

## **LEYENDA DE CATEGORÍAS DE OCUPACIÓN DEL SUELO PARA CUBA, UNA HERRAMIENTA IMPRESCINDIBLE PARA ABORDAR LA CARTOGRAFIA DE LAS COBERTURAS TERRESTRES POR TELEDETECCION.**

DAMASO R. PONVERT-DELISLES BATISTA <sup>(1)</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Agraria de La Habana. Autopista Nacional Km 23<sup>1/2</sup> y Carretera de Tapaste, San José de Las Lajas. A.P 18 y 19, Provincia La Habana, Cuba.

dponvert@unah.edu.cu

**Abstract:** In this paper the author's conceptions about the importance and necessity of having a legend of categories of soil occupation to carry out studies of the geographical environment and the natural resources with remote sensing technical are exposed. These studies generally culminate with the elaboration of a cartographic document or map that it reflects the space occupation of certain categories of terrestrial coverings and their main characteristics. In the international context, different efforts were studied to solve the problem (CORINE-Land Cover for Europe). In the national plane, it has been verified that the activity of soil occupation, is governed technical and methodologically for the "Unique Nomenclature of the Soil Uses" which main problematic, it is the inclusion in the same one, classes of soil uses and occupation, that which originates some conceptual confusions. With all these records, it is designed and it conceptualizes a legend based on the philosophy of the international project CARIGEObase, and in the concepts and definitions of the Soil Use in Cuba, as well as in the Classifications of the Vegetable Formations of Cuba.

**Keywords:** legend, categories, soil use and occupation, cartography, remote sensing .

## 1. Introducción

Al definir el objeto de estudio y el problema científico de investigación de mi tesis doctoral elaborada en los años 1999-2000, titulada “Metodología para realizar la caracterización espectral y cromática de las coberturas terrestres en Cuba”, surgió la necesidad de establecer una leyenda particular de las coberturas terrestres como paso previo e imprescindible a su caracterización. En este particular, no se pretendió obtener una leyenda definitiva, sino una versión preliminar y hasta personalizada, que permitiera abordar la solución del problema, desde la óptica de la teledetección.

Para abordar un estudio relacionado con la caracterización de las C.T, primeramente hay que considerar, que el número y la posibilidad de desagregación de tales categorías, está condicionado por la escala a la que se éstas se pretenden cartografiar. Así por ejemplo, una cartografía a escala 1:50 000 no puede incluir el mismo número de clases que otra a escala menor, por cuanto la necesaria generalización de líneas en mapas de pequeñas escalas, exige una generalización de las categorías cartografiadas (Chuvienco, 1995).

Por otra parte, no debe obviarse que una leyenda no solo está determinada por la escala, sino también por la complejidad paisajística y geográfica del territorio. Como consecuencia, ha sido práctica habitual en la cartografía de ocupación del suelo, emplear una leyenda particular para cada zona de estudio, bien adaptada a las necesidades locales, pero con escasa validez para otros ámbitos. Según Chuvienco (1995), sobre una muestra de 28 trabajos estudiados, ninguno presentó criterios comunes para el establecimiento de la leyenda de cobertura del suelo. Esta falta de criterios comunes dificulta la generalización de resultados a otros espacios e invalida cualquier intento de cartografía sistemática del territorio.

### Experiencia Internacional

Así, para subsanar esta problemática, el U.S Geological Survey, diseño en los años setenta, diversos esquemas de clasificación para su cartografía de ocupación/uso del suelo (Chuvienco, 1995).

Se trata de una leyenda organizada en cuatro niveles jerárquicos, cada uno de los cuales se pretende obtener a partir de diversos medios de teledetección: imágenes de satélite para el nivel más general y fotografía aérea de gran escala en combinación con el trabajo de campo, para las clases más detalladas. Sin embargo, a juicio del autor, su principal problemática es la inclusión en el mismo de clases de uso y ocupación del suelo, lo cual origina algunas confusiones conceptuales. Como es lógico, los sistemas de teledetección solo pueden realizar cartografía de ocupación del suelo, ya que la señal detectada por el sensor corresponde a los materiales que aparecen en la superficie terrestre y no al uso al que se destina, o a quien pertenezca.

Otros intentos de resolver la problemática se han sucedido posteriormente, como es el caso de la leyenda diseñada para el programa CORINE–Land Cover (Programa de la Comisión de las Comunidades Europeas), que persigue el objetivo de facilitar el inventario de ocupación del suelo de Europa a escala 1:100 000 a partir de imágenes espaciales.

En la leyenda del referido proyecto, se incluyen temas de ocupación del suelo y cada uno posee su definición lo más exhaustiva posible, de modo que no debe esperarse, aparezcan espacios en blanco en el mapa (Braunstein, 1997).

La nomenclatura CORINE es jerarquizada y arborescente. Se declina de un Nivel 1 muy general, a un Nivel 3 más detallado. El Nivel 4, correspondería a una información más detallada aún y a escalas de elaboración y edición cartográficas mayores que los otros niveles,

permitiendo integrar las especificidades locales o regionales, en otras palabras, el Nivel 4 es para CORINE, lo que las arterias y venillas para el árbol sanguíneo (Braunstein, S. 1997). La filosofía CORINE, ha sido la base para el desarrollo de otros proyectos de ocupación del suelo en otras regiones del planeta, como AFRICOVER (para el continente africano); MEDGEOBASE (para los territorios de la Cuenca del Mediterráneo en específico) y CARIGEOBASE (para la región caribeña). Este último es un proyecto concebido para la recopilación de datos localizados en el espacio, relacionados con las categorías de ocupación del suelo en toda la región del Caribe.

La nomenclatura CARIGEOBASE es muy similar a la del proyecto CORINE-Land Cover, aunque de hecho está sujeta a variaciones en el Nivel 4, pues es éste el que puede expresar las particularidades o los intereses locales. Se considera que el tercer nivel corresponde a un contexto descriptivo a escala 1:100 000, mientras que el cuarto, es más detallado, más descriptivo y se inscribe en la lógica de las escalas 1:50 000 a 1:25 000.

### Caso Cuba

Por todas partes del mundo existen inventarios de ocupación del suelo y muchos, o casi todos a decir de Braunstein (1997), tienen el defecto de ser incompletos, tanto desde el punto de vista de su exhaustividad geográfica como temática. En sentido general, carecen de coherencia tanto en el plano local como regional y nacional.

Cuba no es una excepción. Tal es así, que en la actualidad no se ha concretado una nomenclatura de ocupación del suelo rigurosa, coherente y orgánica, y mucho menos diseñada para detectar y cartografiar tales categorías de ocupación mediante sensores remotos aerospaciales.

En el presente, la actividad catastral en el país, se rige técnica y metodológicamente por el "*Nomenclador Único de los Usos de la Tierra*", aceptado por el entonces Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía (ICGC), desde el año 1980.

Sin embargo para los fines de la cartografía temática y de la caracterización espectral y cromática, es necesario partir de una leyenda orgánica y jerarquizada de las categorías de ocupación del suelo, que se constituirá en la leyenda de clases informacionales de modo parcial o general –en dependencia del alcance del proyecto- y que servirá de base para intentar su discriminación por sensores remotos y que además, evite la inclusión de los conceptos de uso y tenencia que como se ha dicho, no son detectados por estos sensores y pueden dar lugar a confusiones (Ponvert-Delisles, 2001).

Por tales razones y con el fin planteado con anterioridad, es decir, satisfacer las necesidades de nuestro trabajo, se concibió una leyenda que se apoya en la filosofía del proyecto CARIGEOBASE (Braunstein, 1997) y en los conceptos y definiciones sobre el uso de la tierra en Cuba (*Nomenclador Único de los Usos de la Tierra*); así como en algunas de las Clasificaciones de las Formaciones Vegetales realizadas en el país (Capote y Berazaín, 1984 y Borhidi y Muñoz, 1979).

## **2. Leyenda de categorías de ocupación del suelo para cuba.**

La leyenda diseñada como se dijo, está basada en importantes experiencias internacionales y en la propia del país. La misma es jerarquizada y arborescente. Consta de 5 Niveles (ver la Tabla 1, Anexo 1).

El Nivel 1, muy general, contiene siete (7) temas de ocupación del suelo de acuerdo con la interpretación que se ha hecho de las particularidades socioeconómicas y geográficas de nuestro país. Es el nivel más general y abarcador y pretende no dejar fuera de lugar alguna categoría de ocupación en el vasto mosaico de coberturas que caracterizan nuestro paisaje. El Nivel 2, es una derivación general del Nivel 1 y conjuntamente con aquél, se inserta en un contexto muy generalizador propio para reflejar las categorías en ellos representados a escalas de publicación muy pequeñas (1: 250 000 a 1:1 000 000 y aún menores). El Nivel 3 se corresponde a un contexto más descriptivo que el anterior, propio para la generación de cartografía a escala 1:100 000, mientras que el Nivel 4, es más descriptivo aún y se inscribe en el contexto de la escala 1:50 000. Por último, el Nivel 5 responde a un esquema muy detallado y es propio para la producción de cartografía a escala 1:25 000 y mayores.

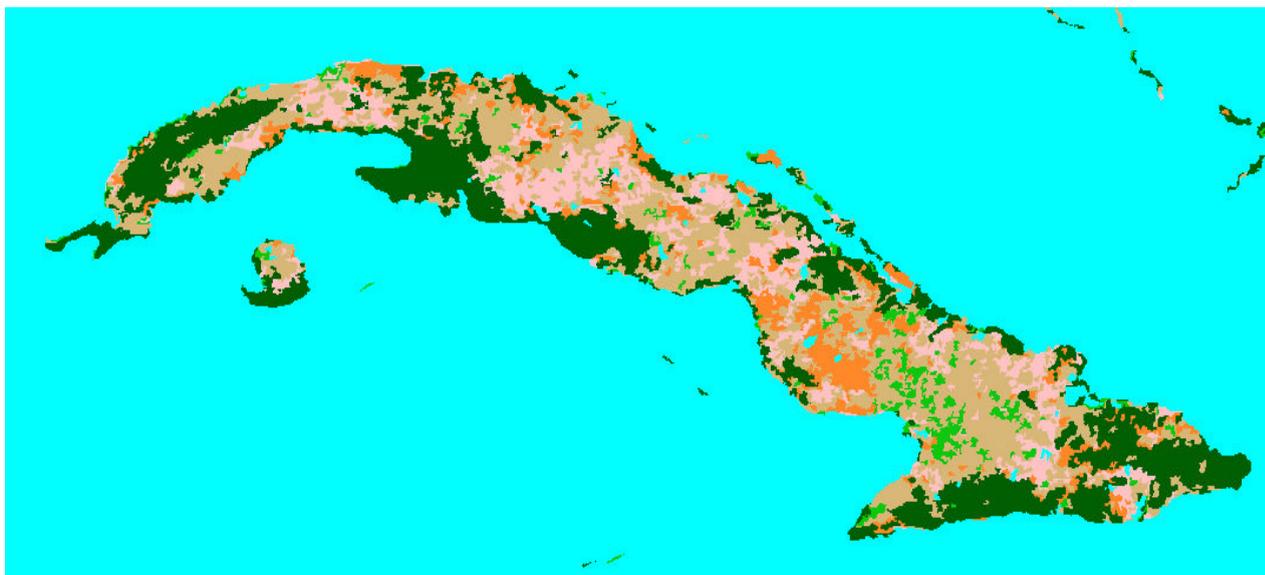
### **3. Aplicación de la Leyenda. Estudio de casos**

Caso 1: Estudio de las Coberturas Terrestres en el ámbito nacional, mediante datos del sensor AVHRR-NOAA.

En este caso, el objetivo era obtener la distribución espacial de las coberturas terrestres de la Isla, que pudieran ser discriminadas por el sensor AVHRR-NOAA. De acuerdo con el alcance de la tarea, se fijó la escala 1:1 000 000 como la más apropiada. La metodología empleada, contempló la selección de las imágenes, el corte del área de interés; la corrección radiométrica y geométrica mediante puntos de control terrestres; la eliminación de nubes, la elaboración de compuestos periódicos; la selección de los campos de muestra de las clases informacionales que se pretendían identificar, el análisis estadístico de las muestras y la realización de la clasificación supervisada aplicando el algoritmo de Mínima Distancia. La clasificación así obtenida, permitió separar un total de 5 clases de coberturas terrestres.

En este caso, se obtuvo una clasificación (Figura 1) que muestra un total de cinco (5) tipos de C.T, que corresponden a: Bosques y Vegetación arbórea (verde olivo, 36.18 %), Vegetación Arbustiva (naranja oscuro, 11.57 %) Vegetación Seminatural (verde brillante, 6.25 %), Plantación No Forestal (gris 31.18 %) y Vegetación Herbácea (ocre, 14.81 %). Estas clases, se corresponden con categorías de fondos muy abarcadoras, como es el caso de la categoría I.1 Bosques de la Leyenda (ver Anexo 1), la cual incluye numerosos tipos: I.1.1.1 Bosques Latifolios Pluviales: I.1.1.2 Bosques Latifolios Siempreverdes y I.1.1.3 Bosques Latifolios Semidecuidos, que comparten su respuesta espectral con los Bosques Naturales de Coníferas (I.1.2 Pinares) y con otros tipos de vegetación natural arbórea, muy específicamente, con 2.1.1 Bosques Secundarios.

Esto es consecuencia lógica de la baja capacidad resolutive espacial con que cuentan las imágenes del sensor AVHRR, el cual tiende a confundir las respuestas de estos tipos de fondos sin poder separarlos. Esta situación, se agrava en un territorio como el de Cuba, que no es extenso y donde la vegetación arbórea y arbustiva, suele presentarse ocupando espacios relativamente pequeños, en forma de mosaicos, lo que no ofrece las mejores posibilidades para su discriminación. El sensor, tampoco es capaz de detectar y codificar un numeroso grupo de categorías tales como: 4.1, Zonas Urbanas; 4.3, Red Vial, 4.4, Instalaciones Productivas y de Servicios, tampoco la 5 Áreas Desocupadas (5.1 naturales y 5.2 artificiales); ni la 6. Zonas húmedas (6.1, interiores y 6.2, marítimas como las salinas, la turba, etc). Muy limitadamente, el sensor logra discriminar algunas áreas de la categoría 7.1, Agua dulce, específicamente los embalses de mayores dimensiones.



**Figura 1: Zonificación de las clases de Coberturas Terrestres en la isla de Cuba. Escala 1: 1000 000.**

En este estudio de caso, las clases de C.T cartografiadas, se corresponden con el Nivel II de la Leyenda de Categorías de Ocupación del suelo (Anexo 1), apropiado para escalas como la seleccionada: 1:1 000 000. Resulta evidente que para este contexto regional y con este tipo de sensor no es posible identificar y llevar a un mapa, las categorías de C.T comprendidas en los Niveles III ó IV y mucho menos aún las del Nivel V de la Leyenda. Para lograr este propósito sería necesario, al menos, incrementar la resolución espacial del sensor. Estos son los casos que se discuten a continuación.

Caso 2: Estudio de coberturas terrestres a escala local mediante imágenes del satélite Spot-XS.

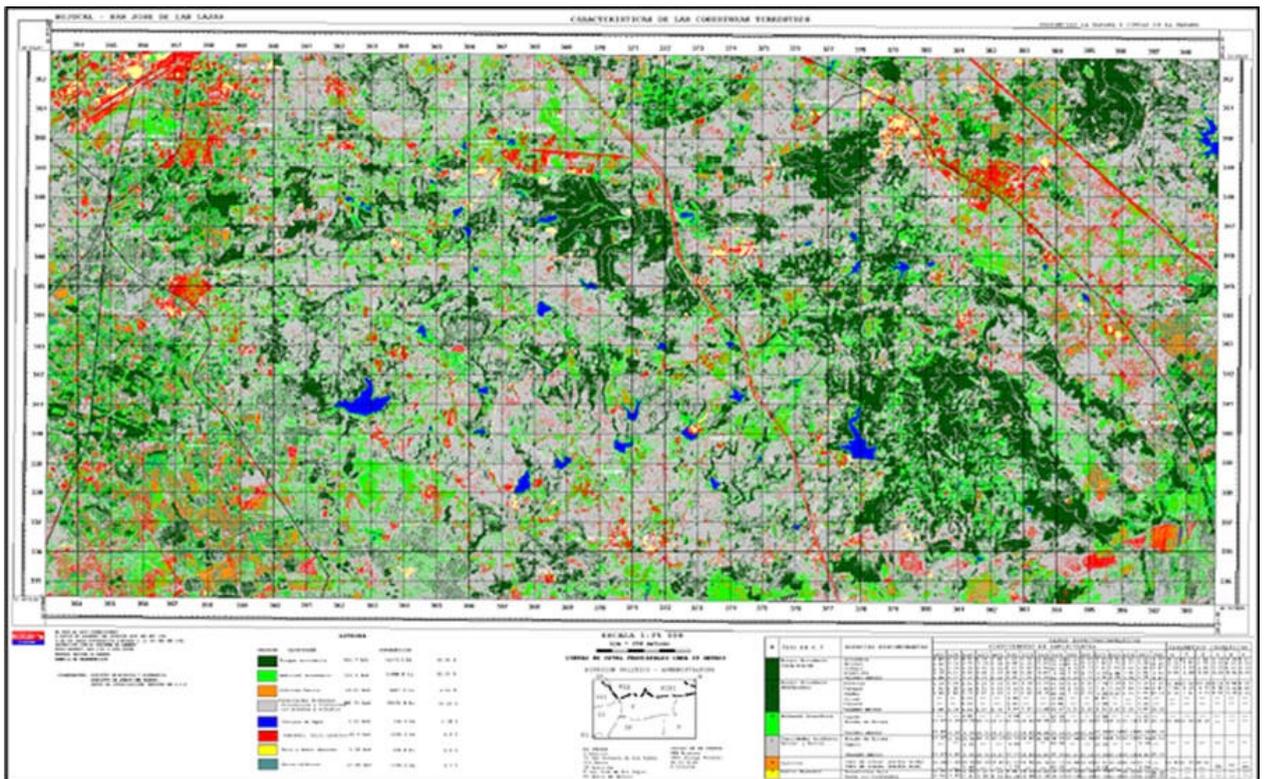
En este caso el objetivo era cartografiar las coberturas terrestres presentes en un territorio de medianas dimensiones (36 x 18 km), a partir de datos Spot-XS a escala 1:50 000. La metodología empleada incluyó los siguientes procesos: Corte del fragmento de imagen correspondiente al área de estudio, Selección de puntos de control para la corrección geométrica, Georreferenciación, Selección de campos de entrenamiento de las clases informacionales de C.T, Análisis estadístico y depuración de los C.E, Clasificación supervisada y Diseño y elaboración del mapa.

La leyenda de categorías de ocupación del suelo (Tabla 1), sirvió de base documental y conceptual para establecer la leyenda de clases informacionales para este caso de estudio, además, se usaron otros documentos cartográficos (mapas topográficos a escala 1: 50 000) como auxiliares.

Se realizó la clasificación supervisada mediante el algoritmo de Máxima Verosimilitud, contemplado en el software Telemat/Image 2.0, el cual arrojó una imagen clasificada con un total de 10 clases, como se muestra en el mapa de la figura 2.

En él se observa, que al tratarse de un territorio de alcance local, es normal que las categorías de los Niveles I y II de la Leyenda no estén incluidas de manera directa, pues se

trata de un sensor con capacidades resolutiveas suficientes para detallar más hacia el interior de aquellas. Por ejemplo, no aparecen en la región ninguna de las siguientes categorías: I.1, Bosques; I.2, Vegetación Arbustiva y I.3, Complejos de Vegetación. Sin embargo, denota la presencia la 1.4, Vegetación herbácea. De manera similar, 2.1, Vegetación Secundaria del Nivel II, representada por: 2.1.1, Bosque Secundario, 2.1.2, Matorral secundario y 2.1.3, Comunidades herbáceas secundarias, todas incluidas en el Nivel III y los posteriores. Siguiendo el mismo análisis, existen categorías como las 3.1 Plantaciones forestales y 3.2 No forestales (Nivel II), que no fueron separadas por el sensor, a pesar de existir en el territorio de estudio. Aquí el fenómeno, está relacionado con otro aspecto de la cartografía de las C.T que ha sido indicado con anterioridad: No debe obviarse que una leyenda no solo está determinada por la escala, sino también por la complejidad paisajística y geográfica del territorio. Y es que, para que una clase quede claramente discriminada por un sensor dado, la misma debe ocupar un espacio varias veces superior a su capacidad resolutivea, cosa que no ocurre con las señaladas antes, las que ocupan pequeñas porciones del área de estudio, dando lugar a confusiones entre ellas e incluso con otras clases de arbustos que abundan en la zona. También se destaca, la presencia de otras categorías como 4.3.1 Pavimento; 5.1.2 Roca desnuda; 5.1.1 Tierra desnuda; 4.1.2 Tejido urbano discontinuo y 7.1.1 Espejos de agua, todas incluidas en los Niveles III y IV de la Leyenda.



**Figura 2, Mapa de Características de las Coberturas Terrestres, a escala 1:50 000, obtenido a partir de un fragmento de imagen Spot XS.**

En el Mapa de la figura 2, las categorías que aparecen cartografiadas son: en color verde oscuro, 2.1.1 Bosque Secundario; en color verde claro, 2.1.2 Matorral Secundario; el color

gris representa a las clases 1.3.2 Sabanas y 2.1.3 Comunidades Herbáceas Secundarias; en color naranja, 3.2.3 Cultivos Varios; en color azul oscuro, 7.1.1 Espejos de agua; en color rojo están representadas las clases 4.1.2 Tejido urbano discontinuo y 4.3.1 Pavimento; en color amarillo, 5.1.1 Tierra Desnuda y 5.1.2 Roca Desnuda y finalmente, en color verde grisáceo también 3.2.3 Cultivos Varios.

### 3. Conclusiones

El trabajo pone de relieve la importancia de contar con una Leyenda de Categorías de Ocupación del Suelo por las Coberturas Terrestres. Entre las ventajas que ello representa, se encuentra la posibilidad de contar con criterios homogéneos entre la comunidad de las Geociencias sobre los criterios de ocupación del suelo, tan necesarios a la hora de reflejar estas categorías en los documentos cartográficos bajo los mismos conceptos y principios. Por ello consideramos que su análisis y discusión entre los especialistas de estas ciencias y ramas afines en nuestro país, representaría un paso positivo en la estrategia de adopción de una leyenda coherente, orgánica y rigurosa para abordar los disímiles estudios relacionados con la representación del medio geográfico sobre todo a partir de datos teledetectados.

### Referencias

Borhidi, A. y A. Muñiz. Mapa de Vegetación Potencial de Cuba. *Acta Botánica Academiæ Scientiarum*, Tomus 26 (1-2), p.25-53, 1979.

Braunstein, S. CARIGEOBASE: Una base de datos geográficos de ocupación del suelo, herramienta regional al servicio del medio ambiente y la gestión del espacio, Versión 0-1/114, 61 p, 1997.

Capote, R. y R. Berazaín. Clasificación de las Formaciones Vegetales de Cuba, *Revista del Jardín Botánico Nacional*, Vol.V (2), p.27-75,1984.

Chuvieco, E. *Fundamentos de Teledetección Espacial*, Ediciones RIALP, S.A, 2da. Edición, Madrid, España, 1995.

Nomenclador Único de Usos de la Tierra, Departamento de Catastro, ICGC, La Habana, Cuba, 1980.

Páez, M., J. Cabrera y P. Martínez. Tecnología para la digitalización masiva de mapas y planos, CIGCT-ICGC, Ciudad de La Habana, Cuba, 1990.

Ponvert-Delisle, D. R. Metodología para realizar la caracterización espectral y cromática de las coberturas terrestres en Cuba. PhD. (Tesis) GEOCUBA-La Habana, Cuba, p.52-55, 2001.

ANEXO 1

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
1. VEGETACION NATURAL	1.1 BOSQUES	1.1.1 LATIFOLIAS	1.1.1.1 PLUVIAL	1.1.1.1.1 NUBLADO
				1.1.1.1.2 SUB-MONTANO
				1.1.1.1.3 MONTANO
			1.1.1.2 SIEMPREVERDE	1.1.1.2.1 MICROFILO
				1.1.1.2.2 MESOFILO
				1.1.1.2.3 MANGLAR
				1.1.1.2.4 BOSQUE DE CIENAGA
			1.1.1.3 SEMIDECIDUO	1.1.1.3.1 MICROFILO
				1.1.1.3.2 MESOFILO
	1.1.2 PINARES	1.1.2.1 PINARES		
		1.2 VEGETACION ARBUSTIVA	1.2.1 MANIGUA COSTERA	1.2.1.1 MANIGUA COSTERA
			1.2.2 CUABAL	1.2.2.1 CUABAL
	1.3 VEGETACION HERBACEA	1.2.3 CHARRASCAL	1.2.3.1 CHARRASCAL	
		1.3.1 HERBAZAL DE CIENAGA	1.3.1.1 HERBAZAL DE CIENAGA	
			1.3.2 SABANAS	1.3.2.1 SABANAS
	1.4 COMPLEJO DE VEGETACION	1.3.3 VEGETACIÓN ACUÁTICA	1.3.4.1.1 VEGETACIÓN ACUÁTICA	
1.4.1 VEGETACIÓN DE MOGOTE			1.4.1.1 VEGETACIÓN DE MOGOTE	
		1.4.2 VEGETACIÓN DE COSTA ROCOSA	1.4.3.1.1.VEGETACIÓN DE COSTA ROCOSA	
1.4.4 VEGETACIÓN DE COSTA ARENOSA		1.4.5.1.1.VEGETACIÓN DE COSTA ARENOSA		
		2.1 VEGETACIÓN SECUNDARIA	2.1.1 BOSQUE SECUNDARIO	2.1.1.1.1 BOSQUE SECUNDARIO
2.1.2 MATORRAL SECUNDARIO	2.1.2.1.1 MATORRAL SECUNDARIO			
	2.1.3 COMUNIDADES HERBÁCEAS SECUNDARIAS		2.1.3.1.1 COMUNIDADES HERBÁCEAS SECUNDARIAS	

Tabla 1, Leyenda de categorías de ocupación del suelo (Fragmento).