

# EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA ESPACIO-TEMPORAL DE LA COBERTURA Y USO DEL SUELO EN LOS HUMEDALES: VIDELES, GOTA DE LECHE, MAIZENA, COCAL, CHIQUIQUE, AGUA SALADA, EN EL VALLE DEL CAUCA ENTRE 1986 Y 2007.

## INTRODUCCIÓN

La importancia de los humedales (lagos, madre viejas, pantanos o zonas de inundación) y la pertinencia que en nuestro contexto regional tienen para la geografía, biología, ecología, planificación territorial y otras disciplinas afines, no han sido reconocidas debidamente por la sociedad, bien sea en el área rural que es donde en su mayoría se encuentran estos ecosistemas y en donde han sido fuertemente impactados; como también en el área urbana que es donde se encuentran las principales entidades estatales y académicas responsables de la conservación y estudio de los humedales.

Se debe rescatar la importancia que los humedales tienen en el territorio, para su preservación como por ejemplo: la regulación de flujos hídricos, retención de sedimentos (Física), la oferta de nutrientes para organismos acuáticos (Química), la retención de dióxido de carbono, estabilidad e integración de ecosistemas (Bio-ecológica) y de carácter social como los sistemas productivos y culturales que a través de estos se presentan, además de los conflictos territoriales que estos traen, como la reclamación de tierras, urbanización desmedida, remoción de vegetación, contaminación de aguas, amenazas naturales, etc.

Los humedales en el Valle del Cauca tuvieron un cambio brusco en su comportamiento desde la construcción del embalse Salvajina en 1985 con el fin de controlar el río Cauca y generar energía eléctrica, también la aparición del monocultivo agroindustrial de la caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca a mediados del siglo pasado. Estos factores fueron generando la pérdida de ecosistemas y hábitat de muchas especies al ampliarse la frontera agrícola y aprovechar sus buenas condiciones del suelo.

Existe registro de la pérdida de humedales en el Valle del Cauca desde la década del cincuenta en donde se reporta que existían 15286 hectáreas de

humedales lénticos, hasta finales de los años setenta donde el 88% de ellos habían desaparecido, además de los censos hechos por la CVC hasta el 2002 de estos acuíferos, en el que se identificaron que sobreviven 49 humedales lénticos entre lagunas, madre viejas, pantanos y ciénagas; pero no existe registro alguno del proceso de cambio y dinamismo que han tenido la mayoría de humedales en el Valle en los últimos 20 años (CVC 2002).

La falta de ese registro detallado de cambio, motivó a la realización de un análisis multitemporal en algunos humedales del centro del Valle del Cauca, con el objetivo de caracterizar la distribución espacial de la cobertura y uso del suelo, reconocer los principales impactos ambientales y sus generadores, como también el cuantificar los cambios de los humedales por cada periodo de tiempo utilizado para el trabajo (86 y 2007).

La escogencia de los periodos de tiempo están determinados por los recorridos de vuelo hechos por la CVC, la cual suministró las fotografías aéreas tomadas entre 1980 y 1990, también de 1998 y su recorrido de vuelo mas reciente que es del 2007. A partir de estas se escogieron 6 humedales analizar, los cuales fueron visitados en campo para una clasificación de cobertura, reconocer patrones y características de las fotografías aéreas en la realidad. Después de esto se hace una fase de fotointerpretación de las fajas de imágenes, para así poder determinar cual fue el cambio que tuvieron los humedales entre 1986 y el 2007.

## **OBJETIVOS.**

### **Objetivo General.**

Evaluar de forma espacio-temporal la dinámica de cambio de la cobertura y el uso del suelo en los humedales: Chiquique, Cocal, Videles, Agua Salada, Gota de Leche y Maizena, en el Valle del Cauca entre 1986 y 2007.

### **Objetivos específicos**

- Caracterizar la distribución espacial de cobertura y uso del suelo en los humedales por cada periodo de tiempo.
- Espacializar y cuantificar los cambios de los humedales por cada periodo de tiempo (86 y 2007)
- Reconocer cuales son los principales impactos ambientales y sus generadores en los humedales.

## MARCO TEÓRICO

### **Humedales.**

**Definición:** Teniendo en cuenta que la palabra humedal tiene más de cincuenta definiciones, los expertos debaten la conveniencia de acuñar una de uso general, para la realización de este trabajo se tomara como punto de referencia la definición de Ramsar 1971, ya que es la más completa y la que abarca más características físicas de los humedales, además la gran mayoría de publicaciones consultadas toman esta definición como base:

“Son humedales aquellas extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” (Ramsar 1971)

Claro esta que la definición abarca muchas características, las cuales dentro del valle geográfico del río Cauca no todas se aplican, debido a esto en la subcategoría “Humedales Valle del Cauca” se especificara que tipos de cuerpos de agua hay en la región y cuales van a ser tenidos en cuenta dentro de la evaluación.

### **Importancia de los humedales.**

Los humedales desde el siglo pasado se les vieron más como un problema en vez de una ayuda, debido a esto se secó y dreno la mayoría de humedales para poder utilizar los ricos suelos que había debajo de estos, pero en realidad estos ecosistemas poseen una gran importancia poco valorada a simple vista.

La gran mayoría de autores coinciden en los beneficios que tienen los humedales, algunos dependiendo de la zona donde se encuentren, como por ejemplo: en Centro América, donde los humedales sirven de barrera natural contra los huracanes o maremotos, como también de la introducción de agua salada a acuíferos de agua dulce que sirven de suministro para la población,

etc. A continuación se hará mención de los beneficios generales que estos ecosistemas tienen:

Beneficios de carácter Físico: Las funciones físicas de los humedales tienen que ver con el papel que cumplen los ciclos hidrológicos en las cuencas hidrográficas. En particular, la regulación de los flujos hídricos mediante el llenado, en épocas de creciente y la liberación en bajante. Esta función representa un servicio ambiental directo para la sociedad, en términos de control de inundaciones. Ligada con esta función, está la retención de sedimentos y el control de erosión. Los humedales contribuyen además a la recarga y descarga de acuíferos. Los humedales son frecuentemente utilizados como fuentes de agua para variados usos domésticos, industriales y agrícolas. También son surtidores de agua a los acuíferos subterráneos que sirven de pozos de extracción para la agricultura. (Naranjo et al. 1999)

Beneficios de carácter Químico: Algunos humedales actúan como retenedores de nutrientes en aguas bajas y exportándolos en aguas altas. En particular la vegetación riparia y los humedales representan un filtro de nutrientes en las cuencas. En los sistemas pulsantes, como las ciénagas conectadas a los ríos, determinan la presencia de una interfaz agua-tierra, en el cual la descomposición por aireación de la biomasa terrestre libera nutrientes que son incorporados en las aguas, constituyéndose en una parte significativa de la oferta de los mismos para las cadenas tróficas de organismos acuáticos. (Naranjo et al. 1999)

Beneficios de carácter Ecológico: Una interesante y no valorada función de los humedales colombianos, tiene que ver con la retención de dióxido de carbono, la cual adquiere importancia actual en el marco de los acuerdos internacionales sobre regulaciones de emisiones de gases de efecto invernadero. (Naranjo et al. 1999)

Beneficios de carácter Social: Las funciones ecológicas y ambientales de los humedales representan numerosos beneficios para la sociedad. En primer lugar representan sistemas naturales de soporte vital, que son la base de

sistemas productivos y socioculturales, tales como economías extractivas basadas en el uso de muchas especies, a través de la pesca artesanal, caza, recolección, pastoreo y agricultura en época de estiaje. Para las sociedades urbanas principalmente, los humedales adquirieron un valor como espacios para la recreación (pesca, caza, observación de aves), y como un espacio para la investigación científica y la educación ambiental. Adicionalmente algunos humedales sirven como sitios de descarga de desechos y depuración natural de las aguas servidas. Aunque esta función generalmente se realiza comprometiendo otras funciones del humedal, debe reconocerse al menos como parte del proceso de identificar los costos ambientales en que se incurren con su transformación. (Naranjo et al. 1999)

### **Humedales en Colombia.**

Puesto que el inventario sistematizado de los humedales del país es aún incipiente, las tendencias de reducción o incremento de áreas ocupadas por estos ambientes no han sido determinados con exactitud (Naranjo 1998).

En Colombia el área total de estos ecosistemas es de 20.252.500 hectáreas, representados por lagos, pantanos y turberas, lagunas, ciénagas, llanuras y bosques inundados, excluyendo los marinos y costeros. En total, entre ciénagas y otros cuerpos de agua similares existen 5.622.750 ha, las cuales se encuentran principalmente en los departamentos de Bolívar y Magdalena. Las lagunas representan cerca de 22.950 ha y las sabanas inundables cubren una superficie total aproximada de 9.255.475 ha, ubicadas en los departamentos de Amazonas, Guainía y Guaviare. Los bosques inundables representan aproximadamente 5.351.325 millones de ha y se localizan en la Orinoquía, Amazonía, Bajo Magdalena y en menor medida en la zona Pacífica. (Ministerio del Medio Ambiente 2001).

## **Humedales Valle del Cauca.**

El Alto Río Cauca, a su paso por el departamento del Valle del Cauca, conforma lo que se denomina el complejo hidrológico del valle geográfico. Debido a su formación meándrica y la dinámica del río, se forman a lo largo de su recorrido, depósitos en forma de herradura que reciben el nombre de “madreviejas”.

De acuerdo a esas características que presenta el río Cauca, los tipos de humedales que hay en este parte de territorio son: madreviejas, lagunas y ciénagas. Estos son ecosistemas frágiles y enfrentan distintos tipos de amenaza debido en gran parte a los procesos de industrialización y expansión agrícola, además de las consecuencias de la contaminación, la sobreexplotación de recursos, el cambio climático y la introducción y transplante de especies, algunas de las cuales llegan a convertirse en invasoras (FERNÁNDEZ 2004).

En la década del cincuenta existían 15.286 hectáreas de humedales lénticos en el departamento del Valle del Cauca, a finales de los años sesenta, el 88% de ellos habían desaparecido, principalmente por la adecuación del espacio para la expansión de los monocultivos de la caña de azúcar, subvalorándose los atributos, productos y funciones que cumplen estos ecosistemas. En la actualidad hay 49 humedales lénticos, remanentes del complejo hidrológico del Alto río Cauca, con aproximadamente 2.500 has y 2000 has de la laguna de Sonso. Los principales problemas o amenazas que enfrentan los humedales, son: drenaje y desecación, contaminación, disposición inadecuada de residuos sólidos, escombros y colmatación, además de otros impactos negativos por la construcción de obras civiles.

El Ministerio del Medio Ambiente preocupado por la pérdida y disminución de los humedales ha formulado un borrador de “Política sobre Manejo de Humedales Interiores de Colombia”, el cual ha sido discutido y concertado al interior del SINA (Sistema Nacional Ambiental), a través de una serie de talleres regionales. En este documento se considera un enfoque ecosistémico que integra los objetivos sociales en el espacio funcional de los humedales, basándose además en unos principios generales. También se requiere que la

aplicación de estos lineamientos sea gradual en el tiempo y busque el máximo beneficio social sostenible del uso y aprovechamiento de los humedales, el mantenimiento del patrimonio ambiental y el inicio de acciones en sitios identificados como prioritarios a escala regional y nacional. (CVC, 2002)

Lista de humedales en el Valle del Cauca (CVC 2002).

TIPO DE HUMEDAL	NOMBRE	MUNICIPIO	AREA (Ha)	TIPO
Madrevieja	Badeal	Cartago	6	Palustre permanente
Madrevieja	Remolino	Roldanillo	9	Lacustre permanente
Madrevieja	La Bolsa	Andalucía	20	Totalmente colmatada
Madrevieja	Charco de Oro	Andalucía	10	Lacustre permanente
Madrevieja	Guaré	Bolívar	20	Vaso totalmente colmatado. Palustre estacional
Ciénaga	Santa Ana	Bolívar	30	Palustre estacional
Madrevieja	Ricaurte	Bolívar	8	Lacustre permanente
Madrevieja	El Cementerio	Bugalagrande	3,7	Lacustre permanente
Madrevieja	El Pitalito o La Graciela	Andalucía	18	Totalmente colmatada
Ciénaga	Mateo, El Burro o Murillo	Bugalagrande	2,7	Lacustre palustre
Madrevieja	La Herradura	Bugalagrande	6	Lacustre permanente
Madrevieja	La Redonda	Andalucía	2	Lacustre palustre
Ciénaga	San Antonio	Bugalagrande	5	
Madrevieja	Caballo Negro	Bugalagrande	3	Lacustre permanente
Madrevieja	Madrigal	Riofrío	12	Lacustre permanente
Laguna	Cantarana	Riofrío	Sin precisar	Lacustre permanente
Madrevieja	Bocas de Tulúa	Tulúa	24,8	Lacustre palustre



Madrevieja	El Tiber	San Pedro	7	Palustre estacional arbóreo
Ciénaga	Tiacuante, El Conchal o la Sanaria	San Pedro	30	
Madrevieja	El Cedral o Sandrana	San Pedro	14,1	Totalmente colmatada. Lacustre estacional
Madrevieja	Cantaclaro	Guadalajara de Buga	8	Lacustre permanente
Madrevieja	La Trozada o Buga	Guadalajara de Buga	14	Lacustre permanente
Laguna	Sonso o El Chircal	Guadalajara de Buga	745	Lacustre permanente
Madrevieja	La Marina	Guadalajara de Buga	16	Lacustre permanente
Madrevieja	El Burro	Guadalajara de Buga	5	Lacustre permanente
Madrevieja	El Jardín	Yotoco	5	Lacustre permanente
Ciénaga	La Nubia	Yotoco	Sin precisar	Palustre estacional
Madrevieja	La Nubia	Yotoco	Sin precisar	Palustre estacional
Madrevieja	Garzonero	Yotoco	9	Palustre estacional
Madrevieja	Portachuelo	Yotoco	8	Colmatada. Palustre estacional
Madrevieja	Gorgona	Yotoco	16	Colmatada. Palustre estacional
Madrevieja	Aguasalada	Yotoco	5	Palustre estacional
Madrevieja	La Bolsa o Yocambo	Yotoco	27,5	Lacustre permanente
Madrevieja	Chiquique	Yotoco	8	Lacustre permanente
Madrevieja	Maizena o Alejandria	Yotoco	14	Lacustre permanente
Madrevieja	Cocal o La Isla	Yotoco	27	Lacustre permanente

Madrevieja	Román o Gota de Leche	Yotoco	11	Lacustre permanente
Ciénaga	Vidal	Yotoco	11	Lacustre estacional
Madrevieja	Videles	Guacarí	15	Lacustre permanente
Madrevieja	La Carambola o El Lago	Vijes	8	Palustre estacional emergente
Madrevieja	Pelongo	Yumbo	1	Palustres estacional arbustivo
Madrevieja	Villa Inés	Palmira	Sin precisar	Palustre estacional
Madrevieja	Platanales	Yumbo	Sin precisar	Sembrada en caña de azúcar
Madrevieja	Higuerón	Yumbo	23	Lacustre palustre (50 % - 50%) estacional
Madrevieja	Bocas del Palo	Jamundí	6	Lacustre
Madrevieja	El Avispal	Jamundí	11	Lacustre permanente
Madrevieja	El Cabezón	Jamundí	22	Lacustre permanente
Madrevieja	La Guinéa	Jamundí	11	Lacustre permanente
Madrevieja	Guarinó	Jamundí	11	Lacustre permanente

### **Madreviejas.**

La formación meándrica del complejo hidrológico y la dinámica del río Cauca, forman a lo largo de su recorrido, depósitos en forma de herradura que reciben el nombre de “madreviejas”. Llámense madre viejas a los cuerpos de aguas lénticas que se han formado en la planicie del valle como resultado del corte hecho por el río en algunos de sus meandros o curvas cerradas. El tramo del cauce que queda separado de la corriente posee generalmente la forma de una herradura o medialuna y es alimentado periódicamente por el río durante sus crecientes anuales.

Las madrevejas constituyen ecosistemas complejos. Como tales, están formados por componentes abióticos (subsuelo del lecho, agua con sustancias en suspensión y disolución, factores climatológicos, orillas y zona marginal), bióticos (organismos acuáticos de todo tipo, vegetación marginal y fauna asociada) y antrópicos (las actividades de los grupos humanos instalados en sus cercanías). Entre todos estos componentes se van estableciendo relaciones interdependientes.

Las madrevejas desde su formación comienzan a sufrir un proceso más o menos lento de rellamamiento y de eutrofización que van cambiando su fisonomía y dando paso a series de organismos vegetales y animales diferentes a los iniciales. Gruesamente caracterizadas las etapas en este proceso de sucesión son: *madrevieja*, *laguna*, *pantano*, *chircal*, *pastizal* y *bosque*. Este proceso de evolución puede durar desde unos pocos años hasta docenas de años; las acciones antropogénicas espontáneas contribuyen generalmente a acelerar este proceso.

La importancia de las madrevejas como ecosistemas acuáticos se deriva de las funciones que cumplen, destacándose algunas de ellas:

- Constituyen receptáculos naturales de desfogue de las aguas desbordadas del río, durante sus crecientes periódicas.
- Alojjan en sus aguas una gran cantidad de organismos como algas, plantas acuáticas, moluscos crustáceos, anfibios y peces. Debido a la contaminación en las aguas del Río Cauca, sirven de refugio a la población de peces de mayor importancia económica (como el bocachico), pues sus aguas conservan mejor calidad que la del río.
- Son verdaderos relictos de una flora arbórea que tienen asiento en sus orillas y que solo pueden crecer en los suelos limosos y anegadizos como las márgenes del Río Cauca.
- Las madrevejas y sus zonas circundantes poseen valores ecológicos muy singulares que las convierten en verdaderos laboratorios de investigación y docencia al aire libre.

- Finalmente, son importantes como atractivos turísticos y como fuente de pesca de subsistencia para numerosas familias de bajos recursos.

La preservación de las madrevejas como hábitat acuático para peces y aves, depende fundamentalmente de un buen sistema de comunicación entre cada madreveja y el río que la formó. Durante los periodos invernales, cuando aumenta la corriente fluvial, el agua desbordada del río no debe encontrar obstáculos para recorrer su antiguo cauce (Sierra et al. 1979).

### **Fotografías Aéreas.**

La toma de fotografía aérea es una actividad fundamental para la generación de información geográfica de instituciones de educación e investigación. Las cámaras especiales, instaladas en aviones sobre soportes antivibraciones suelen estar equipadas con varias lentes y cargadores de película. Las fotografías aéreas son de muchos tipos, pero las comúnmente empleadas satisfacen una serie de especificaciones bastante uniformes. Por lo general tienen la forma de un cuadrado de 23 cm. por lado, y se toman con la cámara dirigida verticalmente desde un aeroplano que cubre en su vuelo fajas paralelas en dirección a uno de los puntos cardinales. Se toman fotografías sucesivas en cada faja, de modo que cada una de aquellas cubra el 60 por ciento del área cubierta por la exposición anterior. Este solapamiento es necesario para la visión estereoscópica y para la triangulación fotográfica. Por lo general, las fajas contiguas se solapan en los bordes (solapamiento lateral) aproximadamente el 30%. Las especificaciones más importantes en los estudios sobre vegetación y uso de la tierra son: (1) la fecha, (2) la escala, (3) la distancia focal de la cámara, (4) la estación, (5) la hora del día, y (6) la combinación de película y filtro que se han empleado.

Las fotografías aéreas se utilizan en inspecciones de superficies extensas de terreno para cartografía, en el análisis del crecimiento de las ciudades para su posterior urbanización, en el descubrimiento de restos de antiguas civilizaciones y para observar la Tierra y la distribución de la fauna y de la flora.

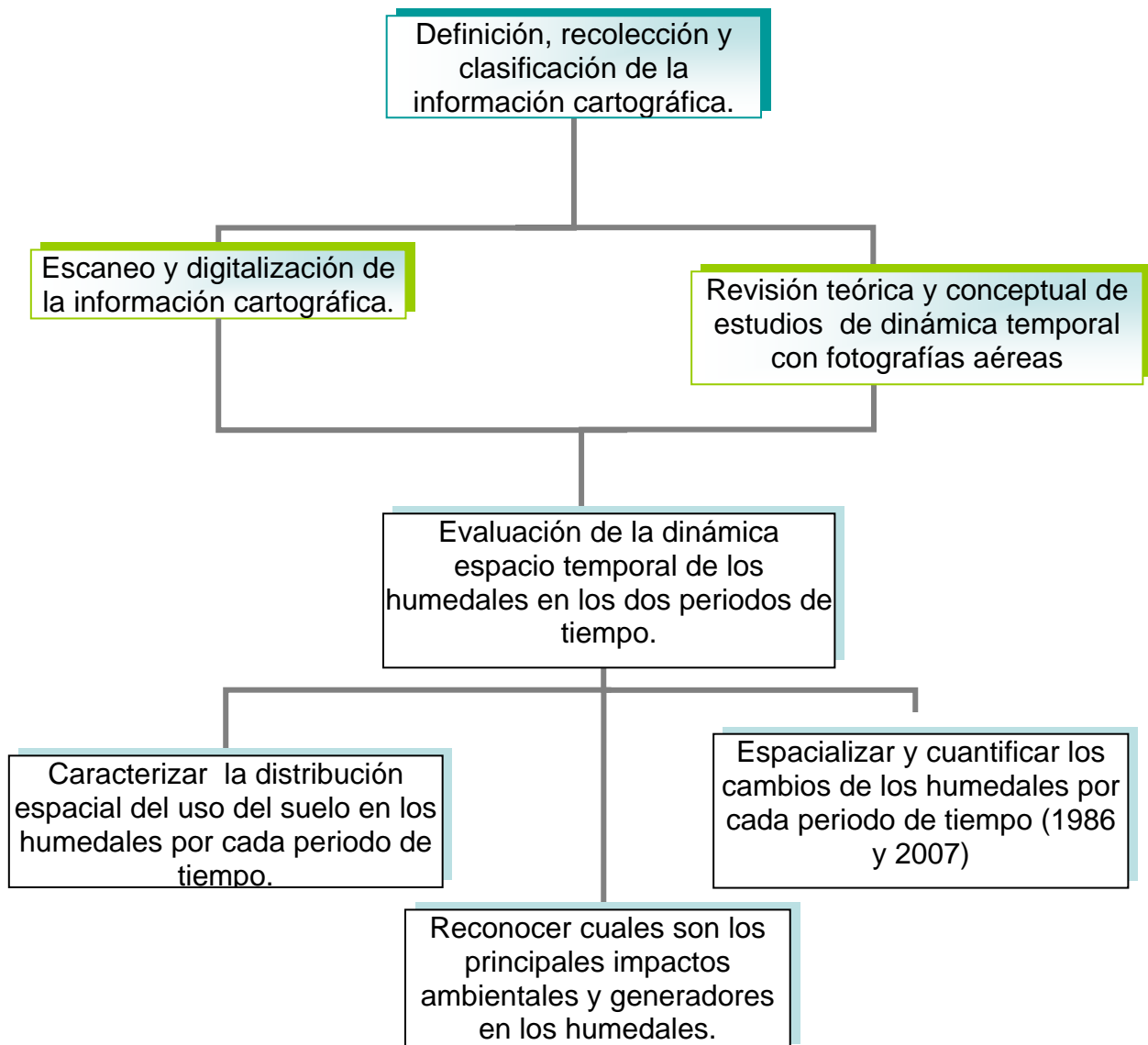
Por medio de estas fotografías se está en aptitud de preparar mapas con rapidez y precisión. Asimismo pueden delinearse unidades de vegetación y uso de la tierra, y determinar sus áreas con una exactitud mayor de la que es posible obtener sobre el terreno en un período de tiempo razonable.

En el estereoscopio se perciben rápidamente el tamaño, la forma y el carácter de la vegetación homogénea y de las unidades del uso de la tierra. Los linderos de las unidades pueden verse claramente y trasladarse a un mapa base. Las fotografías constituyen un registro permanente, fácil de archivar y de obtener, del estado de la tierra en el momento de la fotografía. Contienen un cúmulo de información que no puede resumirse en un mapa, en palabras, o en alguna otra forma de registro. Bien sea que se hayan de preparar mapas detallados o que las fotografías se utilicen exclusivamente como una fuente de información objetiva, obtenido por medio de interpretación. (STEPHEN H. SPURR 1948)

# DISEÑO METODOLÓGICO

Con el fin de dar cumplimiento al objetivo del proyecto, se plantean unas etapas o fases, las cuales se siguen de manera sucesiva. Ver esquema No. 1

## Esquema Modelo Metodológico



## **Fase I: Definición, recolección y clasificación de la información cartográfica.**

Esta fase tiene como objetivo la definición del tipo de herramientas cartográficas con la cual se va desarrollar el trabajo, en que lugares y a que costo se encuentra la información y de que forma se piensa clasificar.

- Para la definición del tipo de herramientas a utilizar como información base de la dinámica espacio temporal de los humedales, se tuvieron en cuenta las imágenes satelitales (Landsat), mapas (IGAC) y fotografías aéreas (CVC). Para las imágenes satelitales existe la dificultad de su alto costo en los años más recientes y de la baja resolución en las que son gratuitas. En el caso de los mapas del IGAC existe la dificultad de obtener mapas detallados y con una representación cartográfica clara del cambio que puede tener las madrevejas del Valle del Cauca. Debido a los anteriores inconvenientes, serán utilizadas las fotografías aéreas de la CVC, las cuales tienen unos años establecidos de recorrido de vuelo y fotografías recientes, lo que permite una mejor comparación de los últimos 20 años.
- Para la recolección de la información, en este caso las fotografías aéreas, se hizo un convenio Calidris-CVC el cual permitió la libre y gratuita manipulación de las fotografías, para así tener un trabajo más completo y no verse restringidos al costo de cada imagen.
- La clasificación de la información esta determinada a los años de recorrido de vuelos que tiene la CVC en sus archivos, como los puntos donde se hayan capturado las imágenes. Para los últimos 20 años se tomara como referencia los recorridos de vuelo: 1986 y 2007. Con base en estos dos periodos se hará la evaluación espacio-temporal.

## **Fase II: Escaneo y digitalización de la información cartográfica.**

El escaneo de las fotografías aéreas para la óptima realización del trabajo se debe hacer con un mínimo de 400 ppp de resolución, de acuerdo al escáner que se utilizo (Hewlett-Packard PSC 1200) las imágenes se escanearon a 600ppp de resolución. Después de este proceso, se georeferencia cada una de las fotografías aéreas localizando veinte puntos dentro de ellas y comparando sus coordenadas con una mapa base, para este paso se utiliza como referente las coordenadas que otorgan las imágenes satelitales del Google Earth y el proceso de georeferenciación de los puntos se hace a través del software Global Mapper 6.0. (Intermap)

Luego de tener las imágenes referenciadas espacialmente con los puntos, se crea un mosaico de la faja o banda de las fotografías aéreas para tener una visión y ortocorrección del área de estudio; esto se crea con el software ERDAS 9.0.

El paso que sigue hace parte de la fase de evaluación pero es desarrollado una vez se hayan cumplido los pasos anteriores, ya teniendo las fotografías referenciadas y en mosaico, se pasa a dibujar una serie de polígonos diferenciados por la caracterización espacial realizada en campo, estos nos servirán para medir el aérea que dichos polígonos tengan y cuantificar el cambio que han tenido los humedales, para este tarea se utilizara el software ArcMap 9.0 ó 9.2 (ESRI).

## **Fase III: Revisión teórica y conceptual de estudios de dinámica temporal con fotografías aéreas**

Para el afianzamiento conceptual se indago bibliografía de manejo y protección de los humedales, como también las formas de evaluar espacio temporalmente este tipo de ecosistemas a través de fotografías aéreas; como por ejemplo:



- TABILO VALDIVIESO, Elier. El beneficio de los humedales en América Central: el potencial de los humedales para el desarrollo. San José : Universidad Nacional Heredia, Costa Rica, 1997. 48 p.
- UICN Unión mundial para la naturaleza. Conservación de humedales: un análisis de temas de actualidad y acciones necesarias. Gland : Patrick J. Dugan, 1992. 100 p.
- NARANJO, Luís Germán, ANDRADE Germán, PONCE DE LEON, Eugenia. Humedales interiores de Colombia: bases técnicas para su conservación y uso sostenible. Bogotá : Instituto Humboldt, 1999. 79 p.

También fue necesario la búsqueda de estudios espacio temporales en el que fueran utilizadas las fotografías aéreas, esto con el fin de ayudar a crear un marco clasificatorio y ver las dificultades y técnicas que se utilizaron. Algunos de los trabajos indagados fueron:

- CASTELÁN VEGA, Rosalía, RUIZ CAREAGA, Jesús, LINARES FLEITES, Gladis. Dinámica de cambio espacio-temporal de uso del suelo de la subcuenca del río San Marcos, Puebla, México.
- RODRÍGUEZ ESTABAN, J.A, PÉREZ BLANCO, M, RODRÍGUEZ DALDA, F. Análisis de los cambios espacio-temporales a partir de la creación de ortoimágenes del vuelo fotogramétrico de 1993.
- LEAL RAMÍREZ, Rosa M, ALCAIDE José F, OLIVERA ACOSTA, Jorge, URATSUKA RODRÍGUEZ, Martha. Uso de fotografías aéreas en el análisis del impacto ambiental en la zona costera del municipio de Bauta.

#### **Fase IV: Evaluación de la dinámica espacio temporal de los humedales en los dos periodos de tiempo (1986 y 2007).**

Para el desarrollo de la evaluación multi-temporal de la dinámica de los humedales, es necesario la creación de unas matrices de análisis las cuales describan las situación que presenta cada humedal, los resultados de las variables pueden ser obtenidos a través de mediciones hechas en los software

como: el tamaño de cada humedal o relicto arbóreo, cuantificación de área perdida o ganada de cada humedal, total de área de humedales o perdidas en los 20 años, etc. (Cambios de carácter Cuantitativo).

El otro tipo de resultados a obtener se va dar a través de la fotointerpretación (estudio de las fotografías aéreas) y análisis de información secundaria, en los periodos de tiempo ya establecidos. En ellos se establecerán los tipos de cambios que han ocurrido en el territorio como: el paso de bosque-agricultura, bosque-urbanización, humedal-agricultura, humedal-urbanización, pastos-agricultura, etc. También se puede establecer como ha influido en los humedales y en su cambio, los planes de ordenamiento territorial, planes de manejo ambiental u organizaciones establecidas por la comunidad. (Cambios de carácter cualitativo)

#### **Fase V: Caracterizar la distribución espacial del uso del suelo en los humedales por cada periodo de tiempo.**

Para la realización de la caracterización espacial es necesario ir campo con las fotografías aéreas del periodo más reciente (en nuestro caso las del 2007) en donde se encuentre cada uno de los humedales a evaluar, esto con el fin de empezar a identificar en las fotografías aéreas que corresponde en la realidad. Esta labor es de gran importancia ya que de acuerdo a la comparación que se haga en campo, se aprende a reconocer que significado tiene cada tonalidad en la fotografía aérea y de esto modo poder interpretar las de los periodos más antiguos. Otra finalidad que tiene la caracterización espacial de la cobertura y del uso del suelo, es la de diferenciar los polígonos o áreas a demarcar que se pretenden medir en cada periodo de tiempo, ya que de acuerdo con estos se realiza la comparación temporal y se afirma si a perdido, ganado o mantenido área.

## **Fase VI: Reconocer cuales son los principales impactos ambientales y generadores en los humedales.**

De acuerdo al análisis cuantitativo y cualitativo mencionados en la fase de evaluación, se puede establecer cuáles han sido los principales impactos en la cobertura y uso del suelo en los humedales a estudiar, como también que está generando esos impactos positiva o negativamente, ya que a primera vista se pensaría que solo han sido impactados negativamente por el aumento de cultivos de caña alrededor de los humedales, pero hay que revisar como han influenciado los planes de ordenamiento territorial en su componente del uso del suelo a nivel rural o por ejemplo los planes de manejo ambiental realizados por la CVC para cada humedal, corroborando si los cambios observados en las estadísticas arrojadas en la fase de evaluación cuantitativa, corresponde a las acciones definidas en los planes de manejo.

## **Fase VII: Espacializar y cuantificar los cambios de los humedales por cada periodo de tiempo (1986 y 2007)**

Es de gran importancia sintetizar los resultados que arroja la fase de evaluación, ya que permite ver de manera rápida, simple y puntal lo que ha ocurrido en cada uno de los tres periodos. La mejor forma de sintetizar este tipo de información es a través de un mapa que exponga los cambios espaciales de cada una de las variables cuantitativas y cualitativas.

También es primordial en esta fase, calcular el área de humedales y zonas de inundación en los periodos de tiempo, esto con el fin de conocer la cantidad de área de ecosistema de los humedales permanentes y transitorios en el valle geográfico del río Cauca. Como también el de reconocer el nivel de disminución o aumento de los ecosistemas.

## Resultados.

### Gota de leche.

#### Características:

La madre vieja Gota de Leche se encuentra en las coordenadas geográficas: 3°47'17.52"N y 76°23'30.46"W; a 73 metros de la margen derecha de la vía Panorama en el municipio de Yotoco y a 270 metros de la margen izquierda del río Cauca en su parte mas cercana. Su acceso se hace a través de la vía Panorama, atravesando un lote baldío en el costado sur de la madre vieja.

Características	Tipo de cobertura y usos del suelo	Área (ha)		% de cambio	tipo de cambio
		1986	2007		
Agua libre de vegetación	Espejo de Agua	5.09	1.45	-71.51	-Agua +Vegetación inundada
Buchón, lechuguilla, azolla	Vegetación flotante	0.1873	0.7928	+323.2	-Agua +flotante
Cortadera, juncos, dormidera, pastos inundables.	Vegetación Inundada	2.90	5.38	+85.5	-Agua +Vegetación inundada
Pastos, lotes baldíos.	Vegetación pastizal	66.07	4.91	-92.56	-Pastizal +cultivos, +infraestructura
Chiminangos, sauces, chamburos, guasimo.	Vegetación arbórea	0.4539	5.81	+1180.01	-pastizal + vegetación arbórea
Caña de azúcar, sorgo	Cultivos	0	53.80		-Pastizal- +cultivos
Viviendas, carreteras	Infraestructura	1.52	5.01	+229.6	-Pastizal +infraestructura

(Significado: - Disminuyo, + Aumento)

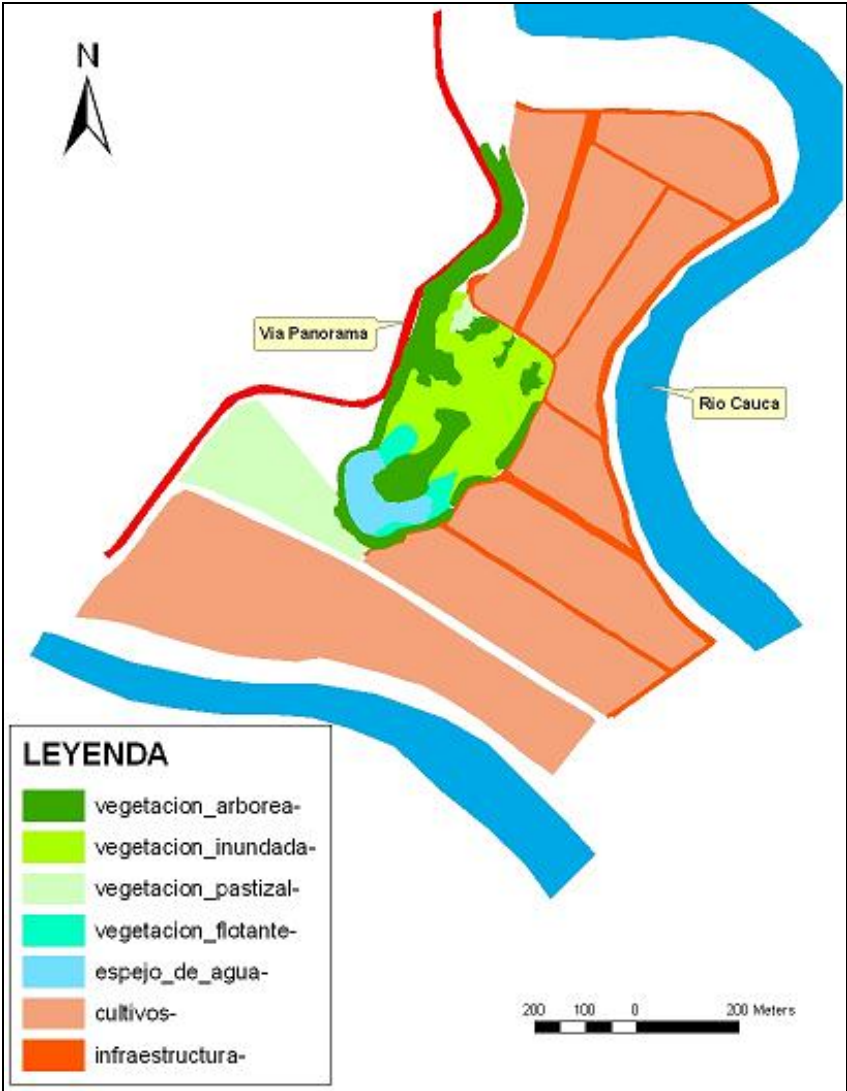
# Mapa Gota de Leche

1986



# Mapa Gota de Leche

2007



## Videles

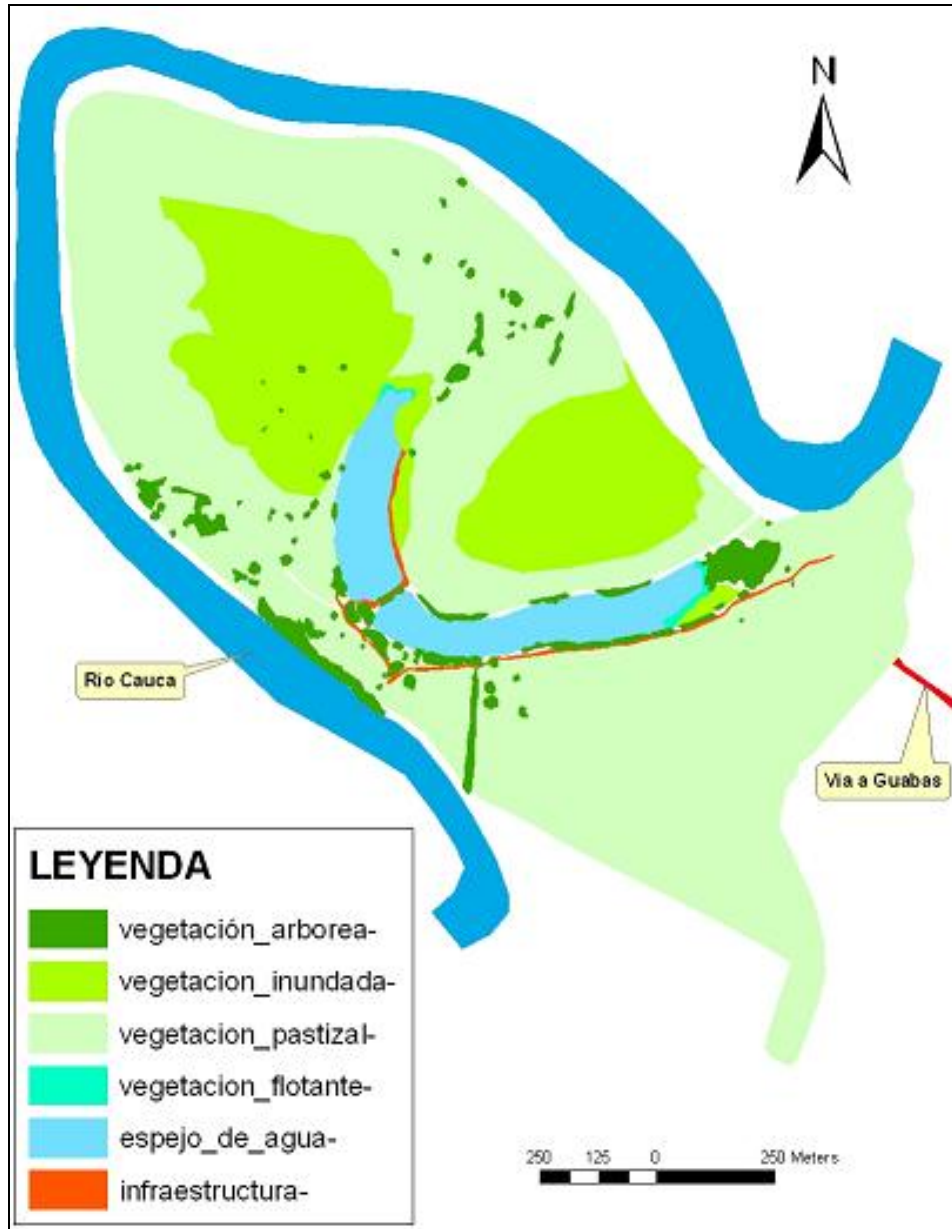
### Características:

La madre vieja Videles se encuentra en las coordenadas geográficas: 3°46'32.45"N y 76°23'32.84"W; a 2.24 kilómetros de la vereda Guabas en el municipio de Guacarí y a solo 90 metros de la margen derecha del río Cauca en su parte mas cercana. Su acceso se hace a través de la vía que de Guacarí conduce a Guabas, atravesando unos cañaduzales en la costado oriental de la madre vieja.

Características	Tipo de cobertura y usos del suelo	Área (ha)		% de cambio	tipo de cambio
		1986	2007		
Agua libre de vegetación	Espejo de Agua	11.02	8.79	-20.23	-Agua +flotante
Buchón, lechuguilla, azolla	Vegetación flotante	0.3633	3.20	+780.8	-Agua +flotante
Cortadera, juncos, dormidera, pastos inundables.	Vegetación Inundada	37.83	2.50	-93.3	-inundada +pastizal, infraestructura
Pastos, lotes baldíos.	Vegetación pastizal	123.37	101.46	-17.75	-pastizal +cultivos
Chiminangos, sauces, chamburos, guasimo.	Vegetación arbórea	6.56	6.99	+6.58	-pastizal +arbórea
Caña de azúcar, sorgo	Cultivos	0	33.35		-pastizal +cultivos
Viviendas, carreteras	Infraestructura	0.8889	8.36	+840.48	-pastizal +infraestructura

(Significado: - Disminuyo, + Aumento)

# Mapa Videles 1986





# Mapa Videles 2007



## Maizena.

### Características:

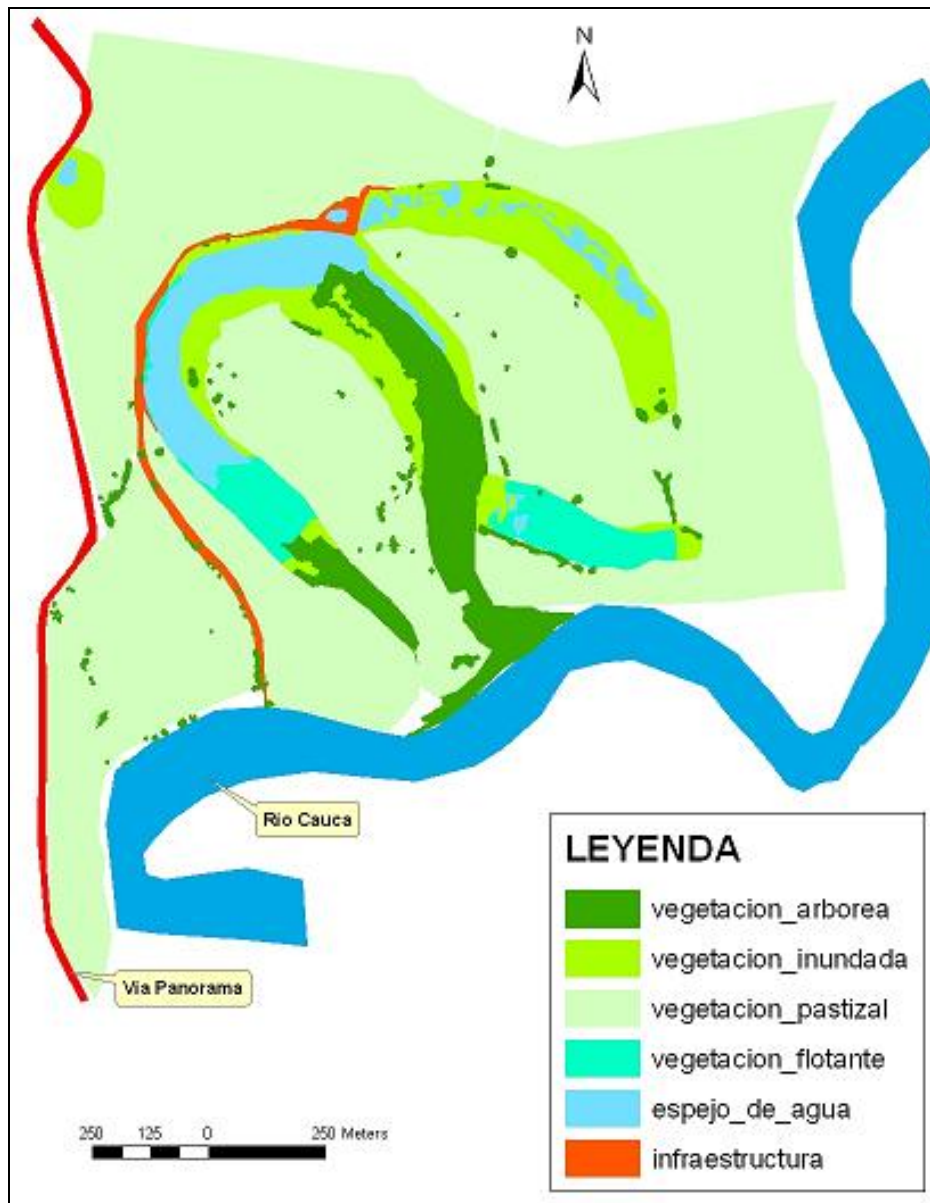
La madre vieja Maizena se encuentra en las coordenadas geográficas: 3°48'19.60"N y 76°23'10.47"W; a 170 metros de la margen derecha de la vía Panorama en el municipio de Yotoco y a 280 metros de la margen izquierda del río Cauca en su parte mas cercana. Su acceso se hace a través de la vía Panorama, atravesando una Finca en el costado occidental de la madre vieja.

Características	Tipo de cobertura y usos del suelo	Área (ha)		% de cambio	tipo de cambio
		1986	2007		
Agua libre de vegetación	Espejo de Agua	10.93	6.98	-36.13	-Agua +cultivos
Buchón, lechuguilla, azolla	Vegetación flotante	6.61	1.44	-78.21	-flotante +inundada
Cortadera, juncos, dormidera, pastos inundables.	Vegetación Inundada	18.26	5.26	-71.19	-inundada +cultivos
Pastos, lotes baldíos.	Vegetación pastizal	156.71	2.11	-98.66	-pastizal +cultivos
Chiminangos, sauces, chamburos, guasimo.	Vegetación arbórea	14.48	2.41	-83.35	-arbórea +cultivos
Caña de azúcar, sorgo	Cultivos	0	150.12		-todos +cultivos
Viviendas, carreteras	Infraestructura	2.53	16.74	+561.6	-pastizal +infraestructura

(Significado: - Disminuyo, + Aumento)

# Mapa Maizena

1986



# Mapa Maizena 2007



## COCAL

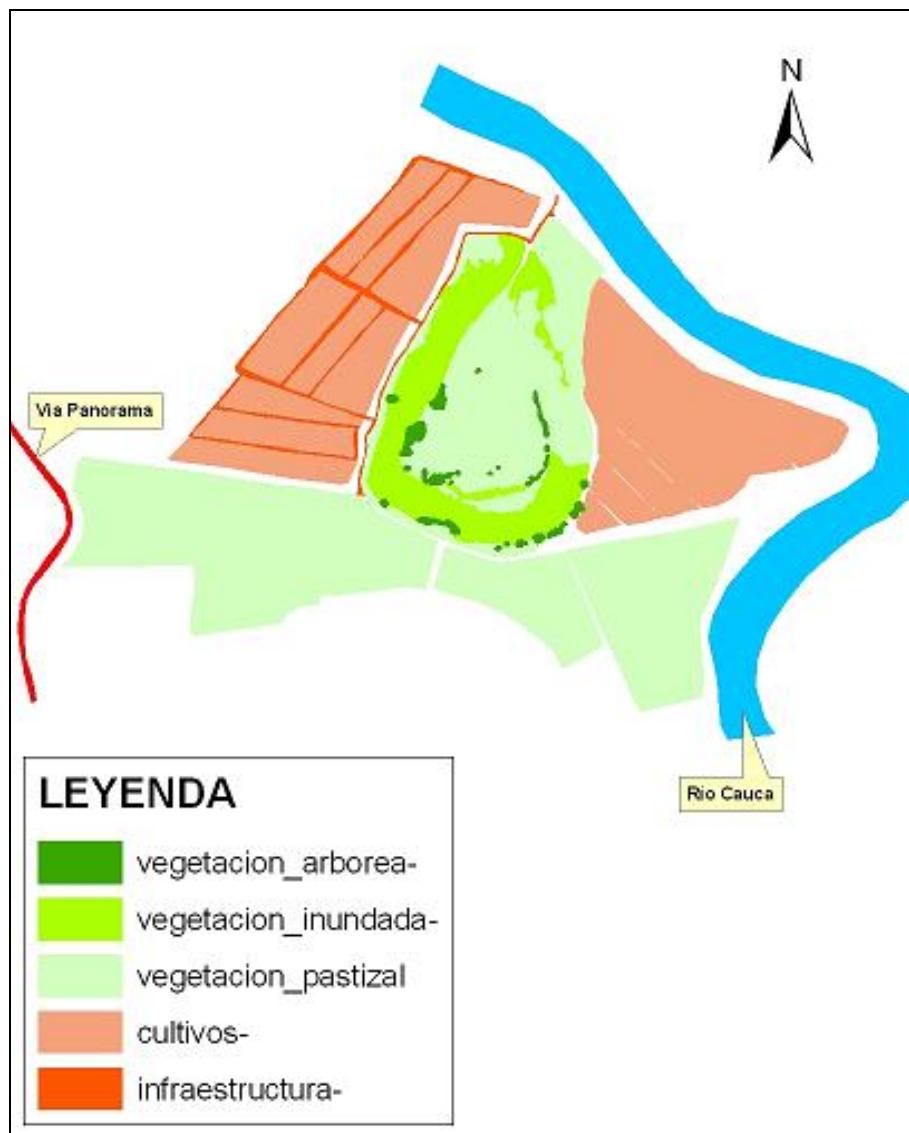
### Características:

La madre vieja Cocal se encuentra en las coordenadas geográficas: 3°48'49.55"N y 76°22'52.24"W; a 1.13 kilómetros del margen derecho de la vía Panorama en el municipio de Yotoco y a 150 metros de la margen izquierda del río Cauca en su parte mas cercana. Su acceso se hace a través de la vía Panorama, atravesando una finca y cañaduzales en el costado occidental de la madre vieja.

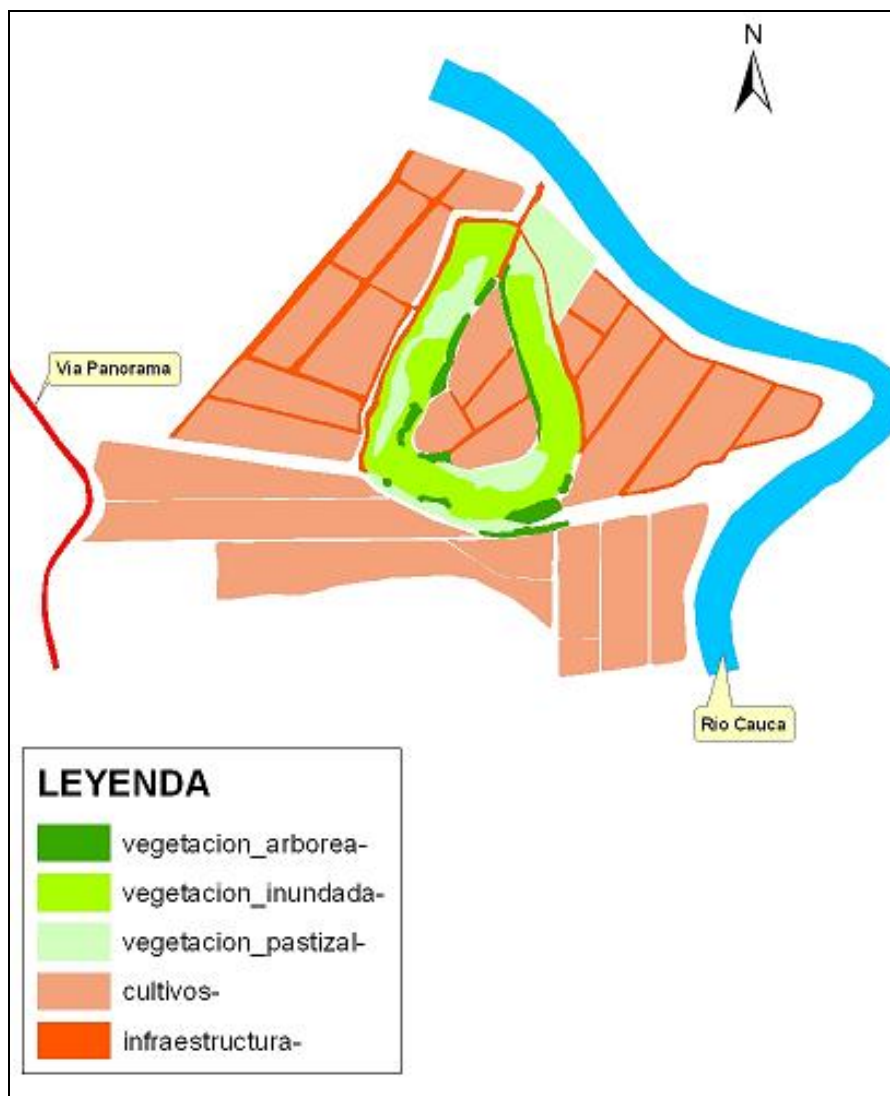
Características	Tipo de cobertura y usos del suelo	Área (ha)		% de cambio	tipo de cambio
		1986	2007		
Agua libre de vegetación	Espejo de Agua	0	0	0	---
Buchón, lechuguilla, azolla	Vegetación flotante	0	0	0	---
Cortadera, juncos, dormidera, pastos inundables.	Vegetación Inundada	12.06	13.45	+11.52	-pastizal +inundada
Pastos, lotes baldíos.	Vegetación pastizal	51.90	8.33	-83.75	-pastizal +cultivos
Chiminangos, sauces, chamburos, guasimo.	Vegetación arbórea	1.39	2.54	+82.73	-pastizal +arbórea
Caña de azúcar, sorgo	Cultivos	40.93	85.28	+108.35	-pastizal +cultivos
Viviendas, carreteras	Infraestructura	3.15	8.65	+174.60	-pastizal +infraestructura

(Significado: - Disminuyo, + Aumento)

# Mapa Cocal 1986



# Mapa Cocal 2007



## CHIQUIQUE

### Características:

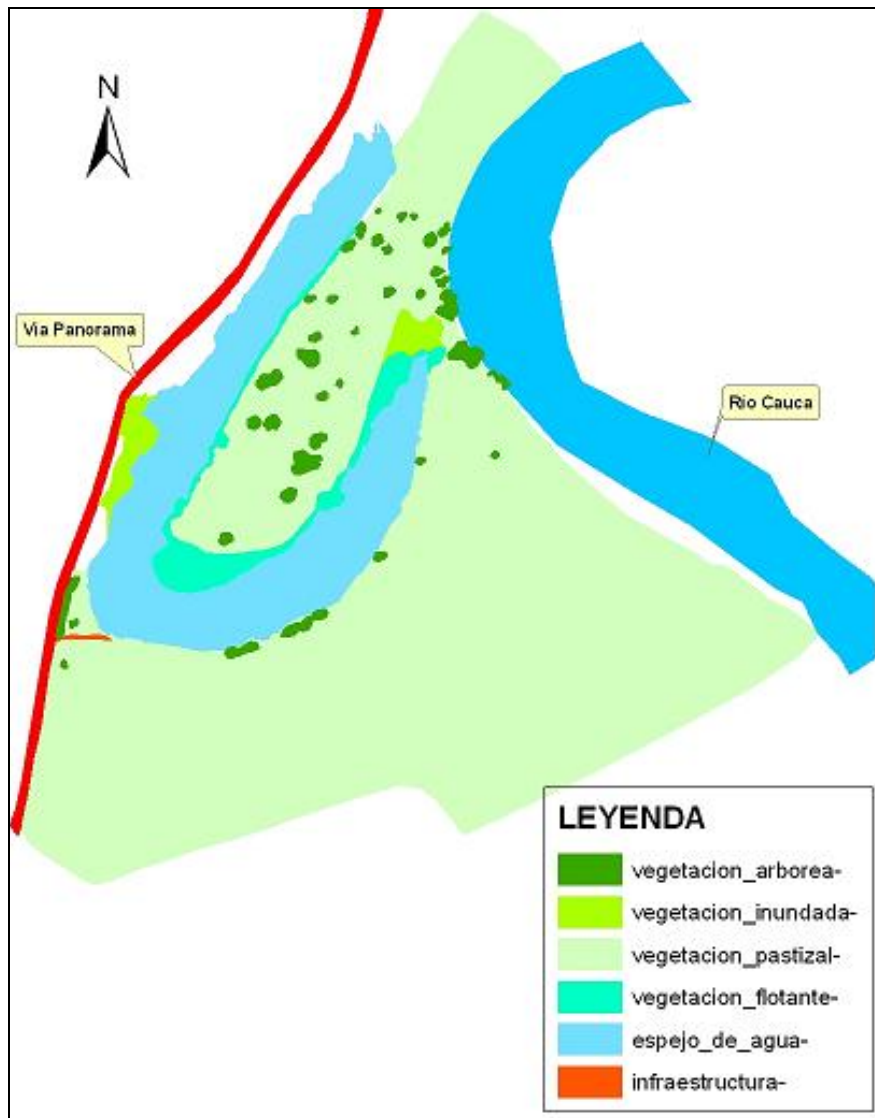
La madre vieja Chiquique se encuentra en las coordenadas geográficas: 3°50'8.95"N y 76°22'56.23"W; a 20 metros de la margen derecha de la vía Panorama en el municipio de Yotoco y a 50 metros de la margen izquierda del río Cauca en su parte mas cercana. Su acceso se hace a través de la vía Panorama, atravesando un franja de árboles en el costado occidental de la madre vieja.

Características	Tipo de cobertura y usos del suelo	Área (ha)		% de cambio	tipo de cambio
		1986	2007		
Agua libre de vegetación	Espejo de Agua	9.25	1.64	-82.27	-Agua +flotante
Buchón, lechuguilla, azolla	Vegetación flotante	1.56	6.72	+330.76	-Agua +flotante
Cortadera, juncos, dormidera, pastos inundables.	Vegetación Inundada	0.7620	4.40	+477.22	-pastizal, flotante +inundada
Pastos, lotes baldíos.	Vegetación pastizal	42.89	37.76	-11.96	-pastizal +arbórea
Chiminangos, sauces, chamburos, guasimo.	Vegetación arbórea	1.11	6.24	+462.1	-pastizal +arbórea
Caña de azúcar, sorgo	Cultivos	0	0	0	---
Viviendas, carreteras	Infraestructura	0.0331	0.4312	+1202.7	-pastizal +infraestructura

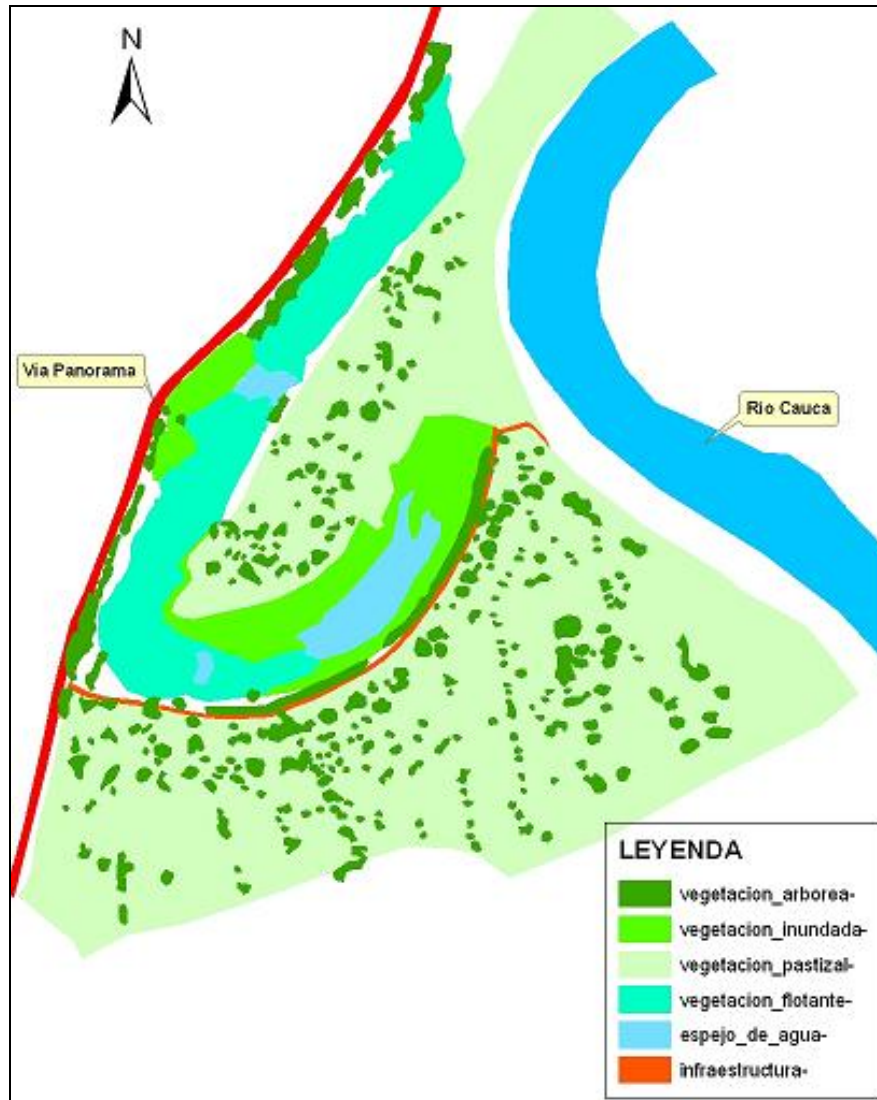
(Significado: - Disminuyo, + Aumento,)



# Mapa Chiquique 1986



# Mapa Chiquique 2007



## AGUA SALADA

### Características:

La madre vieja Agua Salada se encuentra en las coordenadas geográficas: 3°54'15.65"N y 76°20'47.65"W; a 650 metros del margen derecho de la vía Panorama en el municipio de Buga y a 65 metros de la margen izquierda del río Cauca en su parte mas cercana. Su acceso se hace a través de la vía Panorama, atravesando unos lotes baldíos en el costado occidental de la madre vieja.

Características	Tipo de cobertura y usos del suelo	Área (ha)		% de cambio	tipo de cambio
		1986	2007		
Agua libre de vegetación	Espejo de Agua	15.84	0.4198	-97.34	-Agua +pastizal, infraestructura
Buchón, lechuguilla, azolla	Vegetación flotante	1.12	3.66	+217.85	-inundada +flotante
Cortadera, juncos, dormidera, pastos inundables.	Vegetación Inundada	66.0	28.59	-56.68	-inundada +pastizal, infraestructura
Pastos, lotes baldíos.	Vegetación pastizal	136.52	82.99	-39.21	-pastizal +cultivos
Chiminangos, sauces, chamburos, guasimo.	Vegetación arbórea	6.03	3.26	-45.93	-arbórea +inundada
Caña de azúcar, sorgo	Cultivos	0	53.35		-pastizal +cultivos
Viviendas, carreteras	Infraestructura	1.35	7.30	+440.74	-inundada, pastizal +infraestructura

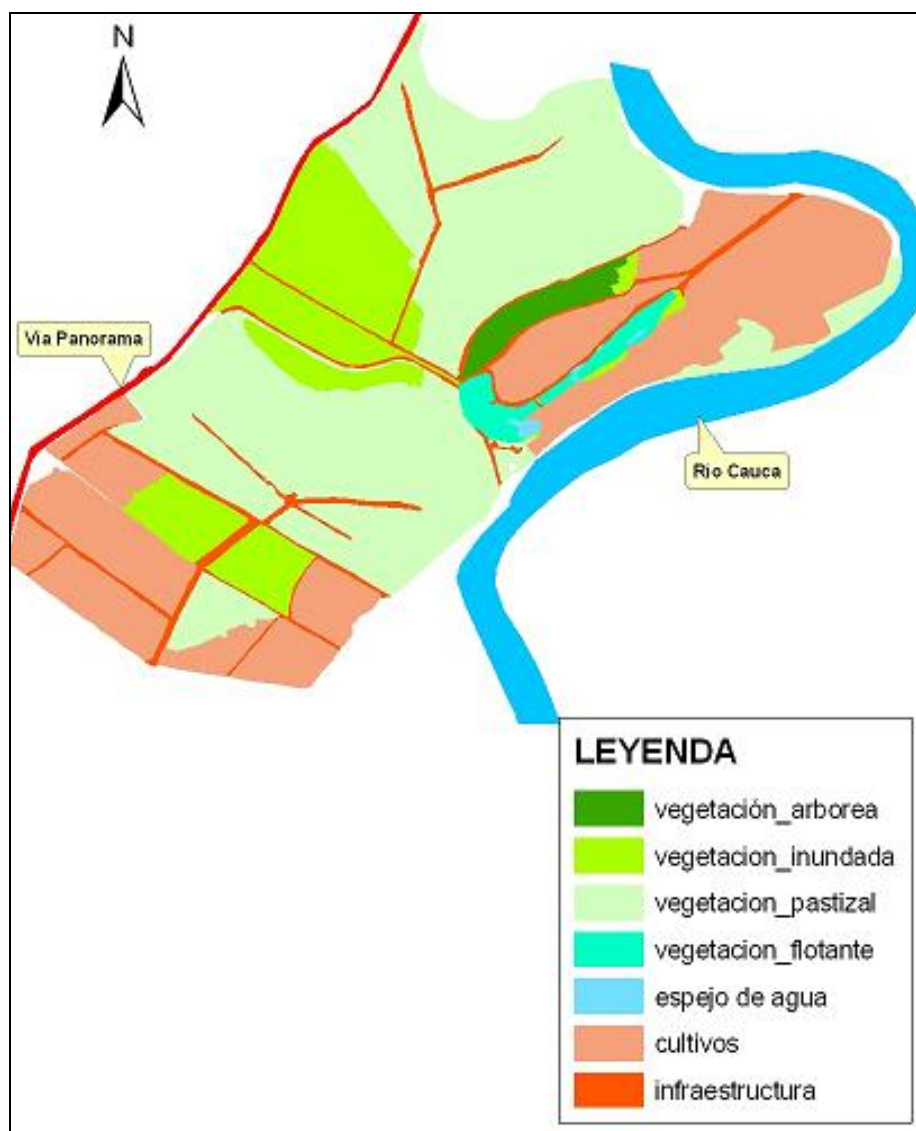
(Significado: - Disminuyo, + Aumento)

# Mapa Agua Salada

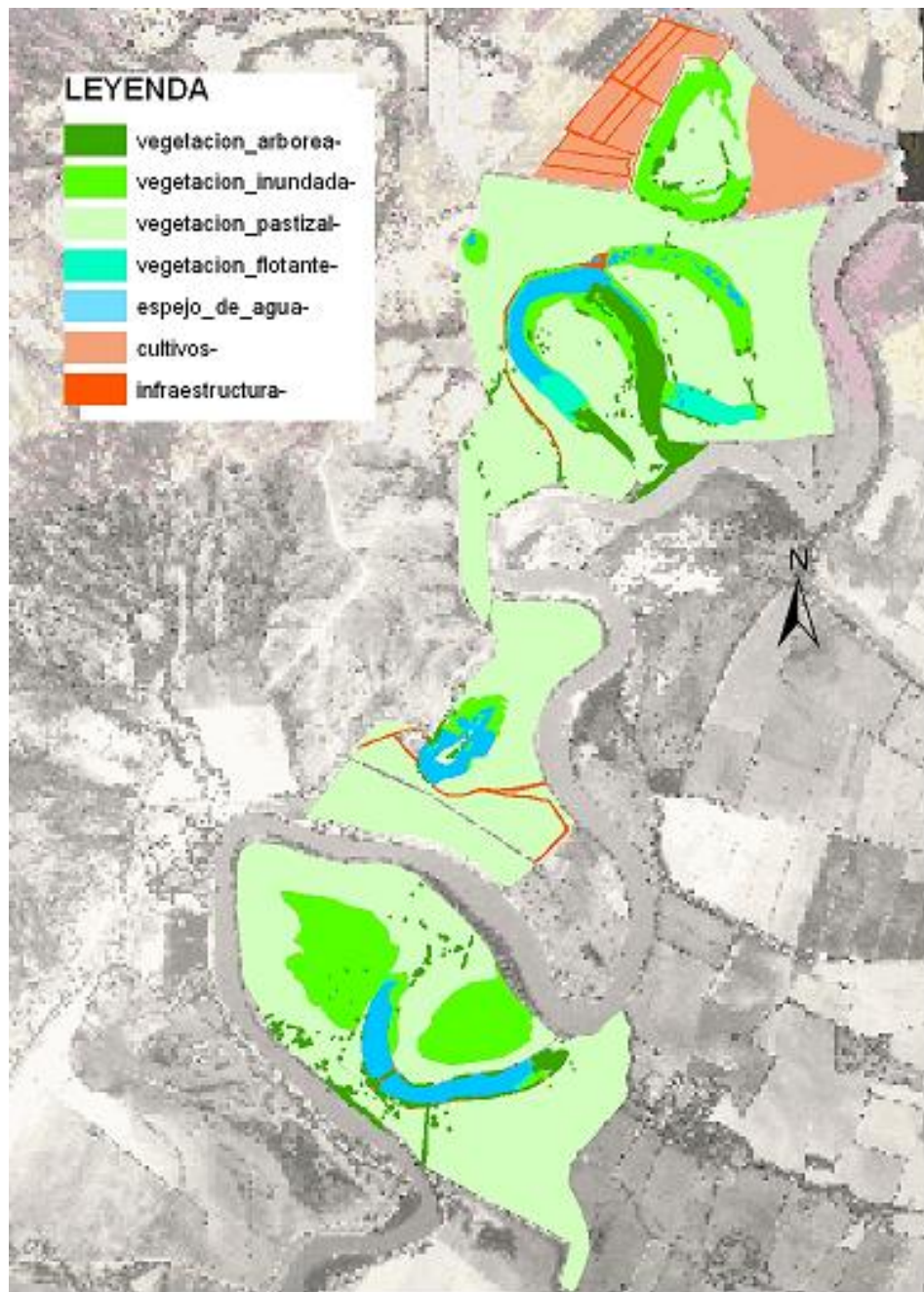
## 1986



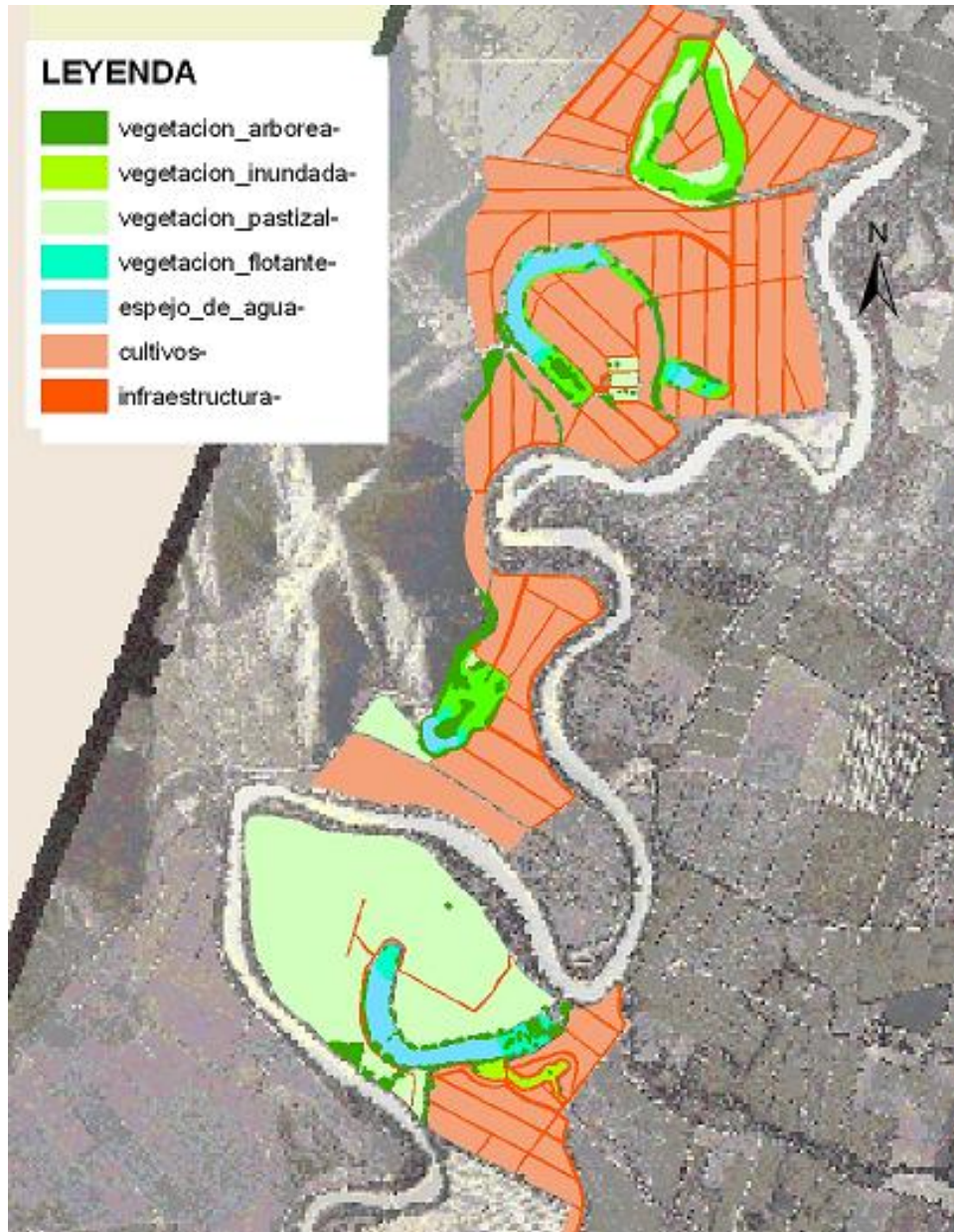
# Mapa Agua Salada 2007



**Mosaico de los humedales: Videles, Gota de leche, Maizena, Cocal, Chiquique, en el año de 1986.**



**Mosaico de los humedales: Videles, Gota de leche, Maizena, Cocal, Chiquique, en el año de 2007.**



## BIBLIOGRAFÍA.

- FERNÁNDEZ VARGAS, Edgar. Diseño y aplicación de un sistema de información geográfica para la gestión ambiental de humedales lénticos asociados al Valle geográfico del río Cauca. Cali : Trabajo de grado, Universidad del Valle, 2004. 151 p.
- TABILO VALDIVIESO, Elier. El beneficio de los humedales en América Central: el potencial de los humedales para el desarrollo. San José : Universidad Nacional Heredia, Costa Rica, 1997. 48 p.
- CVC Hidrología. Lagunas y madrevejas del departamento del Valle del Cauca, Colombia. Cali : CVC, 2002. 48p.
- NARANJO, Luís Germán, ANDRADE Germán, PONCE DE LEON, Eugenia. Humedales interiores de Colombia: bases técnicas para su conservación y uso sostenible. Bogotá : Instituto Humboldt, 1999. 79 p.
- UICN Unión mundial para la naturaleza. Conservación de humedales: un análisis de temas de actualidad y acciones necesarias. Gland : Patrick J. Dugan, 1992. 100 p.
- SPURR, Stephen. La fotografía aérea. EN: Unasylva, las reservas forestales del mundo. Washington, D.C. : FAO, 1948.
- CASTELÁN VEGA, Rosalía, RUIZ CAREAGA, Jesús, LINARES FLEITES, Gladis. Dinámica de cambio espacio-temporal de uso del suelo de la subcuenca del río San Marcos, Puebla, México. D.F : Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, 2007, p. 75-89
- RODRÍGUEZ ESTABAN, J.A, PÉREZ BLANCO, M, RODRÍGUEZ DALDA, F. Análisis de los cambios espacio-temporales a partir de la



creación de ortoimágenes del vuelo fotogramétrico de 1993. Madrid :  
Universidad autónoma de Madrid

- LEAL RAMÍREZ, Rosa M, ALCAIDE José F, OLIVERA ACOSTA, Jorge, URATSUKA RODRÍGUEZ, Martha. Uso de fotografías aéreas en el análisis del impacto ambiental en la zona costera del municipio de Bauta. La Habana : Departamento de Estudios Geoambientales, Instituto de Geofísica y Astronomía.