Profundidad radicular de la plancha 368	147
Cuadro 33. Calificación atributo Evapotranspiración de la plancha 368.	150
Cuadro 34. Calificación atributo Drenaje profundo de la plancha 368.	153
Cuadro 35. Calificación atributo número estrato de la plancha 368.	156
Cuadro 36. Cuantificación de las coberturas presentes en la plancha 391.	162

Cuadro 37. Calificación atributo Profundidad radicular de la plancha 391.	166
Cuadro 38. Calificación atributo Evapotranspiración de la plancha 391	169
Cuadro 39. Calificación atributo drenaje profundo de la plancha 391.	172
Cuadro 40. Calificación atributo Número estrato de la plancha 391	175

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Unidades de coberturas de la tierra para la leyenda nacional, escala 1:100.000, de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia.	39
Figura 2. Efectos de la vegetación sobre el suelo.	51
Figura 3. Procedimiento para el cálculo de sensibilidad de cobertura de la tierra.	52
Figura 4. Proceso para el cálculo de la Susceptibilidad de Cobertura de la tierra.	54
Figura 5. Diagrama de flujo de obtención de la variable Profundidad Radicular	55
Figura 6, Diagrama de flujo de obtención de la variable Evapotranspiración.	57
Figura 7. Diagrama de flujo de obtención de la variable drenaje profundo.	63
Figura 8. Diagrama de flujo de obtención de la variable número estrato.	67
Figura 9. Mapa localización.	69
Figura 10 . Mapa con las unidades de cobertura de la tierra plancha 324.	73
Figura 11. Unidades cobertura de la tierra plancha 324.	74
Figura 12. Mapa calificación atributo profundidad radicular de la plancha 324.	77
Figura 13. Mapa calificación del atributo evapotranspiración de la plancha 324.	81
Figura 14. . Mapa calificación del atributo Drenaje profundo de la plancha 324.	85
Figura 15 . Mapa calificación del atributo Numero estrato de la plancha 324	88
Figura 16. Categoría de la susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 324.	89
Figura 17. Mapa categoría susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 324.	91
Figura 18. Mapa con las unidades de cobertura de la tierra de la plancha 325.	94
Figura 19. Unidades cobertura de la tierra de la plancha 325	95
Figura 20. Mapa calificación atributo profundidad radicular de la plancha 325	97

Figura 21. Mapa calificación del atributo evapotranspiración de la plancha 325.	100
Figura 22. Mapa calificación del atributo Drenaje profundo de la plancha 325.	103
Figura 23 . Mapa calificación atributo Número estrato de la plancha 325	106
Figura 24. Categoría de susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 325.	107
Figura 25. . Mapa categoría de susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 325	109
Figura 26. Mapa con las unidades de cobertura de la tierra de la plancha 346	111
Figura 27. Unidades coberturas de la tierra de la plancha 346	112
Figura 28. Mapa calificación atributo Profundidad radicular de la plancha 346.	115
Figura 29. Mapa calificación del atributo Evapotranspiración de la plancha 346	118
Figura 30. Mapa calificación del atributo Drenaje profundo de la plancha 346.	121
Figura 31 . Mapa calificación del atributo Número estrato de la plancha 346.	123
Figura 32. Categoría de susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 346.	124
Figura 33. Mapa categoría de susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 346	126
Figura 34. Mapa con las unidades de cobertura de la tierra de la plancha 347	128
Figura 35. Unidades coberturas de la tierra de la plancha 347 en función del porcentaje de área.	129
Figura 36. Mapa calificación Profundidad radicular dela plancha 347	132
Figura 37. Mapa calificación Evapotranspiración de la plancha 347.	135
Figura 38. Mapa calificación atributo Drenaje profundo de la plancha 347	137
Figura 39. Mapa Calificación del atributo Número estrato de la plancha 347	139
Figura 40. Categoría de susceptibilidad de la variable cobertura de la tierra de la plancha 347	140
Figura 41. Mapa categoría de susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 347.	142

Figura 42. Mapa con las unidades de la tierra de la plancha 368	145
Figura 43. Unidades cobertura de la tierra de la plancha 368 en función del porcentaje de área.	146
Figura 44. Mapa calificación del atributo Profundidad radicular de la plancha 368	149
Figura 45. Mapa calificación del atributo Evapotranspiración de la plancha 368.	152
Figura 46. Mapa calificación del atributo Drenaje profundo de la plancha 368	155
Figura 47. Mapa calificación del atributo número estrato de la plancha 368	158
Figura 48. Categoría de susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 368.	159
Figura 49. Mapa categoría de la susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 368.	161
Figura 50. Mapa con las unidades de la tierra de la plancha 391	164
Figura 51. . Unidades cobertura de la tierra de la plancha 391 en función del porcentaje de área.	165
Figura 52. Mapa calificación del atributo Profundidad radicular de la plancha 391	168
Figura 53. Mapa calificación del atributo Evapotranspiración de la plancha 391.	171
Figura 54. Mapa calificación del atributo Drenaje profundo de la plancha 391	174
Figura 55. Mapa calificación del atributo número estrato de la plancha 391	177
Figura 56. Categoría de la susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 391	178
Figura 57. Mapa categoría de la susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 391.	180

## **LISTA DE ANEXOS (En carpeta).**

Anexo A. Base de datos geográfica (Geodatabase), plancha 324

Anexo B. Base de datos geográfica (Geodatabase), plancha 325

Anexo C. Base de datos geográfica (Geodatabase), plancha 346

Anexo D. Base de datos geográfica (Geodatabase), plancha 347

Anexo E. Base de datos geográfica (Geodatabase), plancha 368

Anexo F. Base de datos geográfica (Geodatabase), plancha 391

Anexo G. Leyendas y memorias plancha 324

Anexo H. Leyendas y memorias plancha 325

Anexo I. Leyendas y memorias plancha 346

Anexo J. Leyendas y memorias plancha 347

Anexo K. Leyendas y memorias plancha 368

Anexo L. Leyendas y memorias plancha 391

Anexo M. Capa de cobertura de la tierra 2005-2007

Anexo N. Capa de ecosistemas 2005-2007

Anexo O. Capa de suelos 2005-2007

## RESUMEN

**TÍTULO:** ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA, ESCALA 1:100000 EN LOS DEPARTAMENTOS DE HUILA, META Y CAQUETA EMPLEANDO SIG.\*

**AUTOR:** JAIRO DANIEL PORTILLA ROJAS\*\*

**PALABRAS CLAVES:** SUSCEPTIBILIDAD, ZONIFICACIÓN, GRILLA, CARACTERIZACIÓN, EDAFOLÓGICOS, HEURÍSTICO, VARIABLES Y COBERTURAS.

### DESCRIPCIÓN:

Zonas como piedemonte y cordillera Colombiana reflejan gran susceptibilidad a movimientos en masa, resultado de las acciones conjuntas y variables de factores humanos y ambientales. Para la clasificación de coberturas de la tierra (leyenda nacional de coberturas- CLC CORINE land cover; adaptada para Colombia a escala 1:100000) en los departamentos de Huila, Meta y Caquetá representados espacialmente en forma de grilla (planchas 324, 325, 346, 368 y 391); sometidos a estudio los atributos de evaluación a tener en cuenta para la cobertura del suelo y determinación de susceptibilidad de movimientos en masa son: profundidad radicular, drenaje natural, evapotranspiración o coeficiente de cultivo y número de estrato, que juegan un rol importante en su desarrollo y magnitud; por lo tanto, la susceptibilidad describirá donde se podría generar un movimiento en masa.

Principalmente se trabajó con la capa de coberturas del IDEAM del periodo 2005-2007. La susceptibilidad se calcula a través del software argis 9,3, y la extensión HEC- geo- HMS, para el cálculo de los atributos de evapotranspiración y número estrato se analiza la capa de ecosistemas y para el cálculo de los dos atributos a calificar dentro de los aspectos edafológicos están profundidad radicular y drenaje natural.

Para la determinación de la susceptibilidad se utilizó el método heurístico o multi criterio de jerarquías que asigna valores de 1 a 5 siendo 1 muy baja y 5 muy alta susceptibilidad. Los resultados de susceptibilidad obtenidos se reflejan en los mapas para cada atributo, también se obtiene un mapa total de susceptibilidad, donde se observa la susceptibilidad total por cada plancha o cobertura.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal.  
Directora: Rosa Helena Lozano Cuevas, Ingeniera Forestal

## ABSTRACT

**TITLE:** ZONING SUSCEPTIBILITY TO LANDSLIDES, SCALE 1:100,000 IN THE DEPARTMENTS OF HUILA, META AND CAQUETÁ USING SIG.\*

**AUTHOR:** JAIRO DANIEL PORTILLA ROJAS\*\*

**KEYWORDS** SUSCEPTIBILITY, ZONING, GRID, CHARACTERIZATION, SOIL, HEURISTIC, VARIABLES, HEDGES

### DESCRIPTION:

Areas such as Colombian Andes foothills and reflect greater susceptibility to landslides, the result of joint actions and variables of human factors and environmental. For the classification of land cover (CLC national coverages -legend Corinne land cover; adapted for Colombia at 1:100000) in the departments of Huila, Meta and Caquetá represented spatially on a grid ( plates 324, 325 , 346 , 368 and 391); They under study attributes evaluation taking into account land cover and determination of susceptibility of landslides are rooting depth, natural drainage, evapotranspiration and crop coefficient and number of strata, which play an important role in its development and magnitude; therefore it described where susceptibility could generate a mass movement.

Mainly worked with the layer covers the period 2005-2007 IDEAM. The susceptibility is calculated through Arcgis 9.3 software, and geographic extension HEC HMS, for calculating evapotranspiration attributes layer and layer number of ecosystems is analyzed and for the calculation of the two attributes to qualify within of pedagogical aspects are rooting depth and natural drainage.

Heuristic method or multi- hierarchy that assigns values of 1-5 with one being very low and very high susceptibility May was used to determine susceptibility. Susceptibility results obtained are shown on maps for each attribute, a total susceptibility map, where the total susceptibility is observed for each plate or cover is obtained.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal.  
Directora: Rosa Helena Lozano Cuevas, Ingeniera Forestal

## INTRODUCCION

En los últimos años, los Sensores Remotos y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se han convertido en herramientas útiles para la identificación y mapeo de los procesos de remoción en masa y para la evaluación del riesgo del mismo. Estos estudios son utilizados en variables campos de acción, e indispensables para la toma de decisiones de proyectos socioeconómicos, ambientales y culturales que vayan en pro del mejoramiento del país.

Una gran ventaja de los SIG es rápido y eficaz manejo, procesamiento y almacenamiento de la información, que ayudan a la integración conformación de una base de información obtenida de diferentes fuentes.

Para la ejecución y realización del proyecto “Zonificación de la Susceptibilidad a Movimientos en Masa, Escala 1:100000 en los Departamentos de Huila, Meta y Caquetá empleando SIG”, los departamentos sometidos a estudio se ubican espacialmente en las planchas 324, 325, 346, 347, 368 y 391. Los atributos a tener en cuenta para la generación de susceptibilidad a movimientos en masa son profundidad radicular, drenaje natural, evapotranspiración o coeficiente de cultivo y número de estrato, este cálculo de susceptibilidad se llevado a cabo mediante el análisis de la capa nacional de coberturas 2005-2007 y de suelos entregada oficialmente por el IDEAM y el IGAC.

El objetivo de la Zonificación de la susceptibilidad a movimientos en masa, es determinar qué zonas presentan más ocurrencias a la susceptibilidad a los movimientos en masa a partir de las variables mencionadas anteriormente. La metodología que se empleó, consistió en la utilización de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), para obtener los datos y mapas digitales de susceptibilidad a movimientos en masa a partir de la unidad de

coberturas y suelos; y así realizar la ponderación a las variables de acuerdo a la metodología propuesta por el Servicio Geológico Colombiano. Los resultados obtenidos son para actualizar la información de la susceptibilidad a partir de las coberturas presentes en la capas y de esta manera se mitiguen los daños socioeconómicos y ambientales que se pueden ocasionar.

## 1. PROBLEMA

En la actualidad el estudio de los riesgos naturales se enfoca en analizar y prevenir los factores que propician dichos riesgos centrándose en el análisis de los factores que los provocan, teniendo en cuenta esto se convierte en una buena herramienta para determinar la susceptibilidad de remoción en masa. Colombia se encuentra localizada en la esquina noroccidental de América del Sur, en una zona de muy alta complejidad tectónica, en donde se encuentran las placas de Nazca, Suramérica y del Caribe, generando una alta actividad sísmica y volcánica que se ha evidenciado por la ocurrencia de sismos destructores, tsunamis (maremotos) y la activación reciente de varios de sus volcanes. Su topografía está dominada en el oriente por llanuras y la selva amazónica y en el centro-occidente por el sistema de las tres cordilleras que se originan al sur del territorio como resultado de la ramificación de los Andes (Banco Interamericano de Desarrollo y Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, 2004). Según las condiciones y características de climatología, hidrología, geología y geomorfología los departamentos HUILA, META Y CAQUETA que espacialmente ubica las planchas 324, 325, 346, 347, 368, y 391 son centro de estudio debido a antecedentes que se han tenido de movimientos y remociones en masa, como por ejemplo la ocurrencia del fenómeno de la niña en el periodo de segundo semestre del 2010 y primer semestre del 2011. Los daños causados por los movimientos en masa son muy costosos y muchas veces irreparables hasta para países industrializados, por ende se busca tener un método sistemático actualizado con el fin de tener una alerta temprana sobre los riesgos de movimientos en masa, además de las debidas restricciones, usos y manejo de los suelos, ya que a raíz de un mal manejo y aumento en las actividades antrópicas han repercutido en un cambio del uso de los suelos y el desgaste de los mismos, influyendo de forma directa a que se propicien con mayor frecuencia las remociones en masa.

En Colombia se han realizado estudios e investigaciones que relacionan la prevención de este tipo de desastres en los diferentes departamentos del país, sin embargo dichos estudios e investigaciones no son muy detalladas y están muy desactualizadas. A través de la aplicación de un modelo cartográfico y el método heurístico, se obtendrá información actualizada de los lugares propensos o susceptibles a las remociones en masa, teniendo en cuenta los atributos que componen el estudio de la cobertura de la tierra, y por la cual se calcula la susceptibilidad: Profundidad radicular, Drenaje natural, Evapotranspiración o Coeficiente de cultivo y Número de estrato.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar la zonificación de la susceptibilidad a movimientos en masa, a escala 1:100.000 en los departamentos de Huila, Meta y Caquetá, empleando SIG.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Elaborar la base de datos geográfica (geodatabase), mapas, leyendas y memorias a escala 1:100000 de la susceptibilidad a movimientos en masa.

Analizar y Editar el componente cobertura del suelo con la capa nacional de coberturas 2005-2007 entregada oficialmente por el IDEAM.

Utilizar imágenes satelitales Landsat 7 ETM +, y Landsat 8 OLI, en la corroboración de coberturas de la tierra en la zona de estudio.

Evaluar los atributos profundidad radicular, drenaje natural, evapotranspiración o coeficiente de cultivo y número de estrato en el componente cobertura de la tierra para elaborar el modelo de susceptibilidad y amenaza de remoción en masa a escala 1:100000 que espacialmente ubica las planchas 324, 325, 346, 347, 368 y 391 que se localiza en los departamentos de HULIA, META Y CAQUETA.

### 3. MARCO REFERENCIAL

#### 3.1. MARCO TEORICO

**3.1.1. Departamento del Huila**<sup>1</sup>: el departamento de Huila está situado en la parte sur de la región andina; localizado entre los 01°33'08" y 03°47'32" de latitud norte y los 74°28'34" y 76°36'47" de longitud oeste. Limita por el Norte con los departamentos del Tolima y Cundinamarca, por el Este con Meta y Caquetá, por el Sur con Caquetá y Cauca, y por el Oeste con Cauca y Tolima. Cuenta con una superficie de 19.890 km<sup>2</sup> lo que representa el 1.75 % del territorio nacional.

**Clima:** el clima de Huila es muy diverso, la temperatura varía de acuerdo con la altitud y el relieve de cada lugar, alterada por los vientos y las lluvias. Los períodos de lluvia son en los meses de abril, mayo, y de octubre a diciembre; el resto del año se considera como época seca, aun cuando se presentan lluvias esporádicas. Sus tierras se distribuyen en los pisos térmicos cálido (5.537 km<sup>2</sup>), templado (7.731 km<sup>2</sup>), frío (5.307 km<sup>2</sup>) y el piso bioclimático páramo (1.356 km<sup>2</sup>).

**Geología:** el relieve del departamento tiene su origen y evolución en la dinámica producto de la tectónica de placas y los procesos erosivos principalmente. La combinación de estos dos procesos han generado dos grandes tipos de relieve que van desde el llano en los valles hasta el montañoso en las cordilleras. Las actuales montañas han sido el producto de la deformación del material que las conforman debido a la tectónica terrestre que ha generado plegamientos, fallamientos y fracturamientos. Durante el periodo geológico del Paleozoico (600 a 225 millones de años) el occidente de Colombia era un mar cuyo límite llegaba hasta el borde occidental del actual escudo Guyanes localizado al oriente del país.

---

<sup>1</sup> MARTÍNEZ, Andrés G. Departamento del Huila. [online]. Bogotá, Colombia: Gobernación del Huila, FINAGRO, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2014. p.1. [Consultado en Abril del 2014]. Disponible en: <http://www.todacolombia.com/departamentos/huila.html>

Luego en el Mesozoico (225 a 60 millones de años) derivados de procesos tectónicos de subducción de la placa oceánica se originó un levantamiento de la plataforma marina formando la cordillera central. Ya en el Cretaceo y Terciario, la erosión de la cordillera central y la fuerte actividad volcánica generaron sedimentos los cuales junto con depósitos marinos dejados por las sucesivas regresiones y transgresiones marinas, se acumularon el espacio en donde por acción tectónica se levantó la cordillera oriental.

Estas dos cordilleras fueron modificadas por las sucesivas erupciones volcánicas, por los procesos erosivos y por los glaciares, configurando el relieve actual del territorio huilense, identificando principalmente el Macizo colombiano, las cordilleras oriental y central y sus vertientes internas, y el valle alto del Magdalena. Este valle ha recibido importantes aportes de materiales fluviovolcánicos, formaciones fluvio-torrenciales y vulcano sedimentarias conformando geoformas tales como abanicos y terrazas.

**Fisiografía:** en el territorio del departamento de Huila se pueden distinguir cuatro grandes unidades fisiográficas correspondientes al Macizo Colombiano, cordillera Central, cordillera Oriental y el valle del río Magdalena.

**Macizo Colombiano:** es el lugar donde se origina la cordillera Oriental y nacen ríos muy importantes como el Magdalena, Cauca, Caquetá y Patía. Entre los accidentes más importantes se encuentran el volcán de Sotará, los páramos de Cutanga, La Soledad, Las Papas y los picos de la Fragua.

**Cordillera Central:** La Cordillera Central del Huila abarca el flanco oriental de esta cordillera; entre los accidentes más destacados se encuentran el volcán nevado del Huila, la máxima elevación del sistema andino colombiano, la cuchilla de las Minas y el filo Diostedé.

**Cordillera Oriental:** comprende el flanco occidental de ésta; los accidentes más relevantes son la serranía de La Ceja, las Cuchillas de San Isidro, La Ensellada y Gigante; en la cordillera Oriental huilense se destacan dos relieves importantes, en el sur el valle del río Suaza, y en el norte, parte del páramo de Sumapaz.

**Valle del río Magdalena:** está enmarcado por las cordilleras Central y Oriental que se bifurcan en el Macizo Colombiano, donde tiene origen el río Magdalena, el cual corre por el centro del valle. Comprende las tierras bajas, onduladas y planas que bordean el río con alturas inferiores a 800 m sobre el nivel del mar. El valle en la parte sur es húmedo y presenta áreas boscosas; a medida que se amplía en el centro y norte es seco y árido y muy erosionado.

**Hidrografía<sup>2</sup>:** el río Magdalena es el eje del sistema hidrográfico del departamento del Huila, donde confluyen los numerosos ríos y quebradas que nacen en las divisorias de las cordilleras; se destacan los ríos Magdalena, Aipe, Baché, Bordones, Cabrera, Fortalecillas, Guarapas, Íquira, La Plata, Negro de Narvárez, Páez, San Francisco, Suaza y Yaguará; en el Macizo Colombiano se encuentran varias lagunas, entre ellas La Magdalena, en donde tiene origen el río del mismo nombre.

**Economía:** la economía del departamento del Huila se basa principalmente en la producción agrícola y ganadera, la explotación petrolera y el comercio. La agricultura se ha desarrollado y tecnificado en los últimos años y sus principales cultivos son café, algodón, arroz riego, frijol, maíz tecnificado, maíz tradicional, sorgo, cacao, caña panelera, plátano, yuca, iraca y tabaco. Los campos de petróleo se encuentran en el norte del departamento y para la distribución de gas está conectado por el gasoducto Vasconia – Neiva en donde las reservas representan el 1.2% del total nacional.

---

<sup>2</sup> Ibíd. p.18

En la cordillera Central se extrae plata y oro, este último se explota en 13 municipios. Otros minerales no preciosos que se explotan son cuarzo, calcita, mármol y azufre. La producción artesanal es muy laboriosa, especialmente la de cerámica y sombreros. La industria fabril está poco desarrollada, no obstante, en Neiva se han instalado fábricas de productos alimenticios, bebidas, jabones, cigarros y licores. Los centros de gran actividad comercial son Neiva, Garzón y en menor escala Gigante, La Plata y Campo alegre.<sup>3</sup>

**Flora:** dentro de la flora encontramos Páramos, bosques andinos, bosque seco tropical y zonas desérticas se localizan en algunos corredores biológicos como el macizo colombiano; los parques nacionales naturales Puracé, Cueva de los Guácharos, Nevado del Huila, Churumbelos y Sumapaz; la zona amortiguadora del PNN Cordillera de los Picachos y las zonas de transición andino amazónica; ecosistemas regionales como la sierra de las Minas, la serranía de las Nieves, la serranía de Peñas Blancas, cerro páramo de Miraflores, el valle del río Cabrera, la laguna del Juncal y el desierto de la Tatacoa.<sup>4</sup>

Especies forestales: Achapo [*Cedrelinga Cateniformis*] Mimosaceae, Algarrobo [*Himenea courbaril*] Caesalpinaceae, Arracacho [*Osteopholen Platyspermun*] Myristicaceae, Arenillo [*Qualea acuminata*] Vochysiaceae, Bilibil [*Guarea Trichiloides*] Meliaceae, Caracolí [*Anacardium excelsum*] Anacardiaceae, Chaquiro [*Goupia glabra*] Celastraceae, Chingalé [*Jacaranda copaia*] Bignonaceae, Cedro Negro [*Juglans neotropica*] Juglandaceae, Cedro rosado [*Cedrela odorata*] Meliaceae, Dinde [*Clorophora tinctoria*] Moraceae, Flor morado [*Tabebuia rosea*] Bignonaceae, Granadillo [*Brosimum rubescens*] Moraceae, Guamo [*Inga marginata*] Mimosaceae, Guarango [*Parkia velutina*] Mimosaceae, Iguá [*Albizzia guachapele*] Fabaceae, Laurel amarillo [*Nectandra turbasensis*] Lauraceae, Laurel comino [*Ocotea sp.*] Lauraceae, Marfil [*Simarouba amara*] Simaroubaceae, Nogal

---

<sup>3</sup> Ibíd. p.18

<sup>4</sup> MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO. Huila Colombia: Guía turística. [online] Bogotá, Colombia: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2014.p.21. [consultado en abril 2014]. Disponible en: <http://es.calameo.com/read/0017427338ec4d6a8829a>

[*Cordia alliodora*] Boraginaceae, Otobo [*Dialyanthera gracilipes*] Myristicaceae, Perillo [*Couma macrocarpa*] Apocynaceae, Pino colombiano [*Podocarpus Rospigliosii*] Podocarpaceae, Roble [*Quercus humboldtii*] Fagaceae, Sangre toro [*Virola sebifera*] Myristicaceae, Sande [*Brosimum utile*] Moraceae, Sapotillo [*Pachira aquatica*] Bombacaceae.<sup>5</sup>

**Fauna:** estos ecosistemas están habitados por gran cantidad de animales, algunos de ellos objeto de conservación como el oso andino, venado, danta de páramo, loro orejiamarillo y el perro de monte; además se encuentran liebres, serpientes, caimanes del Magdalena, loros, guacamayas, gavilanes y cernícalos, entre otras especies.<sup>6</sup>

**3.1.2. Departamento del Meta<sup>7</sup>:** el departamento del Meta está situado en la parte central del país, en la región de la Orinoquia, localizado entre los 04°54'25" y los 01°36'52" de latitud norte, y los 71°4'38" y 74°53'57" de longitud oeste. : Limita por el Norte con el departamento de Cundinamarca y los ríos Upía y Meta que lo separan del departamento del Casanare; por el Este con Vichada, por el Sur con el departamento del Caquetá y el río Guaviare que lo separa del departamento de Guaviare; y por el Oeste con los departamentos de Huila y Cundinamarca. Cuenta con una superficie de 85.635 km<sup>2</sup> lo que representa el 7.5% del territorio nacional.

**Clima:** por su ubicación en la zona tropical, el departamento del Meta está bajo la influencia del desplazamiento de la Zona de Confluencia Intertropical o ZCIT. Las precipitaciones varían desde 2.000 mm, en las partes altas de la cordillera, hasta

---

<sup>5</sup> CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA. Guía de identificación de maderas aserradas departamento del Huila. [online]Neiva, Huila: CAM, 2009.p.17. [consultado en abril del 2014]. Disponible en: [http://www.cam.gov.co/sitio/images/documents/phocadownload/guias\\_de\\_identificacion/guia%20identificacion%20maderas%20aserradas%20Huila.pdf](http://www.cam.gov.co/sitio/images/documents/phocadownload/guias_de_identificacion/guia%20identificacion%20maderas%20aserradas%20Huila.pdf)

<sup>6</sup> Ibíd. p.21

<sup>7</sup> MARTÍNEZ, Andrés G. Departamento del Meta. [online]. Bogotá, Colombia: Gobernación del Meta, FINAGRO, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2014. p.1. [Consultado en Abril del 2014]. Disponible en: <http://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/meta.html>

los 6.000 mm y más al año, en cercanías de los municipios de El Castillo y Lejanías. Entre diciembre y marzo se presenta el período más seco, debido a que los vientos alisios del noreste son los dominantes en esta época del año y desplazan hacia el sur la ZCIT.

El período de lluvias se extiende de marzo a noviembre, debido a que en esta época los vientos alisios del sureste empiezan a ser los dominantes, desplazando la ZCIT hacia el norte. El prolongado período de lluvias se debe al doble paso de la ZCIT por la alternancia de los vientos alisios dominantes. La temperatura del departamento varía desde un promedio de 6°C, en el páramo, hasta temperaturas promedio de más de 24°C en la llanura; en el piedemonte la temperatura oscila entre 18 y 24°C. De acuerdo con la variación de altura que hay en el departamento, el 1,44% de su superficie es páramo, 4,47% está en el piso climático frío, 5,06% en el medio, y 89,03% en el cálido. La vegetación de la llanura está conformada por pastos y pajonales con abundantes arbustos y árboles de baja altura. En las riveras de los ríos se encuentran los bosques de galería de gran variedad florística; en el occidente del departamento la vegetación es de bosque húmedo tropical, bosques andinos y páramo en las partes más altas.

3.1.2.2. Fisiografía. En el territorio del departamento del Meta está formado por tres grandes regiones fisiográficas; la primera la constituye la parte montañosa representada por el flanco oriental de la cordillera Oriental, con alturas que alcanzan los 4.000 m sobre el nivel del mar, ubicada en el occidente del departamento, en límites con los departamentos de Caquetá, Huila y Cundinamarca; la segunda corresponde al piedemonte o el área de transición entre la cordillera, la llanura, y la serranía de La Macarena, ubicada en forma casi perpendicular a la cordillera Oriental. La tercera unidad fisiográfica es la planicie, sector casi plano con alturas que no sobrepasan los 200 m sobre el nivel del mar y ubicado en el centro y oriente del departamento.

Esta planicie está conformada por la parte occidental del escudo Guayanés y materiales erosionados de la cordillera y depositados por los diferentes ríos que la surcan, formando colinas disectadas, terrazas, vegas y vegones. Entre los accidentes orográficos del departamento se destacan la serranía de La Macarena, la cordillera de Los Picachos, la serranía de Camuza y el páramo de Sumapaz, situado en límites con los departamentos de Cundinamarca y Huila, donde sobresalen los cerros Nevado y El Rayo, y los altos de Oseras y Ramírez; son notables además los cerros Bomás, Buenavista, Cruces, El Dormilón, Galápagos, La Mensura, Leiva, Mirador, Peralta y Purgatorio, todos en la cordillera Oriental.

**Hidrografía:** la red hídrica del Meta es compleja debido a la presencia de la cordillera y la serranía de La Macarena, a la cantidad y comportamiento estacional de las precipitaciones, factores que originan numerosos y caudalosos ríos, entre los que se destacan el Meta, Gabarra, Duda, Manacacías, Yucao, Guatiquía, Guayuriba, Ariari, Guacabía y Guaviare, río que en el sur marca límite con el departamento de Guaviare. Todos los ríos que se originan en el departamento drenan hacia el río Orinoco, a excepción del río Macaya que hace parte de la cuenca del río Amazonas.

**Economía:** la economía del departamento del Meta se basa principalmente en la agricultura, la ganadería, el comercio y la industria. Los principales cultivos son el arroz, palma africana, plátano, maíz, además de los de cacao, cítricos y otros frutales. La piscicultura es otro factor económico importante en el departamento; de los ríos y estanques artificiales se obtiene una aceptable pesca de bagres, blanquillo, bocachico y cachama. Hay extracción de petróleo y gas en pequeña escala en los campos de Apiay y Castilla. La industria del departamento se ocupa principalmente en la elaboración de bebidas, extracción y refinación de aceite de palma, trilla de arroz, así como, actividad metalmecánica y de productos para construcción.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Ibíd. p.22

**Flora:** la Serranía de La Macarena de la Macarena presenta el bioma de Selva Húmeda Higrofitico del piso térmico cálido, con árboles de gran porte, de 30 a 40 metros de altura, de copa cerrada y follaje permanente, el cual pierde totalmente hacia los meses de diciembre y febrero. Hay presencia de epifitismo y alta abundancia de lianas y bejucos; el sotobosque varía su estructura de denso a muy denso, compuesto principalmente por arbustos y varias especies de palmas.

Entre los árboles emergentes figuran *Ficus insipida*, *Sterculia macareinensis* (especie endémica), *Tabebuia serratofolia* y *Terminalia amazonica*, en el estrato medio se puede encontrar *Theobroma cacao*, *Herrania tomentosa*, *Theobroma glaucum* (cacaos de monte), *Coroupita guianensis*, *Caryodendron orinocense*, *Cassia moschata*, *Grias* sp., *Trichilia* sp., *Hieronyma alchorneoides*, *Jacaranda copaia*, *Apeiba membranacea*, *Apeiba tiborbou* (Peinemonos), *Pourouma* sp., *Cecropia peltata* y *Cecropia sciadophylla* (Guarumos y caimarones), y palmas como *Yesenia batagua*, *Astrocaryum chambira*, *Euterpes* sp., *Attalea regia*, *Scheelea* sp. *Bactris* sp. *Socratea esorrhiza*, *Iriartea corneto*, *Geonoma* sp. *Desmoncus* sp, *Syagrus inajai*, *Mauritia flexuosa*.

**Fauna:** entre la fauna de la Serranía, se encuentran el Jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Puma concolor*), el tigrillo (*Leopardus pardalis*), (Castaño - Mora y Medem 2002), el yaguarundi (*Felis yaguarundi*). La nutria o perro de agua (*Pteronura brasiliensis*), El venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el mono lanudo (*Lagothrix lugens*), el mono aullador (*Alouatta seniculus*), el caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*), (Rodríguez y Ramírez 2002), la guagua (*Agouti paca*), el oso colmenero (*Tamandua tetradáctila*), el oso palmero (*Myrmecophaga tridáctila*), el ñeque (*Dasyprocta fuliginosa*), entre otros. Dentro del orden lepidoptera se encuentran *Parides erythralion*, *euclea intermedia*, *Hypothyris Cithaerias aurorina*, *Haetera piedra*. La Serranía de la Macarena es un lugar que ha sido muy investigado paradójicamente algunas de sus áreas se encuentran ampliamente desprotegidas y en el olvido.

Se calcula que hay aproximadamente 500 especies de aves en La Macarena. Algunas de las especies registradas se encuentran *Crax alector*, *Crax tomentosa*, *Sarcoramphus papa*, *Touit stictopectera*, *Ara militaris*, *Rhamphastos tucanes cuvieri*, *Chlorospingus ophthalmicus macarenae*, *Xiphorhynchus promerophirhynchus macarenae*, *Zonotrichia capensis roraimae*, entre gran cantidad de especies en algún grado de amenaza.

**3.1.3 Departamento del Caquetá<sup>9</sup>:** el Departamento de Caquetá está situado en el noroeste de la región de la Amazonia; localizado entre los 00°42'17" de latitud sur y 02°04'13" de latitud norte y los 74°18'39" y 79°19'35" de longitud oeste. Limita por el Norte con los departamentos del Huila y Meta, por el Este con los departamentos del Guaviare y Vaupés, por el Sur con el río Caquetá que lo separa de los departamentos del Amazonas y Putumayo, y por el Oeste con los departamentos del Cauca y Huila.

Cuenta con una superficie de 88.965 km<sup>2</sup> lo que representa el 7.79 % del territorio nacional.

**Clima:** el comportamiento de las lluvias determina tres áreas pluviométricas de noroeste a sureste; la primera, la más lluviosa, comprende la parte cordillerana, situada por debajo de los 1.500 m de altura y el piedemonte donde las lluvias son superiores a 4.000 mm anuales, alcanzando un máximo en la precipitación de 5.000 mm entre los 1.000 y 1.300 m de altura sobre el nivel del mar. La segunda corresponde a la faja intermedia, con volúmenes comprendidos entre los 3.000 y 4.000 mm, y la tercera, la llanura amazónica con promedios inferiores a 3.000 mm. El régimen de lluvias está condicionado por la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y los vientos alisios del sureste. La mayor pluviosidad ocurre en los meses de junio - julio y agosto. Las tierras, en su mayor extensión, están en el piso

---

<sup>9</sup> MARTÍNEZ, Andrés G. Departamento de Caquetá. [online]. Bogotá, Colombia: Gobernación de Caquetá, FINAGRO, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2014. p.1. [Consultado en Abril del 2014]. Disponible en: <http://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/caqueta.html>

térmico cálido, y en menor proporción en los pisos térmicos templado y frío. Comparte con el departamento del Guaviare el parque nacional natural de Chiribiquete y con el departamento del Meta, el parque nacional natural Los Picachos.

**Fisiografía:** el territorio del departamento del Caquetá abarca desde el piedemonte andino hasta la serranía de Araracuara en la selva amazónica; distinguiendo tres unidades fisiográficas bien definidas, el flanco oriental de la cordillera Oriental, el piedemonte y la llanura amazónica. La unidad andina, ubicada en el noroccidente del departamento, es de relieve quebrado a ondulado y se caracteriza por sus pendientes pronunciadas con elevaciones hasta los 3.000 m sobre el nivel del mar; la vegetación predominante es el bosque andino y subandino; en las partes bajas se presentan bosques combinados con pastos naturales y agricultura. Entre los accidentes orográficos principales se destacan los cerros Paramillo, Miraflores y la cuchilla de Los Picachos.

El piedemonte está conformado por abanicos, terrazas aluviales y colinas resultantes de materiales de acumulación, dando origen a relieves planos y ondulados e incluso quebrados, estos últimos sobre materiales sueltos disectados por las corrientes de agua. En la llanura amazónica, conformada por las altillanuras donde se encuentran mesas que predominan en la parte oriental del territorio, como la mesa de Araracuara, las serranías y los montes aislados, que son afloramientos rocosos precámbricos; los procesos erosivos han modelado colinas y terrazas que se localizan en la parte oriental del territorio y a lo largo de los ríos Caquetá, Apaporis y algunos de sus afluentes; de igual forma, se presentan en las partes bajas y planas aluviones y terrazas, especialmente a lo largo de los ríos Caquetá, Apaporis, Yará y Ortegua.

**Hidrografía:** el sistema hidrográfico del Caquetá es extenso y las corrientes corren en dirección noroeste - sureste al Amazonas por intermedio de los ríos Apaporis y

Caquetá, además, se destacan los ríos Caguán, Orteguzza, Yará, Camuya, Cuemaní, Mesay, Peneya, Pescado y Sinsuya.

**Economía:** la economía del Caquetá se fundamenta principalmente en la producción ganadera y agrícola, aunque también tiene importancia la explotación minera y el comercio. La ganadería constituye la principal fuente productiva del departamento, seguida de la actividad agrícola, la cual se fundamenta en los cultivos tradicionales de subsistencia, tales como el maíz, plátano, yuca, caña panelera, arroz seco, palma africana, cacao, arroz seco mecanizado, frijol y sorgo. Se extraen en pequeña escala oro y plata, hidrocarburos, asfalto, mármol, calizas, aluminio, cobre, yeso y granito. La actividad manufacturera se limita a la producción de bienes de consumo como licores y gaseosas. También se encuentran pequeñas empresas machiembradoras, fábricas de baldosines y talleres de ornamentación.<sup>10</sup>

**Flora:** en el Departamento se diferencian la Hylaea Región Caquetá – Vaupés, localizada por debajo de los 300 msnmm hacia el norte de la divisoria de aguas de los ríos Caquetá y Putumayo; Bosque Montano Subandino localizado entre los 300 y 1.000 msnmm; Bosque Montano Andino localizado entre los 1.000 y los 2.800 msnmm; Bosque Montano de Subpáramo localizado entre los 2.800 msnmm y los 3.200 msnmm, y Bosque Montano de Páramo localizado por encima de los 3.200 msnmm.

La Hylaea Región Caquetá – Vaupés se caracteriza por la presencia de Pluviselva Tropical Siempreverde, con vegetación arbórea abundante en leguminosas leñosas. Se presentan Cesalpináceas, de los géneros *Dimorphandra*, *Peltogyne*, *Eperua* y *Elizabetha*; géneros ricos en endémicas como *Dicoryna*, *Macrolobium* y *Swartzia*, y familias como Euforbiácea, Guttifera y Vochisiácea. En frutales se destacan Sapotáceas, Rapatáceas, Miristicáceas, Malpigiáceas y Rutáceas, entre

---

<sup>10</sup>Ibíd. p. 26

otras. En palmas abundan *Leopoldina piassaba* y *Mauritia vinifera*. De especial importancia son las especies *Carapa guianensis*, *Cedrela odorata*, *Cariniana micrantha*, *Peltogyne* spp., y *Mimusops huberi* y especies de *Calycophyllum*, *Eperua* y *Caryocar*.

El Bosque Montano Subandino se caracteriza por la presencia de Pluviselva Andina Siempreverde, menor en número de especies de raíces tabulares, palmas, epífitas y lianas, pero con mayor presencia de árboles con hojas pequeñas y helechos arbóreos. Presenta especies de interés biogeográfico como *Quercus granatensis*, *Juglans columbiensis* y *Podocarpus* spp.

El Bosque Montano Andino se caracteriza por la presencia de Vegetación Andina de Perennes y Deciduas, la presencia regular de neblinas y la alta humedad. Presenta árboles de 4 m a 6 m, la mayoría deciduos, con hojas pequeñas y fustes cubiertos con musgos y epífitas dicotíleas. De especial importancia se destacan los géneros *Weinmannia*, *Brunellia*, *Clusia*, *Befaria*, *Eugenia*, *Ilex*, *Oreopanax*, entre otros.

Bosque Montano de Subpáramo, caracterizado por la presencia de Vegetación Andina de Alta Montaña aunque en la zona se encuentran páramos azonales localizadas desde una altura de 2.400 msnmm aproximadamente. En esta formación se presentan asociaciones de prados andinos con pequeños bosques de *Polylepis* y *Espeletia*. Económicamente se destacan las especies *Podocarpus* spp., *Salix humboldtiana*, *Cinchona pubescens* y *Tabebuia* spp., entre otras.

Entre las especies maderables más utilizadas están el Achapo o Guamo Blanco o Guamo Cerindo (*C. cateniformis*), el Perillo (*Couma macrocarpa*), el Cedro (*C. odorata*), Sangretoro (*Virola* spp.), Carrecillo (*Bombacopsis quinatum*), Bilibil (*Guarea* sp.), Guamo Cerindo (*Inga* cf. *cylindrica*), Guamo Diablo (*Inga* sp.), Capirón (*Calycophyllum spruceanum*), Ahumado (*Buchenavia* cf. *congesta*

Ducke), Marfil o Papelillo (*Simarouba* sp.), Fono Cabuyo (*Eschweilera* sp.), Canelo (*Ocotea* sp.), Chocho (*Parkia* cf. *Panurensis*), Laurel Comino (*Protium* sp. y *Nectandra* sp.), Madura Plátano (*Sterculia* sp.)

Las especies utilizadas como leña verde para la cocción de alimentos son Huesito, (*Memora cladotricha* Sandwith), Bizcocho (*Siparuna decipiens*), Golondrino, (*Guatteria megalophylla* y *Oxandra xylopioides*, Diels), Capirón, (*Calycophyllum spruceanum*), Costillo (*Aspidosperma excelsum* Benth), Aceituno Blanco (*Vitex* sp.), Maíz Tostado (*Hirtrella* sp.), Cobre (*Apuleia leiocarpa*) y Vara Limpia o Resbalamono (*Capirona decorticans*). Las especies utilizadas como leña seca son Guamo (*Inga* spp), Sangretoro (*Virola* sp.), Maíz Tostado (*Hirtrella* sp.) y Perillo (*Couma macrocarpa*).

Durante el período 1997–2007 se aprovecharon en la región 666.305 m<sup>3</sup> de madera en bruto, de los cuales el 49,2% fueron en Caquetá, principalmente en los Municipios de Valparaíso, Curillo, San Vicente del Caguán, Cartagena del Chairá y Solano. A enero de 2005 existían 107 aprovechamientos forestales vigentes, 99 localizados en predios de propiedad privada y 8 en predios de propiedad pública.

**Orohidrografía:** cerca del 85% del territorio del Caquetá se encuentra localizado sobre la Llanura amazónica entre los 165 m y los 300 m cubriendo el centro y el oriente del departamento, en el que predomina el tipo de drenajes meándrico. Hacia la parte centro occidental se presenta una zona de transición o piedemonte, en la cual son frecuentes los abanicos aluviales y un patrón de drenajes tipo trenzado, y en el extremo occidental se eleva la cordillera de los Andes que en el departamento alcanza alturas hasta de 3.560 m y en la cual los drenajes presentan un patrón encañonado con alta pendiente. El departamento pertenece a la cuenca del río Caquetá al que tributan sus aguas los ríos Caguán, Orteguzza, Yarí, Apaporis, Fragua Chorroso, San Pedro, Guayas, Tunía, entre otros, todos ellos con incidencia en el departamento.

En general el patrón de drenaje prevaleciente en la región es de tipo subparalelo a subdendrítico, con una alta densidad de drenajes y una baja disección, con pendientes que oscilan entre el 1 y 10% en la llanura, entre el 10 y 30% en el piedemonte y superior al 30% en la cordillera, con excepciones puntuales.

Limnológicamente en el departamento se distinguen dos tipos de agua: los ríos de aguas blancas como el Caquetá, el Caguán, el Guayas y el Fragua Chorroso, que nacen en la cordillera y se caracterizan por presentar un alto contenido electrolítico complementado con una carga significativa de partículas en suspensión provenientes de los procesos erosivos que operan en la Cordillera de los Andes; y los ríos de aguas negras como Yará, Ajajú, Tunía, Peneya y Cuemaní, entre otros, que nacen en la llanura amazónica y se caracterizan por tener bajo contenido electrolítico y alto contenido de material húmico causante de su color.

**Paisaje natural:** en el departamento se pueden diferenciar tres grandes unidades de paisaje natural: Unidad de Paisaje Cordillerano: localizado al occidente del departamento, hace parte de la Cordillera Oriental, aproximadamente a partir de los 900 metros sobre el nivel medio del mar (msnmm). Esta unidad así definida cubre un área aproximada de 6.783 km<sup>2</sup> equivalentes al 7,3% del departamento, comprende parte de los municipios de San José del Fragua, Belén de los Andaquíes, Florencia, La Montañita, El Paujíl, El Doncello, Puerto Rico y San Vicente del Caguán.

**Unidad de Paisaje Piedemonte Amazónico:** correspondiente a la franja de transición entre el Paisaje Cordillerano y la Llanura Amazónica, localizada entre los 300 y los 900 msnmm. Esta unidad así definida cubre un área aproximada de 6.772 km<sup>2</sup> equivalentes 7,3% del departamento, comprende parte del territorio de los municipios de San José del Fragua, Albania, Belén de los Andaquíes, Morelia, Florencia, La Montañita, El Paujíl, El Doncello, Puerto Rico y San Vicente del Caguán. Sobre esta unidad se localiza el mayor porcentaje de infraestructura vial del departamento.

**Unidad de Paisaje Llanura Amazónica:** localizada por debajo de los 300 msnmm. Esta unidad así definida cubre un área aproximada de 79.714 km<sup>2</sup> equivalentes al 85,4% del departamento, cubre todo el territorio de los municipios de Curillo, Solita, Solano, Valparaíso, Milán y Cartagena del Chairá; y parcialmente territorio de los Municipios de San José del Fragua, Albania, Belén de los Andaquíes, Morelia, Florencia, La Montañita, El Paujíl, El Doncello, Puerto Rico y San Vicente del Caguán. En la unidad de Piedemonte y en la zona de transición entre ésta y la unidad de Llanura se encuentran localizadas las cabeceras municipales de San José del Fragua, Albania, Belén de los Andaquíes, Morelia, Florencia, La Montañita, El Paujíl, El Doncello, Puerto Rico y San Vicente del Caguán. Igualmente, es en ésta franja en la cual se concentra la mayor cantidad de infraestructura y equipamiento disponible en el departamento.<sup>11</sup>

Leyenda nacional de coberturas de la tierra. “La leyenda nacional de las coberturas de la tierra del país a escala 1:100.000, se entrega como un nuevo paso en el proceso de consolidación de una propuesta metodológica para realizar la caracterización de las coberturas naturales y antropizadas presentes en el territorio colombiano. Ésta permite unificar los criterios, conceptos y métodos para conocer cómo está cubierto el país, a partir de la adaptación realizada de la metodología europea CORINE Land Cover a nuestro entorno. Las coberturas de la tierra proporcionan información fundamental para diversos procesos nacionales como los mapas de ecosistemas, conflictos de uso del territorio, ordenación de cuencas y del territorio, seguimiento a la deforestación de los bosques, y los inventarios forestales, sólo por citar algunos. La leyenda nacional para la zonificación de las coberturas de la tierra a escala 1:100.000 adaptada al territorio colombiano proporciona las características temáticas que el país requiere para el conocimiento de sus recursos naturales, para la evaluación de las formas de ocupación y apropiación del espacio geográfico, así como para la actualización

---

<sup>11</sup> CORPOAMAZONIA. Región del Caquetá. [online]. Bogotá, Colombia: CORPOAMAZONIA ,2013. p.1 [Consultado en Abril 2014]. Disponible en: [http://www.corpoamazonia.gov.co/region/Caqueta/Caq\\_Natural.htm#](http://www.corpoamazonia.gov.co/region/Caqueta/Caq_Natural.htm#)

permanente de la información, con lo cual se facilitan los procesos de seguimiento de los cambios y la evaluación de la dinámica de las coberturas terrestres.<sup>12</sup>

**Figura 1. Unidades de coberturas de la tierra para la leyenda nacional, escala 1:100.000, de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia.**

LEYENDA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA - COLOMBIA	
<b>1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS</b>	<b>3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES</b>
1.1. Zonas urbanizadas	3.1. Bosques
1.1.1. Tejido urbano continuo	3.1.1. Bosque denso
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	3.1.1.2. Bosque denso alto inundable
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme
1.2.2. Red vial, ferrocarril y terrenos asociados	3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable
1.2.3. Zonas portuarias	3.1.2. Bosque abierto
1.2.4. Aeropuertos	3.1.2.1. Bosque abierto alto de tierra firme
1.2.5. Obras hidráulicas	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable
1.3. Zonas de extracción minera y escombros	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme
1.3.1. Zonas de extracción minera	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable
1.3.2. Zonas de disposición de residuos	3.1.3. Bosque fragmentado
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	3.1.4. Bosque de gasita y ripio
1.4.1. Zonas verdes urbanas	3.1.5. Plantación forestal
1.4.2. Instalaciones recreativas	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva
<b>2. TERRITORIO TRANSICIONAL</b>	3.2.1.1. Herbazal denso
2.1. Cultivos transitorios	3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
2.1.1. Otros cultivos transitorios	3.2.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado
2.1.2. Cereales	3.2.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	3.2.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado
2.1.4. Hortalizas	3.2.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado
2.1.5. Tubérculos	3.2.1.2.3. Arracama
2.2. Cultivos permanentes	3.2.1.2.4. Heliconia
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	3.2.1.2. Herbazal abierto
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso
2.2.1.2. Café	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso
2.2.1.3. Plátano y banano	3.2.2.1. Arbustal denso
2.2.1.4. Tabaco	3.2.2.2. Arbustal abierto
2.2.1.5. Papaya	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
2.2.1.6. Amapola	3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación
2.2.2. Cultivos permanentes arvostivos	3.3.1. Zonas arenosas naturales
2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arvostivos	3.3.2. Afloramientos rocosos
2.2.2.2. Café	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
2.2.2.3. Cacao	3.3.4. Zonas quemadas
2.2.2.4. Viteos	3.3.5. Zonas ganaderas y rivas
2.2.2.5. Lote	<b>4. ÁREAS HÚMEDAS</b>
2.2.3. Cultivos permanentes arbores	4.1. Áreas húmedas continentales
2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbores	4.1.1. Zonas Pantanosas
2.2.3.2. Palma de aceite	4.1.2. Turberas
2.2.3.3. Utrinos	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
2.2.3.4. Mango	4.2. Áreas húmedas costeras
2.2.4. Cultivos agroforestales	4.2.1. Pantanos costeros
2.2.5. Cultivos confinados	4.2.2. Salitre
2.3. Pastos	4.2.3. Sedimentos expuestos en basamar
2.3.1. Pastos limpos	<b>5. DISPONIBILIDAD DE AGUA</b>
2.3.2. Pastos arbolados	5.1. Aguas continentales
2.3.3. Pastos enmohecidos	5.1.1. Ríos (50 m)
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	5.1.2. Laguna, lago y charcos naturales
2.4.1. Mosaico de cultivos	5.1.3. Canales
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	5.2. Aguas marítimas
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	5.2.1. Laguna costeras
2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales	5.2.2. Mares y océanos
	5.2.3. Estanques para estructura marina

Fuente: IDEAM, 2010

Sensores remotos y sistemas de información geográfica aplicados al estudio de los procesos de remoción en masa. En los últimos veinte años, los Sensores Remotos y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se han convertido en

<sup>12</sup> INSTITUTO DE HIDROLOGIA METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100000. Bogotá: IDEAM, 2010. p. 54

herramientas útiles para la identificación y mapeo de los procesos de remoción en masa y para la evaluación del riesgo asociado (Nagarajan et al., 1998; Liu et al., 2004; Bathrellos et al., 2009), dado que permiten la extracción, almacenamiento y procesamiento rápido de la información (McKean et al., 1991; McDermid and Franklin, 1994; Carrara et al., 1995; Dikau et al., 1996; van Westen et al., 1997; Carrara et al., 1999; Guzzetti et al., 2006). En éste sentido, los Sistemas de Información Geográfica, contribuyen a la integración y modelización espacial de datos provenientes de fuentes diversas, y además permite explorar relaciones de causa-efecto (van Westen y Soeters, 2000).

Inicialmente las fotos aéreas jugaron un papel importante en el estudio de los movimientos en masa, sin embargo aunque éstas representan detalles importantes de los movimientos, frecuentemente no están disponibles en forma oportuna para la mayor parte de las zonas vulnerables del mundo. Por esta razón, las imágenes satelitales se han convertido en una fuente alternativa de datos, dado que permiten una evaluación más económica de las grandes áreas afectadas por los procesos de remoción en masa, facilitan una apreciación sinóptica del contexto dentro del cual ocurren los mismos, especialmente en términos de dinámicas de cobertura de la tierra (Borghuis et al., 2007; Martha et al., 2010) y además, permiten la cobertura de áreas que resultan, a veces, de difícil acceso y de naturaleza peligrosa, como por ejemplo muchas zonas en las que se localizan algunos procesos de remoción en masa. Asimismo, posibilitan la obtención continua de datos de la misma área donde ocurrió un evento de movimientos en masa, permitiendo así el monitoreo temporal y espacial de tales procesos. La interpretación secuencial de imágenes da lugar al análisis de la correlación entre los eventos climáticos y la ocurrencia e intensidad de los procesos de remoción en masa (Van Westen et al., 2008).

Imágenes con diferentes resoluciones tanto espectral como espacial y diferentes técnicas, se han usado para el reconocimiento y mapeo de los movimientos de laderas (Fernández et al., 2008). Por ejemplo, las imágenes ópticas monoscópicas

de alta resolución (HR, por sus siglas en inglés), poseen una resolución en el rango de 1-4 m (pancromática) y 4-30 m (multiespectral) y las imágenes de muy alta resolución (VHR, por sus siglas en inglés), tienen una resolución espacial menor a 1 m (pancromática) y menor a 4 m (multiespectral) (European Commission, 2010). Ambas, permiten detectar movimientos individuales ó grupos de ellos (Marcelino, 2009). En los casos en que estén disponibles imágenes ópticas de satélite pre y post-evento, las técnicas de detección de cambio, pueden ser usadas para identificar las áreas afectadas por los procesos de remoción en masa (Mantovani et al., 1996; Nichol and Wong, 2005). Otras técnicas de teledetección basadas en la utilización de información multiespectral también pueden usarse (composiciones en color, índices, análisis de componentes principales y clasificación digital) y análisis texturales (filtros y segmentación de imágenes) (Fernández et al., 2010). Las imágenes adquiridas por Radar de Apertura Sintética (SAR, por sus siglas en inglés), también hacen su aporte a la detección de los movimientos (Czchlewsky et al., 2003; Singhroy and Molch, 2004). Asimismo, la Interferometría de Radar de Apertura Sintética (InSAR, por sus siglas en inglés) basados en modelos de elevación digital (DEMs), ha demostrado su utilidad en éste campo (Singhroy et al., 1998; Van Den Eeckhaut et al., 2007).

La compilación de los mapas inventarios de movimientos en masa, ha sido posible mediante la interpretación estereoscópica de fotografías aéreas tomadas luego de producido un evento (Buchnam et al., 2001; Cardinalli et al., 2001; Guzzetti et al., 2005); análisis visual o digital de Modelos de Elevación Digital (DEMs) de alta resolución obtenidos de sensores aerotransportados (Mckeana and Roering, 2004; Ardizzone et al., 2007; Corsini et al., 2007; Schulz, 2007; Van Den Eeckaut et al., 2007; Kasai et al., 2009), e investigaciones de reconocimiento en campo (Dappor et al., 2005; Cardinalli et al., 2006; Mahdavifar et al. 2006; Santangelo et al., 2010). Hasta hace poco, la interpretación visual de fotografías aéreas combinadas con investigaciones de campo resultaron ser la mejor fuente de información para la

preparación de los mapas inventarios (Kääb, 2002; Casson et al., 2003; van Westen and Lulie Getahum, 2003; Granica et al., 2007; Moine et al., 2009; Guzzetti et al. 2012). Otras aproximaciones aunque poco frecuentes, incluyen las imágenes de relieve sombreado producida por Light Detection and Ranging (LIDAR, por sus siglas en inglés).<sup>13</sup>

Zonificación de susceptibilidad a movimientos en masa. En este caso, un área dada se subdivide en sectores de acuerdo a su susceptibilidad a generar movimientos en masa. En su concepto ideal, la susceptibilidad a movimiento en masa se puede considerar como una función distribuida espacialmente, definida como “la densidad de movimiento en masa esperada”, la cual es medida en términos de ocurrencias anuales por km<sup>2</sup> (o por unidad de área) para movimientos pequeños.

Los mapas cualitativos de susceptibilidad (por ejemplo, susceptibilidad alta, media y baja) son probablemente los más comunes, que pueden ser utilizados para controlar el desarrollo de un área, es decir para evitar la construcción directa sobre las zonas potencialmente inestables, o puede servir como indicador de zonas de inestabilidad que pueden extenderse y crear zonas de amenaza pendiente abajo. Para cada tipo de movimiento en masa, se debe preparar un mapa de susceptibilidad en forma separada, ya que por la naturaleza de cada tipo de proceso, la amenaza que estos representan es diferente. Por ejemplo, se deben preparar por separado los mapas de susceptibilidad a caídas de roca y los de deslizamientos. Al finalizar cada mapa, y solo si es posible, se podrían combinar en un solo mapa de amenazas, dependiendo de los fines del estudio y de la complejidad de la zona. El análisis de probabilidades puede requerir la

---

<sup>13</sup> CARDOZO, Claudia. Zonación de susceptibilidad por procesos de remoción en masa en la cuenca del río Tartagal, Saita (Argentina). Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Matemáticas, Astronomía y Física, 2013. p. 1-32

consideración de aspectos como cambios en el uso de la tierra, especialmente deforestación, incendios o terremotos.<sup>14</sup>

### **3.2. MARCO LEGAL**

Desde lo normativo puede abordarse distintos enfoques en lo que se refiere a la prevención y el conocimiento del riesgo a remoción en masas a la construcción y desarrollo del ordenamiento territorial y del medio ambiente. Por lo cual se enuncia las principales disposiciones que establece la ley 388 de 1997 conocida como Ley de Desarrollo Territorial, en materia de riesgos y desastres, las cuales son las siguientes:

Artículo 1. El establecimiento de los mecanismos que permitan al municipio, en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial y la prevención de desastres en asentamientos de alto riesgo, así como la ejecución de acciones urbanísticas eficientes.

Garantizar que la utilización del suelo por parte de sus propietarios se ajuste a la función social de la propiedad y permita hacer efectivos los derechos constitucionales a la vivienda y a los servicios públicos domiciliarios, y velar por la creación y la defensa del espacio público, así como por la protección del medio ambiente y la prevención de desastres.

Artículo 3. Función pública del urbanismo: Mejorar la seguridad de los asentamientos humanos ante los riesgos naturales.

---

<sup>14</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas: Proyecto Multinacional Andino. Colombia-Canadá. Bogotá D.C: El Instituto. p71

Artículo 8. Acción urbanística: Determinar las zonas no urbanizables que presenten riesgos para la localización de asentamientos humanos, por amenazas naturales, o que de otra forma presenten condiciones insalubres para la vivienda.

Artículo 10. Determinantes de los planes de ordenamiento territorial: Las relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales la prevención de amenazas y riesgos naturales.

Las políticas, directrices y regulaciones sobre prevención de amenazas y riesgos naturales, el señalamiento y localización de las áreas de riesgo para asentamientos humanos, así como las estrategias de manejo de zonas expuestas a amenazas y riesgos naturales.

Artículo 16. Contenido de los planes básicos de ordenamiento: Del componente general: el inventario de las zonas que presenten alto riesgo para la localización de asentamientos humanos, por amenazas naturales o por condiciones de insalubridad. Del componente urbano:

La delimitación de las áreas de conservación y protección de los recursos naturales, paisajísticos y de conjuntos urbanos, históricos y culturales, de conformidad con la legislación general aplicable a cada caso y las normas urbanísticas que los complementan, así como de las áreas expuestas a amenazas y riesgos naturales.

La estrategia de mediano plazo para el desarrollo de programas de vivienda de interés social; incluyendo los de mejoramiento integral, la cual incluirá las directrices y parámetros para la definición de usos para vivienda de interés social, tanto en suelos urbanos como de expansión urbana, y el señalamiento de los correspondientes instrumentos de gestión; así como los mecanismos para la reubicación de los asentamientos humanos localizados en zonas de alto riesgo

para la salud e integridad de sus habitantes, incluyendo lo relacionado con la transformación de las zonas reubicadas para evitar su nueva ocupación.

Artículo 17. Contenido de los esquemas de ordenamiento territorial: Los objetivos, estrategias y políticas de largo y mediano plazo para la ocupación y aprovechamiento del suelo, la división del territorio en suelo urbano y rural, la estructura general del suelo urbano, en especial, el plan vial y de servicios públicos domiciliarios, la determinación de las zonas de amenazas y riesgos naturales y las medidas de protección, las zonas de conservación y protección de recursos naturales y ambientales y las normas urbanísticas requeridas para las actuaciones de parcelación, urbanización y construcción.

Artículo 35. El concepto de suelos de protección: Los suelos de protección están constituidos por las zonas y áreas de terrenos localizados dentro del suelo urbano, de expansión, suburbano y rural, que por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras, para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenaza y riesgo no mitigable, tienen restringida la posibilidad de urbanizarse.

Artículo 58. Declaratoria de utilidad pública: Para efectos de decretar su expropiación, además de los motivos determinados en otras leyes vigentes se declara de utilidad pública o interés social la adquisición de inmuebles para destinarlos a los siguientes fines: Desarrollo de proyectos de vivienda de interés social, incluyendo los de legalización de títulos en urbanizaciones de hecho o ilegales diferentes a las contempladas en el artículo 53 de la Ley 9a. 1989, la rehabilitación de inquilinatos y la reubicación de asentamientos humanos ubicados en sectores de alto riesgo.

Artículo 121. Entrega a las Corporaciones Autónomas de Áreas desalojadas: Las áreas catalogadas como de riesgo no recuperable que hayan sido desalojadas a través de planes o proyectos de reubicación de asentamientos humanos, serán entregadas a las Corporaciones Autónomas Regionales o a la autoridad ambiental para su manejo y cuidado de forma tal que se evite una nueva ocupación. En todo caso el alcalde municipal o distrital respectivo será responsable de evitar que tales áreas se vuelvan a ocupar con viviendas y responderá por este hecho.

### **3.3. MARCO CONCEPTUAL.**

**Amenaza:** peligro latente asociado con la posible manifestación de un fenómeno de origen natural, socio-natural, antropogénico tecnológico o industrial, que se anticipa puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura, los bienes y servicios y/o el ambiente expuestos. Es un factor de riesgo externo que se expresa la probabilidad de que un evento se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y dentro de un periodo de tiempo definido.

**Vulnerabilidad:** en el contexto de la gestión del riesgo, es el factor de riesgo interno de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca o susceptibilidad física, económica, social y política que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que se manifieste un fenómeno peligroso de origen natural, socio natural o antropogénico. Representa, además una falta de resiliencia para recuperarse posteriormente. Las diferencias de vulnerabilidad del contexto social y material expuesto ante un fenómeno peligros determinas el carácter selectivo de la severidad de sus efectos.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> CORPORACION AUTÓNOMA REGIONAL. La gestión del riesgo en el ordenamiento territorial municipal del Valle del Cauca. Cali, Colombia: CAR, 2011. p 20.

**Sistema de informacion geografica (SIG):** es un sistema informativo que permite la gestión y análisis de datos espaciales, que presentan atributos y los cuales deben presentar confiabilidad con datos espaciales.

Sistema para captura, almacenamiento, chequeo, integración, manipulación y análisis de los datos que están referidos en la superficie de la tierra.

**Fotointerpretacion:** el estudio científico de las fotografías aéreas permite extraer de ellas gran información, de tipo cuantitativo como cualitativo que es de gran ayuda para el estudio y manejo de los recursos naturales. El auge y progreso de la computación ha permitido desarrollar equipos y técnicas de extracción automática de información que ofrece ventajas sobre los métodos visuales.

**Escala:** es una de las características geométricas más importantes a conocer en una fotografía aérea o imagen satelital. Ya que los objetos fotográficos son directamente proporcionales a la escala, es una expresión que establece que una unidad de distancia en las fotografías y mapas representa una unidad de distancia en el terreno. Esta se puede expresar de manera gráfica o numérica. La grafica se puede acompañar de una escala numérica, esta se puede expresar a través de unidades equivalentes de fracciones representativas o de una razón ej., si 1 cm en la fotografía representa 250 mts en el terreno se puede expresar de la siguiente manera. 1mm: 25m                      1/25000                      1: 25000

**Sensor remoto:** son sistemas de adquisición de información de la superficie terrestre, soportados sobre diferentes tipos de plataformas (terrestres, aéreas o satelitales), funcionan a través de la captura de la energía reflejada o radiada por la superficie, ya sea emitida por el sol (sensores pasivos) o por el mismo sensor (sensores activos). Los productos que se obtienen al emplear estas herramientas son diversos y de diferentes especificaciones, entre ellos los más conocidos son las fotografías aéreas y las imágenes de satélite. Los datos obtenidos se emplean como herramientas para la planificación territorial, ambiental, social, entre otros.

**Corine land cover:** esta es una metodología que está inmersa en el programa Corine (Coordination of Information of the Environment) de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) desde el año 1995, tiene como objetivo la captura de datos numéricos y espaciales para la creación de una base de datos geográfica de usos y coberturas de la tierra a escala 1: 100.000 a través la interpretación y análisis de imágenes de satélite o fotografías aéreas plasmadas en sistemas de información geográfica, esta metodología fue adaptada en Colombia para la generación del mapa de coberturas de la tierra de la cuenca Magdalena-Cauca en el año 2004. La base de datos de Corine Land Cover Colombia (CLC) permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra, interpretadas a partir de la utilización de imágenes de satélite de resolución media (Landsat), para la construcción de mapas de cobertura a escala 1:100.000.<sup>16</sup>

**Movimiento en masa:** movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras.

**Zonificación:** define zonificación como la división de la superficie del terreno en áreas y la clasificación de acuerdo con el grado actual o potencial de amenaza por deslizamientos u otros movimientos en masa en las laderas.

**Susceptibilidad a deslizamiento:** evaluación cuantitativa o cualitativa de una región en la que existen o pueden existir deslizamientos. Esta evaluación considera la clasificación, volumen (o área) y distribución espacial de los movimientos en masa; también puede incluir una descripción de la velocidad e intensidad de los movimientos potenciales o existentes. Aunque se espera que los movimientos en masa ocurran con más frecuencia en la mayoría de las zonas

---

<sup>16</sup> ACEVEDO, Jeeferson y ARCINIEGAS, Elkin. Análisis multitemporal de coberturas vegetales y uso del suelo en el municipio de Málaga Santander en el periodo de dos temporalidades comprendido entre los años 1992 al 2006 y 2006 al 2013. Trabajo campamento Ingeniería Forestal Málaga.: Universidad Industrial de Santander. Programa de Ingeniería Forestal, 2013. p.12

susceptibles, en los análisis de susceptibilidad, no se tiene en cuenta el tiempo de recurrencia. La susceptibilidad a movimientos en masa incluye movimientos en masa originados en la zona de estudio o pueden tener su fuente fuera de esta ella, pero pueden viajar de regreso hacia o desde ésta área.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO. Documento metodológico de la Zonificación de Susceptibilidad y Amenaza por Movimientos en Masa Escala 1:100000: Subdirección de Amenazas Geológicas y Entorno Ambiental. Bogotá, D.C: Servicio Geológico Colombiano, 2013. p15.

## **4. DISEÑO METODOLOGICO**

Para la generación del mapa de Zonificación de la susceptibilidad a movimientos en masa; se emplearon variables cualitativas de la cual hace parte la variable de cobertura de la tierra y cuantitativas en las que se encuentran los atributos profundidad radicular (PR), drenaje natural (DN), evapotranspiración o coeficiente de cultivo (ETP-KC) y numero de estrato (NE). La metodología que se trabajó en este proyecto es de tipo descriptiva puesto que no solo se limita a la toma de datos sino que también abarca la predicción e identificación de las relaciones que existe entre 2 o más variables ya sean cualitativas o cuantitativas.

### **4.1 TIPO DE ESTUDIO**

El método empleado para la evaluación de la susceptibilidad es el método heurístico el cual es un método indirecto que se basa en categorizar y ponderar los factores causantes de inestabilidad; en la determinación de la susceptibilidad a movimientos en masa empleando SIG se requiere en primer lugar la creación de la base de datos geográfica (Geodatabase), a partir de la capa Nacional de Coberturas 2005 – 2007 suministrada por el IDEAM, se analizan y calculan los atributos que componen la susceptibilidad (profundidad radicular (PR), drenaje natural (DN), evapotranspiración o coeficiente de cultivo (ETP-KC) y numero de estrato (NE)); la ponderación de los atributos asigna valores de 1 a 5 siendo el 1 muy baja susceptibilidad y 5 muy alta susceptibilidad valores que aplica la metodología del Servicio Geológico Colombiano.

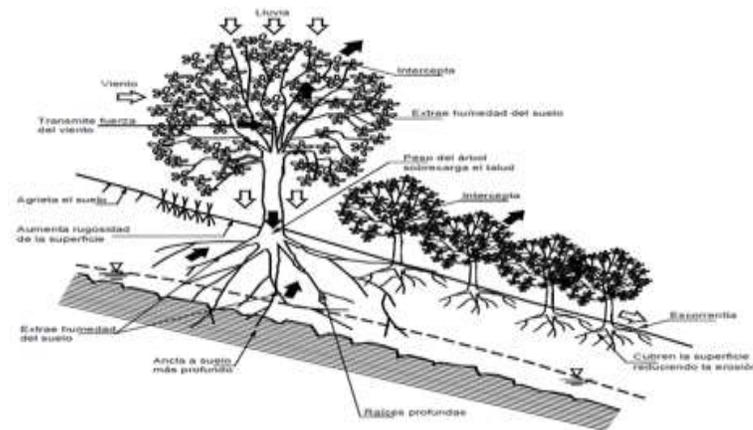
Para el procesamiento de las capas, e imágenes satelitales Lansant 7 ETM + y Landsat 8 OLI, generación de mapas y cálculo de susceptibilidad se harán en el software Arcgis 9,3 definiendo los patrones de clasificación de cada una de los atributos que comprenden la cobertura del suelo.

El procesamiento digital de imágenes satelitales es un apoyo para mejorar algunas de las características visuales que por efecto de la atmosfera o agrupamiento de los tonos en la información de la imagen, genera pérdidas en la apariencia visual de las unidades de cobertura. En el proyecto Determinación de la susceptibilidad a movimientos en masa, escala 1.100.000 en los departamentos de Meta, Huila y Caquetá, empleando SIG. Se implementa la Leyenda nacional de cobertura de la tierra CORINE LAND COVER 1:100.000 adaptada para Colombia.

#### 4.2 ATRIBUTOS QUE COMPONEN LA COBERTURA DE LA TIERRA.

Los cuatro atributos que componen la cobertura de la tierra son la base estructural para la construcción del modelo de susceptibilidad a movimientos en masa, y cada uno de ellos con un porcentaje igual al 25%, para esto se tiene en cuenta el efecto de la vegetación sobre el suelo que se muestra en la siguiente figura 2.

**Figura 2. Efectos de la vegetación sobre el suelo.**



Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

**4.2.1. Susceptibilidad a los movimientos en masa:** para el cálculo de la Susceptibilidad a los movimientos en masa, contextualizado en la temática de cobertura se determina con el uso del siguiente modelo matemático, y se contextualiza en la figura 3.

$$CAL = \frac{PR + DN + ETP_{KC} + NE}{4}$$

Dónde:

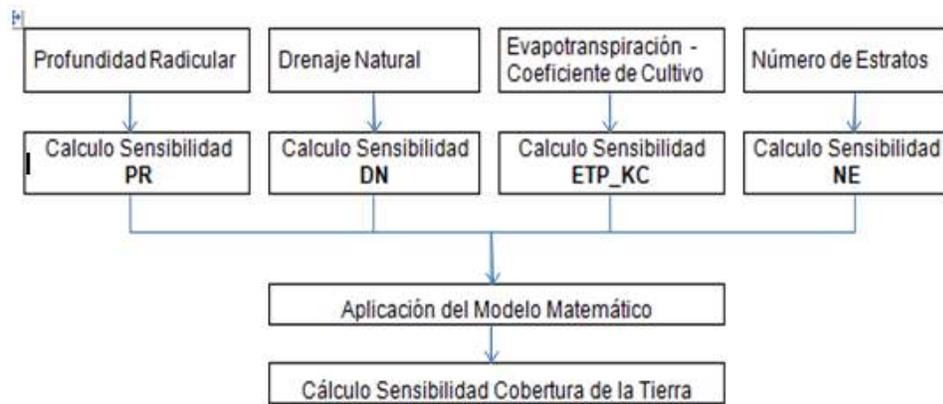
PR = Profundidad Radicular.

DN = Drenaje Natural.

ETP\_KC = Evapotranspiración – Coeficiente de Cultivo.

NE = Número de Estrato.

**Figura 3. Procedimiento para el cálculo de la sensibilidad de cobertura de la tierra.**



Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

La susceptibilidad está catalogada bajo 5 rangos que definen el nivel de la misma.

**Cuadro 1. Rangos de susceptibilidad.**

SUSCEPTIBILIDAD	CALIFICACIÓN
Muy alta	5
Alta	4
Media	3
Baja	2
Muy baja	1

Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

**Susceptibilidad muy baja:** en estas áreas pueden encontrarse bosques, arbustales y algún uso agropecuario que se considera no contribuye a la susceptibilidad sobre todo si se implementan prácticas de conservación de suelos,

los procesos que se pueden generar por mal uso de los suelos podrían dar lugar a salinización, desertización, acidificación entre otros, pero la condición de relieve plano y estable, hace que los suelos por condición natural no contribuyan significativamente a movimientos en masa.

**Susceptibilidad baja:** Predomina las coberturas agropecuarias y adicionalmente incluyen el arbusto denso (bosques bajos).

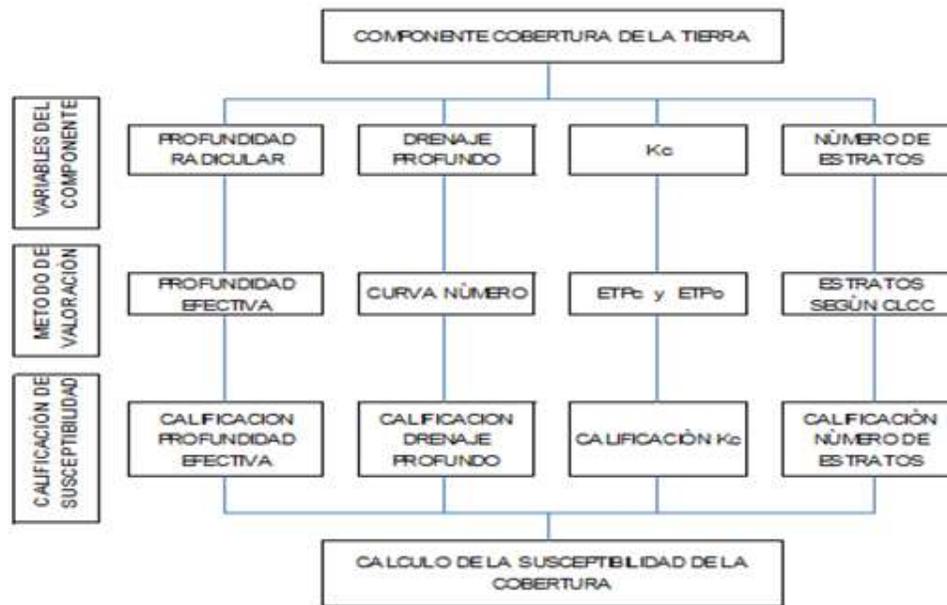
**Susceptibilidad media:** con coberturas de la tierra producto de actividades agropecuarias, donde sobresalen la ganadería extensiva con cultivos de pastos.

**Susceptibilidad alta:** coberturas asociadas son construcciones urbanas, industriales y comerciales.

**Susceptibilidad muy alta:** en estas áreas pueden encontrarse actividades agropecuarias en altas pendientes y sin prácticas de conservación de suelos provocando conflictos de uso por sobre-explotación severa de los suelos, siendo estos muy susceptibles tanto por el uso como por la presencia inicial de erosión y cárcavas, entre otros procesos y porque ya no existen coberturas vegetales que ayuden en la regulación de los flujos de agua, ni en el sostén de los suelos. (SGC, 2013).

A continuación se muestra en la figura 4; la descriptiva del proceso metodológico en la cual se indica el diagrama de flujo para la valoración de susceptibilidad de los atributos mencionados anteriormente.

**Figura 4. Proceso para el cálculo de la Susceptibilidad de Cobertura de la tierra.**



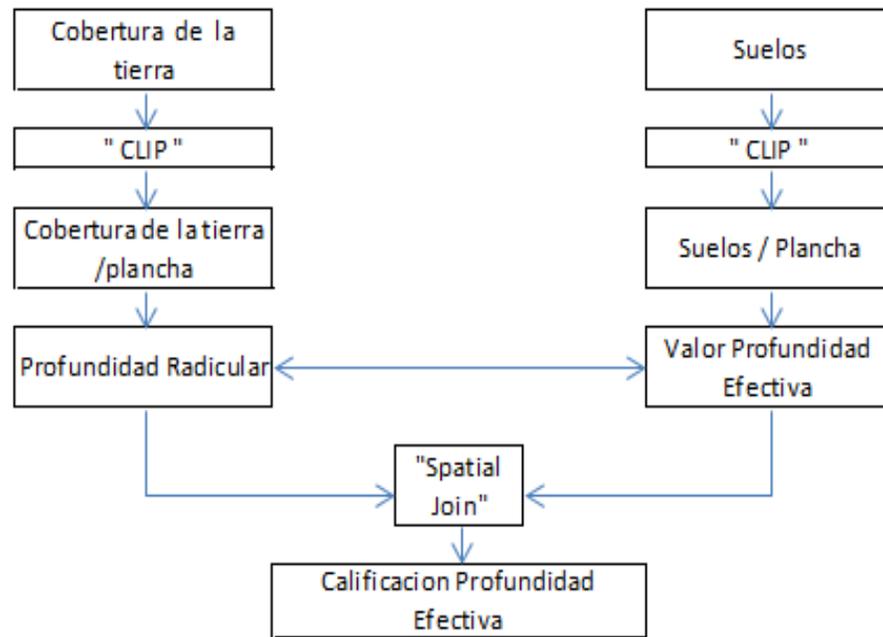
Fuente. Servicio Geológico Colombiano.

**4.2.2 Profundidad radicular:** se sabe que la profundidad de las raíces va de la mano o están relacionadas de acuerdo a cada especie y los tipos de suelo, a raíz de esto el SGC determina que para el presente estudio se calcula la profundidad radicular con referencia al parámetro profundidad efectiva, según su metodología toma como referencia la profundidad efectiva de suelos presentes en las planchas 324, 325, 346, 347, 368 y 391, mostrando que una misma unidad de cobertura no tiene igual calificación de profundidad radicular puesto que se relaciona directamente con la unidad de suelos presente. La información es tomada de los estudios de suelos de la subdirección de agrología del IGAC, en una escala 1:100.000.

Para el desarrollo del procedimiento se carga la capa de coberturas, la capa de suelo donde se van analizando los diferentes polígonos de coberturas, se incluyen

los datos directamente en el Shape y a su vez se genera una tabla de atributos donde se van incluyendo los datos generados.

**Figura 5. Diagrama de flujo de obtención de la variable Profundidad Radicular**



Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

**Cuadro 2. Valores utilizados para la obtención de la calificación de la variable Profundidad Radicular.**

PROFUNDIDAD EFECTIVA (PT)			PROFUNDIDAD RADICULAR (PR)	
PROFUNDIDAD (CM)	CATEGORÍA	CALIFICACIÓN*	PROFRADICULAR	SUSCEPTIBILIDAD
Menos a 25	Muy superficial	1	0 - 1,9	5
25 - 50	Superficial	2	2 - 2,9	4
50 - 100	Moderadamente profundo	3	3 - 3,9	3
100 - 150	Profundo	4	4 - 4,9	2
Mayor 150	Muy profundo	5	5	1

Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

**4.2.3. Evapotranspiración:** en este atributo se tomaran los datos de las estaciones meteorológicas suministrados por el IDEAM, Esta se especializó,

revisando específicamente los atributos, en especial el dato de Evapotranspiración.

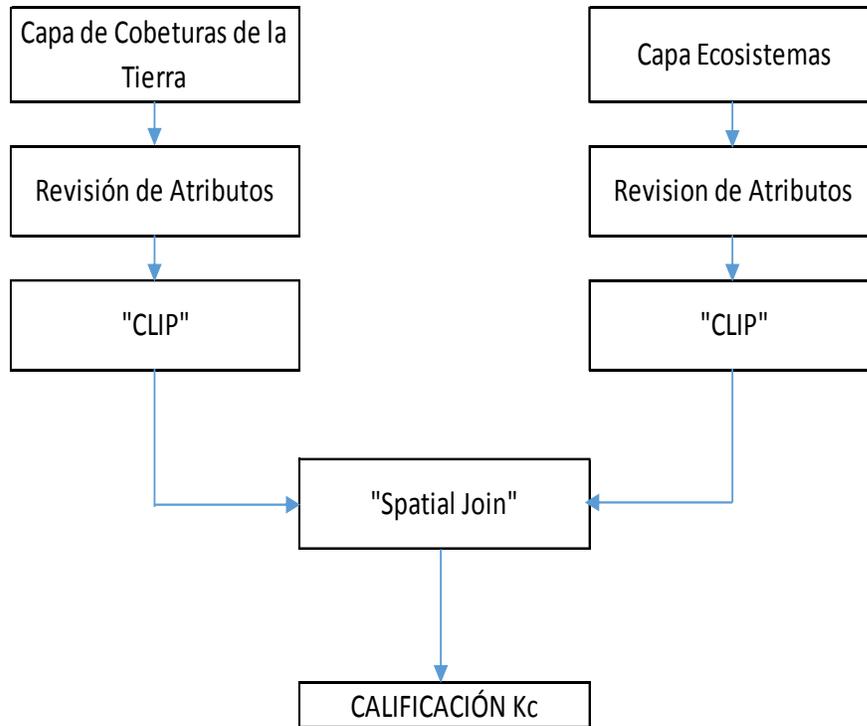
Con el fin de conocer de manera aproximada la cantidad de agua que las coberturas extraen del suelo, se toman datos principalmente de la FAO y otros referentes bibliográficos, se consultan los  $K_c$  (ver cuadro 3), que se emplearan como una variable derivada de la evapotranspiración del cultivo y la evapotranspiración de referencia en condición estándar, indicando que entre mayor sea el  $K_c$  mayor será la magnitud de la evapotranspiración, lo cual puede favorecer la condición de estabilidad de los terrenos en la medida que sale mayor cantidad de humedad de los suelos y de la cobertura disminuyendo los efectos de saturación de los suelos.

Obtenido el  $K_c$  para cada cobertura este se multiplica por la relación precipitación media/ETP potencial (ver cuadro 4), cuando esta última fuera menor a 1 según el tipo de clima en el que se encuentra la cobertura. Se debe aplicar los valores promedio de los  $k_c$  de las diferentes coberturas presentes en un polígono teniendo en cuenta los insumos y apoyos utilizados en la interpretación de la capa de coberturas, adicionalmente la leyenda de coberturas define las diferentes coberturas de la tierra en cuya conceptualización se integran los conceptos de consociación y asociación.

Para el desarrollo del procedimiento se carga la capa de coberturas, la capa de clima incluido en la información de ecosistemas y se va analizando los diferentes polígonos de coberturas, donde se va incluyendo el dato directamente en el Shape y a la vez se genera una hoja de cálculo donde se van incluyendo los datos generados a partir de la siguiente formula:

$Evt\ cultivo = K_c * \text{promedio de la Evt potencial en función de la precipitación.}$

**Figura 6, Diagrama de flujo de obtención de la variable Evapotranspiración.**



Fuente. Servicio Geológico Colombiano.

**Cuadro 3. Coeficiente de cultivo**

<b>CODIGO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>KC</b>
99	Nubes	0
111	Tejido Urbano Continuo	0,2
112	Tejido Urbano Discontinuo	0,4
124	Aeropuertos	0,2
231	Pastos Limpios	1
232	Pastos Arbolados	0,8
233	Pastos Enmalezados	0,88
241	Mosaico de Cultivos	0,72
242	Mosaico de Pastos y Cultivos	0,931
243	Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	0,758
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	0,75
314	Bosques de Galería	0,5
323	Vegetación Secundaria o en Transición	0,6
331	Zonas Arenosas Naturales	1
333	Tierras Desnudas y Degradadas	1
334	Zonas Quemadas	0,375
411	Zonas Pantanosas	1,5
511	Ríos	1,05
2121	Arroz	0,95
2222	Café	1,09
2223	Cacao	1,04
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	0,8
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	0,67
3221	Arbustal Denso	0,81
3222	Arbustal Abierto	0,85
3232	Vegetación Secundaria Baja	0,775
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	0,4
32111	Herbazal Denso de Tierra Firme	0,9
32221	Arbustal Abierto Esclerófilo	0,85
321111	Herbazal Denso de Tierra Firme no Arbolado	0,8
321112	Herbazal Denso de Tierra Firme Arbolado	0,88
321113	Herbazal Denso de Tierra Firme con Arbustos	0,88

Fuente. Servicio Geológico Colombiano.

**Cuadro 4. Adaptación a los climas manejados en la capa de ecosistemas**

CLIMA	PRECIPITACIÓN	ALTITUD (MSNM)	RELACIÓN EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL / PRECIPITACIÓN
Cálido Árido	0-500	0-800	8-4
Cálido Muy Seco	500-1000		4-2
Cálido Seco	1000-2000		2-1
Cálido Húmedo	2000-3000		1-0,5
Cálido Muy Húmedo	3000-7000		0,5-0,25
Cálido Pluvial	>7000		0,25-0,125
Templado Muy Seco	500-1000	800-1800	2-1
Templado Seco	1000-2000		1-0,5
Templado Húmedo	2000-3000		0,5-0,25
Templado Muy Húmedo	3000-7000		0,25-0,125
Templado Pluvial	>7000		0,25-0,125
Frio Muy Seco	500-1000	1800-2800	2-1
Frio Seco	1000-2000		1-0,5
Frio Húmedo	2000-3000		0,5-0,25
Frio Muy Húmedo	3000-7000		0,25-0,125
Muy Frio Muy Seco	500-1000	2800-3700	1-0,5
Muy Frio Seco	1000-2000		0,5-0,25
Muy Frio Húmedo	2000-3000		0,25-0,125
Muy Frio Muy Húmedo	3000-7000		0,25-0,125
Extremadamente Frio Muy Seco	500-1000	3700-4500	1-0,5
Extremadamente Frio Seco	1000-2000		0,5-0,25
Extremadamente Frio Húmedo	2000-3000		0,25-0,125
Extremadamente Frio Muy Húmedo	3000-7000		0,25-0,125
Nival Muy Seco	500-1000	>4500	0,25-0,125
Nival Seco	1000-2000		0,25-0,125

Fuente. Servicio Geológico Colombiano.

**Cuadro 5. Valores utilizados para la obtención de la calificación de la variable Evapotranspiración.**

<b>EVAPOTRANSPIRACIÓN (ETP)</b>		
<b>ETP</b>	<b>RANGO (KC)</b>	<b>SUSCEPTIBILIDAD</b>
No presenta	0	0
Muy baja	0 - 0,5	5
Baja	0,51 - 0,8	4
Media	0,81 - 1	3
Alta	1,1 - 1,5	2
Muy Alta	Mayor de 1,5	1

Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

**4.2.4. Drenaje profundo:** la definición de drenaje profundo, implica la capacidad de las coberturas a la interceptación del volumen caído de precipitación, hasta llegar al suelo, donde comienza el proceso llamado infiltración. Las coberturas boscosas son las que más dificultan el camino de la lluvia hacia el suelo, debido a su composición y estructura.

El suelo al ser el resultado de la interacción de la meteorización de los minerales y los aportes orgánicos de la vegetación, influye en las propiedades físicas de éstos, y están ligadas a los procesos formadores del suelo, por esta razón las coberturas presentan características edafológicas únicas.

**Curva Numero (CN):** es un método que permite medir la capacidad de interceptación de las coberturas, este es planteado por el Servicio de conservación de suelos de los Estados Unidos, el cual es utilizado en la modelación hidrológica en la etapa de pérdida relacionada a la infiltración, que correlaciona la potencialidad de las coberturas vegetales y usos de los suelos, junto con las unidades edafológicas y su ubicación espacial (pendiente).

El método CN, contempla cuatro grupos de suelos (A, B, C y D), siendo A un suelo con texturas gruesas (arenas) y altas tasas de infiltración, B y C texturas medias y

tasas moderadas de infiltración y D texturas finas, suelos pesados y bajas tasas de infiltración. Ver cuadro 6 y 7.

La Curva Número (CN) igual a 1 indica que toda la lluvia infiltra y un CN = 100 representa el escurrimiento total de la precipitación. Es así que para la práctica los valores van desde 30 hasta 98, Esto se lleva a las condiciones de cálculo de la Curva Número, los altos implican escorrentías elevadas (= infiltraciones bajas; = laderas degradadas) en cambio, números de curva bajos aseguran altas tasas de infiltración, baja escorrentía superficial y escasa erosión hídrica; estos grupos de suelos están cruzados por las unidades de cobertura.

**Cuadro 6. Grupos de suelos que contempla el método curva número.**

GRUPO DE SUELO	DESCRIPCIÓN	RANGO DE TASAS DE INFILTRACIÓN (MM/H)
A	Arenas profundas, loes, Limos agregados	7,62 - 11,43
B	Loes superficial, Suelos franco-arenoso	3,81 - 7,62
C	Suelos franco-arcillosos, franco-arenosos superficiales, bajos en materia orgánica, y usualmente altos en arcilla	1,27 - 3,81
D	Suelos que escurren muy bien, arcillas plásticas pesadas, y ciertos suelos salinos	0 - 1,27

Fuente. Servicio Geológico Colombiano.

**Cuadro 7. Valor de curva numero para las coberturas.**

CÓDIGO	UNIDAD	A	B	C	D
111	Tejido urbano continuo	98	98	98	98
112	Tejido urbano discontinuo	77	86	91	94
121	Zonas industriales o comerciales	85	90	92	94
122	Red vial, ferroviarias y terrenos asociados	28	18	13	11
124	Aeropuertos	98	98	98	98
125	Obras hidráulicas	98	98	98	98
131	Zonas de extracción minera	96	96	96	96
142	Instalaciones recreativas	49	69	79	84
211	Otros cultivos transitorios	74	83	88	90
231	Pastos limpios	68	79	86	89

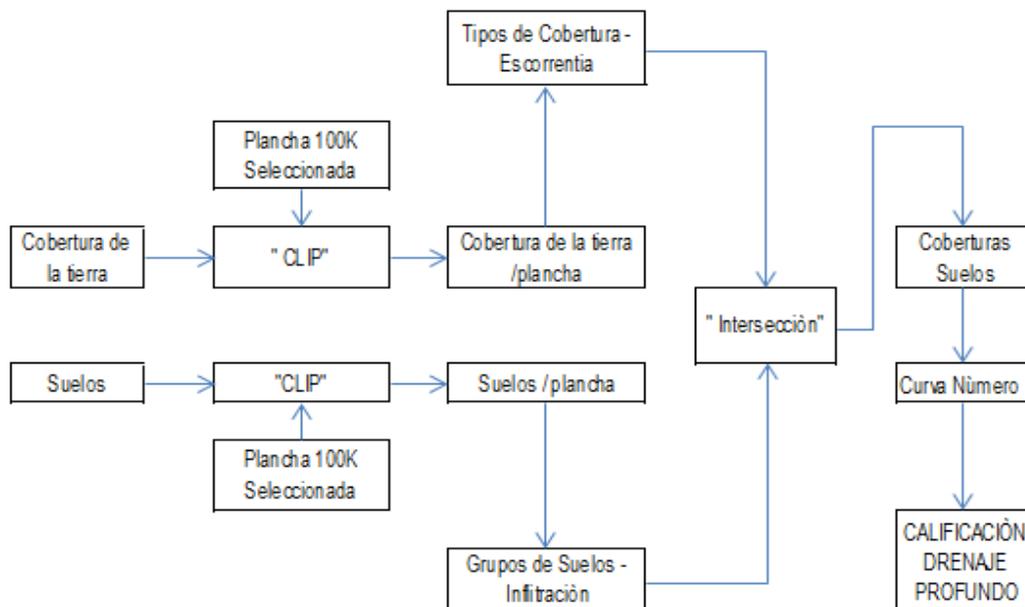
Continuación cuadro 7					
CÓDIGO	UNIDAD	A	B	C	D
241	Mosaico de cultivos	67	78	85	89
242	Mosaico de pastos y cultivos	68	79	86	89
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	49	69	79	84
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	39	61	74	80
245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	39	61	74	80
314	Bosque de galería y ripario	30	55	70	77
315	Plantación forestal	45	66	77	83
323	Vegetación secundaria o en transición	36	60	73	79
331	Zonas arenosas naturales	96	96	96	96
332	Afloramientos rocosos	98	98	98	98
333	Tierras desnudas y degradadas	96	96	96	96
334	Zonas quemadas	96	96	96	96
411	Zonas pantanosas	90	90	90	90
413	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	95	95	95	95
511	Ríos (50 m)	98	98	98	98
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	98	98	98	98
514	Cuerpos de agua artificiales	98	98	98	98
2121	Arroz	77	86	91	94
2131	Algodón	67	78	85	89
2222	Café	62	71	78	81
2231	Otros cultivos permanentes arbóreos	62	71	78	81
3131	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	43	65	76	82
3132	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	32	58	72	79
3221	Arbustal denso	30	48	65	73
3222	Arbustal abierto	48	67	77	83
3232	Vegetación secundaria baja	35	56	70	77
3311	Playas	49	68	79	84
3312	Arenales	55	72	81	86
31111	Bosque denso alto de tierra firme	30	55	70	77
31112	Bosque denso alto inundable	70	45	30	23
31121	Bosque denso bajo de tierra firme	45	66	77	83
31122	Bosque denso bajo inundable	36	60	73	79
31211	Bosque abierto alto de tierra firme	64	40	27	21
31221	Bosque abierto bajo de tierra firme	55	34	23	17
31222	Bosque abierto bajo inundable	36	60	73	79
32111	Herbazal denso de tierra firme	41	62	74	85
32121	Herbazal abierto arenoso	63	77	85	88
32122	Herbazal abierto rocoso	55	72	81	86
32221	Arbustal abierto esclerófilo	49	68	79	84
32112	Herbazal denso inundable	70	52	35	27

Continuación cuadro 7					
CÓDIGO	UNIDAD	A	B	C	D
321111	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	41	62	74	85
321112	Herbazal denso de tierra firme arbolado	41	62	74	85
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	41	62	74	85

Fuente. Servicio Geológico Colombiano.

Dentro del drenaje natural se aplica el método de curva número (CN), que incluye coberturas, suelos y Modelo de Elevación Digital.

**Figura 7. Diagrama de flujo de obtención de la variable drenaje profundo.**



Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

Especialización del modelo de curva número (CN). Para el caso de la generación de la información geográfica en Arcgis, fue necesario tener:

- Capa de Suelos con los atributos de Infiltración o Drenaje Natural
- Capa de Coberturas
- Modelo Digital de Elevación (DEM)

- Archivo de Excel CNLookTable.xls
- Extensión HEC-geo-HMS previamente instalada en Arcgis

Para obtener los porcentajes en los cuatro tipos de suelo; se obtuvo el porcentaje de dicha unidad en los cuatro tipos de suelos; como no es posible tener información detallada de la infiltración de cada una de las unidades edafológicas, se pretende generar una compatibilización entre el drenaje profundo que es una de las variables de suelos, con los grupos contemplados por el método CN. Esto es posible a que un drenaje excesivo o moderado por lo general se da en texturas gruesas como arenas y el drenaje pobre en texturas muy finas o arcillosas. Ver Cuadro 8.

**Cuadro 8. Clasificación del coeficiente de cultivo (Kc).**

COMPONENTE DE SUELOS		CURVA NUMERO (CN)**		
DRENAJE NATURAL (D)*		TIPOS DE SUELOS**		
CLASE	CATEGORÍA DE SUSCEPTIBILIDAD	CATEGORÍA**	DESCRIPCIÓN	TASAS DE INFILTRACIÓN (MM.H-1)
Excesivo	1 - 1,9	A	Arenas profundas, loes, Limos agregados	7,62 - 11,43
Moderado Excesivo				
Bueno (Bien)	2 - 2,9	B	Loes superficial, Suelos franco-arenoso	3,81 - 7,62
Moderado	3 - 3,9			
Imperfecto	4 - 4,9	C	Suelos franco-arcillosos, franco arenosos superficiales, bajos en materia orgánica, y usualmente altos en arcilla	1,27 - 3,81
Pobre				
Muy pobre	5	D	Suelos que escurren muy bien, arcillas plásticas pesadas, y ciertos suelos salinos	0 - 1,27
Pantanosos				

Fuente. Servicio Geológico Colombiano.

Como obtener el valor de curva número (CN). Para obtener el valor de Curva Numero se creó el último elemento que es un archivo de Excel vinculante denominado CNLookTable.xls; la cual tendrá como datos la tabla de valores de curva numero para coberturas y a su vez se generara otro archivo de Excel que se llamara CNLookup.xls.

Se procede a generar la grilla de CN (Curva Numero), utilizando la extensión HEC-geo-HMS previamente instalada en Arcgis; haciendo clic en el menú Utility – Generate CN grid.

La calificación del drenaje profundo. Para el desarrollo de la calificación del drenaje profundo, se genera un nuevo atributo llamado CalDrenProf el cual se carga directamente en el Shape; y califica de acuerdo al siguiente cuadro.

**Cuadro 9. Valores utilizados para la obtención de la calificación de la variable drenaje profundo.**

DRENAJE PROFUNDO (DP)					
CLASES DE DRENAJE PROFUNDO	CURVA NÚMERO	DRENAJE PROFUNDO	SUSCEPTIBILIDAD	CATEGORIZACIÓN	COBERTURAS ASOCIADAS
Muy profundo	30 - 40	Excelente	1	Muy baja	Bosques
Profundo	41 - 60	Bueno	2	Baja	Arbustales densos
Moderada/ profundo	61 - 80	Moderada/ bueno	3	Media	Herbazales
Superficial	81 - 90	Regular	4	Alta	Áreas Agrícolas
Muy superficial	91 - 98	Malo	5	Muy alta	Pastos

Fuente. Servicio Geológico Colombiano.

**4.2.5. Número estrato:** la información se obtiene a partir de la metodología planteada por el SGC y de la capa oficial de coberturas, CORINE LAND COVER COLOMBIA (CLCC) IDEAM, a partir de la descripción de las Unidades

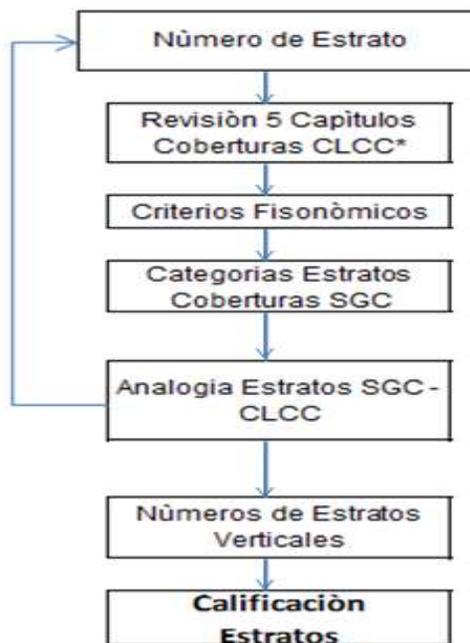
Cartográficas de Cobertura de la Tierra, expresadas en la planchas asignadas al Bloque a escala 1:100.000 (IDEAM, 2010) según Leyenda del Sistema de Clasificación analizando las asociaciones y consociaciones que indican la estratificación presente en dichas unidades.

Las coberturas de la tierra proporcionan información fundamental para diversos procesos nacionales como los mapas de ecosistemas, conflictos de uso del territorio, ordenación de cuencas y del territorio, seguimiento a la deforestación de los bosques, y los inventarios forestales, sólo por citar algunos.

La leyenda nacional para la zonificación de las coberturas de la tierra a escala 1:100.000 adaptada al territorio colombiano proporciona las características temáticas que el país requiere para el conocimiento de sus recursos naturales, para la evaluación de las formas de ocupación y apropiación del espacio geográfico, así como para la actualización permanente de la información, con lo cual se facilitan los procesos de seguimiento de los cambios y la evaluación de la dinámica de las coberturas terrestres.

La leyenda nacional fue estructurada de manera jerárquica, derivando las unidades de coberturas de la tierra con base en “*criterios fisonómicos de altura y densidad*” y aplicables a todas las unidades consideradas para un grupo de coberturas del mismo tipo.

**Figura 8. Diagrama de flujo de obtención de la variable número estrato.**



Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

**Cuadro 10. Valores utilizados para la obtención de la calificación de la variable número estrato.**

Nº DE ESTRATOS		
ESTRATOS DE LA COBERTURA	RANGO (Nº DE ESTRATOS VERTICALES)	SUSCEPTIBILIDAD
No presenta	0	5
Baja Densidad Estructural	1	4
Media Densidad Estructural	2	3
Moderadamente Alta	3	2
Alta Densidad Estructural	4	1

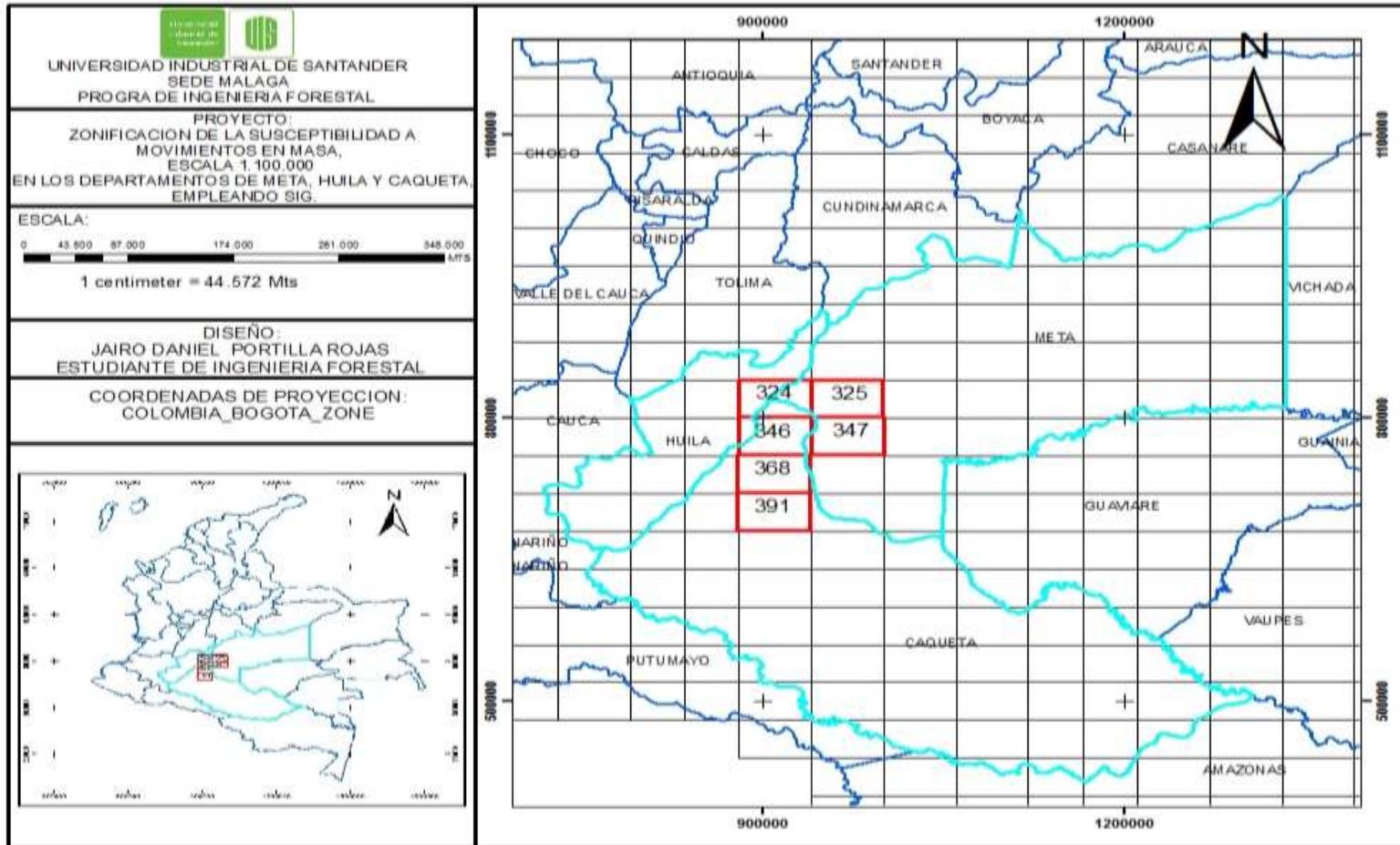
Fuente. Servicio Geológico Colombiano.

## **5. ANALISIS DE RESULTADOS**

### **5.1. MAPA DE LOCALIZACIÓN.**

Para la elaboración del mapa de localización, se obtuvo en base a las grillas suministradas por el Servicio Geológico Colombiano (SGC), donde muestra las planchas a trabajar (324, 325, 346, 347, 368, 391), seguido se empalmó los Shape de Departamentos y Municipios de Colombia como lo muestra en la figura 9.

Figura 9. Mapa localización.



## **5.2. ANALISIS DE SUSCEPTIBILIDAD DE LA TIERRA.**

En el análisis de susceptibilidad de la tierra se dispuso del material brindado por el Servicio Geológico Colombiano (SGC), que constituye: la capa de suelos, esta capa fue entregada en formato Geodatabase tipo archivo por la Subdirección de Agrología del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC al Servicio Geológico Colombiano SGC que a su vez fue suministrada a la Universidad Industrial de Santander UIS, esta se le dio calificación que el Profesional temático de suelos le asignó al drenaje natural y la profundidad efectiva.

La capa de cobertura nacional es la capa generada por el IDEAM y entregada por el SGC a la UIS, oficialmente publicadas en el año 2010 con interpretación entre los años 2005 y 2007. Las planchas representan el nivel de levantamiento general a escala 1:100.000. El Modelo Digital de Elevación (DEM), SRTM de 30 metros, facilitado por la UIS. El modelo de elevación digital representa el nivel de levantamiento general entre escalas 1:90.00 y 1:100.000.

En los datos de evapotranspiración (ETP), se utilizaron los datos de las estaciones meteorológicas generadas por el IDEAM, las capas de ETP del IDEAM y del DEM ya mencionado.

Se realiza el proceso de digitalización tomando como base la capa de coberturas donde asocia la leyenda nacional de coberturas CORINE land cover adaptada para Colombia a escala 1:100000.

Para el presente estudio “Zonificación de susceptibilidad y amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000” en la variable de coberturas se evaluaron cuatro atributos: Profundidad radicular, drenaje profundo, Evapotranspiración y número de estratos, que aportaron a la construcción del modelo de susceptibilidad a la amenaza de remoción en masa.

**5.2.1. Análisis de susceptibilidad plancha 324:** espacialmente la plancha 324 contextualizada en la Proyección Transverse Mercator, se localiza en los departamentos de Huila (50,76 %), Caquetá (29,89%) y Meta (19,35%) la cual forma parte del bloque 14 del proyecto de “Zonificación de la Susceptibilidad a Movimientos en Masa”. (Ver figura 9).

**Cuadro 11 . Cuantificación de las coberturas presentes en la plancha 324**

CODIGO	UNIDAD	AREA HAS	% AREA HAS
99	Nubes	1012,98	0,4221
111	Tejido Urbano Continuo	105,95	0,0441
112	Tejido Urbano Discontinuo	5,93	0,0025
231	Pastos Limpios	24236,86	10,0987
232	Pastos Arbolados	0,10	0,0000
233	Pastos Enmalezados	8464,30	3,5268
242	Mosaico de Pastos y Cultivos	4866,59	2,0278
243	Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	17520,22	7,3001
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	27471,88	11,4467
314	Bosques de Galería	100,83	0,0420
323	Vegetación Secundaria o en Transición	3226,78	1,3445
333	Tierras Desnudas y Degradadas	1157,68	0,4824
334	Zonas Quemadas	37,59	0,0157
511	Ríos	180,75	0,0753
2121	Arroz	1223,65	0,5099
2222	Café	577,59	0,2407
2223	Cacao	356,66	0,1486
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	1712,21	0,7134
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	939,44	0,3914
3221	Arbustal Denso	2012,71	0,8386
3222	Arbustal Abierto	765,71	0,3190
3232	Vegetación Secundaria Baja	219,93	0,0916
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	138124,15	57,5521
32111	Herbazal Denso de Tierra Firme	204,52	0,0852
32221	Arbustal Abierto Esclerófilo	1300,20	0,5418
321111	Herbazal Denso de Tierra Firme no Arbolado	901,79	0,3757
321112	Herbazal Denso de Tierra Firme Arbolado	538,45	0,2244
321113	Herbazal Denso de Tierra Firme con Arbustos	2733,17	1,1388

Las unidades de cobertura presente en la plancha 324 se definen en el cuadro 11, encontrando un total de 28 coberturas.

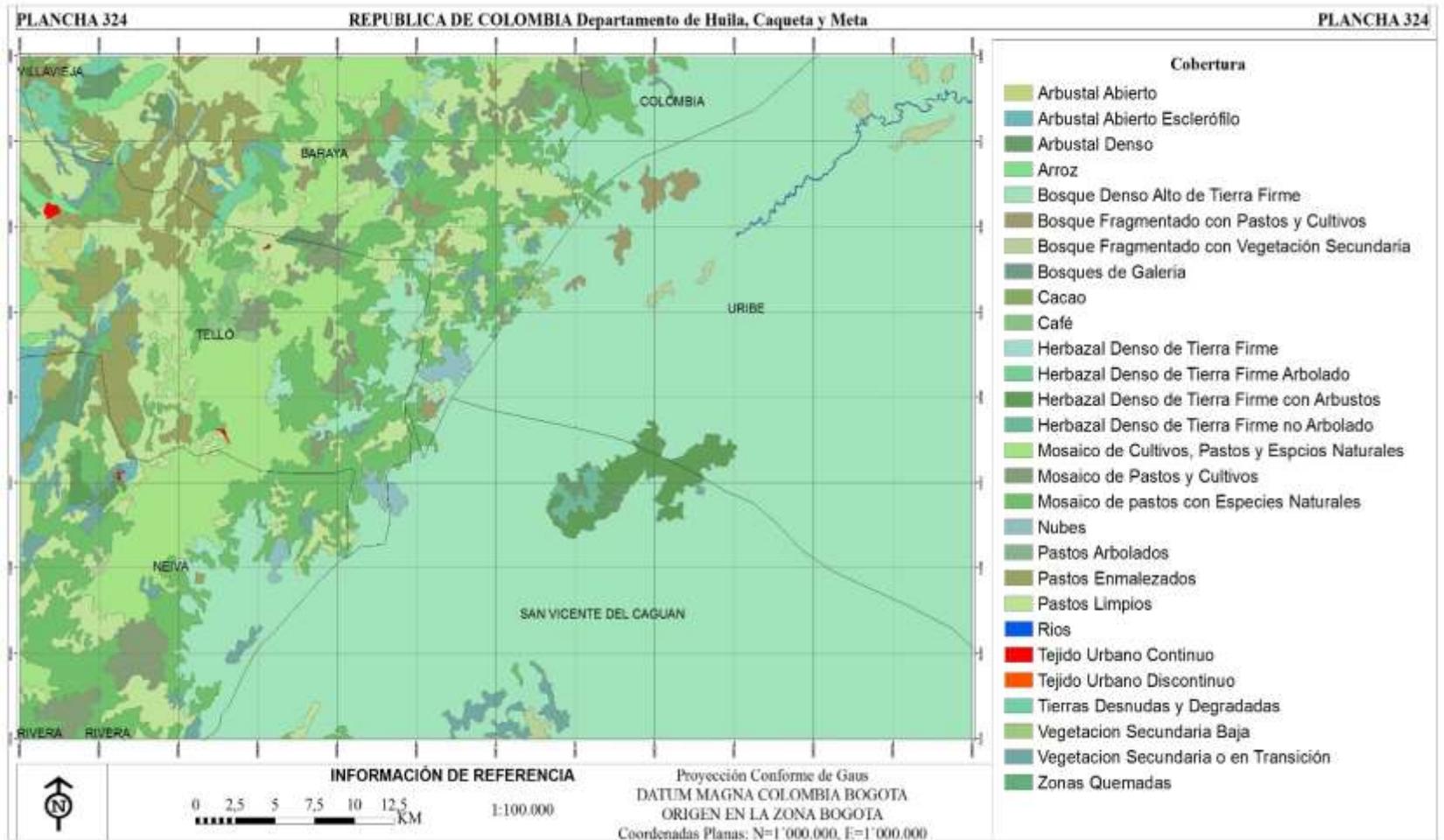
Las coberturas más representativas son: Bosque Denso Alto de Tierra Firme (57,55%), Mosaico de pastos con Especies Naturales (11,44%), Pastos Limpios (10,08%), Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales (7,30%).

En esta zona aún mantiene la mayor parte de ecosistema natural con el bosque denso alto de tierra firme, sin embargo si se suma los otros porcentajes representativos la intervención antrópica toma un valor que se debe tener en cuenta del 28%, presentando una modificación y alteración del ecosistema natural.

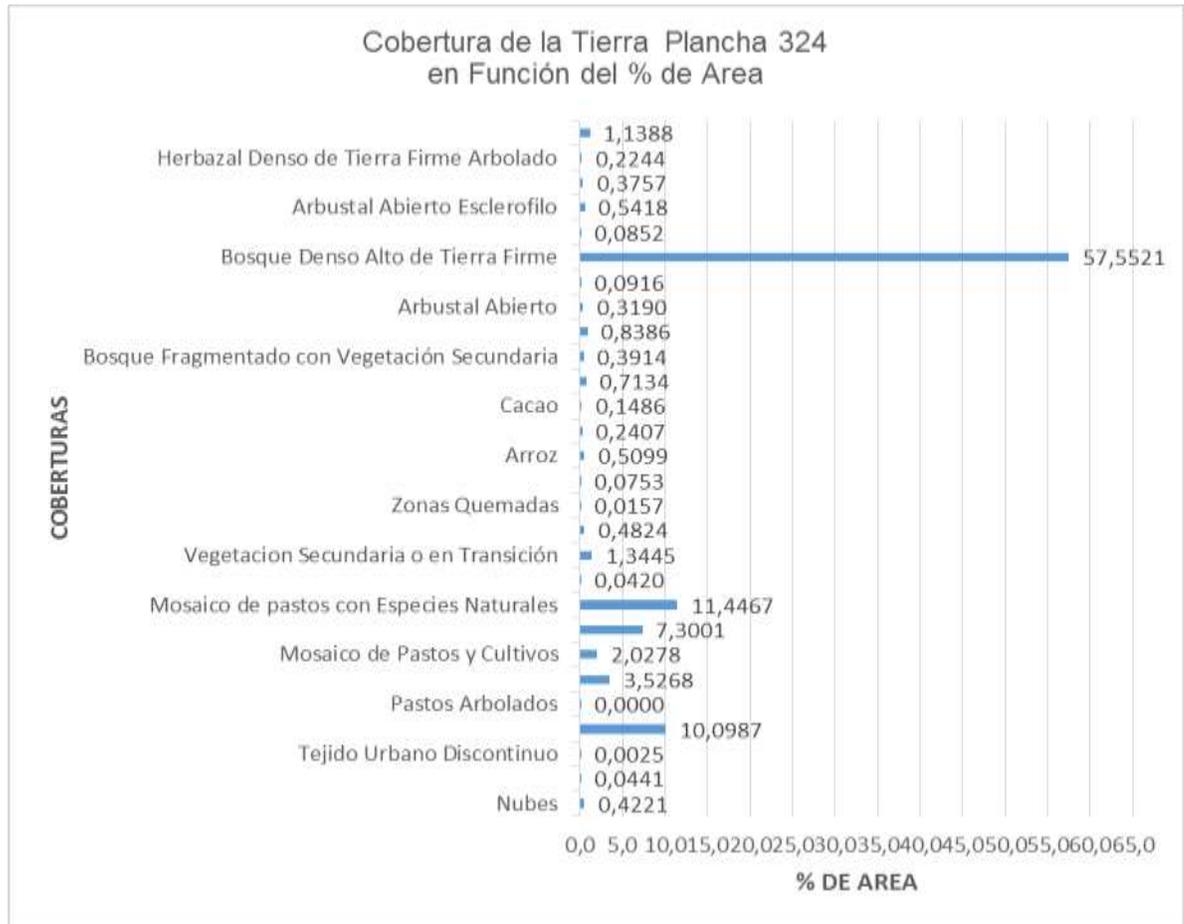
Coberturas como bosques de galería, vegetación secundaria, bosque fragmentado con pastos y cultivos y bosque fragmentado con vegetación secundaria están en menor proporción y también son objeto de intervención antrópica.

El porcentaje de nubes es muy poco representativo y sin información, los pastos arbolados son la menos proporción de la cobertura y en porcentaje su valor es cero.

Figura 10 . Mapa con las unidades de cobertura de la tierra plancha 324.



**Figura 11. Unidades cobertura de la tierra plancha 324.**



**5.2.2 Profundidad radicular:** se sabe que la profundidad de las raíces va de la mano o están relacionadas de acuerdo a cada especie y los tipos de suelo, se calcula la profundidad radicular con referencia al parámetro profundidad efectiva.

Mostrando que una misma unidad de cobertura no tiene igual calificación de profundidad radicular puesto que se relaciona directamente con la unidad de suelos presente. La información es tomada de los estudios de suelos de la subdirección de agrología del IGAC, en una escala 1:100.000.

Para la calificación que se le da a este atributo en los cuadros de cada plancha, se obtuvo sacando un promedio por cada plancha de la calificación profundidad

radicular, debido a que en la capa de suelos le daban diferentes valores a la misma cobertura para el cálculo de este atributo. Por ende habrá planchas con diferente calificación para la misma cobertura.

**Cuadro 12. Calificación del atributo profundidad radicular de la plancha 324.**

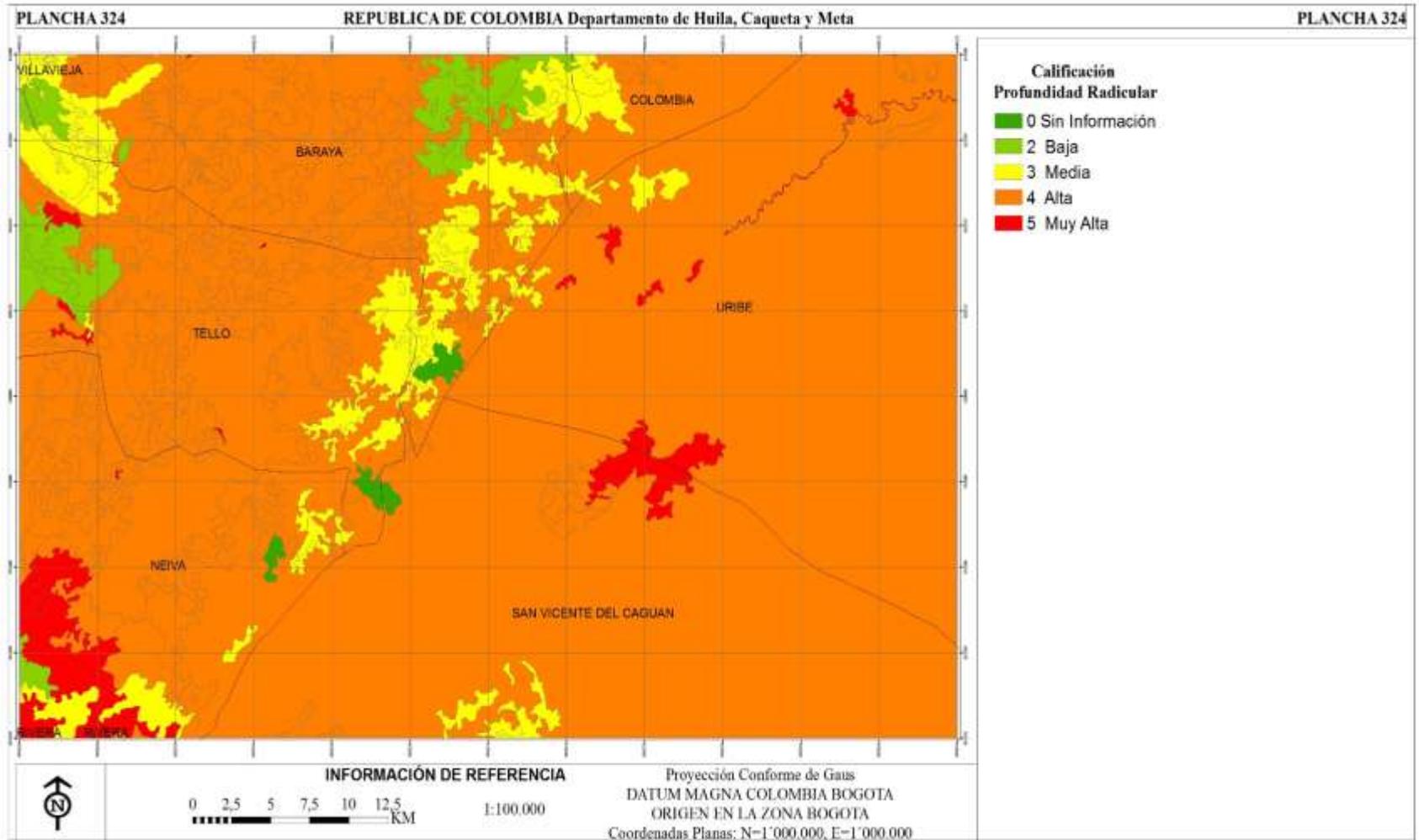
UNIDAD	PROFUNDIDAD RADICULAR	CALIFICACIÓN PROFUNDIDAD RADICULAR	AREA HAS	% AREA HAS
Nubes	0	0	1012,98	0,4221
Tejido Urbano Continuo	1	5	105,95	0,0441
Tejido Urbano Discontinuo	1	5	5,93	0,0025
Pastos Limpios	2,9	4	24236,86	10,0987
Pastos Arbolados	2,9	4	0,10	0,0000
Pastos Enmalezados	2,7	4	8464,30	3,5268
Mosaico de Pastos y Cultivos	4,3	2	4866,59	2,0278
Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	2,7	4	17520,22	7,3001
Mosaico de pastos con Especies Naturales	3,1	3	27471,88	11,4467
Bosques de Galería	3,1	3	100,83	0,0420
Vegetación Secundaria o en Transición	3	3	3226,78	1,3445
Tierras Desnudas y Degradadas	3	3	1157,68	0,4824
Zonas Quemadas	3,7	3	37,59	0,0157
Ríos	1	5	180,75	0,0753
Arroz	3	3	1223,65	0,5099
Café	2,9	4	577,59	0,2407
Cacao	2,5	4	356,66	0,1486
Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	3	3	1712,21	0,7134
Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	3,2	3	939,44	0,3914
Arbustal Denso	3,7	3	2012,71	0,8386
Arbustal Abierto	4	2	765,71	0,3190
vegetación Secundaria Baja	3,7	3	219,93	0,0916
Bosque Denso Alto de Tierra Firme	2,5	4	138124,15	57,5521
Herbazal Denso de Tierra Firme	2	4	204,52	0,0852
Arbustal Abierto Esclerófilo	2,5	4	1300,20	0,5418
Herbazal Denso de Tierra Firme no Arbolado	2	4	901,79	0,3757
Herbazal Denso de Tierra Firme Arbolado	2,7	4	538,45	0,2244
Herbazal Denso de Tierra Firme con Arbustos	3	3	2733,17	1,1388

El área de cubrimiento de la plancha 324, muestra una zona de nubes en la cual no se tiene información, la cobertura pastos arbolados no es muy significativa por eso es nula, una susceptibilidad baja (2) para las coberturas de mosaicos de pastos y cultivos y arbustal abierto, se observa una área de (2,3468%), en la susceptibilidad media (3) encontramos coberturas de Mosaico de pastos con Espacios Naturales, Bosques de Galería, Vegetación Secundaria o en Transición, Tierras Desnudas y Degradadas, Zonas Quemadas, Arroz, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria, Arbustal Denso, Vegetación Secundaria Baja, Herbazal Denso de Tierra Firme con Arbustos con un área de (17,0150%), para la susceptibilidad alta (4) las coberturas son Bosque Denso Alto de Tierra Firme, Pastos Limpios, Pastos Enmalezados, Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales, Café, Cacao, Herbazal Denso de Tierra Firme, Arbustal Abierto Esclerofilo, Herbazal Denso de Tierra Firme no Arbolado, Herbazal Denso de Tierra Firme Arbolado con un área de (80,0941%), para la susceptibilidad muy alta (5) las coberturas presentes son Tejido Urbano Continuo, Tejido Urbano Discontinuo y Ríos con un área de (0,1219%).

Dentro del área de cubrimiento de la plancha 324 hace parte el parque Nacional Natural Cordillera de los Picachos que está en jurisdicción de los municipios de San Vicente del Caguan y La Uribe, es por eso que se puede observar un gran parche de bosque natural, además de los pequeños parches que presentan los municipios de Colombia y Neiva.

Los municipios de Colombia, Baraya, Tello y Neiva presentan dentro del área de cubrimiento de la plancha 324 lo que corresponde a la economía de cada uno de los municipios, siendo para Colombia la agricultura, piscicultura, y ganadería, para el municipio de Baraya la ganadería principalmente y en menor proporción la agricultura, el municipio de Tello la agricultura es lo principal de igual manera para el municipio de Neiva

Figura 12. Mapa calificación del atributo profundidad radicular de la plancha 324.



En el área de estudio de la plancha 324 para la susceptibilidad muy alta se presenta en los municipios de Uribe, San Vicente del Caguan, Neiva y Tello, las coberturas que se observan en esta categoría adicionales a la cobertura de Ríos, Tejido urbano continuo, Tejido urbano discontinuo están incluidos en esta calificación por efectos de modelación según directrices del Servicio Geológico Colombiano.

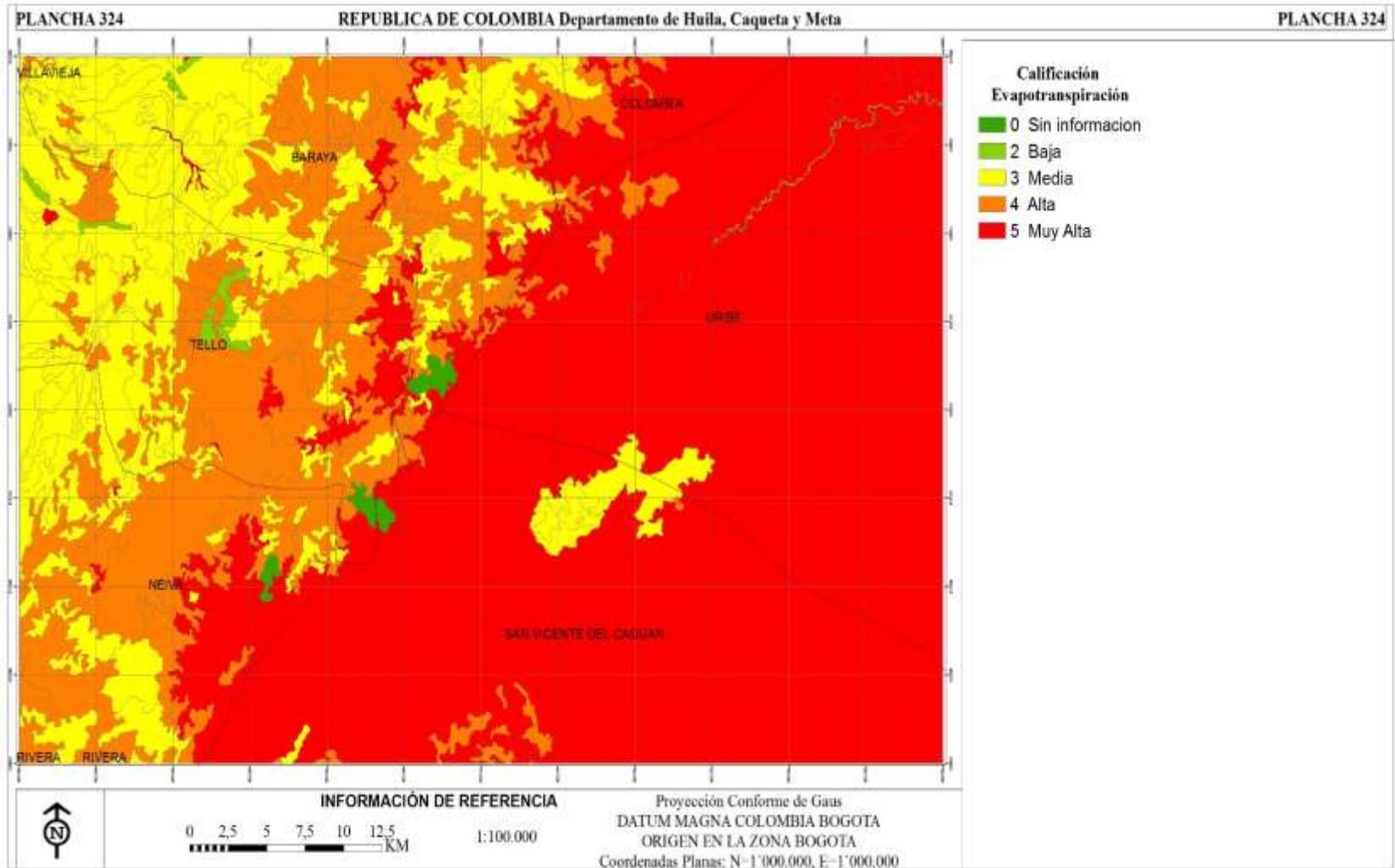
**5.2.3 Evapotranspiración:** en este atributo se tomaran los datos de las estaciones meteorológicas suministrados por el IDEAM, Esta se especializó, revisando específicamente los atributos, en especial el dato de Evapotranspiración. Con el fin de conocer de manera aproximada la cantidad de agua que las coberturas extraen del suelo, se toman datos principalmente de la FAO y otros referentes bibliográficos, se consultan los  $K_c$ , que se emplearan como una variable derivada de la evapotranspiración del cultivo y la evapotranspiración de referencia en condición estándar.

**Cuadro 13. Calificación del atributo evapotranspiración de la plancha 324.**

CODIGO	UNIDAD	KC	EVAPO TRANSPIRACIÓN	CALIFICACIÓN EVAPOTRANSPI RACIÓN	AREA HAS	% AREA HAS
99	Nubes	0	0	0	1012,98	0,4221
111	Tejido Urbano Continuo	0,2	0,15	5	105,95	0,0441
112	Tejido Urbano Discontinuo	0,4	0,6	5	5,93	0,0025
231	Pastos Limpios	0,2	0,75	3	24236,8 6	10,0987
232	Pastos Arbolados	1	0,75	3	0,10	0,0000
233	Pastos Enmalezados	0,8	0,66	3	8464,30	3,5268
242	Mosaico de Pastos y Cultivos	0,88	0,69825	3	4866,59	2,0278
243	Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	0,758	0,5685	4	17520,2 2	7,3001
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	0,75	0,5625	4	27471,8 8	11,4467
314	Bosques de Galería	0,5	0,4875	5	100,83	0,0420
323	Vegetación Secundaria o en Transición	0,6	0,45	4	3226,78	1,3445
333	Tierras Desnudas y Degradadas	1	1,5	3	1157,68	0,4824
334	Zonas Quemadas	0,375	0,28125	5	37,59	0,0157
511	Ríos	1,05	0,748125	2	180,75	0,0753
2121	Arroz	0,95	0,81	3	1223,65	0,5099
2222	Café	1,09	0,8175	2	577,59	0,2407
2223	Cacao	1,04	1,56	2	356,66	0,1486
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	0,8	0,6	3	1712,21	0,7134
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	0,67	0,25125	4	939,44	0,3914
3221	Arbustal Denso	0,81	0,8505	3	2012,71	0,8386
3222	Arbustal Abierto	0,85	1,275	3	765,71	0,3190
3232	Vegetación Secundaria Baja	0,775	1,275	4	219,93	0,0916
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	0,4	0,3	5	138124, 15	57,5521
32111	Herbazal Denso de Tierra Firme	0,9	0,8775	3	204,52	0,0852
32221	Arbustal Abierto Esclerofilo	0,85	0,6375	3	1300,20	0,5418
321111	Herbazal Denso de Tierra Firme no Arbolado	0,8	0,6	3	901,79	0,3757
321112	Herbazal Denso de Tierra Firme Arbolado	0,88	0,675	3	538,45	0,2244
321113	Herbazal Denso de Tierra Firme con Arbustos	0,88	0,3399	3	2733,17	1,1388

El área de cubrimiento de la plancha 324, muestra una zona de nubes en la cual no se tiene información con un área (0,4221%), para los pastos arbolados es nula por no ser muy significativo, para la susceptibilidad baja (2) están las coberturas Ríos, Café, Cacao con un área (0,4646%), coberturas con susceptibilidad media (3) están Pastos Limpios, Pastos Arbolados, Pastos Enmalezados, Mosaico de Pastos y Cultivos, Tierras Desnudas y Degradadas, Arroz, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos, Arbustal Denso, Arbustal Abierto, Herbazal Denso de Tierra Firme, Arbustal Abierto Esclerófilo, Herbazal Denso de Tierra Firme no Arbolado, Herbazal Denso de Tierra Firme Arbolado, Herbazal Denso de Tierra Firme con Arbustos con un área de (20,8826%), para las coberturas con susceptibilidad alta (4) son Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales, Mosaico de pastos con Especies Naturales, Vegetación Secundaria o en Transición, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria, Vegetación Secundaria Baja con un área de (20,5744%), y para la susceptibilidad muy alta (5) están las coberturas Tejido Urbano Continuo, Tejido Urbano Discontinuo, Bosques de Galería, Zonas Quemadas, Bosque Denso Alto de Tierra Firme con un área representativa de (57,6564%).

Figura 13. Mapa calificación del atributo evapotranspiración de la plancha 324.



En el área de estudio de la plancha 324 para la susceptibilidad muy alta y a su vez la más representativa, se presenta en todos los municipios presentes en el mapa, Uribe, San Vicente del Caguan, Neiva, Tello, Colombia y Baraya.

**5.2.4 Drenaje profundo:** la definición de drenaje profundo, implica la capacidad de las coberturas a la interceptación del volumen caído de precipitación, hasta llegar al suelo, donde comienza el proceso llamado infiltración. Para el cálculo del drenaje profundo se emplea método de curva número.

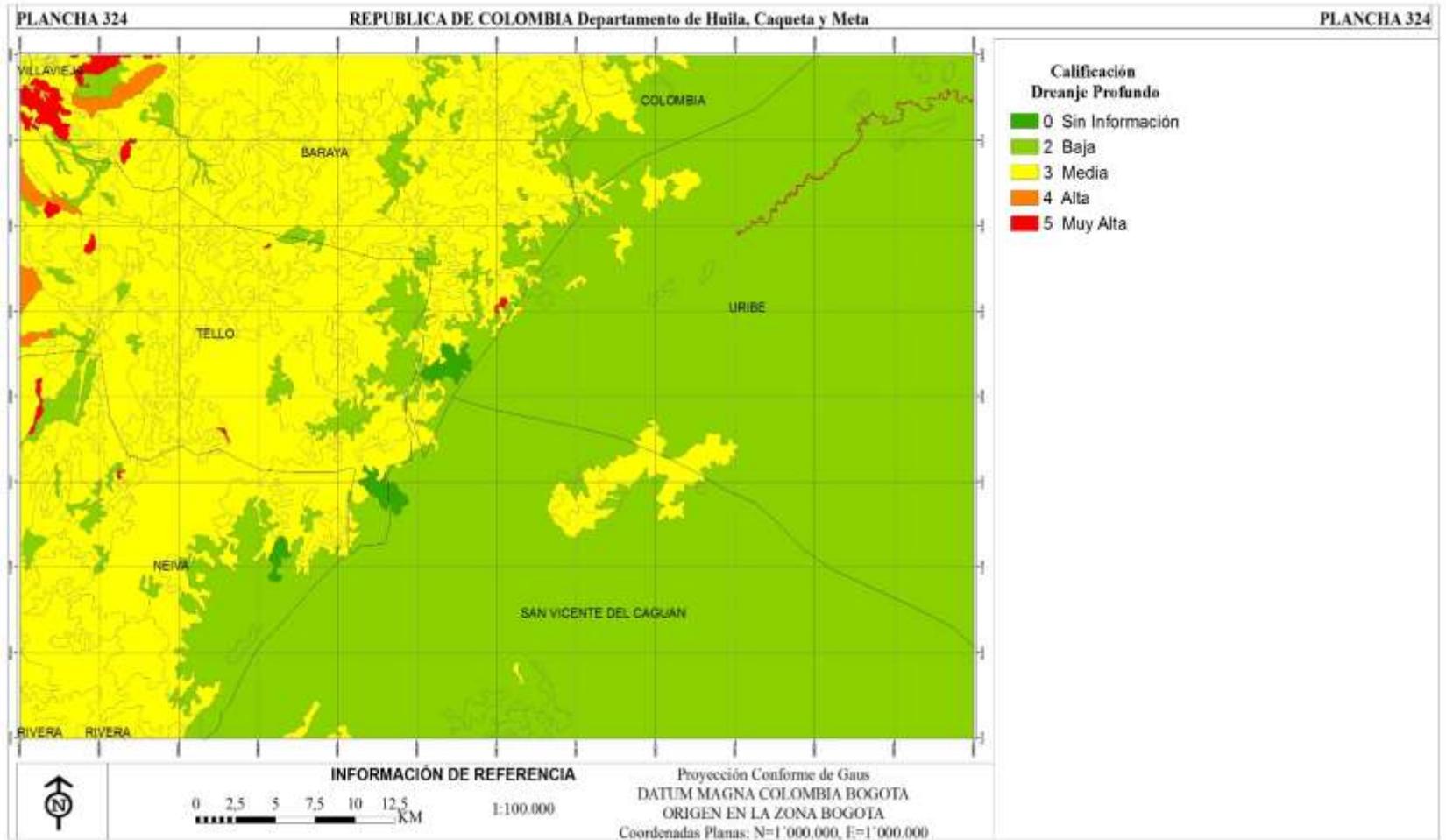
Curva número es un método que permite medir la capacidad de interceptación de las coberturas, este es planteado por el Servicio de conservación de suelos de los Estados Unidos, el cual es utilizado en la modelación hidrológica en la etapa de pérdida relacionada a la infiltración, que correlaciona la potencialidad de las coberturas vegetales y usos de los suelos, junto con las unidades edafológicas y su ubicación espacial (pendiente).

**Cuadro 14. Calificación del atributo drenaje profundo de la plancha 324.**

CODIGO	UNIDAD	DRENAJE PROFUNDO	CALIFICACIÓN DRENAJE PROFUNDO	AREA HAS	% AREA HAS
99	Nubes	0	0	1012,98	0,4221
111	Tejido Urbano Continuo	98	5	105,95	0,0441
112	Tejido Urbano Discontinuo	86	4	5,93	0,0025
231	Pastos Limpios	79	3	24236,86	10,0987
232	Pastos Arbolados	69	3	0,10	0,0000
233	Pastos Enmalezados	61	3	8464,30	3,5268
242	Mosaico de Pastos y Cultivos	79	3	4866,59	2,0278
243	Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	69	3	17520,22	7,3001
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	61	3	27471,88	11,4467
314	Bosques de Galería	55	2	100,83	0,0420
323	Vegetación Secundaria o en Transición	60	2	3226,78	1,3445
333	Tierras Desnudas y Degradadas	96	5	1157,68	0,4824
334	Zonas Quemadas	96	5	37,59	0,0157
511	Ríos	98	5	180,75	0,0753
2121	Arroz	86	4	1223,65	0,5099
2222	Café	71	3	577,59	0,2407
2223	Cacao	71	3	356,66	0,1486
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	65	3	1712,21	0,7134
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	58	2	939,44	0,3914
3221	Arbustal Denso	48	2	2012,71	0,8386
3222	Arbustal Abierto	67	3	765,71	0,3190
3232	Vegetación Secundaria Baja	56	2	219,93	0,0916
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	55	2	138124,15	57,5521
32111	Herbazal Denso de Tierra Firme	62	3	204,52	0,0852
32221	Arbustal Abierto Esclerófilo	68	3	1300,20	0,5418
321111	Herbazal Denso de Tierra Firme no Arbolado	62	3	901,79	0,3757
321112	Herbazal Denso de Tierra Firme Arbolado	62	3	538,45	0,2244
321113	Herbazal Denso de Tierra Firme con Arbustos	62	3	2733,17	1,1388

El área de cubrimiento de la plancha 324, muestra una zona de nubes en la cual no se tiene información con un área (0,4221%), para los pastos arbolados es nula por no ser muy significativo, para la susceptibilidad baja (2) se encuentran coberturas Bosques de Galería, Vegetación Secundaria o en Transición, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria, Arbustal Denso, Vegetación Secundaria Baja, Bosque Denso Alto de Tierra Firme con un área significativa de (60,2603%), en la susceptibilidad media (3) se observan coberturas como Pastos Limpios, Pastos Enmalezados, Mosaico de Pastos y Cultivos, Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales, Mosaico de pastos con Especies Naturales, Café, Cacao, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos, Arbustal Abierto, Herbazal Denso de Tierra Firme, Arbustal Abierto Esclerofilo, Herbazal Denso de Tierra Firme no Arbolado, Herbazal Denso de Tierra Firme Arbolado, Herbazal Denso de Tierra Firme con Arbustos con un área de (38,1878%), las coberturas para la susceptibilidad alta (4) son Tejido Urbano Discontinuo, Arroz con un área de (0,5123%), y para la susceptibilidad muy alta (5) están las coberturas Tejido Urbano Continuo, Tierras Desnudas y Degradadas, Zonas Quemadas, Ríos con un área de (0,6175%).

Figura 14. . Mapa calificación del atributo Drenaje profundo de la plancha 324.



En el área de estudio de la plancha 324 para la susceptibilidad muy alta en el atributo drenaje profundo, se presenta en los municipios de Neiva, Tello, Villa Vieja y Baraya.

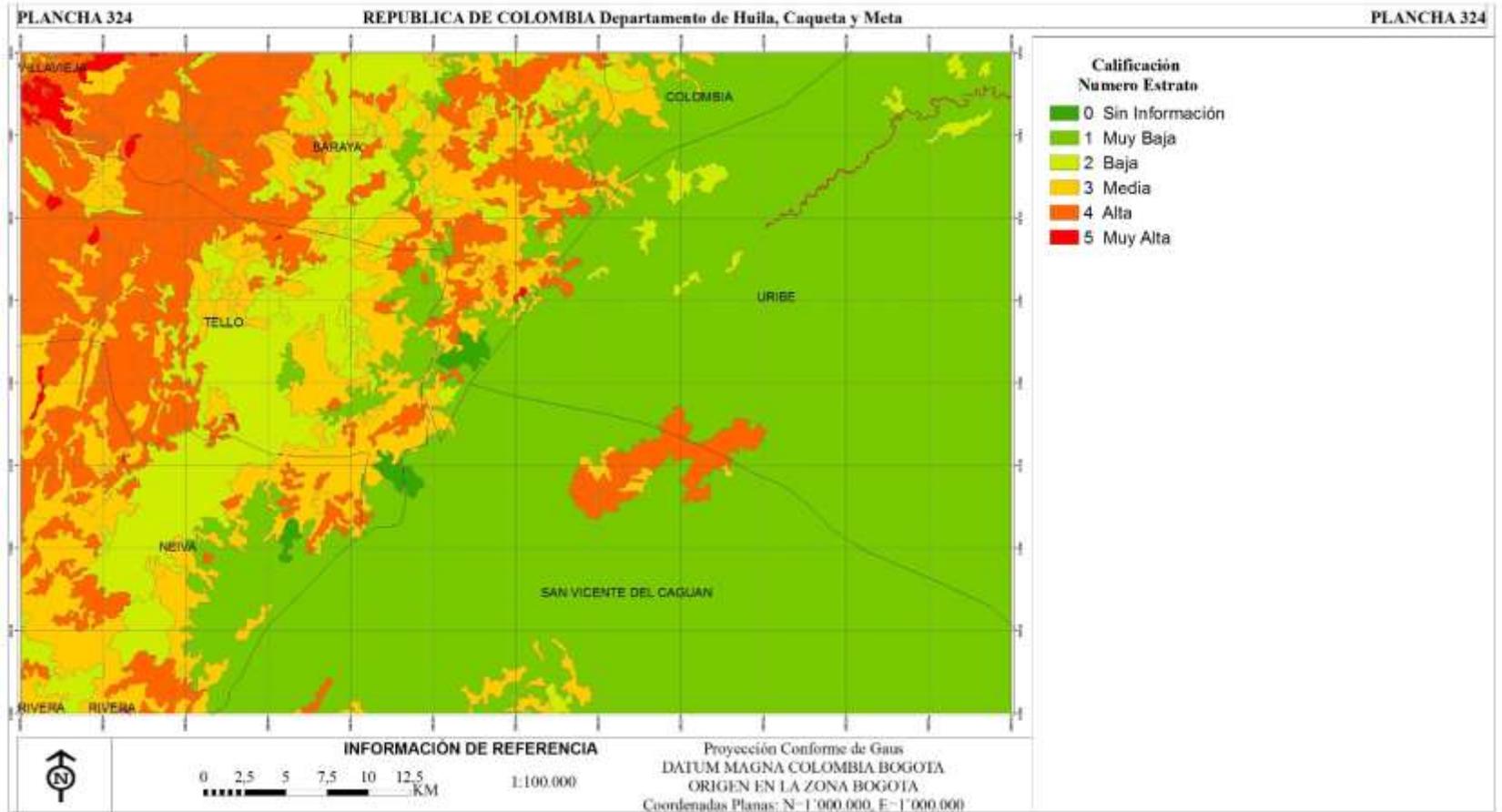
**5.2.5 Número estrato:** la información se obtiene a partir de la metodología planteada por el SGC y de la capa oficial de coberturas, CORINE LAND COVER COLOMBIA (CLCC) IDEAM, a partir de la descripción de las Unidades Cartográficas de Cobertura de la Tierra, expresadas en la planchas asignadas al Bloque a escala 1:100.000 (IDEAM, 2010) según Leyenda del Sistema de Clasificación analizando las asociaciones y consociaciones que indican la estratificación presente en dichas unidades.

El área de cubrimiento de la plancha 324, muestra una zona de nubes en la cual no se tiene información con un área (0,4221%), para los pastos arbolados es nula por no ser muy significativo, en la susceptibilidad muy baja (1) las coberturas presentes son Bosques de Galería, Bosque Denso Alto de Tierra Firme con un área de (57,5941%), la susceptibilidad baja (2) presenta las siguientes coberturas Mosaico de Pastos y Cultivos, Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales, Cacao, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria con un área de (10,5814%), las coberturas para la susceptibilidad media (3) son Pastos Arbolados, Mosaico de pastos con Especies Naturales, Vegetación Secundaria o en Transición, Café, Arbustal Denso, Arbustal Abierto Esclerófilo con un área de (14,4123%), la susceptibilidad alta presenta las siguientes coberturas Pastos Limpios, Pastos Enmalezados, Arroz, Arbustal Abierto, Vegetación Secundaria Baja, Herbazal Denso de Tierra Firme, Herbazal Denso de Tierra Firme no Arbolado, Herbazal Denso de Tierra Firme Arbolado, Herbazal Denso de Tierra Firme con Arbustos presentan una área de (16,3703%) y para la susceptibilidad muy alta (5) se encuentran las siguientes coberturas Tejido Urbano Continuo, Tejido Urbano Discontinuo, Tierras Desnudas y Degradadas, Zonas Quemadas, Ríos presentando un área de (0,62%).

**Cuadro 15. Calificación del atributo Numero estrato de la plancha 324.**

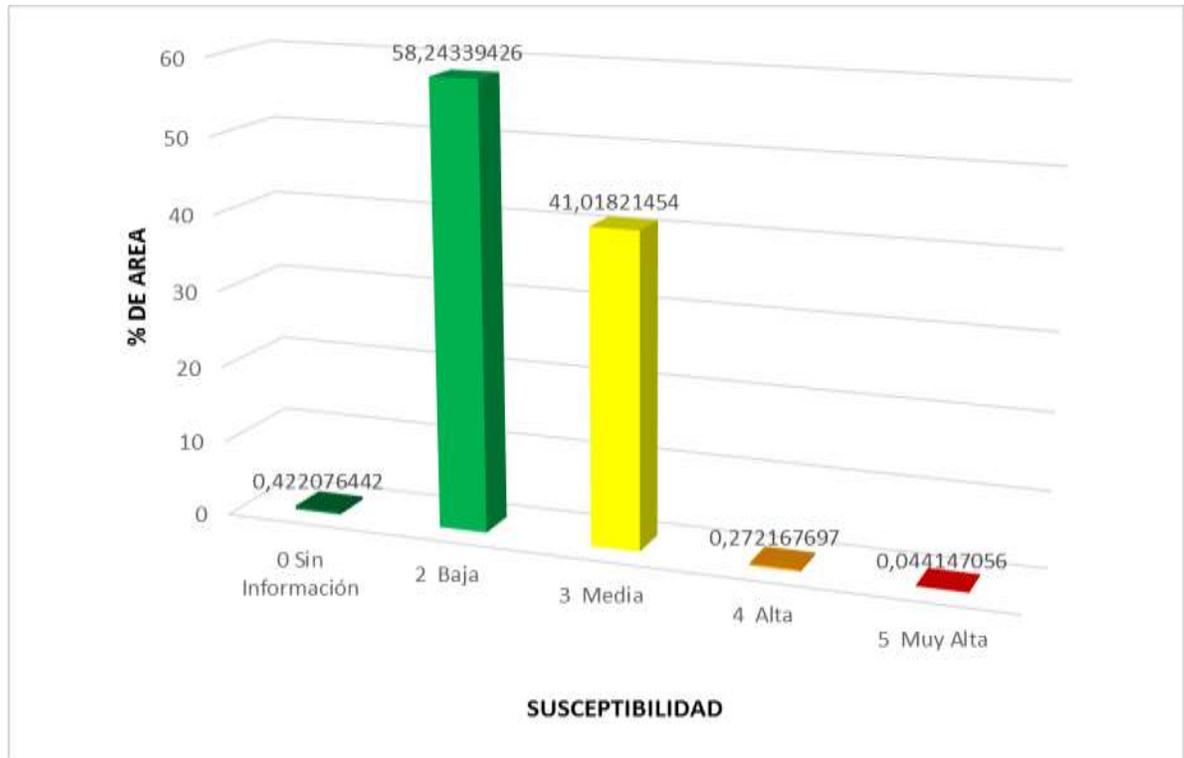
CODIGO	UNIDAD	ESTRATOS	CALIFICACIÓN ESTRATOS	AREA HAS	% AREA HAS
99	Nubes	0	0	1012,98	0,4221
111	Tejido Urbano Continuo	0	5	105,95	0,0441
112	Tejido Urbano Discontinuo	0	5	5,93	0,0025
231	Pastos Limpios	1	4	24236,86	10,0987
232	Pastos Arbolados	2	3	0,10	0,0000
233	Pastos Enmalezados	1	4	8464,30	3,5268
242	Mosaico de Pastos y Cultivos	3	2	4866,59	2,0278
243	Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	3	2	17520,22	7,3001
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	2	3	27471,88	11,4467
314	Bosques de Galería	4	1	100,83	0,0420
323	Vegetación Secundaria o en Transición	2	3	3226,78	1,3445
333	Tierras Desnudas y Degradadas	0	5	1157,68	0,4824
334	Zonas Quemadas	0	5	37,59	0,0157
511	Ríos	0	5	180,75	0,0753
2121	Arroz	1	4	1223,65	0,5099
2222	Café	2	3	577,59	0,2407
2223	Cacao	3	2	356,66	0,1486
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	3	2	1712,21	0,7134
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	3	2	939,44	0,3914
3221	Arbustal Denso	2	3	2012,71	0,8386
3222	Arbustal Abierto	1	4	765,71	0,3190
3232	Vegetacion Secundaria Baja	1	4	219,93	0,0916
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	4	1	138124,15	57,5521
32111	Herbazal Denso de Tierra Firme	1	4	204,52	0,0852
32221	Arbustal Abierto Esclerofilo	2	3	1300,20	0,5418
321111	Herbazal Denso de Tierra Firme no Arbolado	1	4	901,79	0,3757
321112	Herbazal Denso de Tierra Firme Arbolado	1	4	538,45	0,2244
321113	Herbazal Denso de Tierra Firme con Arbustos	1	4	2733,17	1,1388

Figura 15 . Mapa calificación del atributo Numero estrato de la plancha 324



En el área de estudio de la plancha 324 para la susceptibilidad muy alta en el atributo número estrato, se presenta en los municipios de Neiva, Tello, Villa Vieja y Baraya.

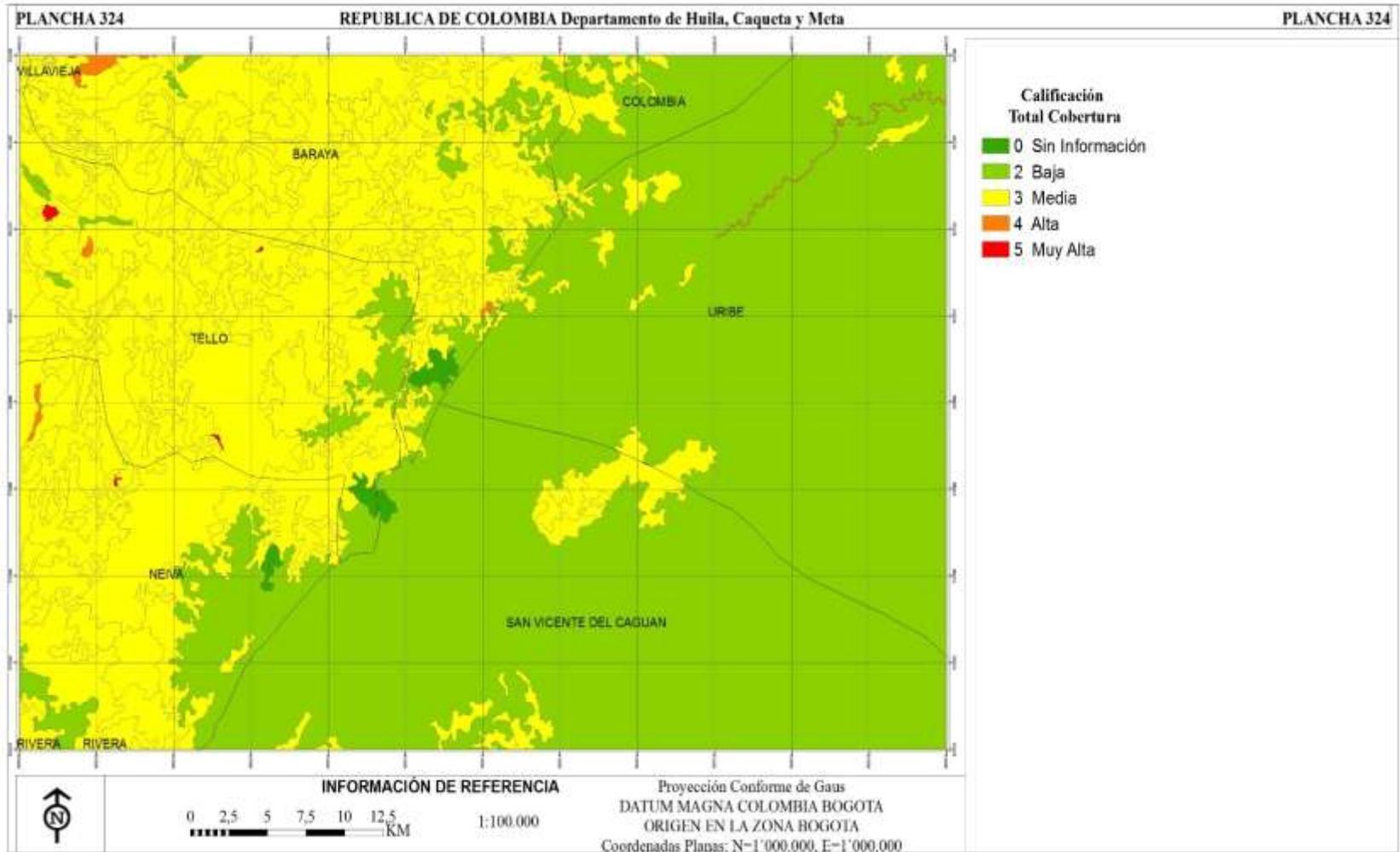
**Figura 16. Categoría de la susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 324.**



Para el área de la plancha 324 la susceptibilidad final muestra las siguientes coberturas presente en cada susceptibilidad. En esta plancha se presenta unas zonas de nubes de las cuales no se tiene información pero que su área no es muy significativa (0,4220%), para la susceptibilidad baja (2) se tienen las siguientes coberturas Bosque Denso Alto de Tierra Firme, Mosaicos de Pastos y cultivos, Cacao, Mosaico de cultivos pastos y espacios naturales, arbustal denso con un área de (58,2433%), en la susceptibilidad media (3) se presentan más coberturas en las que sobresalen mosaico de pastos con espacios naturales, vegetación secundaria o transición, pastos enmalezados, arroz, arbustal abierto, herbazal

denso de tierra firme no arbolado, herbazal denso de tierra firme arbolado, para la susceptibilidad alta (4) están las coberturas tierras desnudas y degradadas, zonas quemadas, tejido urbano discontinuo y ríos con un área de (0,2721%) y para la susceptibilidad muy alta (5) solo se presentan los tejidos urbanos continuos con un área no muy significativa de (0,0441%).

Figura 17. Mapa categoría susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 324.



El área de estudio de la plancha 324 susceptibilidad final para la cobertura de la tierra se evidencia que la susceptibilidad muy alta tiene representación muy baja en los municipios de Tello y Neiva.

**5.2.6 Análisis susceptibilidad plancha 325:** especialmente la plancha 325 contextualizada en la Proyección Transverse Mercator, se localiza en los departamentos de Meta (96,7%) y Caquetá (3,3%) y la cual forma parte del bloque 14 del proyecto de “Zonificación de la Susceptibilidad a Movimientos en Masa”. (Ver figura 9).

**Cuadro 16. Cuantificación de las coberturas de la tierra presente en la plancha 325.**

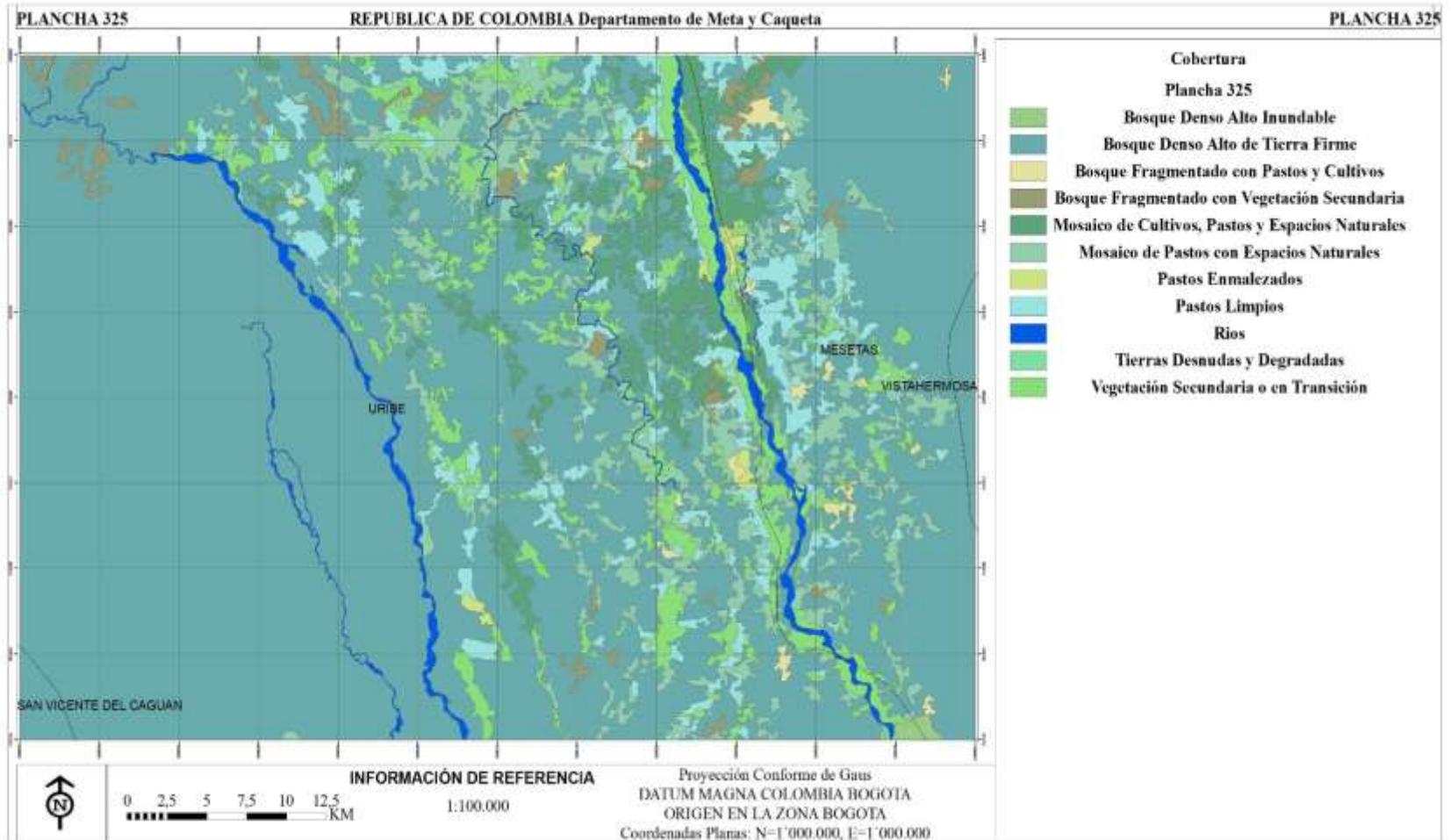
<b>CODIGO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>AREA HAS</b>	<b>% AREA HAS</b>
<b>231</b>	<b>Pastos Limpios</b>	<b>12496,71</b>	<b>5,2070</b>
233	Pastos Enmalezados	949,59	0,3957
243	Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	9838,32	4,0993
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	17213,19	7,1722
323	Vegetación Secundaria o en Transición	15637,20	6,5156
333	Tierras Desnudas y Degradadas	21,70	0,0090
511	Ríos	4394,59	1,8311
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	1250,65	0,5211
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	3569,19	1,4872
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	174187,90	72,5788
311121	Bosque Denso Alto Inundable	439,13	0,1830

Las unidades de cobertura presente en la plancha 325 se definen en el cuadro 16, encontrando un total de 11 coberturas.

Las coberturas más representativas son: Bosque Denso Alto de Tierra Firme (72,57%), Mosaico de pastos con Especies Naturales (7,17%), vegetación secundaria o en transición (6,51%) Pastos Limpios (5,2%), Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales (4%). En esta zona aún mantiene la mayor parte de

ecosistema natural con el bosque denso alto de tierra firme, sin embargo se presentan intervenciones antrópicas a una proporción menor del 30%.

Figura 18. Mapa con las unidades de cobertura de la tierra de la plancha 325.



**Figura 19. Unidades cobertura de la tierra de la plancha 325**



**Cuadro 17. Calificación del atributo profundidad radicular plancha 325**

CODIGO	UNIDAD	PROFUNDIDAD RADICULAR	CALIFICACIÓN PROFUNDIDAD RADICULAR	AREA HAS	% AREA HAS
231	Pastos Limpios	2,9	4	12496,71	5,2070
233	Pastos Enmalezados	2,7	4	949,59	0,3957
243	Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	2,7	4	9838,32	4,0993
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	3,1	3	17213,19	7,1722
323	Vegetación Secundaria o en Transición	3	3	15637,20	6,5156
333	Tierras Desnudas y Degradadas	3	3	21,70	0,0090
511	Ríos	1	5	4394,59	1,8311
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	3	3	1250,65	0,5211
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	3,2	3	3569,19	1,4872
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	2,3	4	174187,90	72,5788
311121	Bosque Denso Alto Inundable	3,7	3	439,13	0,1830

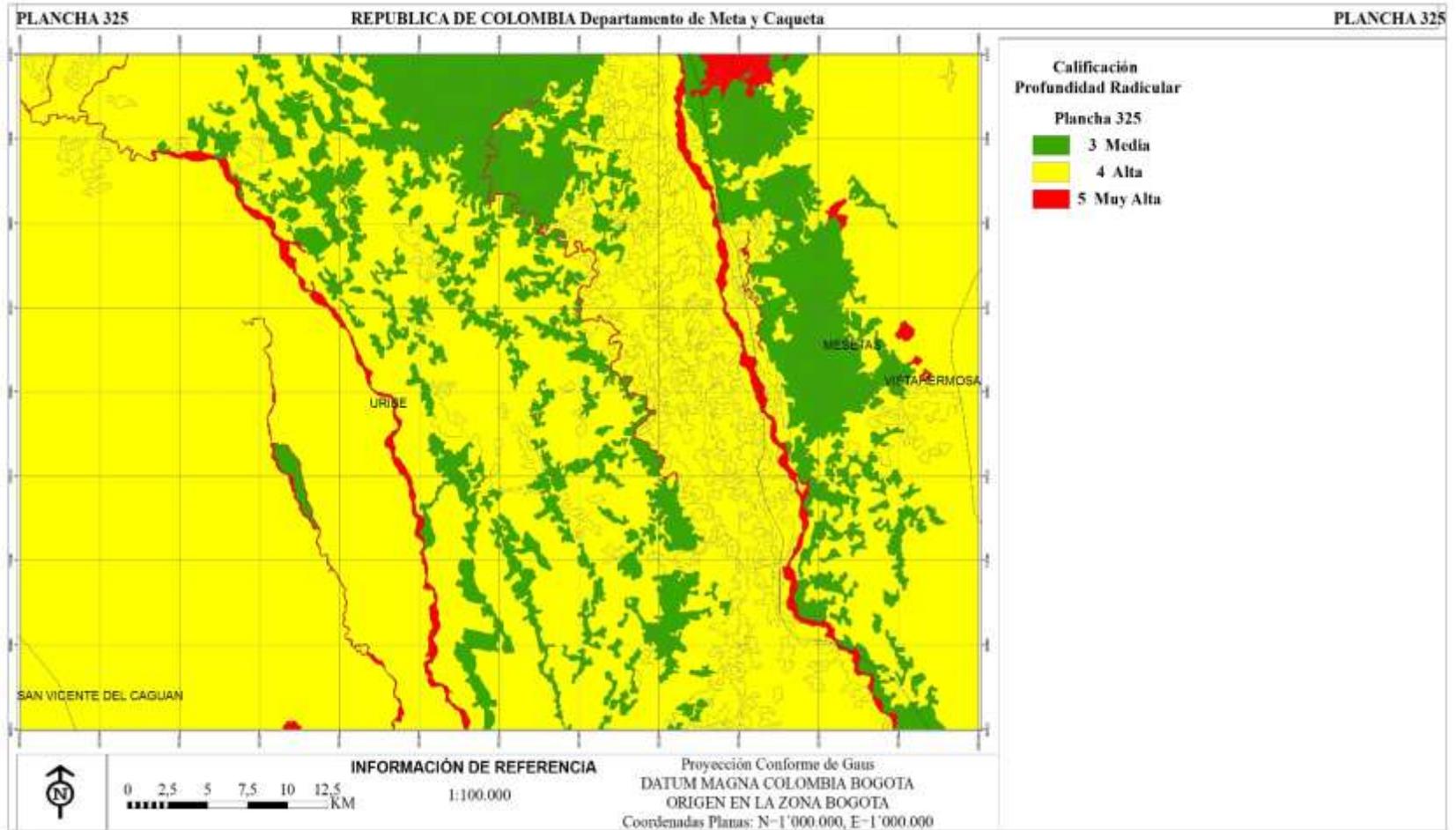
El área de cubrimiento de la plancha 325 presenta susceptibilidad media (3), alta (4) y muy alta (5), para la susceptibilidad media se presentan las coberturas

Mosaico de pastos con Especies Naturales, Vegetación Secundaria o en Transición, Tierras Desnudas y Degradadas, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria, Bosque Denso Alto Inundable con un área de (15,88%), para la susceptibilidad alta están las coberturas Bosque Denso Alto de Tierra Firme, Pastos Limpios, Pastos Enmalezados, Mosaico de Cultivos Pastos y Espacios Naturales con un área de (82,28%), y para la susceptibilidad muy alta presenta cobertura de Ríos con un área de (1,83%).

Dentro del área de cubrimiento de la plancha 325 hace parte el parque Nacional Natural Cordillera de los Picachos, Parque Nacional Tiniqua y el parque nacional Sumapaz que está en jurisdicción del municipio de La Uribe, es por eso que se puede observar un gran parche de bosque natural, su economía se basa en la agricultura, pesca, caza y minería, además de los pequeños parches que presentan los municipios de Mesetas, San Vicente del Caguan y Vista Hermosa.

El municipio de Mesetas presenta suelos de aptitud forestal pero su economía se basa principalmente en la agricultura lo que quiere decir que se ha reemplazado suelos forestales por cultivos.

Figura 20. Mapa calificación atributo profundidad radicular de la plancha 325



En el área de estudio de la plancha 325 para la susceptibilidad muy alta se presenta en los municipios de Uribe y Mestas las coberturas de susceptibilidad muy alta que no son ríos están en esta categoría por efectos de modelación según directrices del Servicio Geológico Colombiano, al igual que algunos polígonos del bosque denso alto de tierra firme que se presenta en la misma categoría que los pastos limpios.

### 5.2.7 Evapotranspiración:

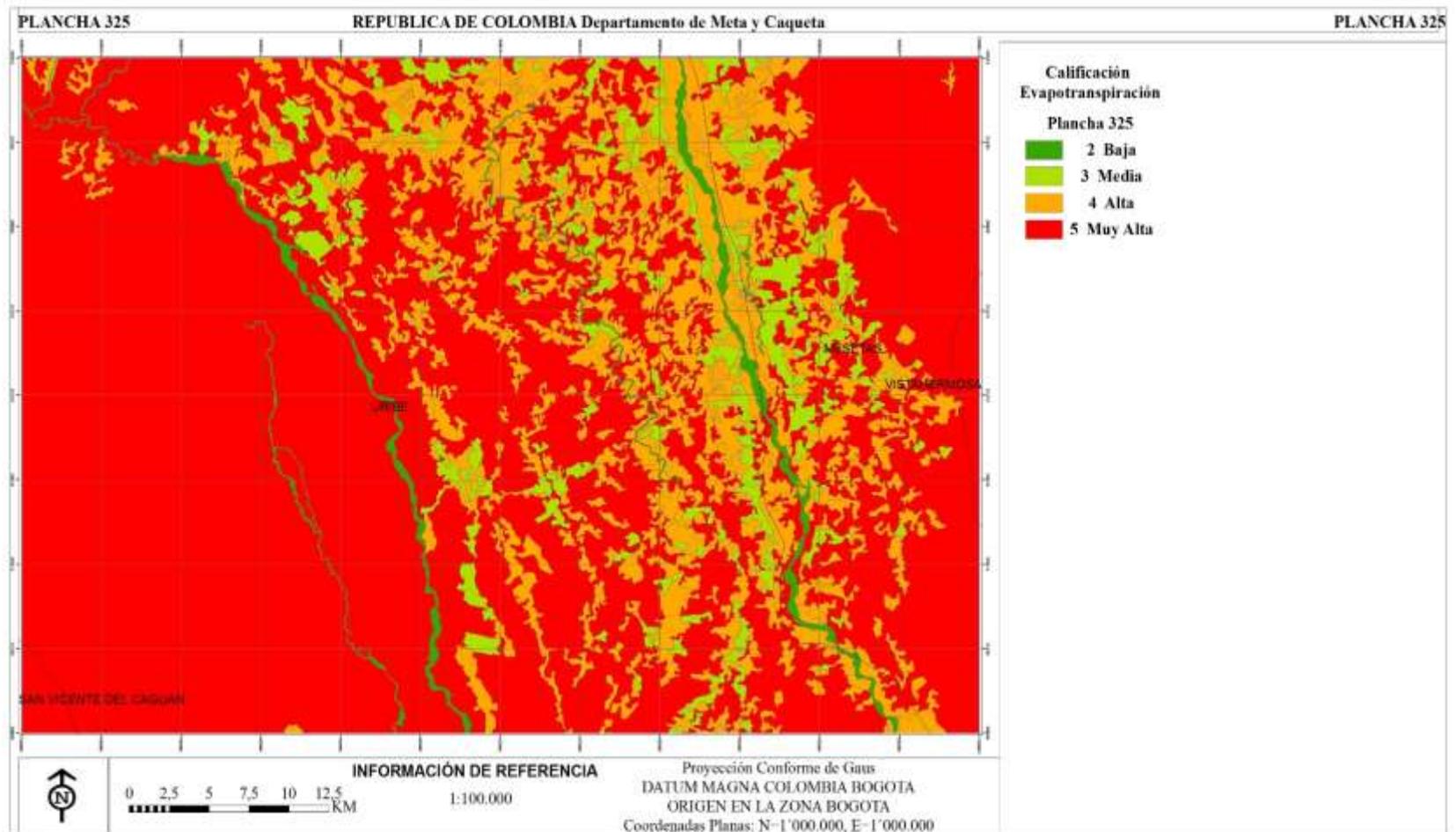
**Cuadro 18. Calificación del atributo evapotranspiración de la plancha 325.**

CODIGO	UNIDAD	KC	EVAPO TRANSPIRACIÓN	CALIFICACIÓN EVAPOTRANSPIRACIÓN	AREA HAS	% AREA HAS
231	Pastos Limpios	0,2	0,75	3	12496,71	5,2070
233	Pastos Enmalezados	0,8	0,66	3	949,59	0,3957
243	Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	0,758	0,5685	4	9838,32	4,0993
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	0,75	0,5625	4	17213,19	7,1722
323	Vegetación Secundaria o en Transición	0,6	0,45	4	15637,20	6,5156
333	Tierras Desnudas y Degradadas	1	1,5	3	21,70	0,0090
511	Ríos	1,05	0,748125	2	4394,59	1,8311
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	0,8	0,6	3	1250,65	0,5211
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	0,67	0,25125	4	3569,19	1,4872
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	0,4	0,3	5	174187,90	72,5788
311121	Bosque Denso Alto Inundable	0,6	0,45	4	439,13	0,1830

El área de cubrimiento de la plancha 325 presenta susceptibilidad baja (2), media (3), alta (4) y muy alta (5), para la susceptibilidad baja se presentan las siguientes coberturas Ríos con un área de (1,83%), para susceptibilidad media se presenta Pastos Limpios, Pastos Enmalezados, Tierras Desnudas y Degradadas, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos con un área de (6,13%), en la susceptibilidad

alta las coberturas que se presentan son Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales, Mosaico de pastos con Especies Naturales, Vegetación Secundaria o en Transición, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria, Bosque Denso Alto Inundable con un área de (19,45%), y para la susceptibilidad muy alta se presenta Bosque Denso Alto de Tierra Firme con un área de (72,57%).

Figura 21. Mapa calificación del atributo evapotranspiración de la plancha 325.



En el área de estudio de la plancha 325 para la susceptibilidad muy alta se presenta en los municipios de Uribe, Mestas, San Vicente del Caguan y Vista Hermosa.

### 5.2.8 Drenaje profundo:

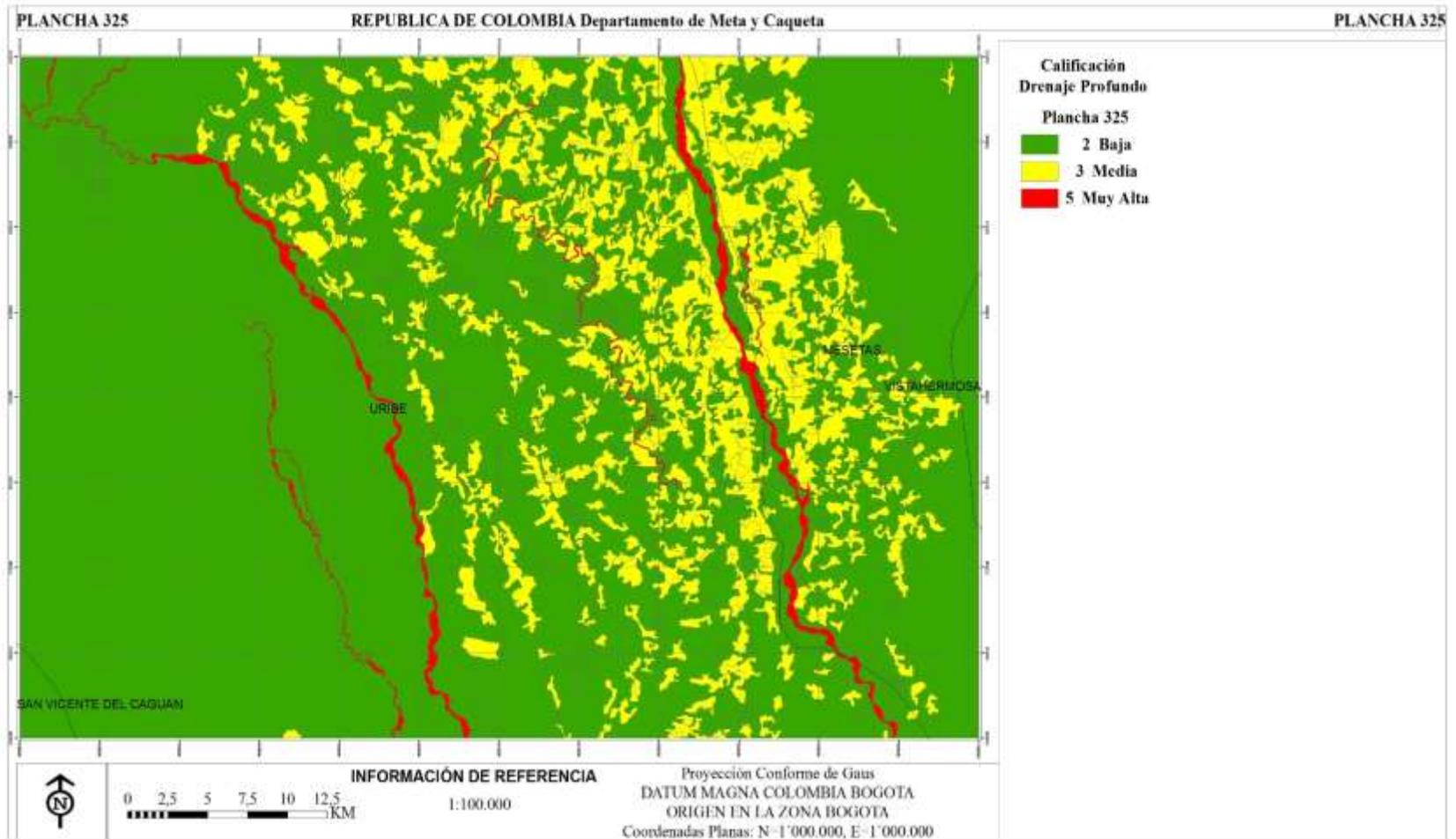
**Cuadro 19. Calificación del atributo Drenaje profundo de la plancha 325**

CODIGO	UNIDAD	DRENAJE PROFUNDO	CALIFICACIÓN DRENAJE PROFUNDO	AREA HAS	% AREA HAS
231	Pastos Limpios	79	3	12496,71	5,2070
233	Pastos Enmalezados	61	3	949,59	0,3957
243	Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	69	3	9838,32	4,0993
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	61	3	17213,19	7,1722
323	Vegetación Secundaria o en Transición	60	2	15637,20	6,5156
333	Tierras Desnudas y Degradadas	96	5	21,70	0,0090
511	Ríos	98	5	4394,59	1,8311
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	65	3	1250,65	0,5211
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	58	2	3569,19	1,4872
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	55	2	174187,90	72,5788
311121	Bosque Denso Alto Inundable	45	2	439,13	0,1830

El área de cubrimiento de la plancha 325 presenta susceptibilidad baja (2), media (3) y muy alta (5), para la susceptibilidad baja están las coberturas Vegetación Secundaria o en Transición, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria, Bosque Denso Alto de Tierra Firme, Bosque Denso Alto Inundable con un área de

(80,76%), para la susceptibilidad media las coberturas son Pastos Limpios, Pastos Enmalezados, Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales, Mosaico de pastos con Especies Naturales, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos con un área de (17,39), y para la susceptibilidad muy alta las coberturas son Tierras Desnudas y Degradadas, Ríos con una área de (1,84%).

Figura 22. Mapa calificación del atributo Drenaje profundo de la plancha 325.



En el área de estudio de la plancha 325 para la susceptibilidad muy alta se presenta en los municipios de Uribe y Mestas.

### 5.2.9 Numero estrato:

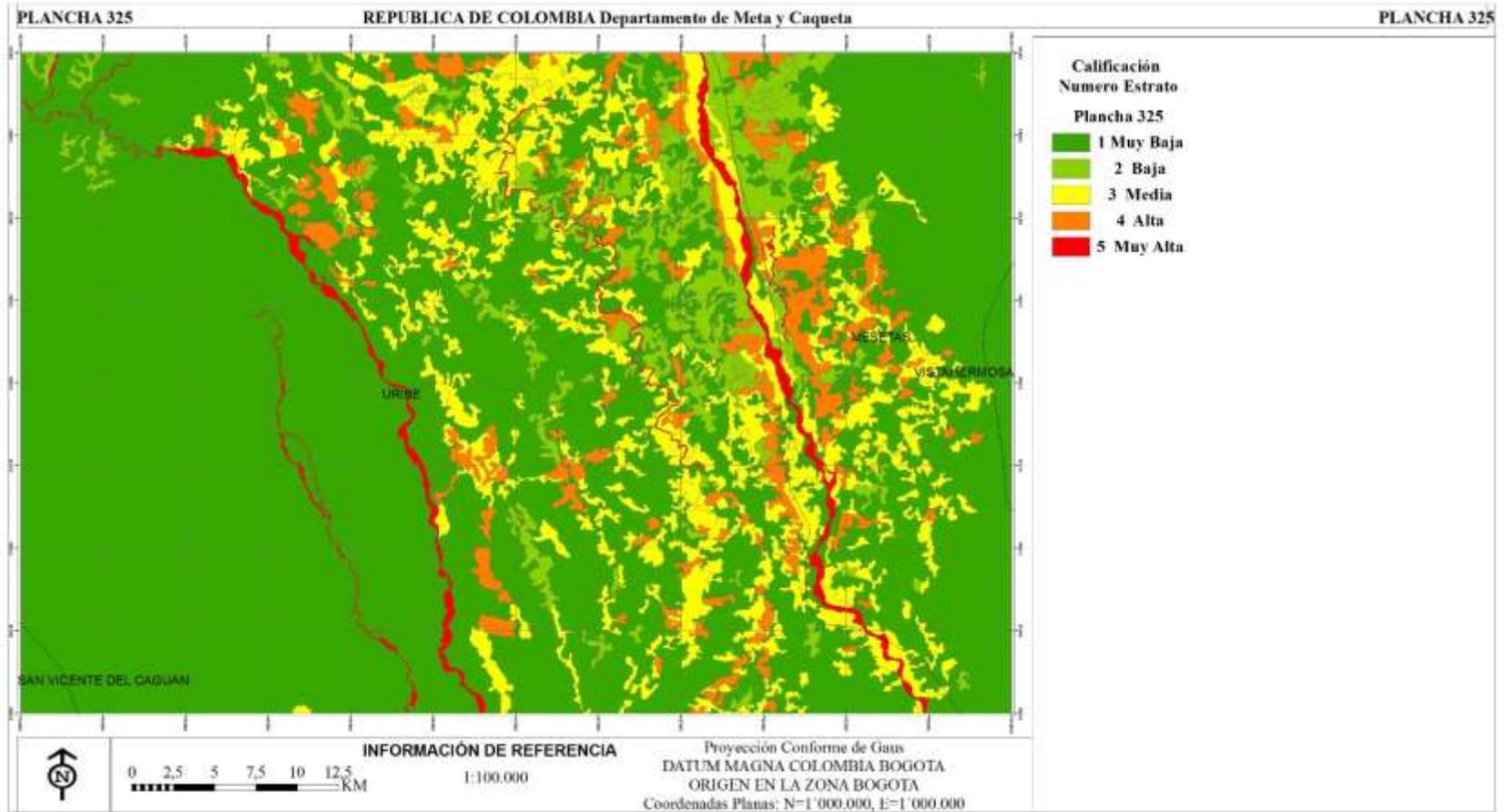
**Cuadro 20. Calificación del atributo número estrato de la plancha 325.**

CODIGO	UNIDAD	ESTRATOS	CALIFICACIÓN ESTRATOS	AREA HAS	% AREA HAS
231	Pastos Limpios	1	4	12496,71	5,2070
233	Pastos Enmalezados	1	4	949,59	0,3957
243	Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	3	2	9838,32	4,0993
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	2	3	17213,19	7,1722
323	Vegetación Secundaria o en Transición	2	3	15637,20	6,5156
333	Tierras Desnudas y Degradadas	0	5	21,70	0,0090
511	Ríos	0	5	4394,59	1,8311
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	3	2	1250,65	0,5211
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	3	2	3569,19	1,4872
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	4	1	174187,90	72,5788
311121	Bosque Denso Alto Inundable	4	1	439,13	0,1830

El área de cubrimiento de la plancha 325 presenta susceptibilidad muy baja (1), baja (2), media (3), alta (4) y muy alta (5), las coberturas para la susceptibilidad muy baja son Bosque Denso Alto de Tierra Firme, Bosque Denso Alto Inundable con un área de (72,76%), para la susceptibilidad baja las coberturas son Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria con un área de (6,10%), las coberturas de la susceptibilidad media son Mosaico de pastos con Especies Naturales, Vegetación Secundaria o en Transición presentan un área de (13,68%), para la susceptibilidad alta están las coberturas Pastos Limpios, Pastos

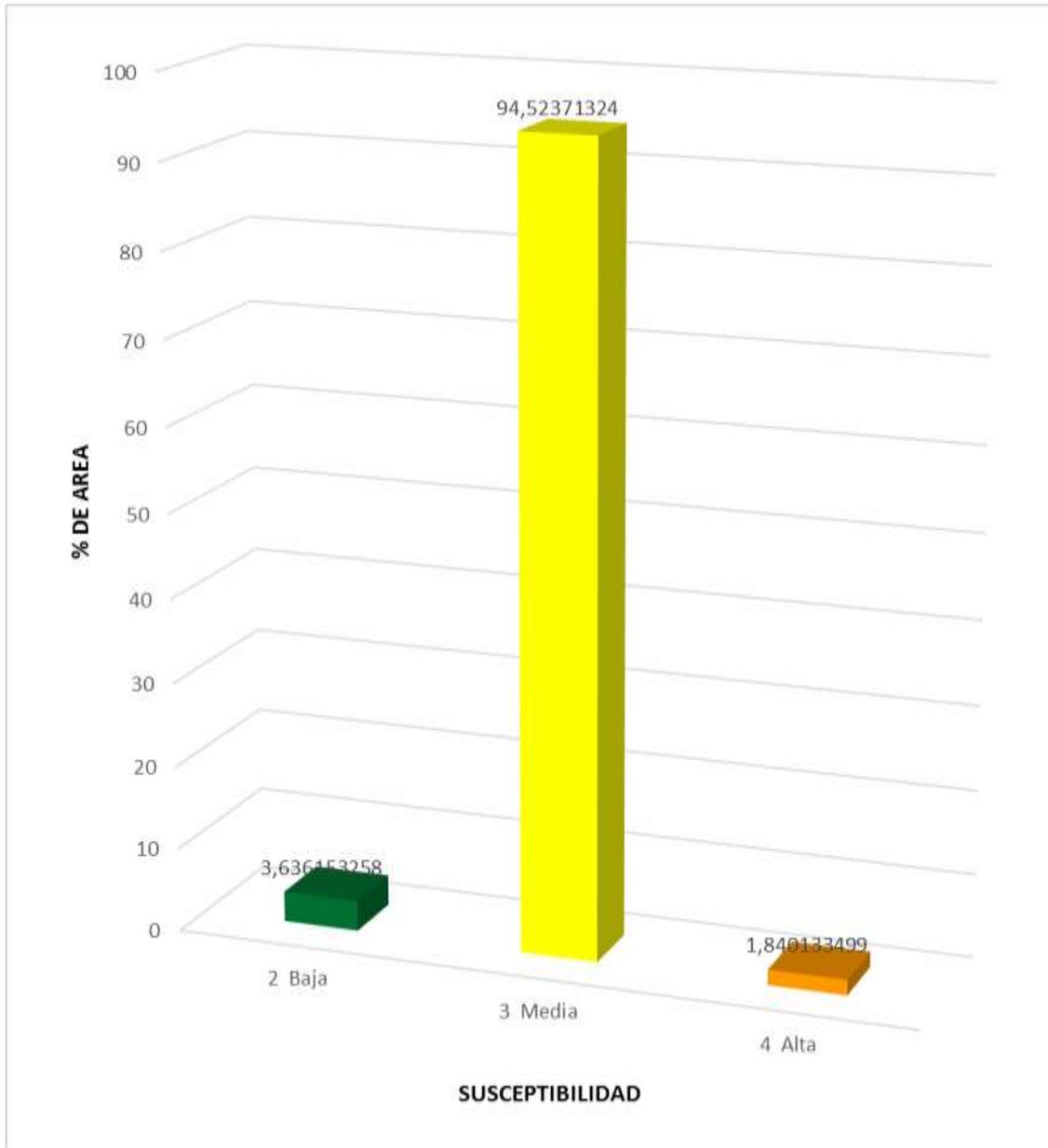
Enmalezados con un área de (5,60%), para las susceptibilidad muy alta las coberturas son Tierras Desnudas y Degradadas, Ríos con un área de (1,84%).

Figura 23 . Mapa calificación atributo Número estrato de la plancha 325



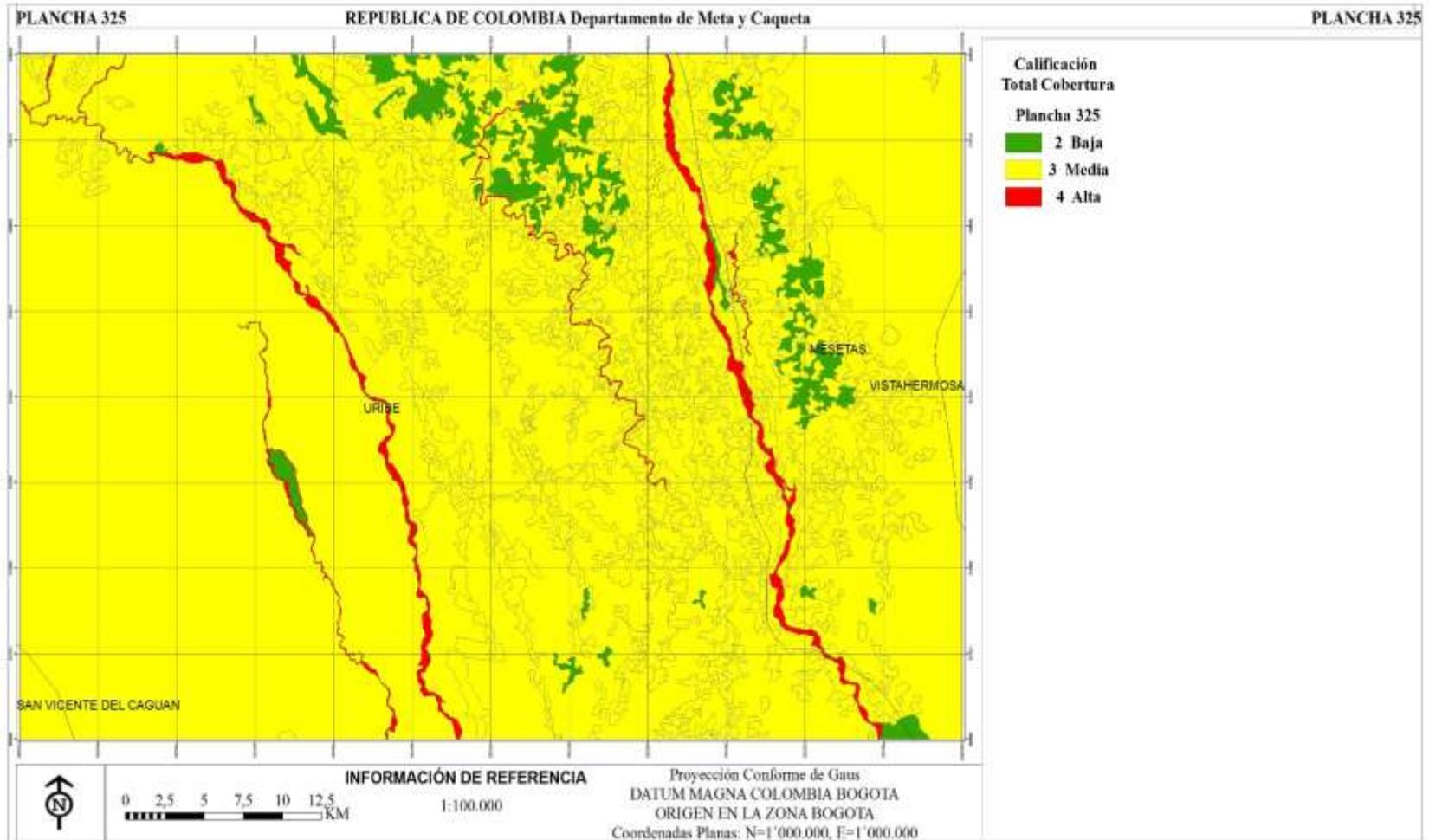
En el área de estudio de la plancha 325 para la susceptibilidad muy alta se presenta en los municipios de Uribe y Mestas.

**Figura 24. Categoría de susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 325.**



Para el área de la plancha 325 la susceptibilidad final muestra las siguientes coberturas presente en cada susceptibilidad. En la susceptibilidad baja (2) bosque denso alto de tierra firme, bosque fragmentado con vegetación de secundaria, bosque denso alto inundable con un área (3,63%) sin embargo en la susceptibilidad media presenta un área de (94,52%) con coberturas pastos limpios, vegetación secundaria bosque fragmentado con pastos y cultivos, este resultado se ve influenciado por el atributo profundidad radicular que por efectos de modelación según directrices del Servicio Geológico Colombiano, tiene la misma susceptibilidad media ya que lo compone parte del bosque denso alto de tierra firme que es la cobertura con mayor influencia en la plancha, la susceptibilidad alta tiene cobertura de ríos y tierras desnudas y degradadas.

Figura 25. . Mapa categoría de susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 325



En el área de estudio de la plancha 325 para la susceptibilidad muy alta se presenta en los municipios de Uribe y Mestas.

**5.2.10 Análisis susceptibilidad plancha 346:** espacialmente la plancha 346 contextualizada en la Proyección Transverse Mercator, se localiza en los departamentos de Caquetá (81,16%) y Huila (18,84 %), la cual forma parte del bloque 14 del proyecto de “Zonificación de la Susceptibilidad a Movimientos en Masa”. (Ver figura 9).

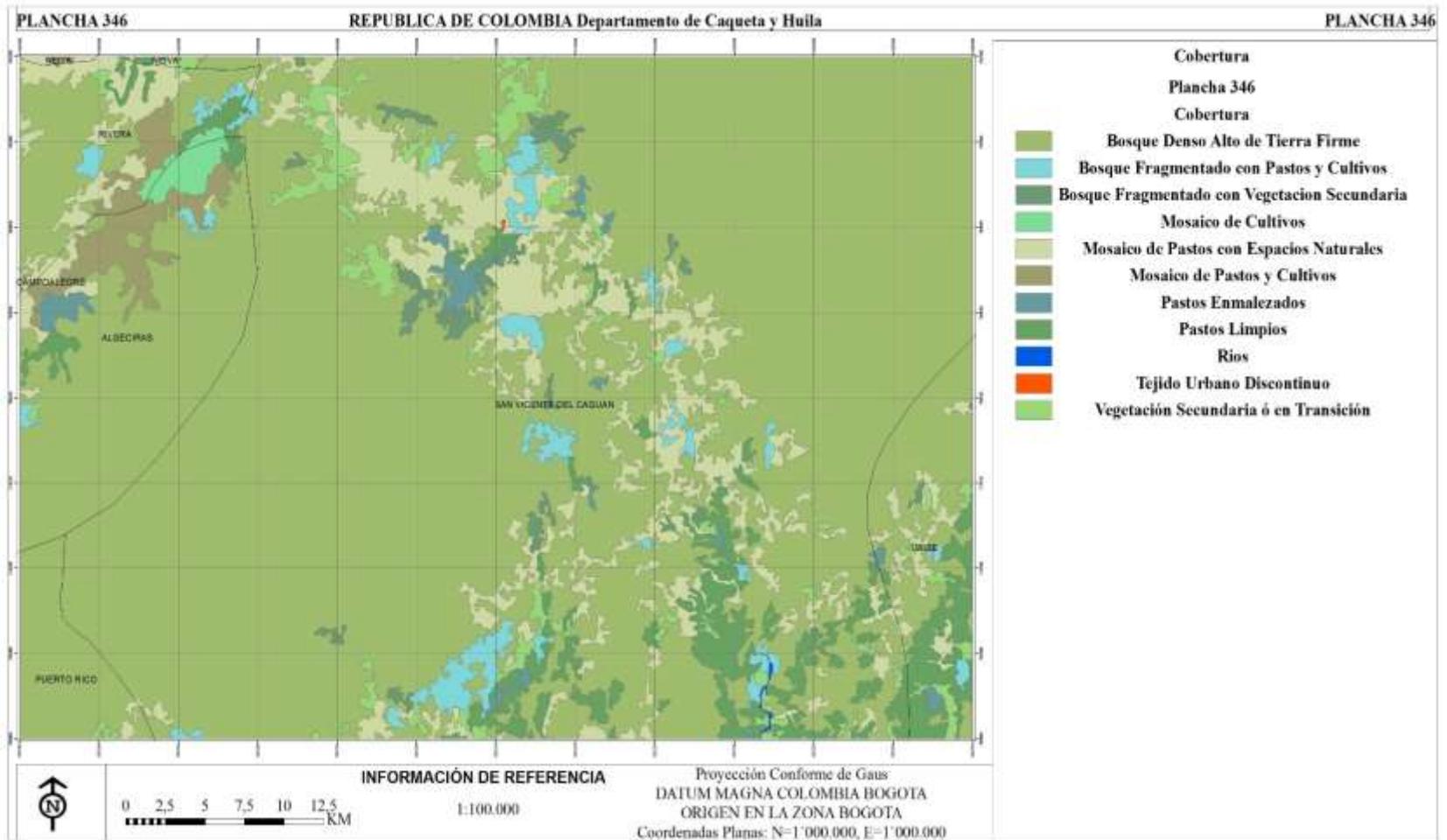
**Cuadro 21. Cuantificación de las coberturas presentes en la plancha 346**

<b>CODIGO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>AREA HAS</b>	<b>% AREA HAS</b>
112	Tejido Urbano Discontinuo	9,26	0,0039
231	Pastos Limpios	12249,72	5,1040
233	Pastos Enmalezados	1968,93	0,8204
241	Mosaico de Cultivos	1242,52	0,5177
242	Mosaico de Pastos y Cultivos	4148,09	1,7284
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	24830,94	10,3462
323	Vegetación Secundaria o en Transición	6765,45	2,8189
511	Ríos	79,81	0,0333
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	5414,97	2,2562
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	2307,87	0,9616
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	180982,59	75,4094

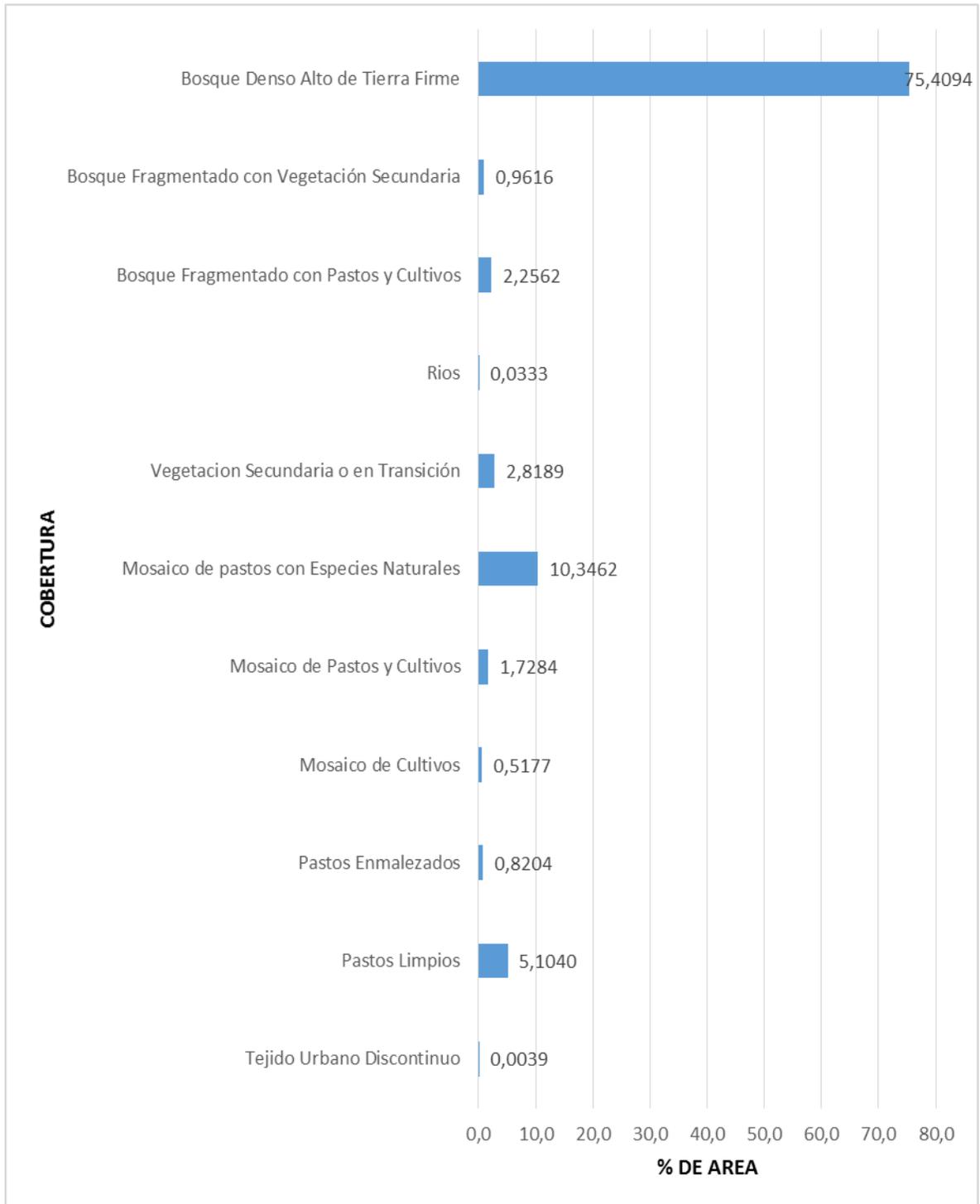
Las unidades de cobertura presente en la plancha 346 se definen en el cuadro 21, encontrando un total de 11 coberturas.

Las coberturas más representativas son: Bosque Denso Alto de Tierra Firme (75,57%), Mosaico de pastos con Especies Naturales (10,34%), Pastos Limpios (5,1%). En esta zona aún mantiene la mayor parte de ecosistema natural con el bosque denso alto de tierra firme, sin embargo se presentan intervenciones antrópicas a una proporción menor del 25%.

Figura 26. Mapa con las unidades de cobertura de la tierra de la plancha 346



**Figura 27. Unidades coberturas de la tierra de la plancha 346**



### 5.2.11 Profundidad radicular:

**Cuadro 22 . Calificación del atributo profundidad radicular de la plancha 346**

CODIGO	UNIDAD	PROFUNDIDAD RADICULAR	CALIFICACIÓN PROFUNDIDAD RADICULAR	AREA HAS	% AREA HAS
112	Tejido Urbano Discontinuo	1	5	9,26	0,0039
231	Pastos Limpios	2,9	4	12249,72	5,1040
233	Pastos Enmalezados	2,7	4	1968,93	0,8204
241	Mosaico de Cultivos	3	3	1242,52	0,5177
242	Mosaico de Pastos y Cultivos	4,3	2	4148,09	1,7284
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	3,1	3	24830,94	10,3462
323	Vegetación Secundaria o en Transición	3	3	6765,45	2,8189
511	Ríos	1	5	79,81	0,0333
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	3	3	5414,97	2,2562
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	3,2	3	2307,87	0,9616
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	3,1	3	180982,59	75,4094

El área de cubrimiento de la plancha 346 presenta una susceptibilidad baja (2) para la cobertura Mosaico de Pastos y Cultivos con área de (1,72%), en la susceptibilidad media (3) las coberturas presentes son Mosaico de Cultivos, Mosaico de pastos con Especies Naturales, Vegetación Secundaria o en Transición, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria, Bosque Denso Alto de Tierra Firme con un área de (92,31), siendo bosque denso alto de tierra firme la más representativa, para la susceptibilidad alta (4) las coberturas son las siguientes Pastos Limpios, Pastos Enmalezados con una área de (5,92) y para la susceptibilidad muy alta tenemos las siguientes coberturas Tejido Urbano Discontinuo, Ríos con un área de (0,37%).

Dentro del área de cubrimiento de la plancha 324 hace parte el parque Nacional Natural Cordillera de los Picachos que está en jurisdicción de los municipios de San Vicente del Caguan y La Uribe, el municipio de Algeciras se encuentra sobre una serie de accidentes orográficos de montaña, es por eso que se puede observar un gran parche de bosque natural, además de los pequeños parches que presentan los municipios de Puerto Rico y La Rivera.



En el área de estudio de la plancha 346 para la susceptibilidad muy alta se presenta en el municipio San Vicente de Caguan, las coberturas presentes en los municipios Algeciras, rivera y una pequeña parte de campo alegre están en esta categoría por efectos de modelación según directrices del Servicio Geológico Colombiano.

### 5.2.12 Evapotranspiración:

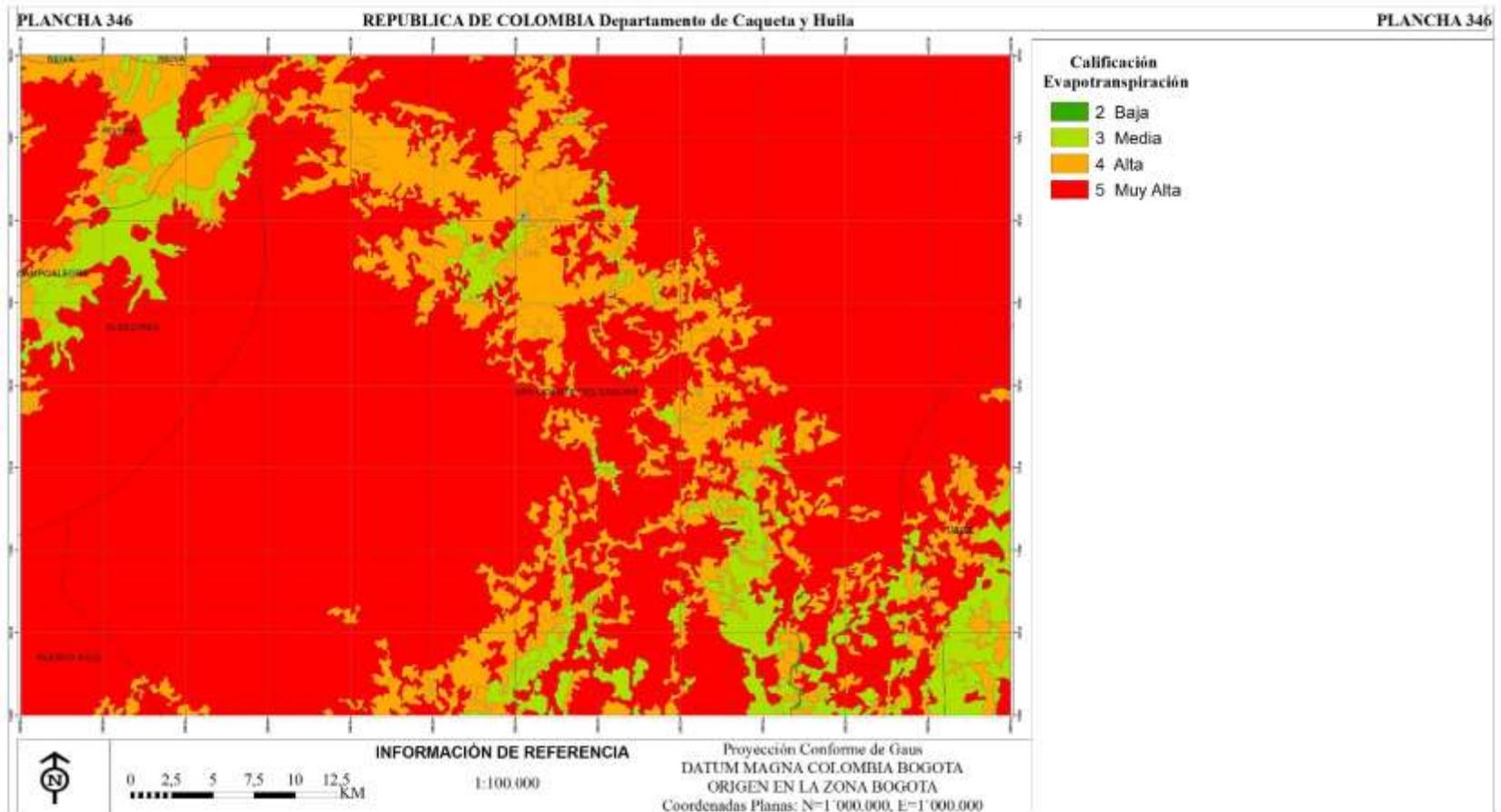
**Cuadro 23. Calificación del atributo Evapotranspiración de la plancha 346.**

CODIGO	UNIDAD	KC	EVAPO TRANSPIRACIÓN	CALIFICACIÓN EVAPOTRANSPIRACIÓN	AREA HAS	% AREA HAS
112	Tejido Urbano Discontinuo	0,4	0,6	5	9,26	0,0039
231	Pastos Limpios	0,2	0,75	3	12249,72	5,1040
233	Pastos Enmalezados	0,8	0,66	3	1968,93	0,8204
241	Mosaico de Cultivos		0,45	4	1242,52	0,5177
242	Mosaico de Pastos y Cultivos	0,88	0,69825	3	4148,09	1,7284
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	0,75	0,5625	4	24830,94	10,3462
323	Vegetación Secundaria o en Transición	0,6	0,45	4	6765,45	2,8189
511	Ríos	1,05	0,748125	2	79,81	0,0333
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	0,8	0,6	3	5414,97	2,2562
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	0,67	0,25125	4	2307,87	0,9616
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	0,4	0,3	5	180982,59	75,4094

El área de cubrimiento de la plancha 346 presenta una susceptibilidad baja (2) para las coberturas Ríos con un área de (0,33%), para la susceptibilidad media (3)

las coberturas presentes son Pastos Limpios, Pastos Enmalezados, Mosaico de Pastos y Cultivos, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos con un área de (9,90%), en la susceptibilidad alta (4) presenta coberturas Mosaico de Cultivos, Mosaico de pastos con Especies Naturales, Vegetación Secundaria o en Transición, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria con un área de (14,64%), y en la susceptibilidad muy alta están las coberturas Tejido Urbano Discontinuo, Bosque Denso Alto de Tierra Firme con un área muy representativa de (75,41%).

Figura 29. Mapa calificación del atributo Evapotranspiración de la plancha 346



En el área de estudio de la plancha 346 para la susceptibilidad muy alta se presenta en todos los municipios presentes en la plancha, Campo Alegre y Neiva en un área muy poco significativa, Algeciras, San Vicente del Caguan, Uribe y Puerto rico.

### 5.2.13 Drenaje profundo.

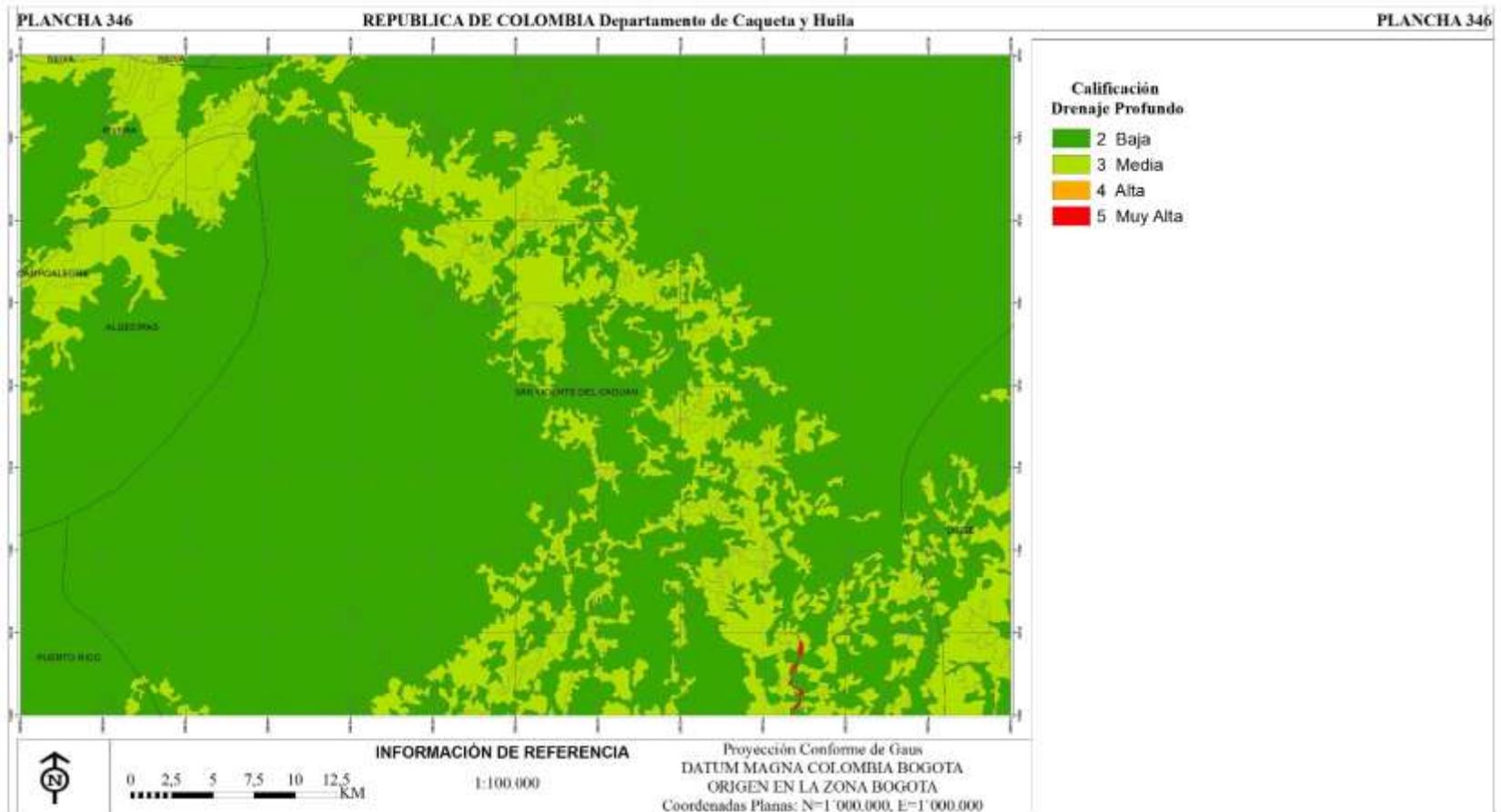
**Cuadro 24. Calificación atributo del atributo Drenaje profundo de la plancha 346.**

CODIGO	UNIDAD	DRENAJE PROFUNDO	CALIFICACIÓN DRENAJE PROFUNDO	AREA HAS	% AREA HAS
112	Tejido Urbano Discontinuo	86	4	9,26	0,0039
231	Pastos Limpios	79	3	12249,72	5,1040
233	Pastos Enmalezados	61	3	1968,93	0,8204
241	Mosaico de Cultivos	45	2	1242,52	0,5177
242	Mosaico de Pastos y Cultivos	79	3	4148,09	1,7284
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	61	3	24830,94	10,3462
323	Vegetación Secundaria o en Transición	60	2	6765,45	2,8189
511	Ríos	98	5	79,81	0,0333
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	65	3	5414,97	2,2562
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	58	2	2307,87	0,9616
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	55	2	180982,59	75,4094

El área de cubrimiento de la plancha 346 presenta una susceptibilidad baja (2) pertenece a las coberturas Mosaico de Cultivos, Vegetación Secundaria o en Transición, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria, Bosque Denso Alto de Tierra Firme con un área de muy representativa de (79,70%), para la susceptibilidad media (3) las coberturas que presenta son Pastos Enmalezados, Mosaico de Pastos y Cultivos, Mosaico de pastos con Especies Naturales, Bosque

Fragmentado con Pastos y Cultivos con un área de (20,25%), en la susceptibilidad alta (4) la cobertura es Tejido Urbano Discontinuo con un área de (0,0039%), y en la susceptibilidad muy alta la cobertura que presenta es de Ríos con un área de (0,033%).

Figura 30. Mapa calificación del atributo Drenaje profundo de la plancha 346.



En el área de estudio de la plancha 346 para la susceptibilidad muy alta se presenta en el municipio de San Vicente del Caguan.

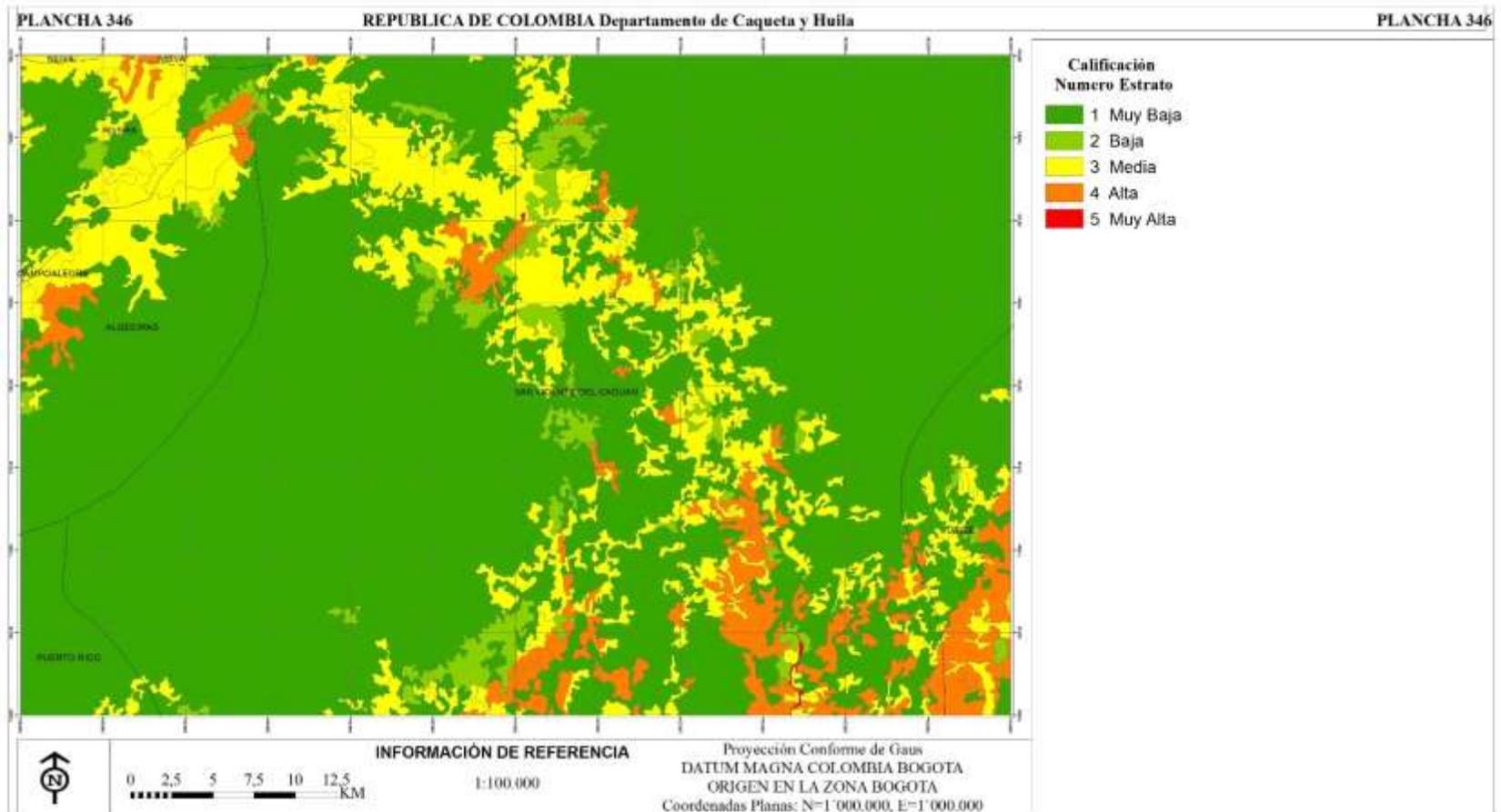
### 5.2.14 Número estrato

**Cuadro 25. Calificación del atributo Número estrato de la plancha 346.**

CODIGO	UNIDAD	ESTRATOS	CALIFICACIÓN ESTRATOS	AREA HAS	% AREA HAS
112	Tejido Urbano Discontinuo	0	5	9,26	0,0039
231	Pastos Limpios	1	4	12249,72	5,1040
233	Pastos Enmalezados	1	4	1968,93	0,8204
241	Mosaico de Cultivos	4	1	1242,52	0,5177
242	Mosaico de Pastos y Cultivos	3	2	4148,09	1,7284
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	2	3	24830,94	10,3462
323	Vegetación Secundaria o en Transición	2	3	6765,45	2,8189
511	Ríos	0	5	79,81	0,0333
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	3	2	5414,97	2,2562
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	3	2	2307,87	0,9616
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	4	1	180982,59	75,4094

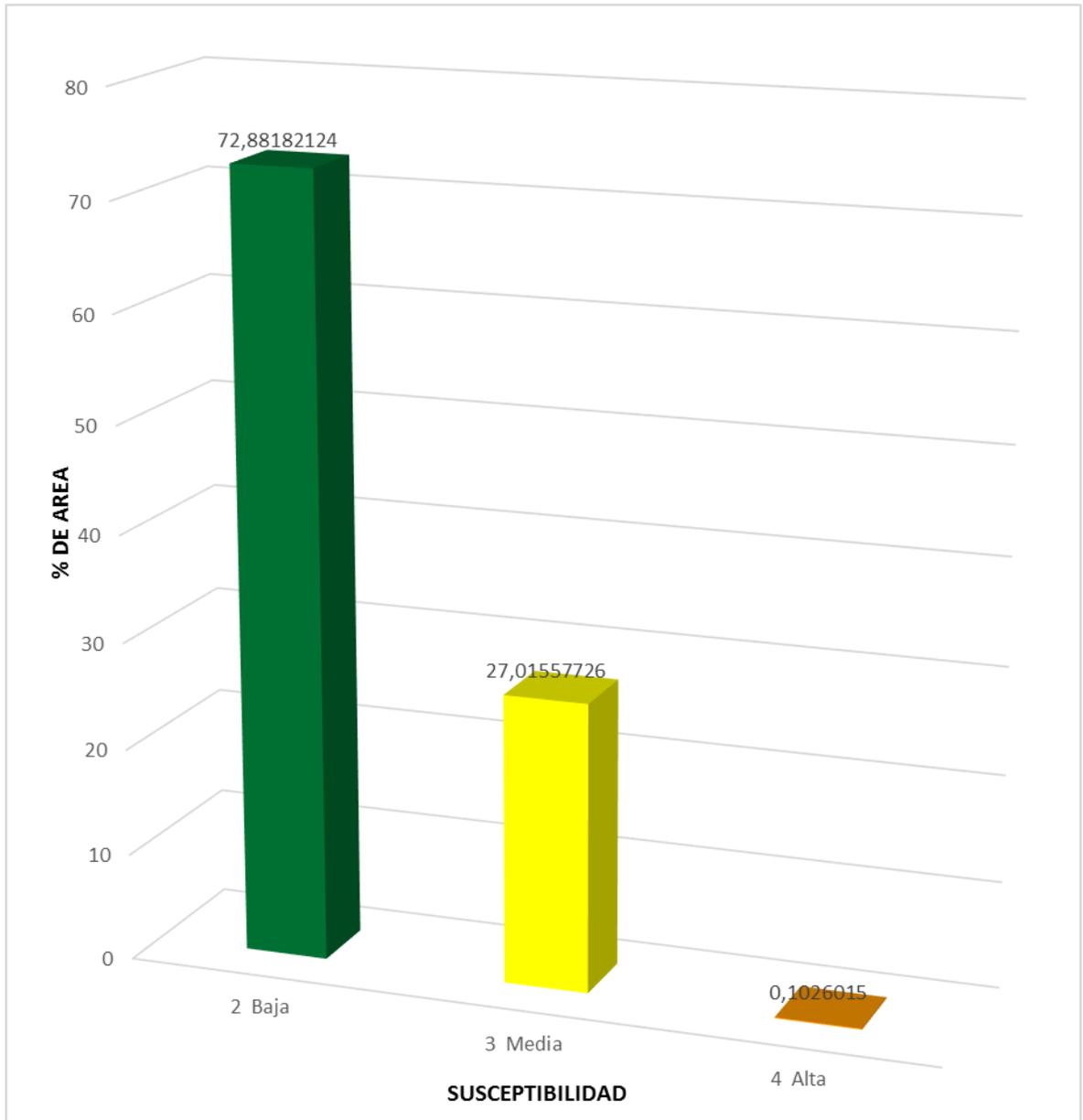
El área de cubrimiento de la plancha 346 presenta una susceptibilidad muy baja (1) la cobertura presente es Bosque Denso Alto de Tierra Firme con una área de (75,40%), en la susceptibilidad baja (2) las coberturas son Mosaico de Pastos y Cultivos, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria con un área de (4,94%), la susceptibilidad media presenta coberturas Mosaico de Cultivos, Mosaico de pastos con Especies Naturales, Vegetación Secundaria o en Transición con un área de (13,68%), en la susceptibilidad alta están las coberturas Pastos Limpios, Pastos Enmalezados con un área de (5,92%) y para la susceptibilidad muy alta presenta Tejido Urbano Discontinuo y Ríos con un área de (0,037%).

Figura 31 . Mapa calificación del atributo Número estrato de la plancha 346.



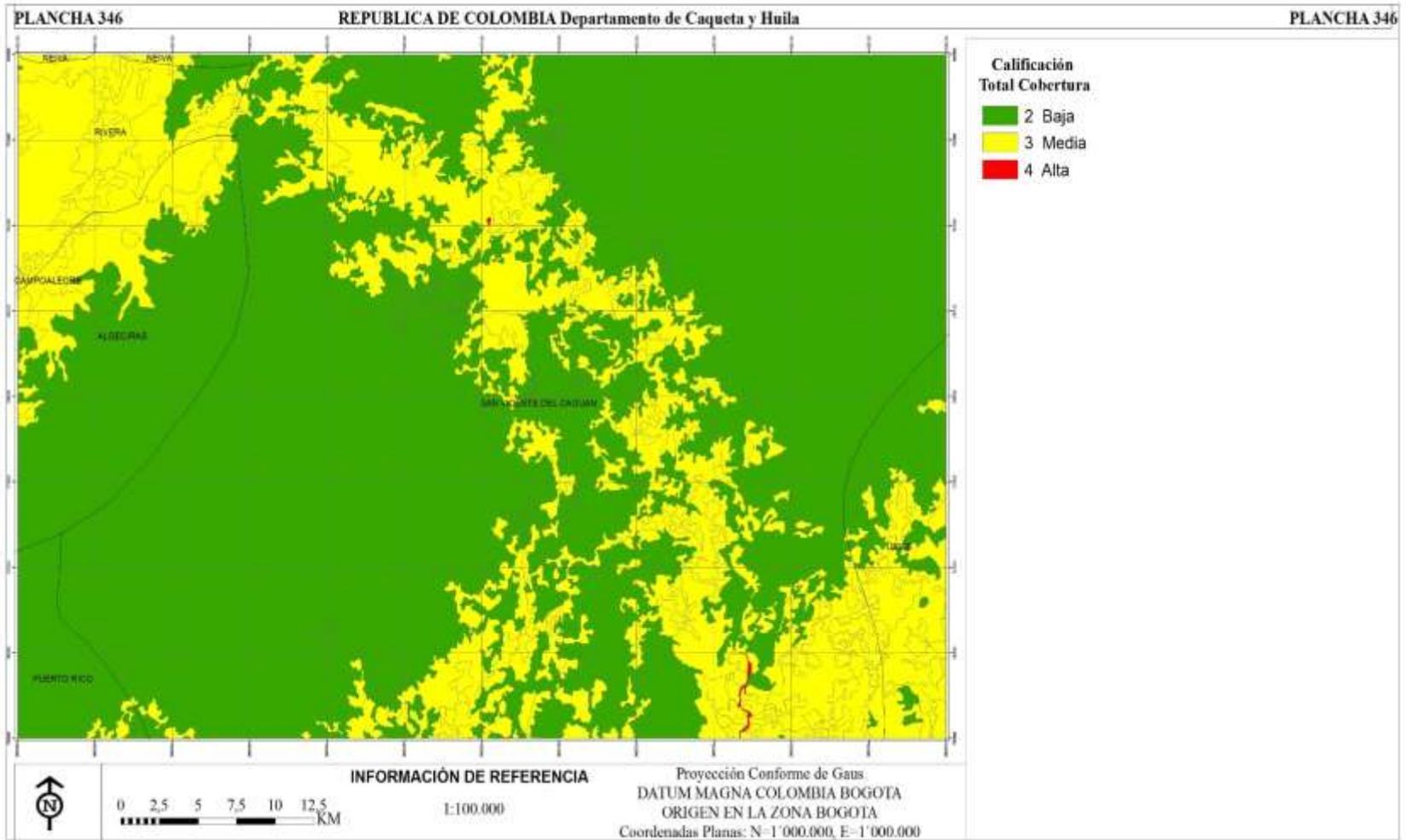
En el área de estudio de la plancha 346 para la susceptibilidad muy alta se presenta en el municipio de San Vicente del Caguan.

**Figura 32. Categoría de susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 346.**



Para el área de la plancha 346 la susceptibilidad final muestra las siguientes coberturas que más representan cada susceptibilidad. Para la susceptibilidad baja (2) está el Bosque denso alto de tierra firme, Bosque fragmentado con vegetación secundaria, para susceptibilidad media encontramos coberturas como Bosque fragmentado con pastos y cultivos, pastos limpios, vegetación secundaria o en transición y Mosaico de pastos con especies naturales y para la susceptibilidad alta están las coberturas de Tejidos urbanos discontinuos y Ríos.

Figura 33. Mapa categoría de susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 346



En el área de estudio de la plancha 346 para la susceptibilidad muy alta se presenta en el municipio de San Vicente del Caguan.

**5.2.15. Análisis de susceptibilidad plancha 347:** espacialmente la plancha 347 contextualizada en la Proyección Transverse Mercator, se localiza en los departamentos de Meta (93,89%) y Caquetá (6,11%), la cual forma parte del bloque 14 del proyecto de “Zonificación de la Susceptibilidad a Movimientos en Masa”. (Ver figura 9).

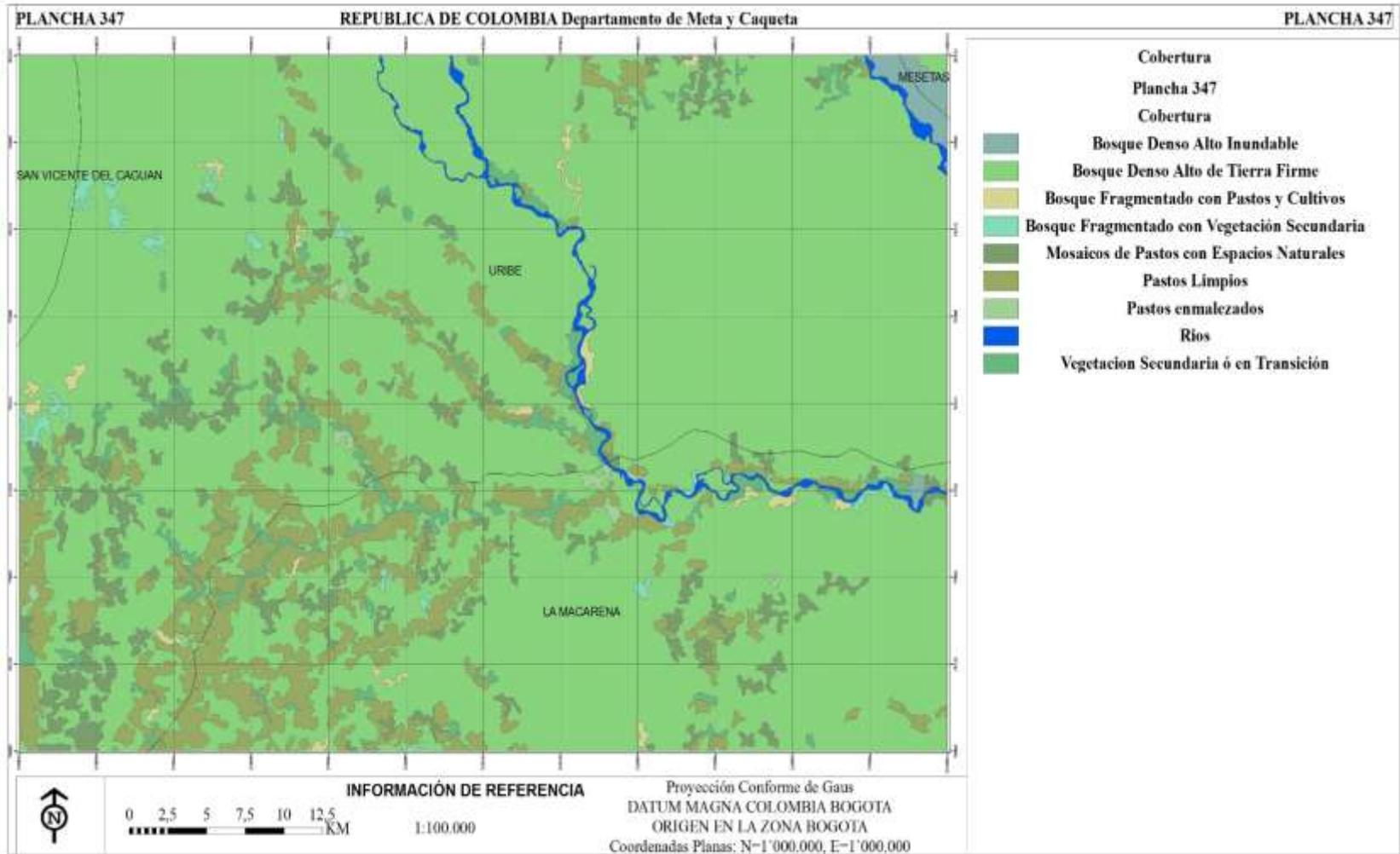
**Cuadro 26. Cuantificación de las coberturas presentes en la plancha 347.**

<b>CODIGO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>AREA HAS</b>	<b>% AREA HAS</b>
231	Pastos Limpios	23782,74	9,9095
233	Pastos Enmalezados	542,09	0,2259
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	11367,34	4,7364
323	Vegetación Secundaria o en Transición	5697,19	2,3738
511	Ríos	2218,60	0,9244
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	1377,29	0,5739
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	1428,07	0,5950
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	192179,09	80,0749
311121	Bosque Denso Alto Inundable	1406,62	0,5861

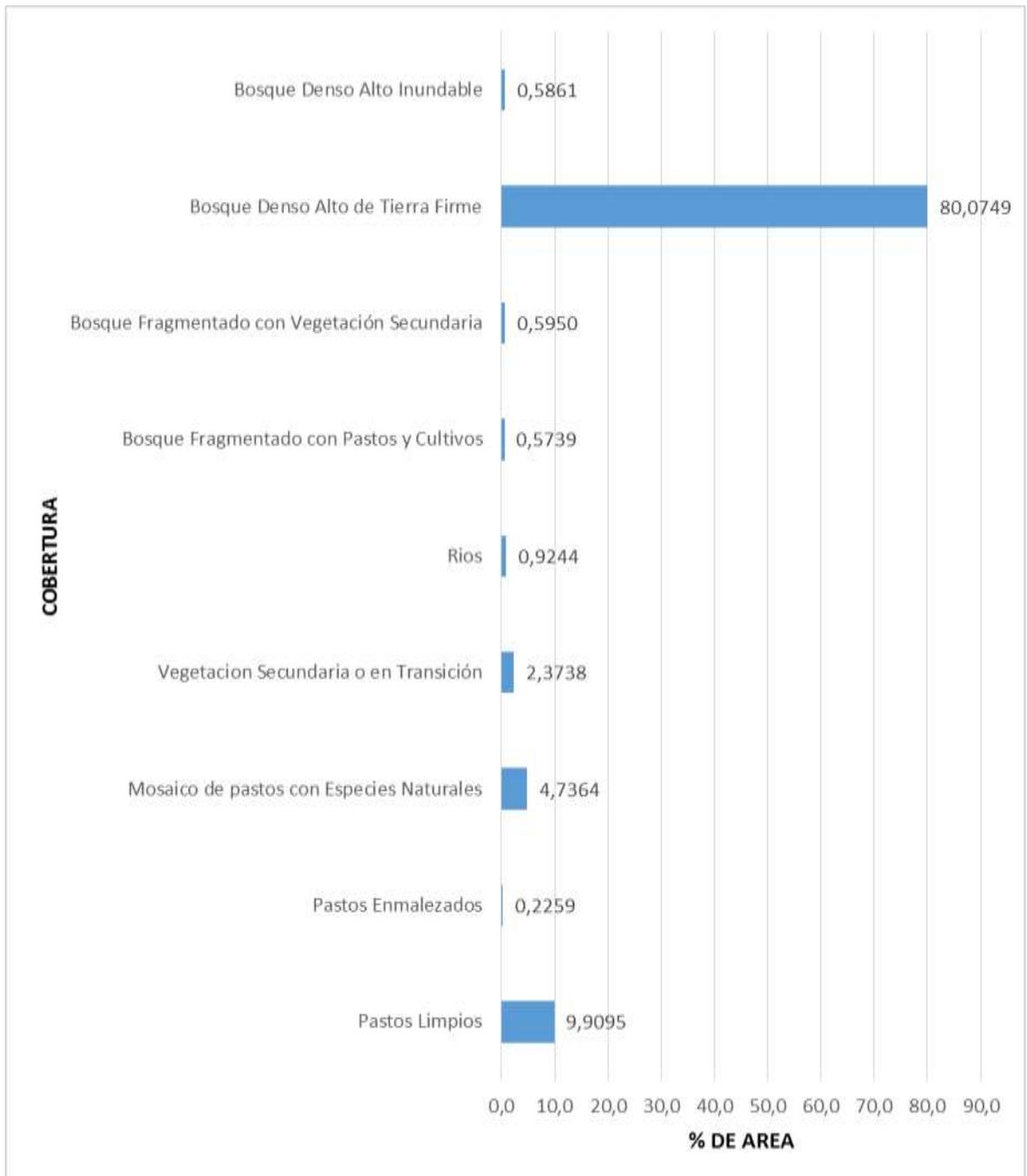
Las unidades de cobertura presente en la plancha 347 se definen en el cuadro 26, encontrando un total de 9 coberturas.

Las coberturas más representativas son: Bosque Denso Alto de Tierra Firme (80,07%), Pastos Limpios (9,90%) y Mosaico de pastos con Especies Naturales (4,73%), En esta zona aún mantiene la mayor parte de ecosistema natural con el bosque denso alto de tierra firme, sin embargo se presentan intervenciones antrópicas a una proporción menor del 20%.

Figura 34. Mapa con las unidades de cobertura de la tierra de la plancha 347



**Figura 35. Unidades coberturas de la tierra de la plancha 347 en función del porcentaje de área.**



## 5.2.16 Profundidad radicular:

**Cuadro 27. Calificación atributo Profundidad radicular de la plancha 347.**

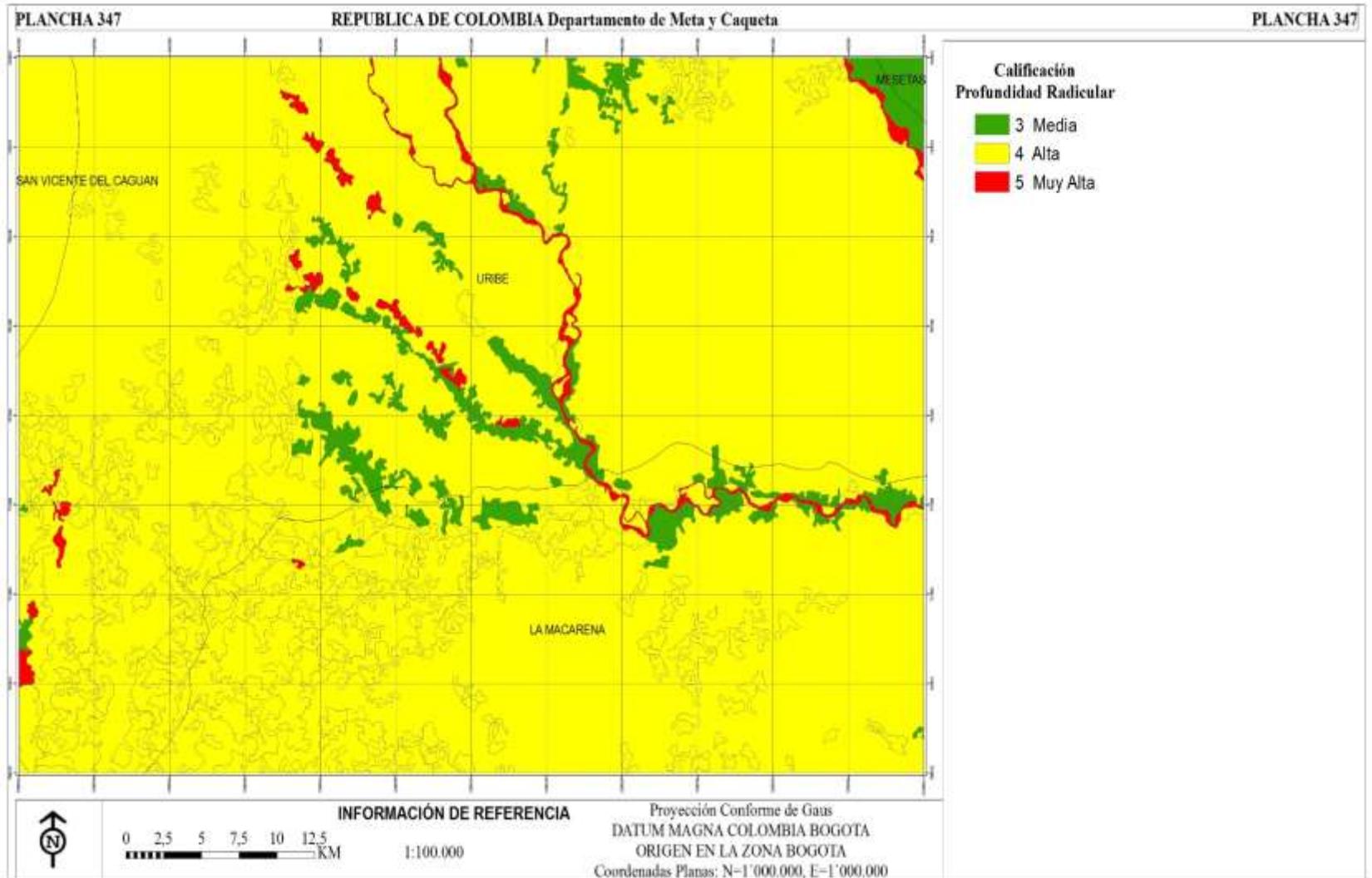
CODIGO	UNIDAD	PROFUNDIDAD RADICULAR	CALIFICACIÓN PROFUNDIDAD RADICULAR	AREA HAS	% AREA HAS
231	Pastos Limpios	2,9	4	23782,74	9,9095
233	Pastos Enmalezados	2,7	4	542,09	0,2259
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	3,1	3	11367,34	4,7364
323	Vegetación Secundaria o en Transición	3	3	5697,19	2,3738
511	Ríos	1	5	2218,60	0,9244
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	3	3	1377,29	0,5739
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	3,2	3	1428,07	0,5950
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	2,6	4	192179,09	80,0749
311121	Bosque Denso Alto Inundable	3,7	3	1406,62	0,5861

El área de cubrimiento de la plancha 347 presenta una susceptibilidad media (3) para las coberturas Mosaico de pastos con Especies Naturales, Vegetación Secundaria o en Transición, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria, Bosque Denso Alto Inundable con un área de (8,86%), en la susceptibilidad alta (4) se encuentran las coberturas Pastos Limpios, Pastos Enmalezados, Bosque Denso Alto de Tierra Firme con un área representativa de (90,21), para la susceptibilidad muy alta está la coberturas de Ríos con un área de (0,92%).

Dentro del área de cubrimiento de la plancha 347 hace parte el parque Nacional Natural Cordillera de los Picachos, Parque Nacional Tiniqua y el parque nacional Sumapaz que está en jurisdicción del municipio de La Uribe, el parque Nacional Natural la Macarena en el municipio de la Macarena es por eso que se puede

observar un gran parche de bosque natural, en el municipio de La Uribe su economía se basa en la agricultura, pesca, caza y minería, y en el municipio de La Macarena su economía se basa principalmente en el sector agropecuario.

Figura 36. Mapa calificación Profundidad radicular de la plancha 347



En el área de estudio de la plancha 347 para la susceptibilidad muy alta se presenta en los municipios de Uribe y La Macarena, para la cobertura de Ríos, las coberturas que se observan en el mapa en esta misma susceptibilidad a parte de los ríos se presentan por efectos de modelación según directrices del Servicio Geológico Colombiano.

### 5.2.17. Evapotranspiración:

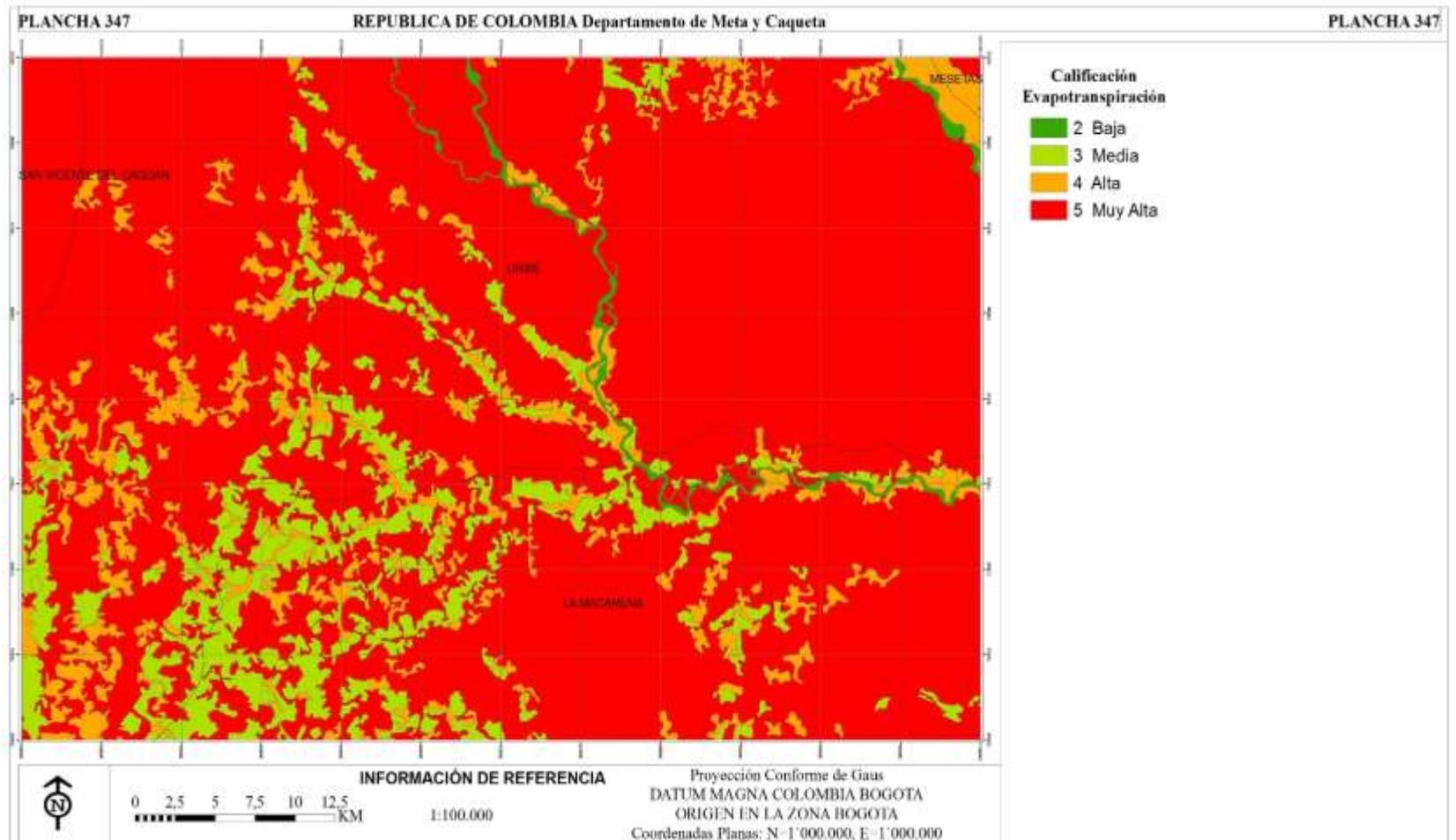
**Cuadro 28. Calificación atributo Evapotranspiración de la plancha 347.**

CODIGO	UNIDAD	KC	EVAPO TRANSPIRACIÓN	CALIFICACIÓN EVAPOTRANSPIRACIÓN	AREA HAS	% AREA HAS
231	Pastos Limpios	0,2	0,75	3	23782,74	9,9095
233	Pastos Enmalezados	0,8	0,66	3	542,09	0,2259
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	0,75	0,5625	4	11367,34	4,7364
323	Vegetación Secundaria o en Transición	0,6	0,45	4	5697,19	2,3738
511	Ríos	1,05	0,748125	2	2218,60	0,9244
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	0,8	0,6	3	1377,29	0,5739
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	0,67	0,25125	4	1428,07	0,5950
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	0,4	0,3	5	192179,09	80,0749
311121	Bosque Denso Alto Inundable	0,6	0,45	4	1406,62	0,5861

El área de cubrimiento de la plancha 347 presenta una susceptibilidad baja (2) para la cobertura de Ríos con un área de (0,92%), en la susceptibilidad media (3) las coberturas son Pastos Limpios, Pastos Enmalezados, Bosque Fragmentado

con Pastos y Cultivos con un área de (10,70%), en la susceptibilidad alta presenta coberturas Mosaico de pastos con Especies Naturales, Vegetación Secundaria o en Transición, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria, Bosque Denso Alto Inundable con un área de (8,29%) y para la susceptibilidad alta está el Bosque Denso Alto de Tierra Firme con un área de (80,07%).

Figura 37. Mapa calificación Evapotranspiración de la plancha 347.



En el área de estudio de la plancha 347 para la susceptibilidad muy alta se presenta en todos los municipios presentes en el mapa, Uribe, La Macarena, San Vicente del Caguan y Mesetas.

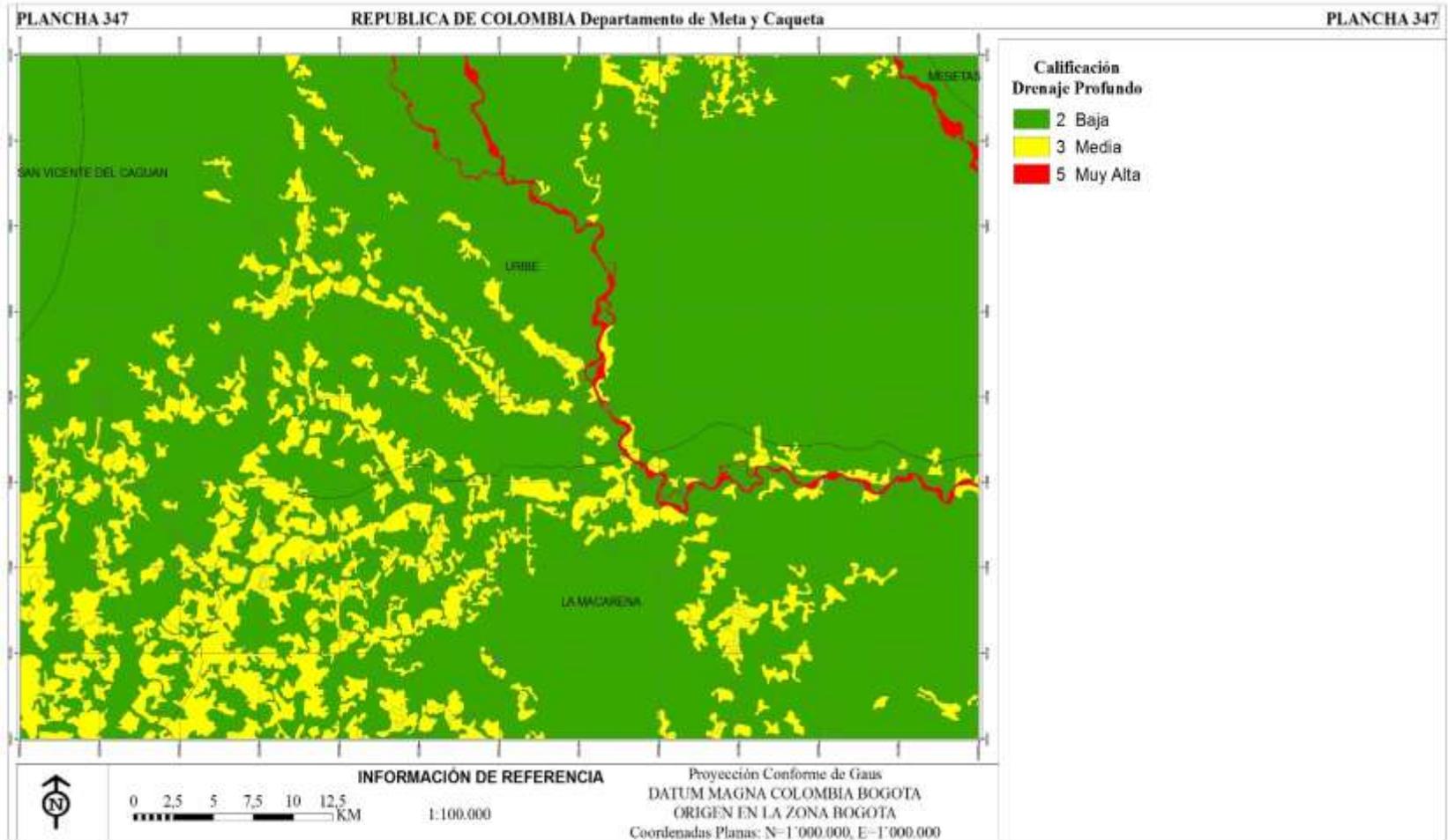
#### 5.2.18 Drenaje profundo:

**Cuadro 29. Calificación atributo Drenaje profundo de la plancha 347.**

CODIGO	UNIDAD	DRENAJE PROFUNDO	CALIFICACIÓN DRENAJE PROFUNDO	AREA HAS	% AREA HAS
231	Pastos Limpios	79	3	23782,74	9,9095
233	Pastos Enmalezados	61	3	542,09	0,2259
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	61	3	11367,34	4,7364
323	Vegetación Secundaria o en Transición	60	2	5697,19	2,3738
511	Ríos	98	5	2218,60	0,9244
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	65	3	1377,29	0,5739
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	58	2	1428,07	0,5950
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	55	2	192179,09	80,0749
311121	Bosque Denso Alto Inundable	45	2	1406,62	0,5861

El área de cubrimiento de la plancha 347 presenta una susceptibilidad baja (2) para las coberturas Vegetación Secundaria o en Transición, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria, Bosque Denso Alto de Tierra Firme, Bosque Denso Alto Inundable con un área de (83,62%), para la susceptibilidad media (3) están las coberturas Pastos Limpios, Pastos Enmalezados, Mosaico de pastos con Especies Naturales, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos con un área de (15,44%) y para la susceptibilidad muy alta (5) presenta la cobertura de Ríos con un área de (0,92%).

Figura 38. Mapa calificación atributo Drenaje profundo de la plancha 347



En el área de estudio de la plancha 347 para la susceptibilidad muy alta se presenta en los municipios de Uribe y la Macarena.

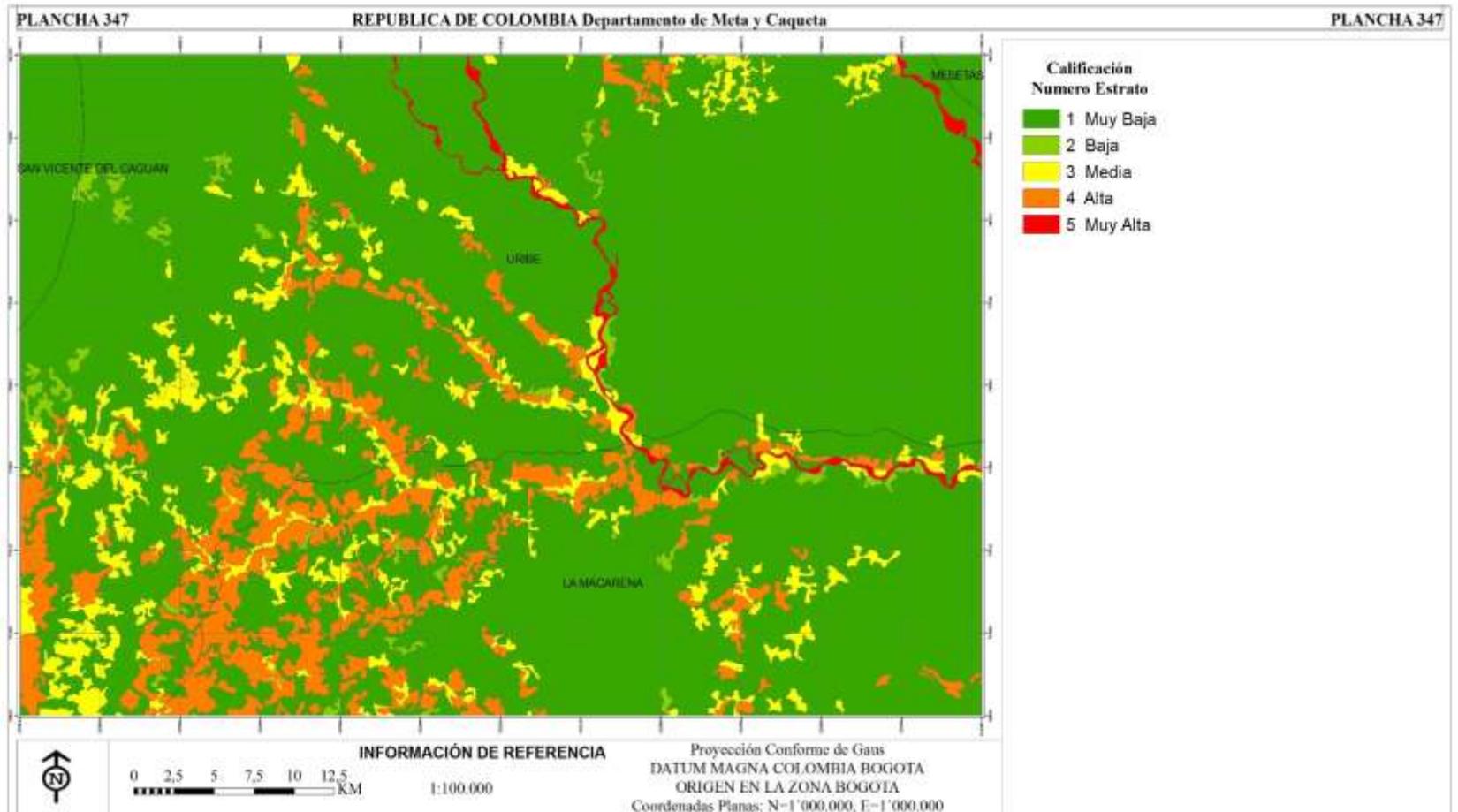
### 5.2.19 Numero estrato.

**Cuadro 30. Calificación del atributo Número estrato de la plancha 347.**

CODIGO	UNIDAD	ESTRATOS	CALIFICACIÓN ESTRATOS	AREA HAS	% AREA HAS
231	Pastos Limpios	1	4	23782,74	9,9095
233	Pastos Enmalezados	1	4	542,09	0,2259
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	2	3	11367,34	4,7364
323	Vegetación Secundaria o en Transición	2	3	5697,19	2,3738
511	Ríos	0	5	2218,60	0,9244
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	3	2	1377,29	0,5739
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	3	2	1428,07	0,5950
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	4	1	192179,09	80,0749
311121	Bosque Denso Alto Inundable	4	1	1406,62	0,5861

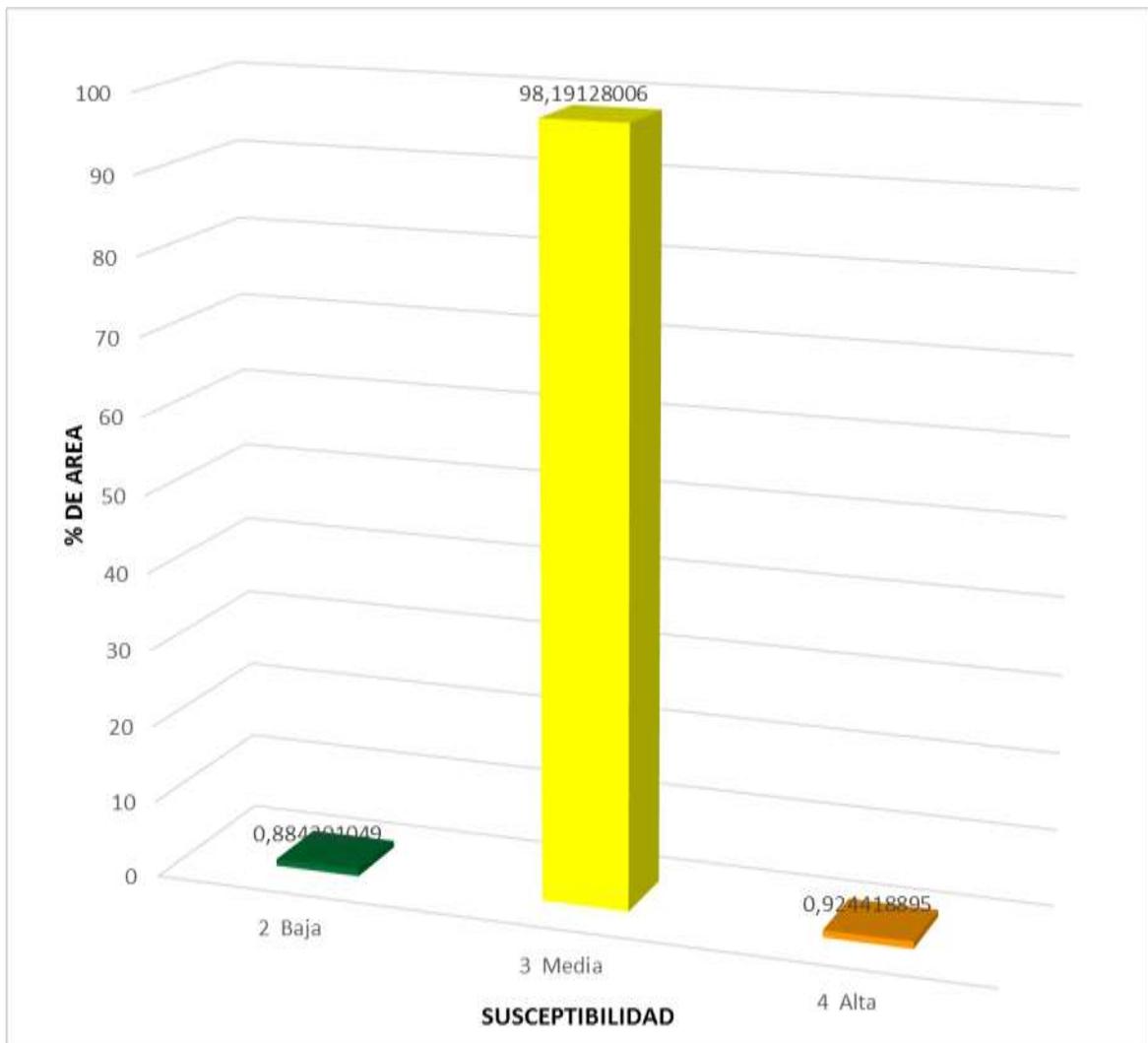
El área de cubrimiento de la plancha 347 presenta una susceptibilidad muy baja (1) para las coberturas Bosque Denso Alto de Tierra Firme, Bosque Denso Alto Inundable con un área de (80,66%), una susceptibilidad baja (2) para las coberturas Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria con un área de (1,16%), en la susceptibilidad media (3) las coberturas son Mosaico de pastos con Especies Naturales, Vegetación Secundaria o en Transición con un área de (7,11%), para la susceptibilidad alta (4) las coberturas son Pastos Limpios, Pastos Enmalezados con un área de (10,13%) y para la susceptibilidad muy alta (5) está la cobertura de Ríos con un área de (0,92%).

Figura 39. Mapa Calificación del atributo Número estrato de la plancha 347



En el área de estudio de la plancha 347 para la susceptibilidad muy alta se presenta en los municipios de Uribe y la Macarena.

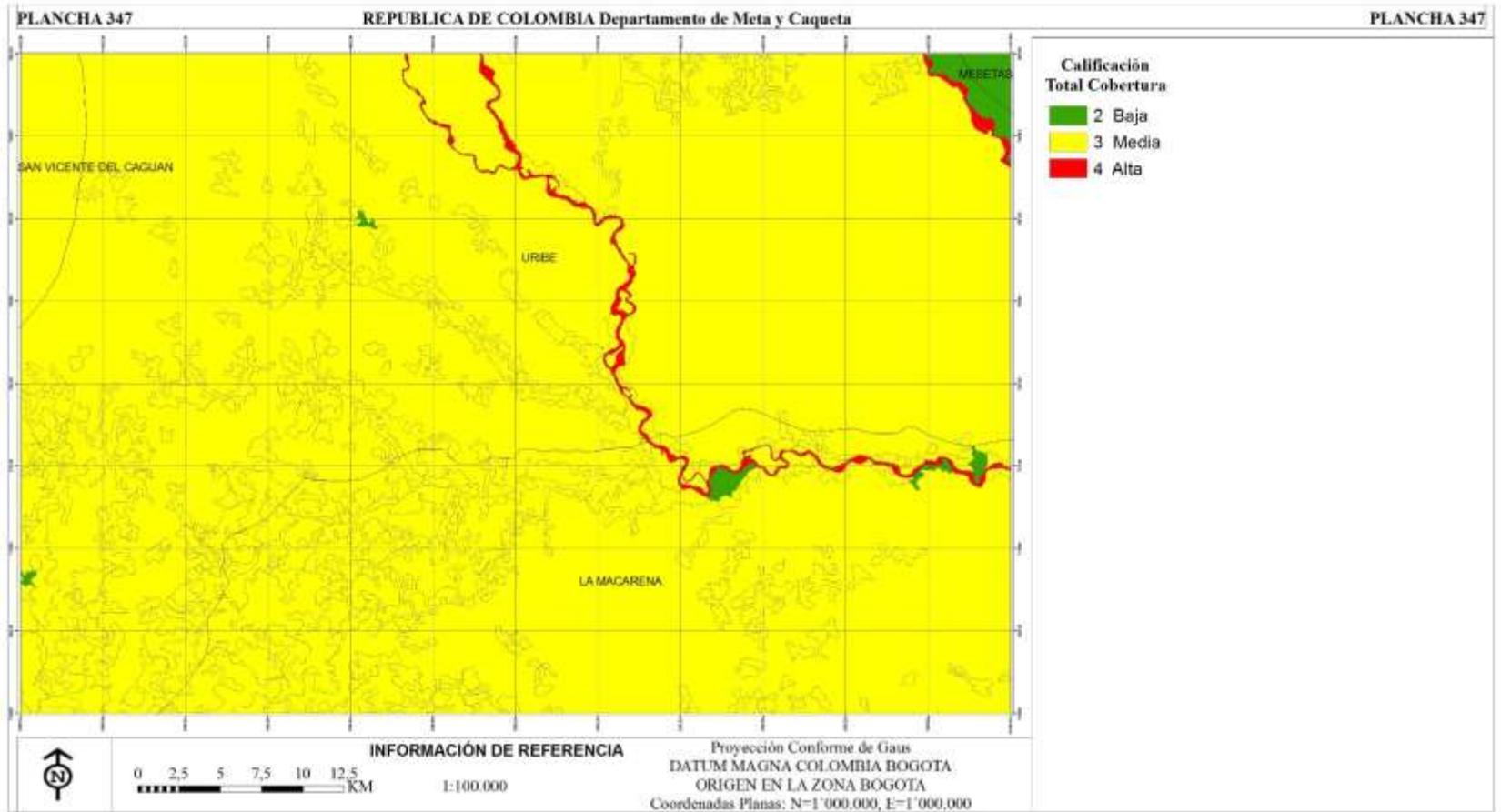
**Figura 40. Categoría de susceptibilidad de la variable cobertura de la tierra de la plancha 347**



Para el área de la plancha 347 la susceptibilidad final muestra las siguientes coberturas que más representan cada susceptibilidad. Para la susceptibilidad baja (2) está el Bosque denso alto inundable, Bosque fragmentado con vegetación secundaria, para susceptibilidad media encontramos coberturas como Bosque

denso alto de tierra firme, Bosque fragmentado con pastos y cultivos, pastos limpios, vegetación secundaria o en transición y Mosaico de pastos con especies naturales pastos enmalezados y para la susceptibilidad alta presenta la cobertura de Ríos.

Figura 41. Mapa categoría de susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 347.



En el área de estudio de la plancha 347 susceptibilidad final para la cobertura de la tierra se evidencia que la susceptibilidad muy alta está presente en los municipios de Uribe y La Macarena.

**5.2.20. Análisis susceptibilidad plancha 368:** espacialmente la plancha 368 contextualizada en la Proyección Transverse Mercator, se localiza en el departamento de Caquetá, la cual forma parte del bloque 14 del proyecto de “Zonificación de la Susceptibilidad a Movimientos en Masa”. (Ver figura 9).

**Cuadro 31. Cuantificación de las coberturas presentes en la plancha 368.**

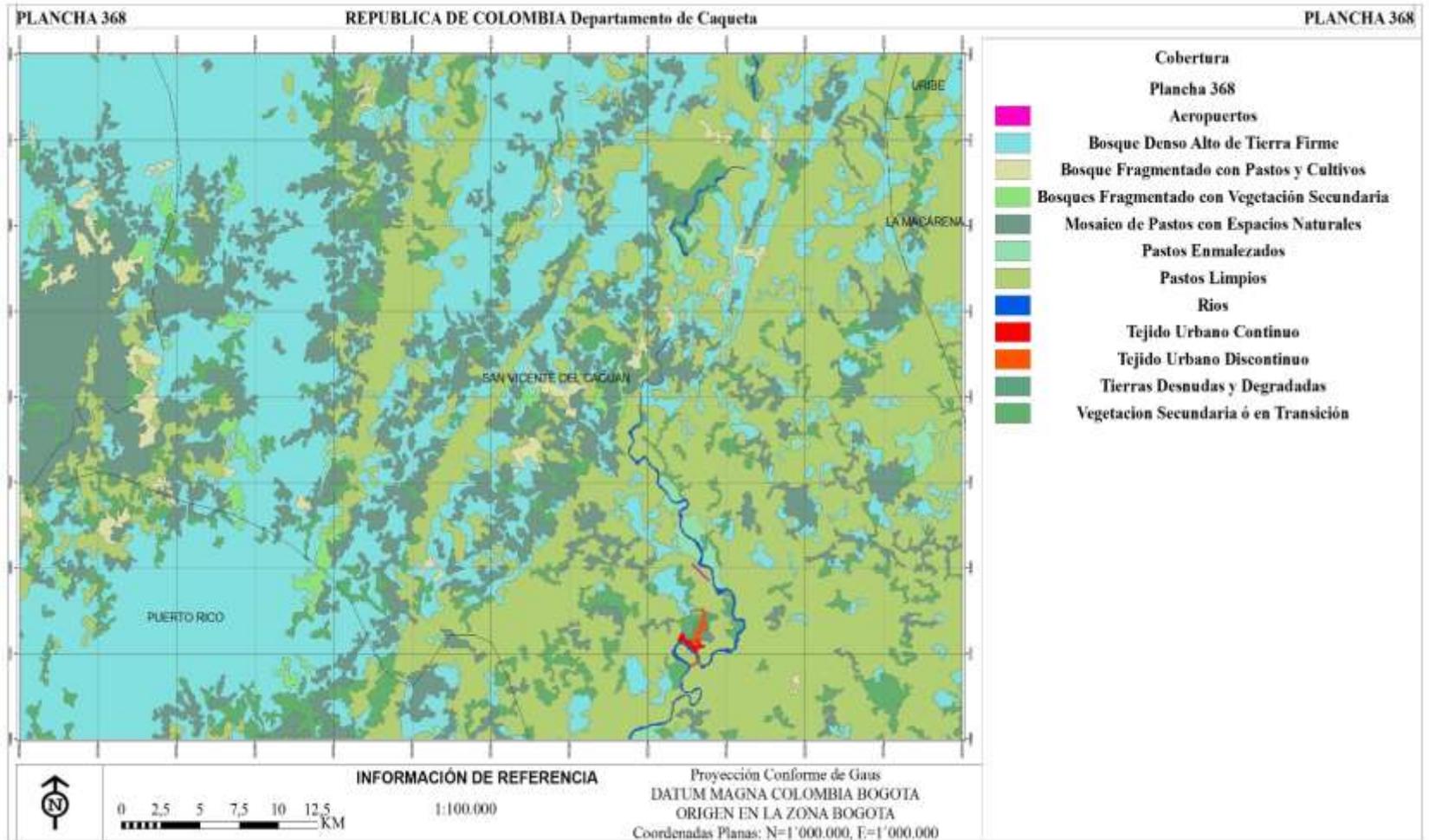
<b>CODIGO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>AREA HAS</b>	<b>% AREA HAS</b>
111	Tejido Urbano Continuo	63,69	0,0265
112	Tejido Urbano Discontinuo	93,85	0,0391
124	Aeropuertos	15,86	0,0066
231	Pastos Limpios	84932,03	35,3885
233	Pastos Enmalezados	2420,64	1,0086
333	Tierras Desnudas y Degradadas	76,74	0,0320
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	42225,74	17,5941
323	Vegetación Secundaria o en Transición	18257,72	7,6074
511	Ríos	673,12	0,2805
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	3484,68	1,4520
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	2310,25	0,9626
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	85444,69	35,6021

Las unidades de cobertura presente en la plancha 368 se definen en el cuadro 31, encontrando un total de 12 coberturas.

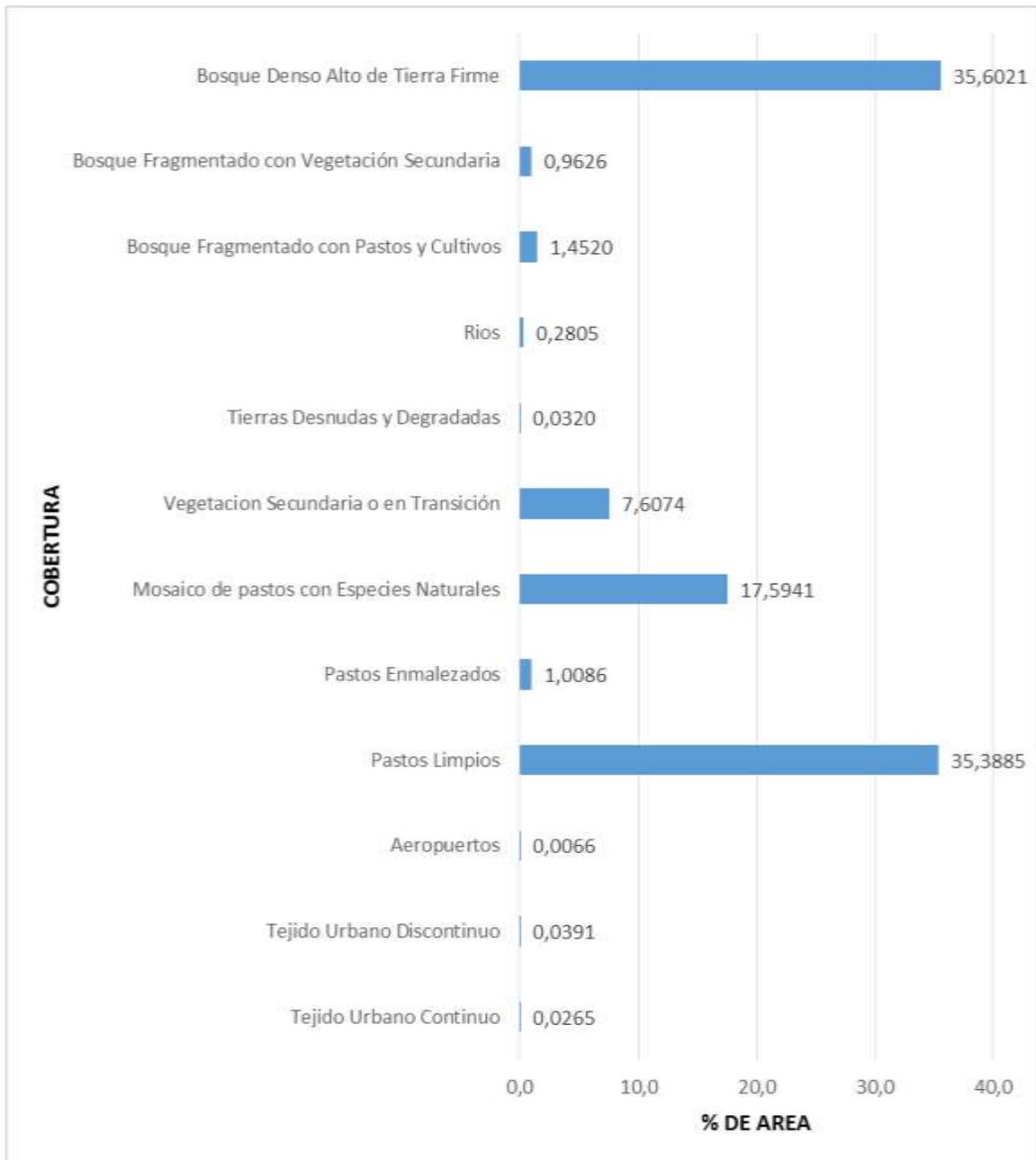
Las coberturas más representativas son: Bosque Denso Alto de Tierra Firme (35,60%), Pastos Limpios (35,38%), Mosaico de pastos con especies naturales (17,59%), vegetación secundaria o en transición (7,60%). En esta zona aún tiene un bajo porcentaje de ecosistema natural con el bosque denso alto de tierra firme,

sin embargo se presentan intervenciones antrópicas a una proporción mayor del 35%.

Figura 42. Mapa con las unidades de la tierra de la plancha 368



**Figura 43. Unidades cobertura de la tierra de la plancha 368 en función del porcentaje de área.**



### 5.2.21 Profundidad radicular.

**Cuadro 32. Calificación atributo Profundidad radicular de la plancha 368**

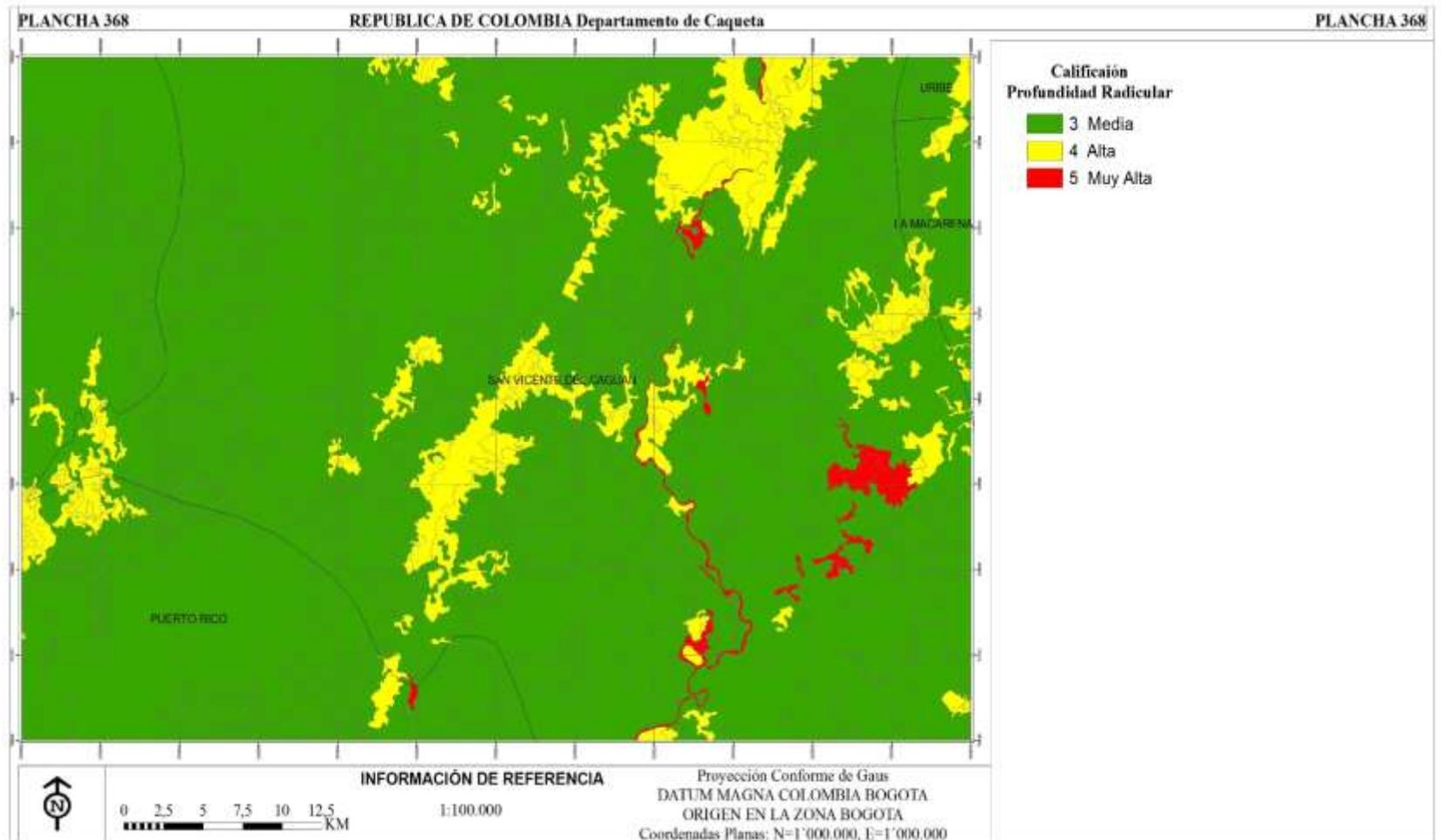
CODIGO	UNIDAD	ESTRATOS	CALIFICACIÓN ESTRATOS	AREA HAS	% AREA HAS
111	Tejido Urbano Continuo	0	5	63,69	0,0265
112	Tejido Urbano Discontinuo	1	5	93,85	0,0391
124	Aeropuertos	0	5	15,86	0,0066
231	Pastos Limpios	2,9	3	84932,03	35,3885
233	Pastos Enmalezados	2,7	4	2420,64	1,0086
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	3,1	3	42225,74	17,5941
323	Vegetación Secundaria o en Transición	3	4	18257,72	7,6074
333	Tierras Desnudas y Degradadas	3	3	76,74	0,0320
511	Ríos	1	5	673,12	0,2805
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	3	3	3484,68	1,4520
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	3,2	3	2310,25	0,9626
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	3,1	3	85444,69	35,6021

El área de cubrimiento de la plancha 368 presenta una susceptibilidad media (3) para las coberturas Pastos Limpios, Mosaico de pastos con Especies Naturales, Tierras Desnudas y Degradadas, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria, Bosque Denso Alto de Tierra Firme con un área de (91,03%), para la susceptibilidad alta (4) las coberturas son Pastos Enmalezados, Vegetación Secundaria o en Transición con un área de (8,61%) y la susceptibilidad muy alta (5) son las coberturas de Tejido Urbano Continuo, Tejido Urbano Discontinuo, Aeropuertos, Ríos con un área de (0,35%).

Dentro del área de cubrimiento de la plancha 368 hace se encuentra una parte del parque Nacional Natural Cordillera de los Picachos en el municipio de San Vicente

del Caguan, y se presenta con más fuerza su actividad económica en este sector ya que se puede ver que los pastos limpios tienen una igual representación que el bosque denso alto de tierra firme. En el municipio de Puerto Rico son grandes productores bovinos, porcinos y equinos.

Figura 44. Mapa calificación del atributo Profundidad radicular de la plancha 368



En el área de estudio de la plancha 368 para la susceptibilidad muy alta se presenta en el municipio de San Vicente del Caguan. Las coberturas que están en esta categoría a parte de los Ríos se presentan por efectos de modelación según directrices del Servicio Geológico Colombiano.

## 5.2.22. Evapotranspiración.

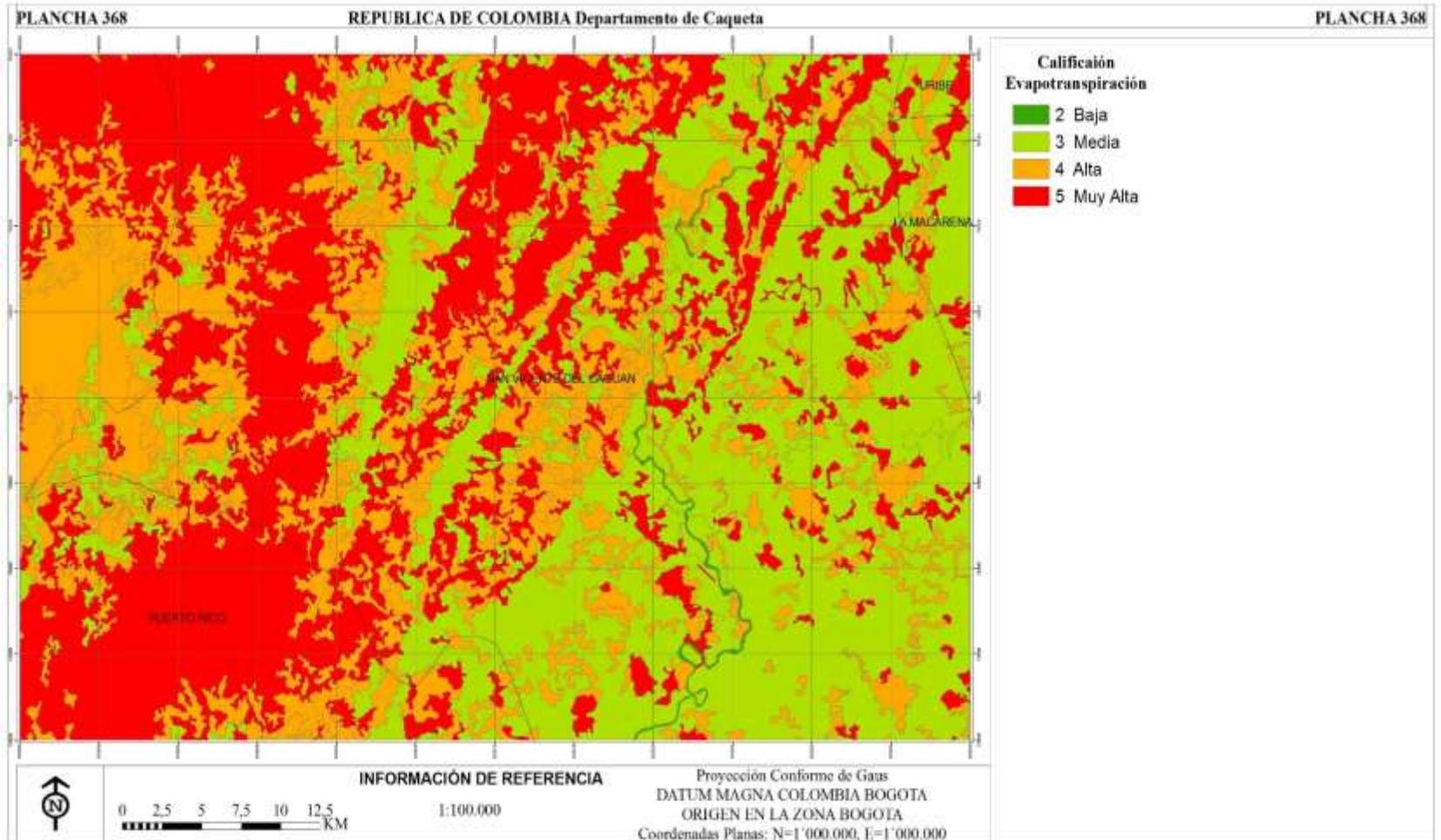
**Cuadro 33. Calificación atributo Evapotranspiración de la plancha 368.**

CODIGO	UNIDAD	KC	EVAPO TRANSPIRACIÓN	CALIFICACIÓN EVAPOTRANS PIRACIÓN	AREA HAS	% AREA HAS
111	Tejido Urbano Continuo	0,2	0,15	5	63,69	0,0265
112	Tejido Urbano Discontinuo	0,4	0,6	5	93,85	0,0391
124	Aeropuertos	0,2	0,15	5	15,86	0,0066
231	Pastos Limpios	0,2	0,75	3	84932,03	35,3885
233	Pastos Enmalezados	0,8	0,66	3	2420,64	1,0086
333	Tierras Desnudas y Degradadas	1	1,5	3	76,74	0,0320
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	0,75	0,5625	4	42225,74	17,5941
323	vegetación Secundaria o en Transición	0,6	0,45	4	18257,72	7,6074
511	Ríos	1,05	0,748125	2	673,12	0,2805
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	0,8	0,6	3	3484,68	1,4520
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	0,67	0,25125	4	2310,25	0,9626
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	0,4	0,3	5	85444,69	35,6021

El área de cubrimiento de la plancha 368 presenta una susceptibilidad baja (2) en las coberturas Ríos con un área de (0,28%), para la susceptibilidad media (3) están las coberturas Pastos Limpios, Pastos Enmalezados, Tierras Desnudas y Degradadas, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos con un área de (37,88%), en la susceptibilidad alta (4) las coberturas son Mosaico de pastos con Especies Naturales, Vegetación Secundaria o en Transición, Bosque Fragmentado

con Vegetación Secundaria con un área de (26,16%) y para la susceptibilidad muy alta (5) las coberturas que se presentan son Tejido Urbano Continuo, Tejido Urbano Discontinuo, Aeropuertos, Bosque Denso Alto de Tierra Firme con un área de (35,67%).

Figura 45. Mapa calificación del atributo Evapotranspiración de la plancha 368.



En el área de estudio de la plancha 368 para la susceptibilidad muy alta se presenta en los municipios de San Vicente del Caguan, Puerto Rico, parte de Uribe y La Macarena.

### 5.2.23. Drenaje profundo.

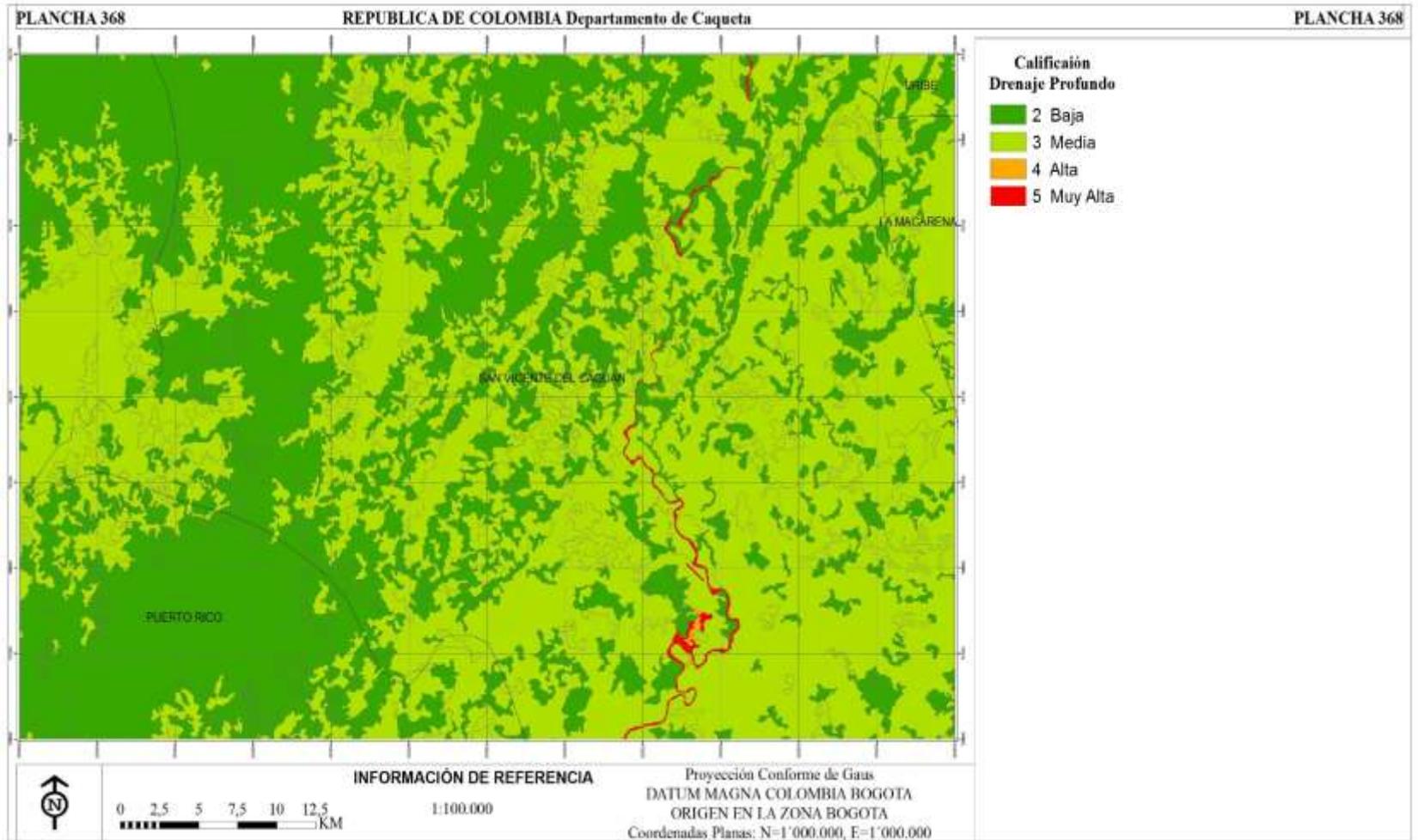
**Cuadro 34. Calificación atributo Drenaje profundo de la plancha 368.**

CODIGO	UNIDAD	DRENAJE PROFUNDO	CALIFICACIÓN DRENAJE PROFUNDO	AREA HAS	% AREA HAS
111	Tejido Urbano Continuo	98	5	63,69	0,0265
112	Tejido Urbano Discontinuo	86	4	93,85	0,0391
124	Aeropuertos	98	5	15,86	0,0066
231	Pastos Limpios	79	3	84932,03	35,3885
233	Pastos Enmalezados	61	3	2420,64	1,0086
333	Tierras Desnudas y Degradadas	96	5	76,74	0,0320
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	61	3	42225,74	17,5941
323	Vegetación Secundaria o en Transición	60	2	18257,72	7,6074
511	Ríos	98	5	673,12	0,2805
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	65	3	3484,68	1,4520
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	58	2	2310,25	0,9626
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	55	2	85444,69	35,6021

El área de cubrimiento de la plancha 368 presenta una susceptibilidad baja (2) para las coberturas Vegetación Secundaria o en Transición, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria, Bosque Denso Alto de Tierra Firme con un área de (44,17%), para la susceptibilidad media (3) las coberturas son Pastos Limpios, Pastos Enmalezados, Mosaico de pastos con Especies Naturales, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos con un área de (55,44%), en la susceptibilidad alta (4) está la cobertura Tejido Urbano Discontinuo con un área poco significativa de (0,039%) y para la susceptibilidad alta (5) las coberturas son Tejido Urbano

Continuo, Aeropuertos, Tierras Desnudas y Degradadas, Ríos con una área de (0,34).

Figura 46. Mapa calificación del atributo Drenaje profundo de la plancha 368



En el área de estudio de la plancha 368 para la susceptibilidad muy alta se presenta en el municipio San Vicente del Caguan.

#### 5.2.24. Número estrato:

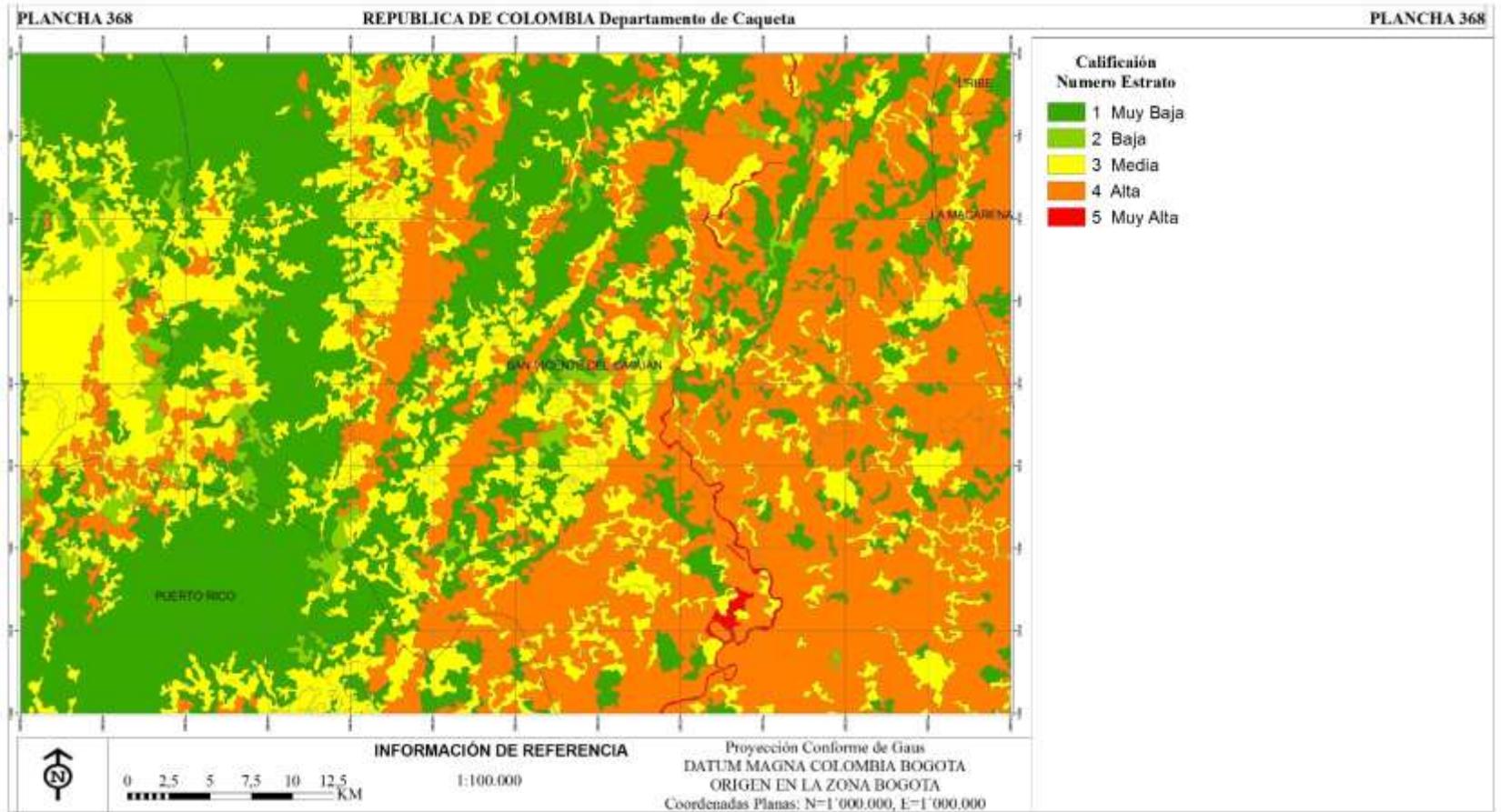
**Cuadro 35. Calificación atributo número estrato de la plancha 368.**

CODIGO	UNIDAD	ESTRATOS	CALIFICACIÓN ESTRATOS	AREA HAS	% AREA HAS
111	Tejido Urbano Continuo	0	5	63,69	0,0265
112	Tejido Urbano Discontinuo	0	5	93,85	0,0391
124	Aeropuertos	0	5	15,86	0,0066
231	Pastos Limpios	1	4	84932,03	35,3885
233	Pastos Enmalezados	1	4	2420,64	1,0086
333	Tierras Desnudas y Degradadas	0	5	76,74	0,0320
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	2	3	42225,74	17,5941
323	Vegetación Secundaria o en Transición	2	3	18257,72	7,6074
511	Ríos	0	5	673,12	0,2805
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	3	2	3484,68	1,4520
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	3	2	2310,25	0,9626
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	4	1	85444,69	35,6021

El área de cubrimiento de la plancha 368 presenta una susceptibilidad muy baja (1) para las coberturas Bosque Denso Alto de Tierra Firme con un área de (35,60%), para la susceptibilidad baja (2) las coberturas son Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria con un área de (2,41%), en la susceptibilidad media (3) están las coberturas Mosaico de pastos con Especies Naturales Vegetación Secundaria o en Transición con un área de (25,20%), en la susceptibilidad alta (4) las coberturas son Pastos Limpios, Pastos Enmalezados con un área de (36,39%) y en la susceptibilidad muy alta (5)

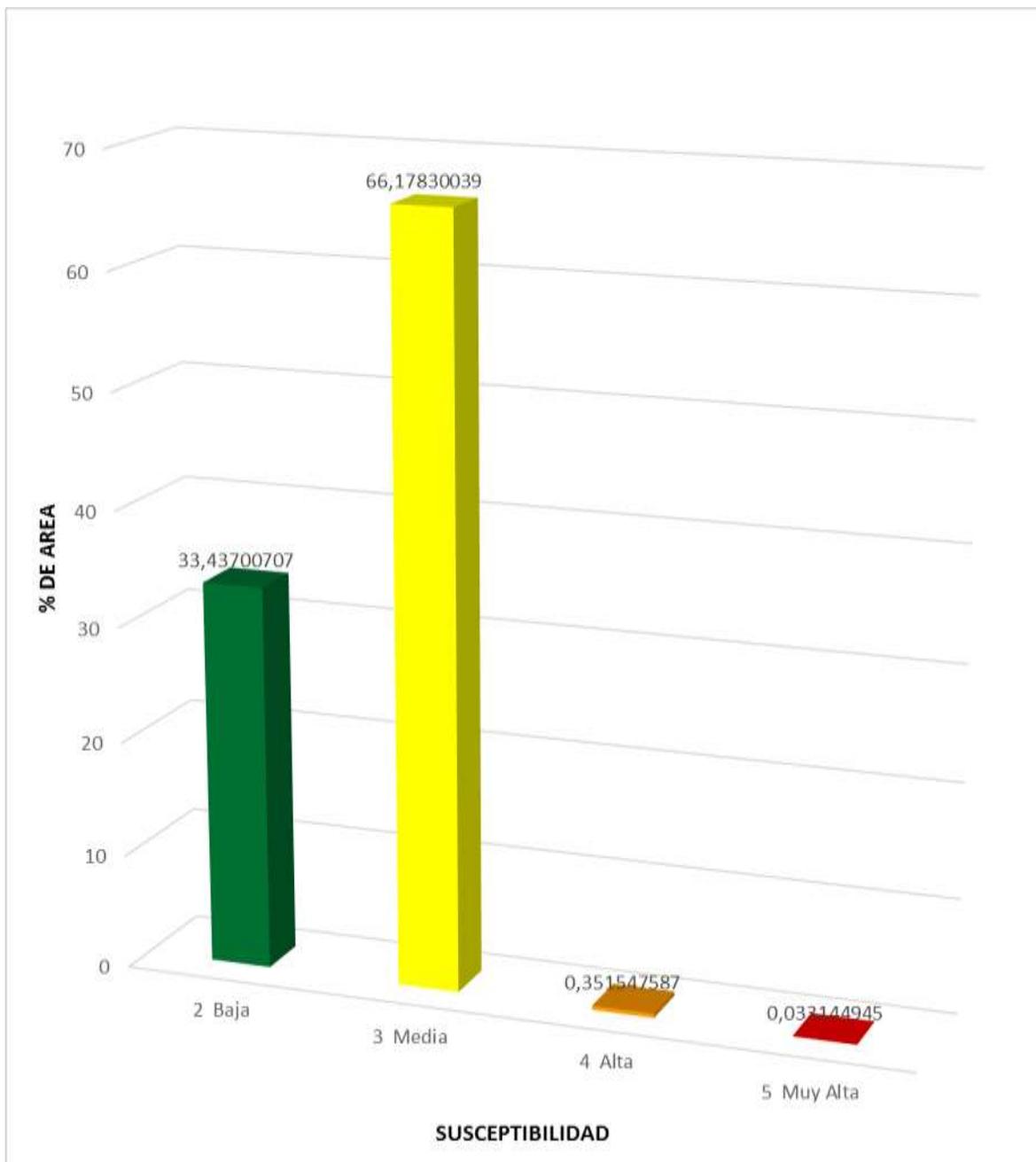
las coberturas son Tejido Urbano Continuo, Tejido Urbano Discontinuo, Aeropuertos, Tierras Desnudas y Degradadas, Ríos con un área de (0,38%).

Figura 47. Mapa calificación del atributo número estrato de la plancha 368



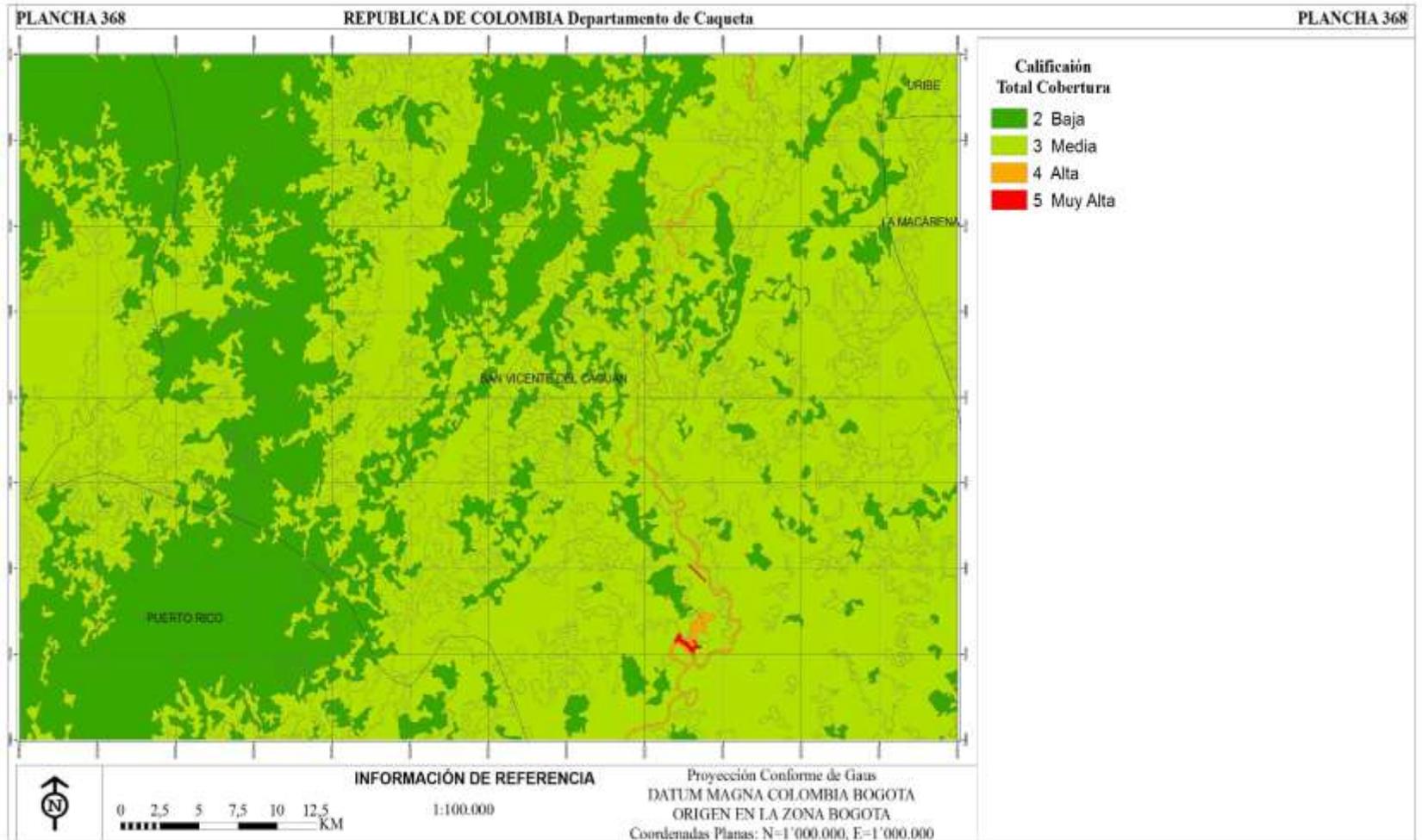
En el área de estudio de la plancha 368 para la susceptibilidad muy alta se presenta en el municipio San Vicente del Caguan.

**Figura 48. Categoría de susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 368.**



Para el área de la plancha 368 la susceptibilidad final muestra las siguientes coberturas que más representan cada susceptibilidad. Para la susceptibilidad baja (2) presenta la cobertura Bosque denso alto de tierra firme con un área de (33,43%), para la susceptibilidad media (3) las coberturas son Pastos limpios, Mosaico de pastos con especies naturales, Vegetación secundaria o en transición con un área de (66,17%), para la susceptibilidad alta (4) las coberturas son Ríos, Tejido urbano discontinuo, Tierras desnudas y degradadas con un área de (0,35%) y en la susceptibilidad muy alta están las coberturas Tejido urbano continuo, Aeropuertos con un área de (0,033%).

Figura 49. Mapa categoría de la susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 368.



En el área de estudio de la plancha 368 susceptibilidad final para la cobertura de la tierra se evidencia que la susceptibilidad muy alta está presente en municipio de San Vicente del Caguan.

**5.2.25 Análisis susceptibilidad plancha 391:** espacialmente la plancha 391 contextualizada en la Proyección Transverse Mercator, se localiza en el departamento de Caquetá, la cual forma parte del bloque 14 del proyecto de “Zonificación de la Susceptibilidad a Movimientos en Masa”. (Ver figura 9).

**Cuadro 36. Cuantificación de las coberturas presentes en la plancha 391.**

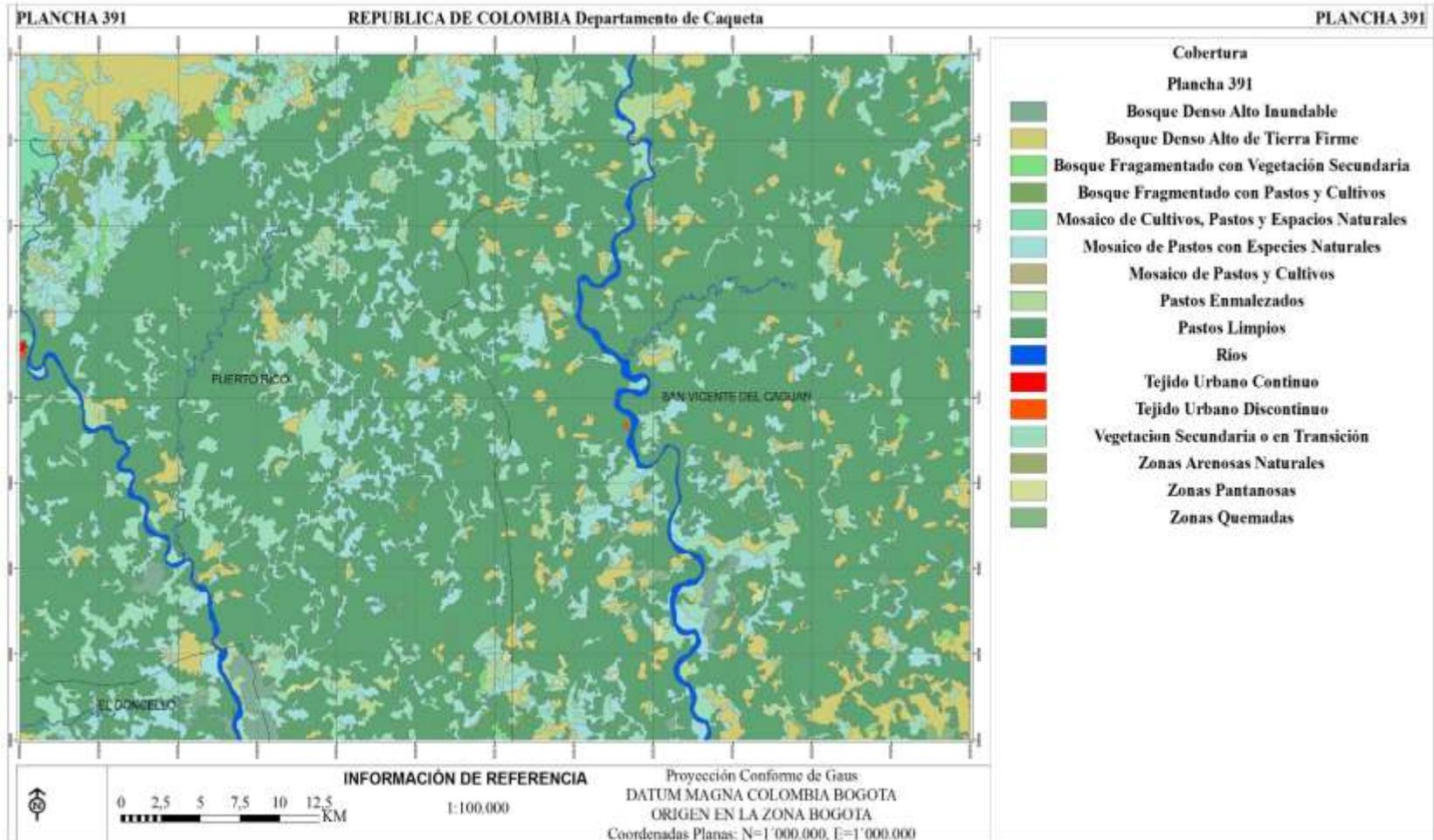
<b>CODIGO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>AREA HAS</b>	<b>% AREA HAS</b>
111	Tejido Urbano Continuo	22,86	0,0095
112	Tejido Urbano Discontinuo	32,40	0,0135
231	Pastos Limpios	159046,88	66,2698
233	Pastos Enmalezados	4382,82	1,8262
242	Mosaico de Pastos y Cultivos	27,80	0,0116
243	Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	705,59	0,2940
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	18588,97	7,7454
323	Vegetación Secundaria o en Transición	31513,32	13,1306
331	Zonas Arenosas Naturales	49,36	0,0206
334	Zonas Quemadas	595,38	0,2481
411	Zonas Pantanosas	476,60	0,1986
511	Ríos	3094,80	1,2895
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	1591,67	0,6632
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	1063,16	0,4430
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	17071,28	7,1131
311121	Bosque Denso Alto Inundable	1736,13	0,7234

Las unidades de cobertura presente en la plancha 391 se definen en el cuadro 31, encontrando un total de 16 coberturas.

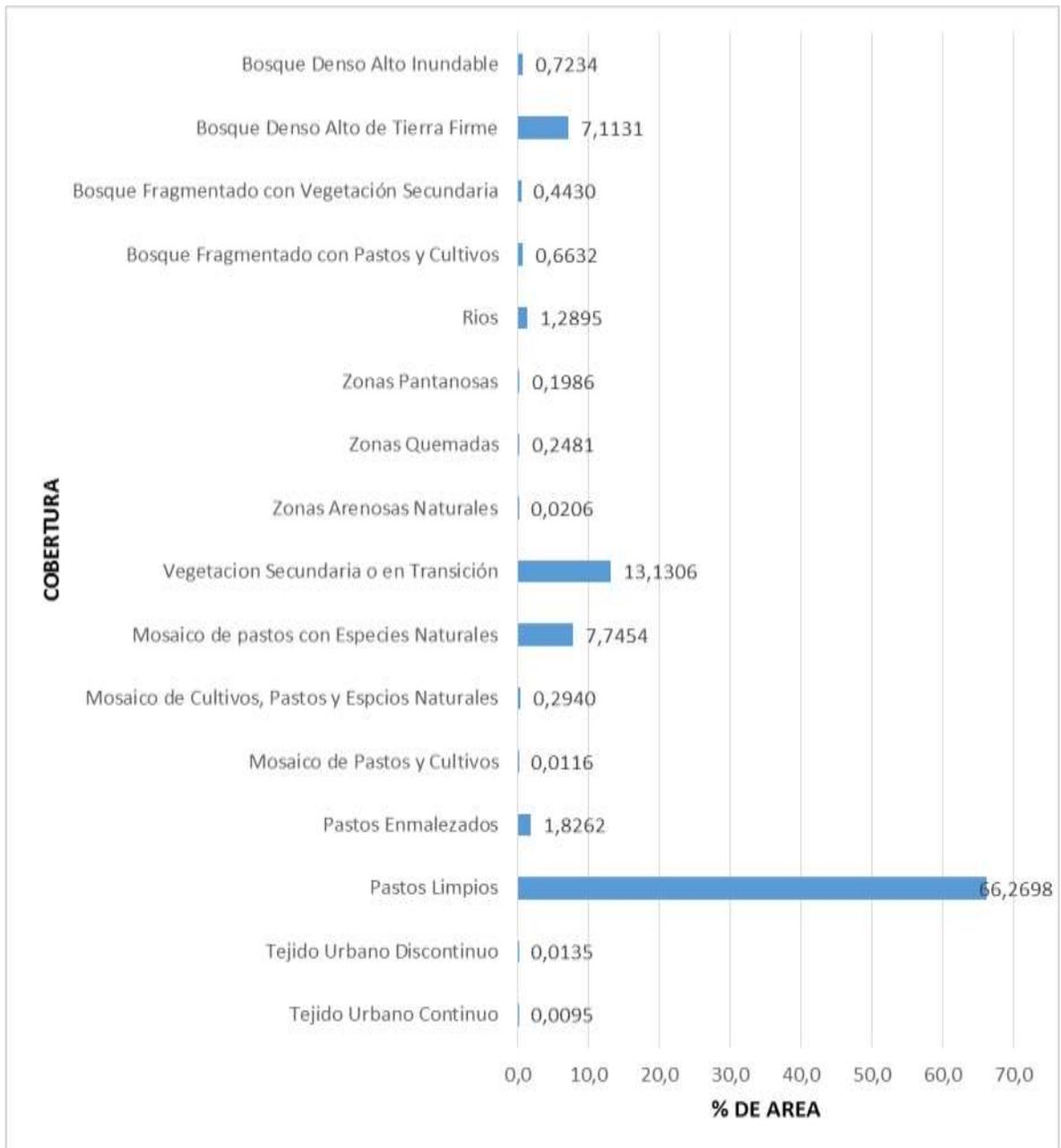
Las coberturas más representativas son: Pastos Limpios (66,26%), Vegetación secundaria o en transición (13,13%), Mosaico de pastos con especies naturales (7,74%), Bosque denso alto de tierra firme (7,11%). En esta zona el porcentaje de

ecosistema natural con el bosque denso alto de tierra firme es muy bajo, por ende se presentan intervenciones antrópicas a una proporción mayor del 66%.

Figura 50. Mapa con las unidades de la tierra de la plancha 391



**Figura 51. . Unidades cobertura de la tierra de la plancha 391 en función del porcentaje de área.**



## 5.2.26. Profundidad radicular.

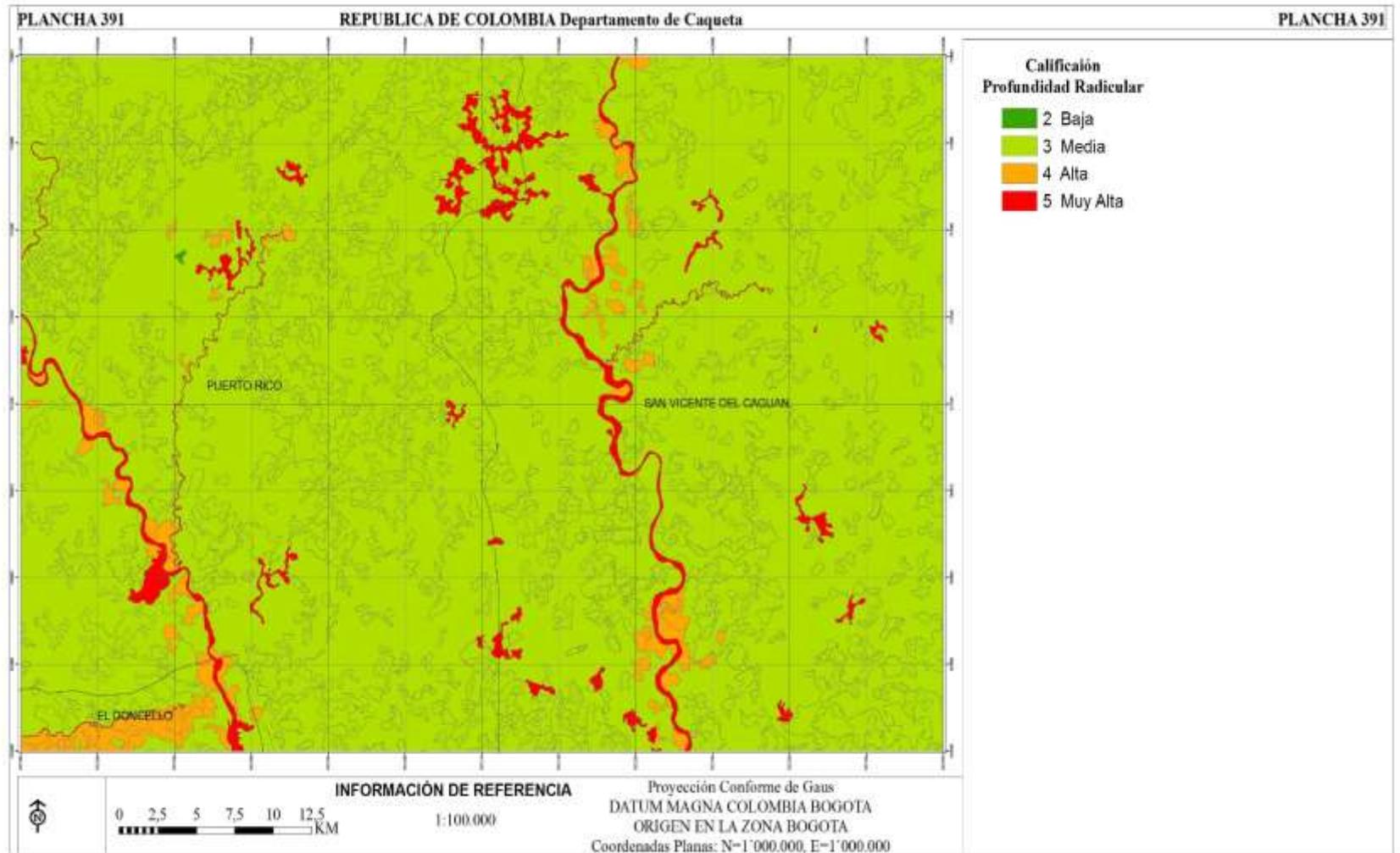
**Cuadro 37. Calificación atributo Profundidad radicular de la plancha 391.**

CODIGO	UNIDAD	PROFUNDIDAD RADICULAR	CALIFICACIÓN PROFUNDIDAD RADICULAR	AREA HAS	% AREA HAS
111	Tejido Urbano Continuo	1	5	22,86	0,0095
112	Tejido Urbano Discontinuo	1	5	32,40	0,0135
231	Pastos Limpios	2,9	3	159046,88	66,2698
233	Pastos Enmalezados	2,7	4	4382,82	1,8262
242	Mosaico de Pastos y Cultivos	4,3	2	27,80	0,0116
243	Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	2,7	4	705,59	0,2940
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	3,1	3	18588,97	7,7454
323	vegetación Secundaria o en Transición	3	3	31513,32	13,1306
331	Zonas Arenosas Naturales	2,5	4	49,36	0,0206
334	Zonas Quemadas	3,7	3	595,38	0,2481
411	Zonas Pantanosas	3,5	3	476,60	0,1986
511	Ríos	1	5	3094,80	1,2895
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	3	3	1591,67	0,6632
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	3,2	3	1063,16	0,4430
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	3,1	3	17071,28	7,1131
311121	Bosque Denso Alto Inundable	3,7	3	1736,13	0,7234

El área de cubrimiento de la plancha 391 presenta una susceptibilidad baja (2) para la cobertura Mosaico de Pastos y Cultivos con un área de (0,011%), para la susceptibilidad media (3) presenta coberturas Pastos Limpios, Mosaico de pastos con Especies Naturales, vegetación Secundaria o en Transición, Zonas Quemadas, Zonas Pantanosas, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria, Bosque Denso Alto de Tierra Firme, Bosque Denso Alto Inundable con un área de (96,53%), para la susceptibilidad alta las coberturas son Pastos Enmalezados, Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales, Zonas Arenosas Naturales con un área de (2,14%) y para la susceptibilidad muy alta están las coberturas Tejido Urbano Continuo, Tejido Urbano Discontinuo, Ríos con un área de (1,31%).

Dentro del área de cubrimiento de la plancha 391 en el municipio de San Vicente del Caguan, se presenta con más fuerza su actividad económica en este sector ya que se puede ver que los pastos limpios tienen una mayor presencia dando a entender que la actividad pecuaria es la más sobresaliente igual que en el municipio de Puerto Rico siendo grandes productores bovinos, porcinos y equinos.

Figura 52. Mapa calificación del atributo Profundidad radicular de la plancha 391



En el área de estudio de la plancha 391 para la susceptibilidad muy alta se presenta en los municipios San Vicente del Caguan, Puerto Rico y El Doncello. Las coberturas presentes en esta categoría aparte de la Ríos, tejido urbano continuo, tejido urbano discontinuo se presentan en el mapa por efectos de modelación según directrices del Servicio Geológico Colombiano.

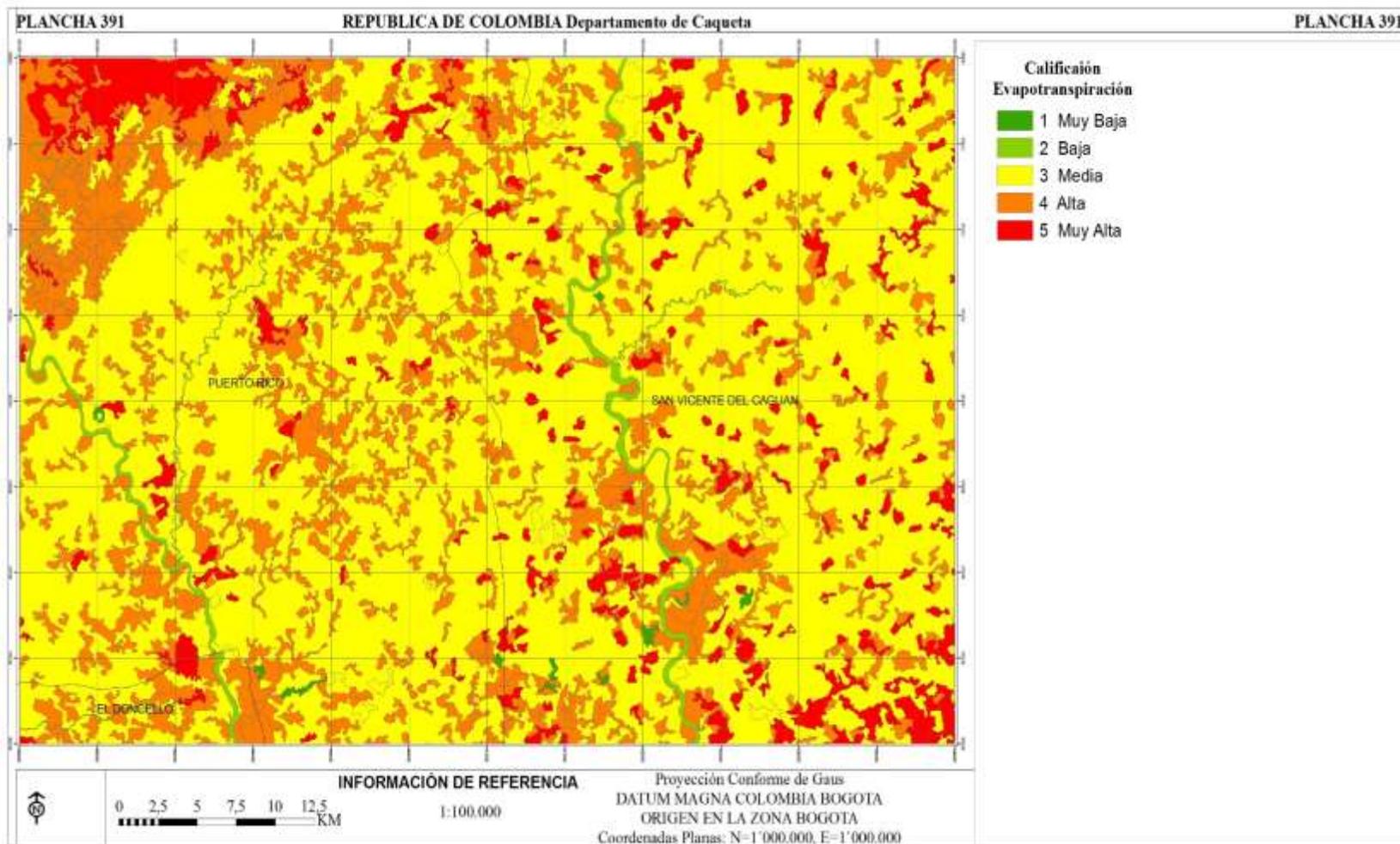
### 5.2.27 Evapotranspiración.

**Cuadro 38. Calificación atributo Evapotranspiración de la plancha 391**

CODIGO	UNIDAD	KC	EVAPO TRANSPIRACIÓN	CALIFICACIÓN EVAPOTRANSPI RACIÓN	AREA HAS	% AREA HAS
111	Tejido Urbano Continuo	0,2	0,15	5	22,86	0,0095
112	Tejido Urbano Discontinuo	0,4	0,6	5	32,40	0,0135
231	Pastos Limpios	0,2	0,75	3	159046,88	66,2698
233	Pastos Enmalezados	0,8	0,66	3	4382,82	1,8262
242	Mosaico de Pastos y Cultivos	0,88	0,69825	3	27,80	0,0116
243	Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	0,758	0,5685	4	705,59	0,2940
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	0,75	0,5625	4	18588,97	7,7454
323	vegetación Secundaria o en Transición	0,6	0,45	4	31513,32	13,1306
331	Zonas Arenosas Naturales	1	0,75	3	49,36	0,0206
334	Zonas Quemadas	0,375	0,28125	5	595,38	0,2481
411	Zonas Pantanosas	1,5	1,125	1	476,60	0,1986
511	Ríos	1,05	0,748125	2	3094,80	1,2895
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	0,8	0,6	3	1591,67	0,6632
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	0,67	0,25125	4	1063,16	0,4430
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	0,4	0,3	5	17071,28	7,1131
311121	Bosque Denso Alto Inundable	0,6	0,45	4	1736,13	0,7234

El área de cubrimiento de la plancha 391 presenta una susceptibilidad muy baja (1) para la cobertura Zonas Pantanosas con un área de (0,19%), en la susceptibilidad baja (2) está la cobertura de Ríos con un área de (1,28%), para la susceptibilidad media (3) las coberturas son Pastos Limpios, Pastos Enmalezados, Mosaico de Pastos y Cultivos, Zonas Arenosas Naturales, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos con un área de (68,79%), en la susceptibilidad alta (4) las coberturas son Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales, Mosaico de pastos con Especies Naturales, vegetación Secundaria o en Transición, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria, Bosque Denso Alto Inundable con un área de (22,33%) y para la susceptibilidad muy alta (5) las coberturas son Tejido Urbano Continuo, Tejido Urbano Discontinuo, Zonas Quemadas, Bosque Denso Alto de Tierra Firme con un área de (7,38%).

Figura 53. Mapa calificación del atributo Evapotranspiración de la plancha 391.



En el área de estudio de la plancha 391 para la susceptibilidad muy alta se presenta en los municipios San Vicente del Caguan, Puerto Rico y El Doncello.

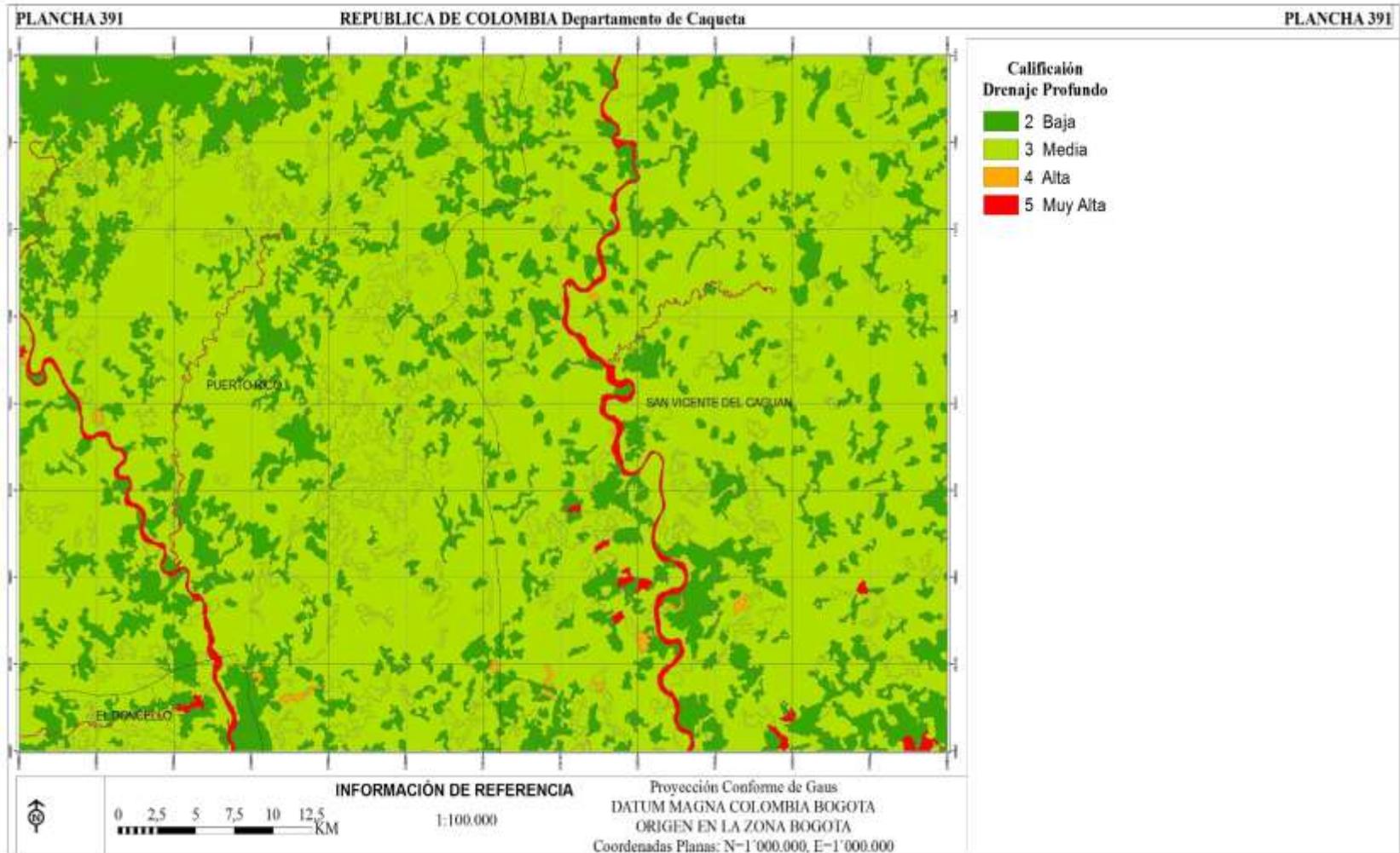
### 5.2.28 Drenaje profundo.

**Cuadro 39. Calificación atributo drenaje profundo de la plancha 391.**

CODIGO	UNIDAD	DRENAJE PROFUNDO	CALIFICACIÓN DRENAJE PROFUNDO	AREA HAS	% AREA HAS
111	Tejido Urbano Continuo	98	5	22,86	0,0095
112	Tejido Urbano Discontinuo	86	4	32,40	0,0135
231	Pastos Limpios	79	3	159046,88	66,2698
233	Pastos Enmalezados	61	3	4382,82	1,8262
242	Mosaico de Pastos y Cultivos	79	3	27,80	0,0116
243	Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	69	3	705,59	0,2940
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	61	3	18588,97	7,7454
323	vegetación Secundaria o en Transición	60	2	31513,32	13,1306
331	Zonas Arenosas Naturales	96	5	49,36	0,0206
334	Zonas Quemadas	96	5	595,38	0,2481
411	Zonas Pantanosas	90	4	476,60	0,1986
511	Ríos	98	5	3094,80	1,2895
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	65	3	1591,67	0,6632
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	58	2	1063,16	0,4430
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	55	2	17071,28	7,1131
311121	Bosque Denso Alto Inundable	45	2	1736,13	0,7234

El área de cubrimiento de la plancha 391 presenta una susceptibilidad baja (2) para las coberturas vegetación Secundaria o en Transición, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria, Bosque Denso Alto de Tierra Firme, Bosque Denso Alto Inundable con un área (21,41%), en la susceptibilidad media (3) están las coberturas Pastos Limpios, Pastos Enmalezados, Mosaico de Pastos y Cultivos, Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales, Mosaico de pastos con Especies Naturales, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos con un área de (76,81%), en la susceptibilidad alta (4) las coberturas son Tejido Urbano Discontinuo, Zonas Pantanosas con un área de (0,21%) y para la susceptibilidad muy alta están las coberturas Tejido Urbano Continuo, Zonas Arenosas Naturales, Zonas Quemadas, Ríos con un área de (1,56%).

Figura 54. Mapa calificación del atributo Drenaje profundo de la plancha 391



En el área de estudio de la plancha 391 para la susceptibilidad muy alta se presenta en los municipios San Vicente del Caguan, Puerto Rico y El Doncello.

### 5.2.29 Número estrato.

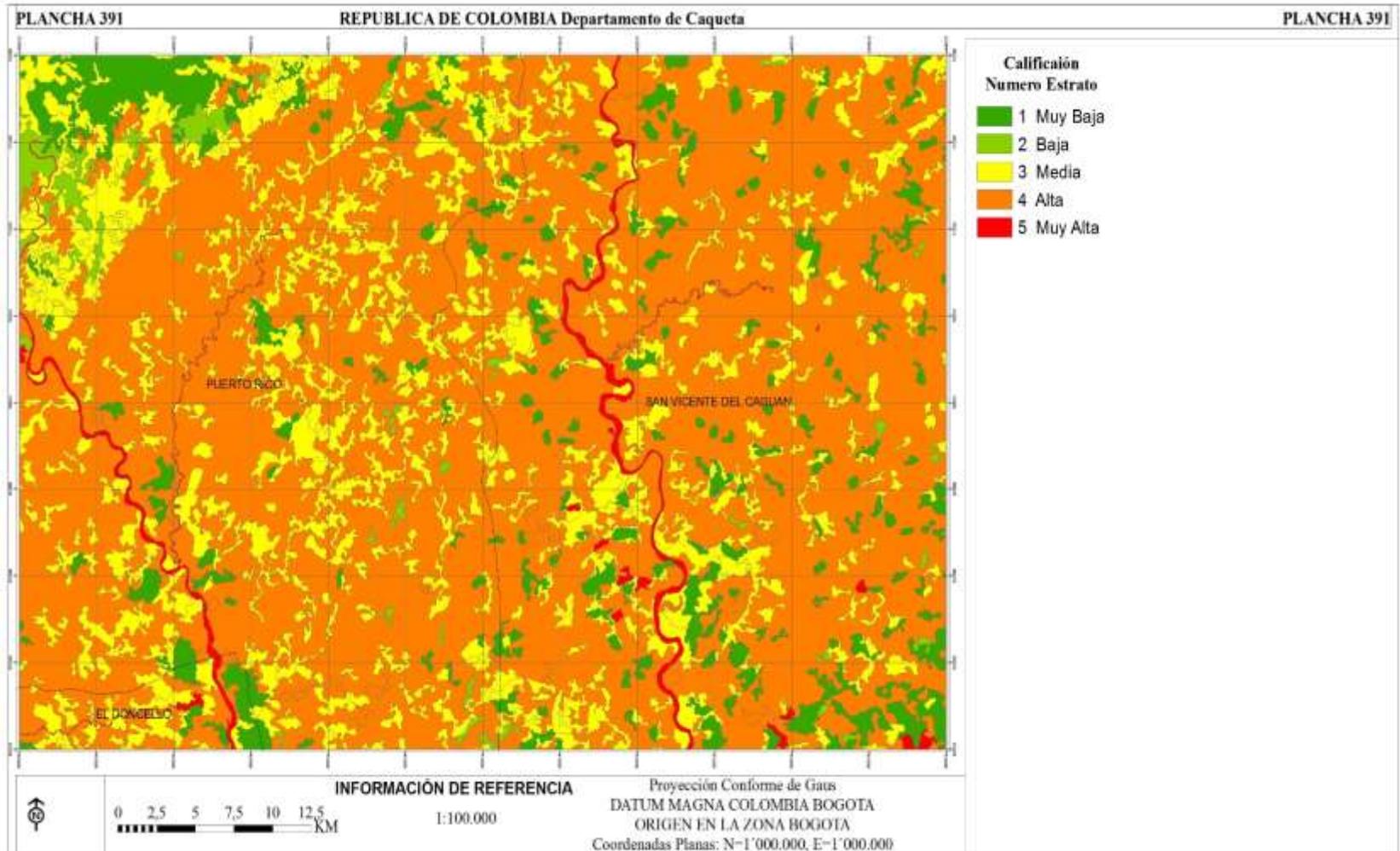
**Cuadro 40. Calificación atributo Número estrato de la plancha 391**

CODIGO	UNIDAD	ESTRATOS	CALIFICACIÓN ESTRATOS	AREA HAS	% AREA HAS
111	Tejido Urbano Continuo	0	5	22,86	0,0095
112	Tejido Urbano Discontinuo	0	5	32,40	0,0135
231	Pastos Limpios	1	4	159046,88	66,2698
233	Pastos Enmalezados	1	4	4382,82	1,8262
242	Mosaico de Pastos y Cultivos	3	2	27,80	0,0116
243	Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales	3	2	705,59	0,2940
244	Mosaico de pastos con Especies Naturales	2	3	18588,97	7,7454
323	vegetación Secundaria o en Transición	2	3	31513,32	13,1306
331	Zonas Arenosas Naturales	0	5	49,36	0,0206
334	Zonas Quemadas	0	5	595,38	0,2481
411	Zonas Pantanosas	1	4	476,60	0,1986
511	Ríos	0	5	3094,80	1,2895
3131	Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos	3	2	1591,67	0,6632
3132	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria	3	2	1063,16	0,4430
31111	Bosque Denso Alto de Tierra Firme	4	1	17071,28	7,1131
311121	Bosque Denso Alto Inundable	4	1	1736,13	0,7234

El área de cubrimiento de la plancha 391 presenta una susceptibilidad muy baja (1) para las coberturas Bosque Denso Alto de Tierra Firme, Bosque Denso Alto Inundable con un área de (7,83%), para la susceptibilidad baja (2) las coberturas

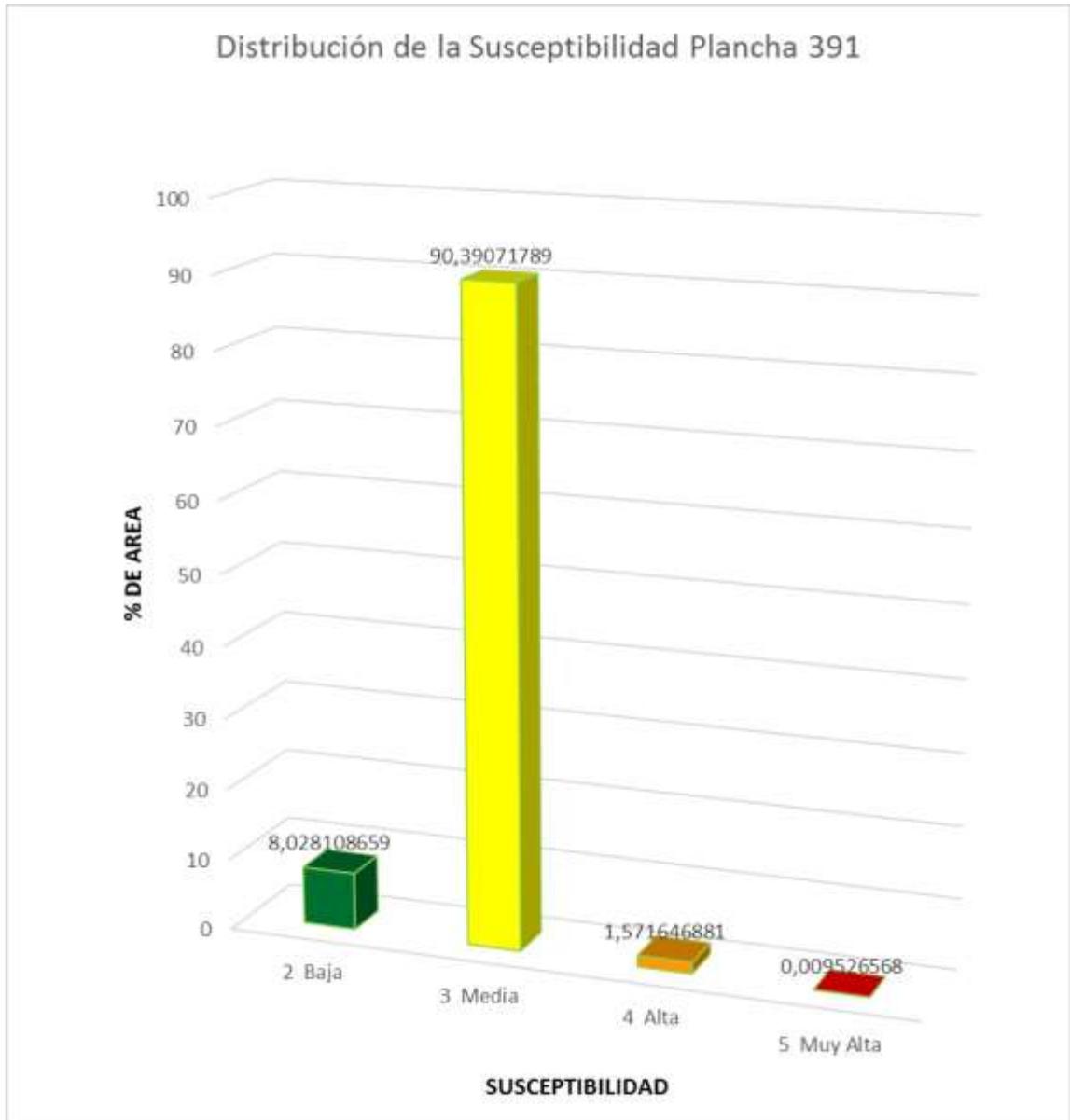
son Mosaico de Pastos y Cultivos, Mosaico de Cultivos, Pastos y Espacios Naturales, Bosque Fragmentado con Pastos y Cultivos, Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria con un área de (1,41%), en la susceptibilidad media (3) las coberturas son Mosaico de pastos con Especies Naturales, vegetación Secundaria o en Transición con un área de (20,87%), para la susceptibilidad alta (4) las coberturas son Pastos Limpios, Pastos Enmalezados, Zonas Pantanosas con un área de (68,29%) y para la susceptibilidad muy alta las coberturas son Tejido Urbano Continuo, Tejido Urbano Discontinuo, Zonas Arenosas Naturales, Zonas Quemadas, Ríos con un área de (1,58%).

Figura 55. Mapa calificación del atributo número estrato de la plancha 391



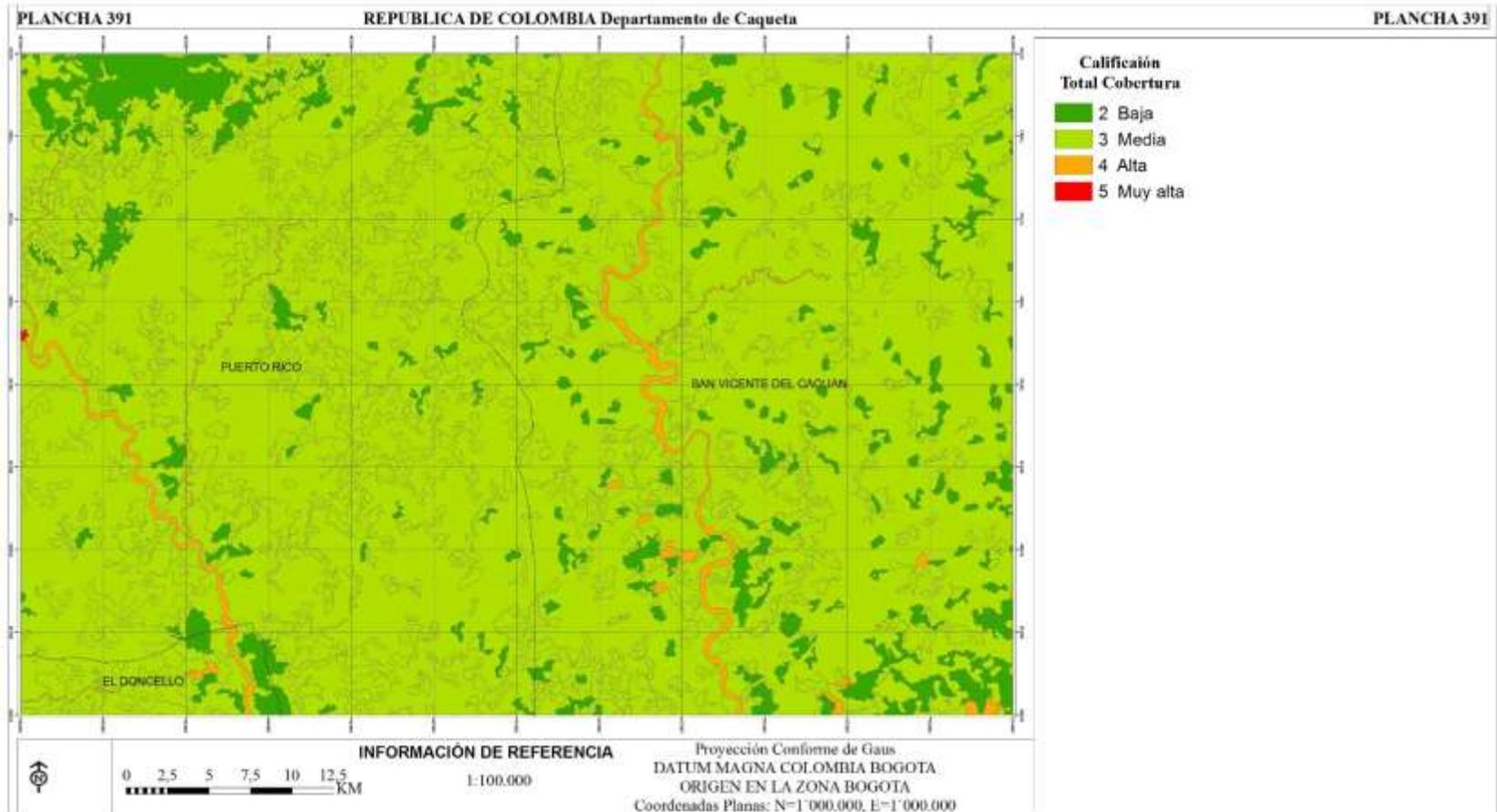
En el área de estudio de la plancha 391 para la susceptibilidad muy alta se presenta en los municipios San Vicente del Caguan, Puerto Rico y El Doncello.

**Figura 56. Categoría de la susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 391**



Para el área de la plancha 368 la susceptibilidad final muestra las siguientes coberturas que más representan cada susceptibilidad. Para la susceptibilidad baja (2) las coberturas son Bosque denso alto de tierra firme, Bosque denso alto inundable, Bosque fragmentado con vegetación secundaria (8,02%), en la susceptibilidad media (3) las coberturas son Pastos limpios, Vegetación secundaria o en transición, Mosaico de pastos con especies naturales, Pastos enmalezados con un área de (90,39%), en la susceptibilidad alta (4) las coberturas son Ríos, Tejido urbano discontinuo, Zonas arenosas naturales, Zonas quemadas con un área de (1,55%) y en la susceptibilidad muy alta (5) está la cobertura de Tejido urbano continuo con una pequeña parte de las Zonas quemadas con un área de (0,026%).

Figura 57. Mapa categoría de la susceptibilidad final de la variable cobertura de la tierra de la plancha 391.



En el área de estudio de la plancha 391 susceptibilidad final para la cobertura de la tierra se evidencia que la susceptibilidad muy alta está presente en los municipios de San Vicente del Caguan, Puerto Rico y El Doncello.

## 6. CONCLUSIONES

Mediante el análisis y edición del componente de cobertura realizado en el software Arcgis 9,3 se ponderaron cada uno de los atributos Profundidad Radicular, Evapotranspiración, Drenaje Profundo y Número Estrato; Mediante la implementación de la metodología del Servicio Geológico Colombiano (SGC).

Con la elaboración de los mapas para los atributos Profundidad Radicular, Evapotranspiración, Drenaje Profundo y Número Estrato del componente cobertura de la tierra se calculó y elaboró el modelo de susceptibilidad a movimientos en masa que espacialmente ubica las planchas 324, 325, 346, 347, 368 y 391, en los departamentos de Huila, Meta y Caquetá.

A partir del modelo de susceptibilidad a movimientos en masa a escala 1:100.000 que espacialmente ubica las planchas 324, 325, 346, 347, 368 y 391 en los departamentos de Huila, Meta y Caquetá, presentan que las zonas de muy alta susceptibilidad a movimientos en masa se presentan en las coberturas de tejido urbano continuo con código 111 y aeropuertos con código 124. Esta susceptibilidad muy alta se presenta en las planchas 324, 368 y 391.

Según el modelo del modelo de susceptibilidad a movimientos en masa a escala 1:100.000 que espacialmente ubica las planchas 324, 325, 346, 347, 368 y 391 en los departamentos de Huila, Meta y Caquetá, presentan que las zonas de alta susceptibilidad a movimientos en masa se presentan en las coberturas de tejidos urbanos discontinuos con código 112 y ríos con código 511.

En el área de recubrimiento de la plancha 324 no se presentó reinterpretación de los polígonos de nubes por que la imagen de apoyo presentaba nubes en la misma zona.

La cobertura Bosque denso alto de tierra firme con código (31111) presento un área mayor al 50% del total de las coberturas en las planchas 324, 325, 346, 347, por lo que se concluye que el ecosistema natural a un mantiene en buen porcentaje, debido a que dentro del área de recubrimiento de las planchas se encuentran parte de los Parque Naturales Nacionales Cordillera de los Picachos, Parque Nacional Natural Tiniqua, el Parque Nacional Natural Sumapaz y el Parque Nacional Natural La Macarena.

La cobertura de Pastos limpios con código (231) presenta un aumento de área 35% del total de las coberturas en la plancha 368, y para la plancha 391 aumenta su área a 66% del total de las coberturas, por lo que la intervención antrópica tiene mayor influencia en estas planchas, ya que en esta zona de recubrimiento de la plancha se presenta con explotación económica de cada municipio que se presenta en las planchas.

Los municipios que presentan la susceptibilidad final muy alta son: de Tello y Neiva para la plancha 324, San Vicente del Caguan para la plancha 368 y San Vicente del Caguan, Puerto Rico y El Doncello para la plancha 391.

## 7. RECOMENDACIONES

Realizar una comparación del presente trabajo con un modelamiento de capas más actuales debido que las capas que se emplearon para este trabajo es de los años 2005-2007 que corresponden a las últimas actualizaciones dadas por el IDEAM e IGAC.

Realizar una socialización de los resultados en los municipios que abarca el trabajo para que así se tengan planes de contingencia en caso de remociones en masa.

Se recomienda que en trabajos sobre la susceptibilidad a movimientos en masa se apliquen escalas menores a 1:100.000 con el fin de tener más detalle y mejorar la resolución de productos nacionales de amenaza por movimientos en masa.

La estructura de las planchas entregadas por el IGAC y el IDEAM no presentan uniformidad de información debido a que cada entidad elaboro las planchas de acuerdo a su criterio por ende los resultados obtenidos no se ajustan completamente a las realidad.

Se recomienda para futuros trabajos sobre susceptibilidad a movimientos en masa consultar otro tipo de metodología que se ajuste de mejor forma a la realidad y no guiarse bajo esta metodología, ya que en esta investigación en el cálculo de los atributos evapotranspiración y número estrato presentan irregularidades.

Tener presente que la cobertura de mosaicos en la actualidad está siendo suprimida ya que no son zonas representativas a tener en cuenta en grandes extensiones de área.

## BIBLIOGRAFIA

ACEVEDO, Jeeferson y ARCINIEGAS, Elkin. Análisis multitemporal de coberturas vegetales y uso del suelo en el municipio de Málaga Santander en el periodo de dos temporalidades comprendido entre los años 1992 al 2006 y 2006 al 2013. Trabajo campamento Ingeniería Forestal Málaga.: Universidad Industrial de Santander. Programa de Ingeniería Forestal, 2013. 101 p.

CARDOZO, Claudia. Zonación de susceptibilidad por procesos de remoción en masa en la cuenca del río Tartagal, Saita (Argentina). Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Matemáticas, Astronomía y Física, 2013. 127 p.

CORPOAMAZONIA. Región del Caquetá. [Online]. Bogotá, Colombia: CORPOAMAZONIA, 2013. 1p. [Consultado en Abril 2014]. Disponible en: [http://www.corpoamazonia.gov.co/region/Caqueta/Caq\\_Natural.htm#](http://www.corpoamazonia.gov.co/region/Caqueta/Caq_Natural.htm#)

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA. Guía de identificación de maderas aserradas departamento del Huila. [Online] Neiva, Huila: CAM, 2009. 17p. [Consultado en abril del 2014]. Disponible en: [http://www.cam.gov.co/sitio/images/documents/phocadownload/guias\\_de\\_identificacion/guia%20identificacion%20maderas%20aserradas%20Huila.pdf](http://www.cam.gov.co/sitio/images/documents/phocadownload/guias_de_identificacion/guia%20identificacion%20maderas%20aserradas%20Huila.pdf)

CORPORACION AUTÓNOMA REGIONAL. La gestión del riesgo en el ordenamiento territorial municipal del Valle del Cauca. Cali, Colombia: CAR, 2011. 20 p.

INSTITUTO DE HIDROLOGIA METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100000. Bogotá: IDEAM, 2010. 200p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas: Proyecto Multinacional Andino. Colombia-Canadá. Bogotá D.C: El Instituto, 2007. 432p.

MARTÍNEZ, Andrés G. Departamento del Huila. [Online]. Bogotá, Colombia: Gobernación del Huila, FINAGRO, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2014. 1p. [Consultado en Abril del 2014]. Disponible en: <http://www.todacolombia.com/departamentos/huila.html>

MARTÍNEZ, Andrés G. Departamento del Meta. [Online]. Bogotá, Colombia: Gobernación del Meta, FINAGRO, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2014. 1p. [Consultado en Abril del 2014]. Disponible en: <http://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/meta.html>

MARTÍNEZ, Andrés G. Departamento de Caquetá. [Online]. Bogotá, Colombia: Gobernación de Caquetá, FINAGRO, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2014. 1p. [Consultado en Abril del 2014]. Disponible en: <http://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/caqueta.html>

MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO. Huila Colombia: Guía turística. [Online] Bogotá, Colombia: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2014. 21p. [Consultado en abril 2014]. Disponible en: <http://es.calameo.com/read/0017427338ec4d6a8829a>

SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO. Documento metodológico de la Zonificación de Susceptibilidad y Amenaza por Movimientos en Masa Escala 1:100000: Subdirección de Amenazas Geológicas y Entorno Ambiental. Bogotá, D.C: Servicio Geológico Colombiano, 2013. 20p.