

**PROYECTO AXILIUM CAMBIOS EN LA COBERTURA  
DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RIO COMBEIMA TOLIMA-COLOMBIA.**

C.J. Rodríguez Hernández

Héctor Benavides Acosta

**RESUMEN**

El artículo describe el Proyecto AXILIUM cuyo objetivo principal ha sido el estudio Del cambio de uso de suelo por intervención antrópica en el páramo del Tolima hasta la desembocadura del Rio Combeima año 2013 Partiendo de la base de datos de cobertura de suelo a escala 1:100.00 CorineLand Cover (CLC), realizada sobre imágenes de satélite Landsat ETM 2010, se analiza e interpreta el cambio de uso de cobertura. Finalmente se cartografían los cambios ocurridos y se realiza un sencillo estudio con unidad mínima cartografiable de 0,25 Ha a nivel de interpretación de metodología C.C.C 2 y 3 Se concreta esta metodología para un área geográfica determinada como C.C.C.

**PALABRAS CLAVE:** Axillium, Combeima, metodología, Corine Land Cover Colombia.

**ABSTRACT**

The article describes the AXILIUM project whose main objective was to study Change in land use by human intervention in the wilderness of Tolima to the mouth of Rio Combeima 2013 Based on the database of land cover scale 1:100.00 Corine Land Cover (CLC), on enhanced Landsat TM images from 2010, analyzes and interprets the cobertura use change. Finally change occurred mapped and a single study is performed with minimum mappable unit of 0.25 ha to performance level 2 and 3 CCC this is metodología concrete for a given geographic area as CCC.

**KEYWORDS:** AxilliumCombeima, methodology, CorineLandCoverColombia.

## INTRODUCCION

El área correspondiente a la cuenca del río Combeima presenta escenarios críticos por la ocurrencia de fenómenos naturales como inundaciones, avalanchas, deslizamientos y represamientos, asociados al régimen hidroclimatológico, al material litológico aflorante, a las altas pendientes y a procesos de desequilibrio adicional resultado de la intervención humana.

La metodología del proyecto Corine Land Cover, del que parte el proyecto Axillium. En el 2013 tiene como fin «Un proyecto experimental para la recogida de Datos, la coordinación y la homogeneización de la información sobre el estado del Medio ambiente y los recursos naturales en la Comunidad.

Los objetivos concretos Corine Land Cover para este estudio se establecieron en 2010:

- 1.” Proporcionar información cuantitativa y grafica consistente y comparable para todos Las áreas de la Comunidad sobre la ocupación del suelo.
2. Generar una base de datos de cobertura del suelo a escala 1:100.000 y Leyenda preestablecida.
- 3.” Extender el proyecto a todas las áreas con zonificación y estructuras ambientales similares a las de este proyecto.

Para la realización del mismo se emplearon imágenes del satélite Landsat ETM, Siendo la interpretación de tipo visual clasificación supervisada. Se partió de ortofotos sobre las que se hicieron la interpretación y marcado de los distintos polígonos de usos. Posteriormente se digitalizaron los polígonos.

En la actualidad el proyecto Corine Land Cover, ya se ha implementado en Colombia para todos los proyectos de con carácter de interpretación para la aprobación de los entes supervisores, se centra ahora en proyectos medio ambientales con énfasis en licenciamientos formales para uso de suelo manteniendo la metodología de interpretación visual, aunque se han realizado algunos estudios para intentar realizarlo mediante procedimientos de clasificación no supervisada.

El proyecto Axillium nace del convencimiento de que los análisis y variabilidad de los usos de suelo nos dan unos conocimientos de la evolución y/o el impacto antrópico en esta zona, y nos permite establecer criterios para la planificación territorial.

Proyecto Axillium trata de elaborar un mapa de cambios de usos de suelo del páramo Tolimense y su Cuenca principal por intervención antrópica. Los resultados del proyecto se componen de una cartografía de los polígonos que cambian de uso y de un análisis estadístico sencillo de estos cambios.

## JUSTIFICACIÓN.

Debido a la importancia de los páramos colombianos y la pérdida de especies endémicas y estructura medio ambiental se ve necesario e indispensable realizar este tipo de estudios ya que se infiere que uno de los impactos más fuertes e influyentes en la pérdida de biodiversidad ecoambiental en altitudes pronunciadas podría ser la intervención antrópica.

Desde 3 décadas atrás aproximadamente se alcanza a evidenciar un aumento de la población en las cercanías del páramo Tolimense además de un aumento en cultivos agrícolas en el sector de Espinal y sus alrededores.

Teniendo en cuenta que el páramo tolimense es uno de los sitios turísticos más relevantes del departamento se ve un Impacto considerable en el cambio de uso de suelo.

Es de suma importancia saber que el Tolima y más por el suroccidente del departamento en el municipio del Espinal existe una amplia adecuación de tierras para uso agrícola ya que el espinal es una de las despensas más grandes de arroz de Colombia y américa latina.

Ya que en la actualidad se cuenta con recursos científicos y herramientas informáticas para poder realizar una visualización se puede evidenciar más claramente este tipo impactos, además de profesionales con una alta capacitación para realizar este tipo de proyectos masclaro y de una forma amigable.

La realización de este estudio también es importante dado a que otra posible fuente de impacto en la perdida de paramo podría ser la variabilidad climática, este estudio deja las puertas abiertas para siguientes análisis multitemporales climatológicos y meteorológicosentre otros.

Este impacto también se ha visto como un generador de mala calidad además de una pérdida en el volumen de agua que suministra a gran parte de la Capital Tolimenses ya que este rio es la fuente principal de abastecimiento para la capital Tolimense.

Un problema socia amplio de este y que ha generado gran controversia son los asentamiento ilegales que se han posado sobre las riveras del Rio Combeima lo cual han cobrado perdidas económicas y de vidas en este sector.

Por estos motivos nombrados anteriormente se ve importante y necesaria la realización de este tipo de estudios en este sector tan coyuntural para el departamento.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

Básicamente se evidencian unos problemas territoriales como son:

1. pérdida de especies endémicas y estructura medio ambiental.
2. aumento en cultivos agrícolas en el sector de Espinal y sus alrededores.
3. Impacto mal manejo turístico.
4. amplia adecuación de tierras para uso agrícola.
5. mala calidad y pérdida en el volumen de agua.
6. asentamientos ilegales que se han posado sobre las riveras del Rio Combeima.

Estos son los problemas más influyentes en esta cuenca y basados en todos estos inconvenientes se ve necesario realizar el estudio de uso de cobertura de suelo para poder arrojar hipótesis y generar planteamientos y posibles soluciones a estos problemas fuertes e impactantes en la cuenca de río Combeima.

## **HIPÓTESIS.**

Hi. El agente principal de cambio de uso de suelo y degradación de tierras es el uso antrópico.

Ho. El agente principal de cambio de uso de suelo y degradación de tierras no es el uso antrópico.

## **OBJETIVO**

El objetivo principal de este proyecto ha sido el estudio de los cambios acaecidos en la cobertura (y uso) del suelo en la cuenca del río Combeima. Tomados desde la línea del nevado del Tolima hasta el sur de Ibagué. Para ello se han utilizado imágenes Landsat ETM de 2010 (aproximadamente), y las imágenes ETM que se utilizaron para realizar el proyecto Come Land Cover en 2007.

Los cambios se obtienen por comparación de dos coberturas de tierra estaría compuesta por polígonos de los usos de suelo de 2007 y la segunda por los usos de 2013. La primera es la de la alcaldía y Cortolima; la segunda es la propia elaborada en este proyecto CLCC.

El proceso de elaboración ha consistido en la foto-interpretación asistida de la imagen EMT 2010 interpretación de clasificación no supervisada ajustando clasificación supervisada CLC (2013).

Finalmente la comparación de ambas bases de datos ha permitido la realización de cartografía de los cambios ocurridos, así como la generación de estadísticas que expliquen la evolución de la cobertura del suelo en la cuenca.

Visualizar el cambio de uso de suelo en la cuenca del río Combeima y deducir los agentes principales.

## METODOLOGIA.

1. Recolección de insumos cartografía base e imágenes de apoyo.
2. Adquisición de equipos y software.
3. Información de antecedentes alcaldía y cortolima.
4. Análisis de información de antecedentes.
5. Primera interpretación para visita a campo.
6. Visita a campo para reconocimiento de uso de cobertura.
7. Recolección de información en campo.
8. Digitalización de información en campo.
9. Salidas gráficas.
10. Diligenciamiento de documento.

La digitalización de la información se realizó bajo la metodología Corine Land Cover Colombia 2010 a nivel mínimo cartografiable de 0,25 Ha y a nivel 2 y 3 de interpretación.

La imagen satelital se adecua con una combinación de bandas espectrales dependiendo cual es el tipo de cobertura a interpretar para tener un análisis mas exacto y realizar la delimitación del polígono con exactitud.

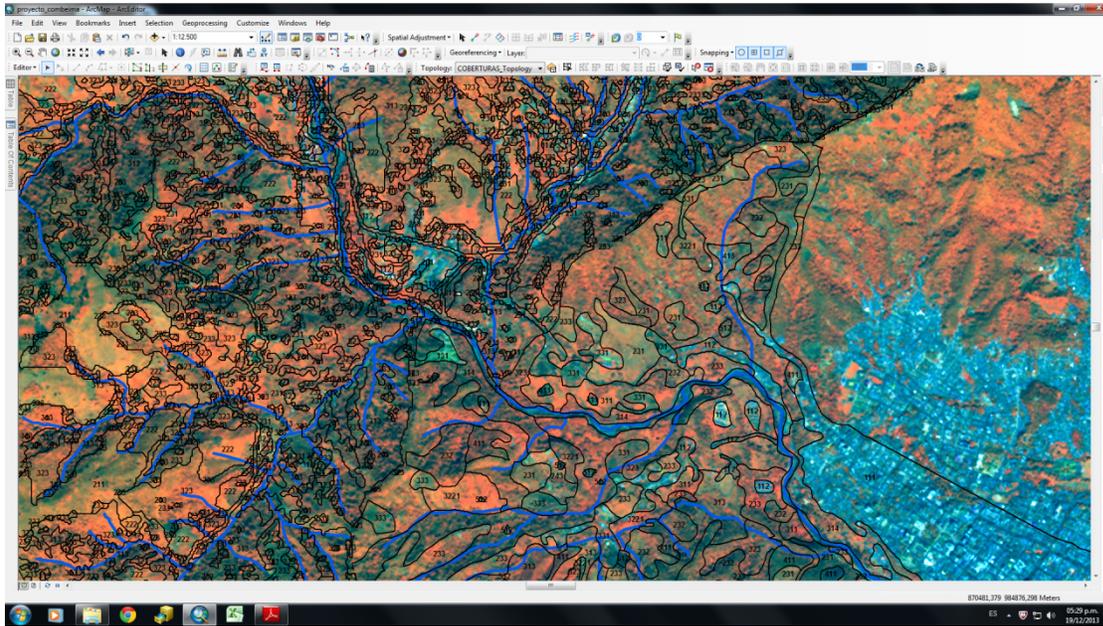
Se crea una geodatabase con características robustas para el almacenamiento de la información interpretada.

Se realizó una interpretación de clasificación supervisada por el profesional idóneo con conocimientos de comportamiento de bosque y demás.

Dicha digitalización se realizó con los equipos de cómputo adecuados para la fácil labor y rápida ejecución del proyecto bajo la ayuda del software GIS ArcGis versión 10.1 en file geodatabase para consistencia y robustez de la información. Con la creación de polígonos y una estructura de información de polígonos con la codificación CLC la simbología áreas OI y nombre de la cobertura de uso de suelo.

Al culminar toda la interpretación y digitalización de la información se realiza una revisión de topología y consistencia lógica de lo elaborado.

## PANTALLAZO COMBINACION DE LAS 2 DIGITALZIADAS



## MARCO TEORICO.

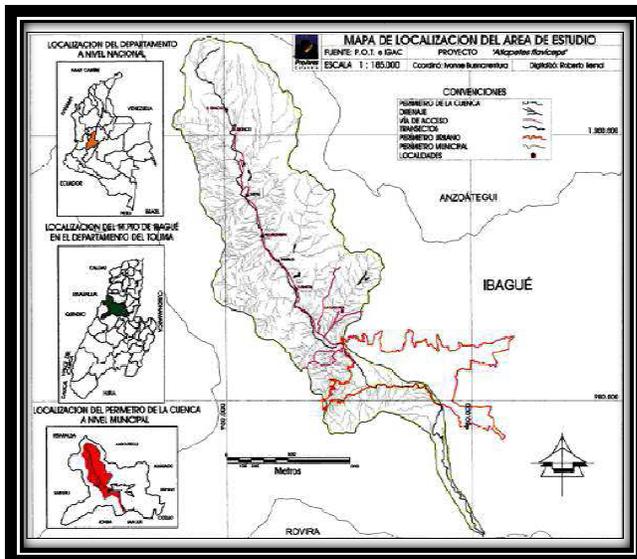
### DIAGNÓSTICO Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA CUENCA DEL RÍO COMBEIMA

El área correspondiente a la cuenca del río Combeima presenta escenarios críticos por la ocurrencia de fenómenos naturales como inundaciones, avalanchas, deslizamientos y represamientos, asociados al régimen hidroclimático, al material litológico aflorante, a las altas pendientes y a procesos de desequilibrio adicional resultado de la intervención humana. Estos fenómenos repercuten profundamente en los procesos de degradación y desequilibrio de los ecosistemas y se constituyen en uno de los mayores riesgos de pérdida para la infraestructura física y social, amenazando la captación y almacenamiento de agua potable de Ibagué (bocatomas, conducciones y tanques de almacenamiento), infraestructura vial, escuelas y asentamientos en las áreas de amenaza de la cuenca.

### DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CUENCA DEL RÍO COMBEIMA.

La cuenca del río Combeima se encuentra ubicada entre los 04°19'30'' y 04°39'57'' latitud norte y los 75°10'11'' y 75°23'23'' longitud oeste sobre el flanco oriental de la cordillera central, con una extensión aproximada de 27.421 Ha<sup>9</sup>. Limita por el norte con el municipio de Anzoátegui; por el Occidente con la cuenca del río Coello; por el oriente con el municipio de Anzoátegui y las cuencas hidrográficas de los ríos LaChina, Alvarado y Chipalo; y por el Sur con las cuencas de los ríos Opía y Coello (Figura 1).

Para esta cuenca se han definido 10 zonas de vida<sup>10</sup> de acuerdo a los rangos establecidos por Holdridge, con base en sus valores anuales de precipitación, evapotranspiración y temperatura.



## ESTADO DEL ARTE

A continuación se nombran unos de los estudios que se han realizado con relación a este tipo de proyectos y metodologías utilizadas en el campo del SIG uso de suelo y metodología corinelandcover.

### COBERTURAS VEGETALES, USO ACTUAL DEL SUELO Y DETERMINACIÓN DE CONFLICTOS DE USO DEL SUELO CON BASE EN EL POT DE LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN.

#### 1. PRESENTACION

La Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, y el Departamento Administrativo de Planeación del Municipio de Medellín, suscribieron el convenio interadministrativo No. 4600021476 de 2009, con la finalidad de actualizar las coberturas y el uso actual del suelo de cuatro de los corregimientos del Municipio de Medellín.

Como antecedente, en el año 2005, las mismas instituciones realizaron el convenio No. 4800000990, con un objetivo similar de levantar las coberturas y los usos del suelo de los corregimientos del Municipio de Medellín, para el año 2004.

Durante ese contrato se analizó también el cambio de coberturas para el periodo 1998 - 2004 y el conflicto entre el uso del suelo al año 2004, conforme con los usos del suelo establecidos en el Plan de Ordenamiento de Medellín (POT Municipio de Medellín 1999).

***ESTUDIO DEL FACTOR VEGETACIÓN “C” DE LA ECUACIÓN UNIVERSAL DE  
PÉRDIDAS DE SUELO REVISADA “RUSLE” EN LA CUENCA DEL RÍO BIRRÍS  
(COSTA RICA)***

El TFC forma parte de las labores de investigación que se están llevando a cabo en el Grupo Cambio Global (GCG), perteneciente al departamento de Recursos Naturales y Ambiente del CATIE, para implementar el Proyecto “*Contribución a la política de pago por servicios hidrológicos para el sector hidroeléctrico de Costa Rica*”, en adelante Proyecto CATIE-UICN, con apoyo financiero del Fondo de Incidencia en Política Ambiental de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). Dicho Proyecto esta enmarcado en el Proyecto Internacional TroFCCA: "Bosques Tropicales y Adaptación al Cambio Climático" (2005-2009). TroFCCA es un proyecto de investigación interdisciplinario financiado por la Unión Europea (EuropeAid/ENV/2004-817).que pretende adaptar estrategias de gestión para mitigar el efecto del cambio climático en los bosques tropicales.

***PRODUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA DE COBERTURA Y USO DEL SUELO, ESCALA  
1:100.000(METODOLOGÍA CORINE LAND COVER – CLC )***

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena (Cormagdalena) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi(IGAC) acordaron, mediante la firma de un convenio, desarrollar un proyecto para adaptar y validar la nomenclatura y la metodología CORINE Land Cover con el propósito de construir un mapa de cobertura de la tierra a escala 1:100 000 para la cuenca del río Magdalena – Cauca.

Durante la primera fase de éste estudio se diseñó un sistema de clasificación estructurado en 3 niveles y 62 clases de coberturas, con base en él, se combinaron técnicas de procesamiento digital e interpretación visual de imágenes Landsat ETM complementadas con el uso de fotografías aéreas y trabajo de campo, para generar la base de datos de cobertura de la tierra en 5 zonas diferentes localizadas en la cuenca del río Magdalena.

Al final de ésta primera etapa, se inició la socialización del resultado del trabajo a otros organismos colombianos y se presentó el sistema de clasificación de cobertura de la tierra CLC Colombia, al ICONTEC para empezar la normalización oficial de la nomenclatura.

**Objetivo**

El objetivo general del proyecto consiste en probar, validar y adoptar el sistema de clasificación de las coberturas del suelo “CORINE LandCover” en la cuenca del Magdalena – Cauca. La producción se debe desarrollar a escala 1:100 000, según la distribución oficial de las planchas IGAC.

Como objetivos específicos del segundo convenio específico, correspondiente a la fase operativa del proyecto, se contemplaron los siguientes:

- Reforzar la capacitación del grupo de técnicos del IDEAM, CORMAGDALENA e IGAC en temas relacionados con la interpretación de la cobertura de la tierra mediante la utilización de imágenes de satélite, así como en las metodologías y nomenclatura CLC Colombia.
- Mejorar la adaptación de la clasificación de cobertura de la tierra “CorineLandCover”;
- Estructurar la Base de Datos “CorineLandCover Colombia”;
- Interpretar y validar la cobertura de la tierra para las planchas 1:100 000 que conforman la cuenca del río Magdalena – Cauca.

## **CONTRATO INTER-ADMINISTRATIVO 038 FIRMADO ENTRE CORTOLIMA Y LA UNIVERSIDAD DEL TOLIMA**

Ordenación forestal para el Departamento del Tolima, referente a las áreas forestales naturales productoras y protectoras, de acuerdo con lo establecido por el artículo 38 del decreto 1791/96, sobre el Plan General de Ordenación Forestal en las áreas de jurisdicción decada Corporación; y el segundo, la elaboración de un mapa de cobertura y uso de la tierra del Departamento a una escala que dependería de la disponibilidad de imágenes de satélite.

Otros propósitos fueron: capacitar a los funcionarios de Cortolima en el manejo de imágenes satelitales, diseñar y modelar un sistema de información biofísico y socioeconómico de las áreas forestales protectoras del Departamento y plantear los lineamientos generales para la elaboración de los planes de ordenación de las zonas forestales del Departamento.

El proyecto desarrolló un inventario forestal de tipo exploratorio, colectó la información dendrológica correspondiente, como también la de avifauna asociada a los bosques, información socioeconómica y de la infraestructura asociada a las coberturas forestales naturales del Departamento. Orientó, con el acompañamiento del Instituto geográfico “Agustín Codazzi”, el curso “Percepción remota y procesamiento digital de imágenes aplicado a levantamientos de cobertura y uso de la tierra”.

## **RESUMEN**

El trabajo de investigación que se expone a continuación, consistió en la identificación y análisis de las categorías, dimensiones, variables e indicadores, cuya lógica interdisciplinaria e instrumental operativo permitieron comprender el comportamiento ecosistémico de la cuenca del río Combeima y evidenciar sus alteraciones ambientales ocasionados por procesos históricos de mediación social.

La construcción de la imagen ambiental actual, se realizó con fines de planificación e intervención técnica política, en el contexto de la relación naturaleza - sociedad.

La teoría Regional del Desarrollo Sustentable optada en la investigación, efectúa su despliegue dimensional articulado a las tendencias previas de desarrollo en la espacialidad de la cuenca. La configuración de la imagen ambiental fue resultado del estudio interdimensional de sus procesos de desarrollo, identificación de la ruta crítica de la problemática ambiental derivada de tales procesos e identificación de los actores sociales con sus conflictos de interés y de poder político.

Como resultado de la investigación se pudo demostrar la inviabilidad ecológica y social de los modelos de desarrollo implementados en la cuenca, en una imagen ambiental en la cual se percibe el aumento en las disparidades sociales, la fragmentación ecosistémica y alta tendencia a la homogenización en los procesos económicos productivos.

El conocimiento generado por esta investigación, constituye la fase de configuración ambiental o diagnóstico de la imagen actual. Así mismo, se convierte en el soporte de la fase de reconfiguración ambiental y de la fase de investigación denominada "Formulación y Construcción de la Imagen Ambiental posible", las cuales serán emprendidas en el inmediato futuro por el programa de maestría en Planificación y Manejo Ambiental de Cuencas Hidrográficas de la universidad del Tolima.

## **IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA CORINE LAND COVER CON IMÁGENES IKONOS**

La metodología CorineLandCover se engloba dentro del Programa CORINE (Coordination of Information of the Environment), el cual inicia el 27 de junio de 1985, y en virtud de una decisión del Consejo de Ministros de la Unión Europea,

pasa a ser responsabilidad de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) en el año 1995 [1]. Este proyecto tiene como objetivo fundamental la captura de datos de tipo numérico y geográfico para la creación de una base de datos europea a escala 1:100.000 sobre la cobertura y/o uso del territorio (ocupación del suelo) [2].

### **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA CORINE LAND COVER EN LA DETERMINACIÓN DE LOS CAMBIOS DE COBERTURA EN EL PARQUE NATURAL LOS FLAMENCOS**

Los aportes de la teledetección a los estudios ambientales radican en su capacidad para seguir procesos dinámicos [2]. En el mundo, la teledetección se ha empleado para identificar cambios en la cobertura y uso de la tierra, además del estudio de otro tipo de eventos, algunos esporádicos como erupciones volcánicas o incendios, y otros continuos como inundaciones, además de aquellos que tienen su origen en las actividades antrópicas.

En la actualidad, el desarrollo de estudios multitemporales aplicados a la detección de cambios en las coberturas de la tierra, ha cobrado una especial importancia en el ámbito de la ordenación del territorio y en el caso especial de las áreas protegidas, en la formulación de políticas tendientes a la conservación y protección de los recursos naturales.

En Colombia, este tipo de estudios se han venido desarrollando por entidades como el IGAC, desde finales de la década de los 80, inicialmente aplicados a la detección de cambios geomorfológicos y en los últimos años, a la determinación de cambios en las coberturas de la tierra.

Dentro de los proyectos desarrollados asociados con esta temática se pueden relacionar el trabajo titulado “Estudio multitemporal de los manglares de la franja costera del departamento del Atlántico”, realizado con la participación de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA), en 1998 y el proyecto desarrollado por CORPOICA en

asocio con el IGAC, titulado “Análisis multitemporal de la biosfera con el uso de sensores remotos y sistemas de información geográfica en la región de La Mojana” en 1996.

La metodología CORINE LandCover viene siendo utilizada en Colombia desde el año 2004, cuando se inició el proyecto de su adaptación a las condiciones del país y donde participaron el IGAC, el IDEAM y CORMAGDALENA sobre el área de jurisdicción de esta última. A finales de 2010 estas mismas entidades en convenio con La unidad de parques y los institutos de investigación, han terminado el mapa de coberturas de la tierra para los años 2000-2002, que está por publicarse, usando esta misma metodología. Así mismo, se han adelantado ejercicios de actualización a los años 2005-2007 en algunos sectores del territorio nacional, pero no se han publicado ejercicios de análisis multitemporal propiamente dichos.

Debido a que en Colombia, aún son pocos los estudios que utilizan imágenes satelitales para identificar cambios en la cobertura vegetal, se pensó en desarrollar un proyecto de carácter académico, cuyo propósito principal fuera el estudio multitemporal de coberturas en el Santuario de Flora y Fauna “Los Flamencos” a escala 1:100.000, para determinar los cambios experimentados por las coberturas en el período comprendido entre 1987 y 2007, empleando la metodología CORINE LandCover, con miras a obtener información cartográfica relevante que pudiera servir como base para proponer o redefinir políticas de protección de recursos en el área.

### **Implementación de la metodología CorineLandCover con imágenes Ikonos**

La metodología CorineLandCover se engloba dentro del Programa CORINE (Coordination of Information of the Environment), el cual inicia el 27 de junio de 1985, y en virtud de una decisión del Consejo de Ministros de la Unión Europea, pasa a ser responsabilidad de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) en el año 1995 [1]. Este proyecto tiene como objetivo fundamental la captura de datos de tipo numérico y geográfico para la creación de una base de datos europea a escala 1:100.000 sobre la cobertura y/o uso del territorio (ocupación del suelo).

Actualmente existen productos de imágenes de satélite de uso libre con los cuales investigadores, universidades, entidades territoriales, y entes gubernamentales vienen trabajando para evaluar los cambios en las coberturas del suelo [3]; tal es el caso de imágenes MODIS, Landsat y CBERS. Estos productos, aunque tienen una baja resolución espacial, poseen ventajas sobre otros productos comerciales de costo, como son su condición de uso libre, su resolución temporal, su resolución espacial, y el grado de exactitud horizontal con el que son entregados.

La metodología CorineLandCover del año 1990 (CLC90) fue refinada en el año 2000 con la propuesta CLC2000 e Image2000; la primera es una guía para la actualización de bases de datos de Cobertura del Suelo en Europa, propuesta por Perdigão y Annoni [1] y la segunda es una guía estandarizada para el procesamiento de imágenes de satélite [4]. La actualización de la guía fue presentada para su implementación en un sistema de computador, evaluado por un equipo de especialistas de cuatro nacionalidades distintas (I&CLC2000). Su aplicación se hizo con imágenes actuales de los satélites Landsat y Spot, buscando la identificación de algún cambio en la forma de los polígonos de coberturas del suelo de años previos.

Este artículo expone la aplicación de esta metodología en un área de 36.563 ha, en adelante denominado corredor, el cual incluye 4 municipios, 76 veredas, y 5 áreas de protección distribuidas altitudinalmente entre los 1200 y 3100 m.s.n.m. Para lograr la caracterización del corredor desde el punto de vista de las coberturas vegetales se propuso como objetivo la implementación de las metodologías CLC2000 e Image2000.

## **GUÍA TÉCNICA DE ACTUALIZACIÓN DEL *CORINE LAND COVER***

Esta guía resume los trabajos y estudios realizados por el Centro Común de Investigación (CCI) y el Centro Temático Europeo en Coberturas del Suelo (ETC LandCover), en relación al desarrollo de una metodología de actualización de la base de datos *CORINE LandCover*.

El objetivo principal de la Guía de Actualización, es el establecimiento de una metodología homogénea y consistente de actualización para todos los países integrados en este proyecto.

La actualización del CorineLandCover (CLC) puede ser la ocasión de introducir las mejoras necesarias para las aplicaciones nacionales del programa CORINE, sin olvidar que el producto final debe ser también una base de datos europea.

Debe seguir tres principios básicos:

- Tener en cuenta la metodología y fuentes de datos utilizadas en la fase de creación.
- Continuar liderando una base de datos armonizada a nivel nacional y europeo.
- El proceso de actualización debe ser más rápido y menos costoso que el proceso de creación.

Como consecuencia de estos principios, se origina la necesidad de definir una metodología consistente de actualización que pueda ser repetida en sucesivas revisiones de la base de

datos. Por esta razón, el procedimiento planteado debe reducir al máximo la subjetividad en la fotointerpretación. El objetivo de obtener un producto homogéneo, actualizado y validado para toda la Unión Europea, así como permitir estudios sobre la evaluación de los cambios de usos del suelo producidos durante los últimos años, dependerá en gran medida de la consistencia y homogeneidad de todo el proceso y muy especialmente de la fase de identificación de cambios de usos y coberturas del suelo.

Con esta guía se pretende facilitar en lo posible la actualización de la base de datos CLC. En la actualidad, existen diversos procedimientos automáticos que pueden permitir el acercamiento a una metodología totalmente automática de actualización. Este es el caso de clasificaciones automáticas. Sin embargo, hay ciertos aspectos que todavía estos procesos no tienen en cuenta, como por ejemplo, los cambios en usos del suelo que pueden ser fácilmente detectados mediante imágenes de satélite pero que no representan cambio alguno en la nomenclatura CLC: si la categoría “girasoles” reemplaza a los “cereales de invierno”, entonces no habría variación alguna en la clase temática representada en el CLC. Este aspecto, muestra por tanto, la dificultad de utilizar procedimientos completamente automáticos en la actualización, lo cual justifica esta guía basada en técnicas semiautomáticas como la única operacional hasta el momento.

La base de datos CORINE LandCover es una base de datos cartográfica, donde las unidades cartográficas de usos del suelo se definen en función de componentes espaciales, temáticos y temporales.

Como base de datos de usos del suelo, la precisión temática es el componente principal. Por ello, la fotointerpretación asistida por ordenador complementada con la utilización de mapa temáticos exógenos tiene un papel fundamental.

En relación a la precisión espacial de la base de datos (componente con mayor error en la base de datos original del CLC), hay que destacar dos aspectos principales: la precisión en la corrección geométrica de las fuentes de datos (imágenes de satélite y mapas topográficos utilizados para georreferenciarlas), y la precisión de las fronteras de los polígonos, relacionada con la digitalización de las unidades cartográficas.

En cuanto a la precisión temporal, ésta no es igualmente relevante para todas las clases de usos del suelo. La variación dinámica de los usos del suelo puede ocasionar que una clase bien identificada haya cambiado cuando se lleva a cabo la fase de validación de la base de datos.

En la actualidad, se aborda la primera actualización de la base de datos CLC europea, y en consecuencia la fase más crítica para conseguir una base de datos homogénea y perfectamente comparable entre distintos países. Por ello, se ha propuesto que el seguimiento detallado de la guía metodológica, sea obligatorio para todos los países integrados en este proyecto, y por tanto, para todas las organizaciones que lleven a cabo el proyecto.

## **I. RESUMEN DE LA METODOLOGÍA PARA LA CREACIÓN DEL CORINE LandCover**

El objetivo de este apartado es ilustrar los principios de la metodología seguida en la creación del CORINE LandCover y que son considerados importantes por sus consecuencias en sucesivas actualizaciones.

Los siguientes temas de la metodología serán detallados:

- Nomenclatura.
- Definición de la unidad espacial.
- Escala de trabajo.
- Proceso de la fotointerpretación.
- Heterogeneidad de las imágenes de satélite utilizadas (MSS, TM, SPOT, ...)
- Utilización de técnicas de tratamiento digital de imágenes.
- Utilización de información auxiliar o exógena.

### **II. 1. Nomenclatura del CORINE LandCover**

La nomenclatura del CORINE LandCover contiene tres niveles a escala europea.

Esta nomenclatura está fuertemente relacionada con el proceso de fotointerpretación, la escala de trabajo y de publicación, y con la unidad mínima cartografiable.

De hecho, es fácil encontrar en el tercer nivel de la jerarquía, un grupo de clases por las que se requiera un análisis deductivo. Por ejemplo, las clases 1.4.2 (instalaciones deportivas y recreativas), 1.4.1. (zonas verdes urbanas) y 1.2.3. (zonas portuarias) no son sólo categorías correspondientes a diferentes coberturas del suelo, sino que son clasificadas por su diferente uso del suelo.

Este hecho implica que el fotointérprete elige la clase a ser actualizada teniendo en cuenta el contexto en el cual está ubicada dicha categoría (p.e. un espacio verde dentro de una ciudad debe ser clasificado probablemente dentro de las categorías 1.4.1 o 1.4.2) y la información adicional que se disponga (fotografías aéreas, mapas temáticos, etc.).

La interpretación de clases no homogéneas como: 2.1.1 (viñedos), 2.4.2 (mosaicos de cultivos), 2.4.3. (terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural), etc., demuestra que la respuesta espectral no es homogénea para algunas clases a determinar en la nomenclatura CLC. Por ello, clasificaciones automáticas

no pueden considerarse como exhaustivas, debiéndose proceder mediante la fotointerpretación experta.

Por otro lado, otro factor a considerar es la delimitación de coberturas y usos del suelo cuya variación espacial se da de forma gradual, como ocurre principalmente con las clases: 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3, 2.4.4, 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4. En estos casos, debe ser el fotointérprete quien tome la decisión de dónde pasa de una categoría a otra diferente.

En estos casos, un punto de vista sinóptico es indispensable para la correcta identificación de las clases.

## **II. 2. Definición de la unidad espacial**

La unidad espacial corresponde tanto a una zona de cobertura homogénea (agua, bosques,...) como a pequeñas zonas homogéneas que representan una estructura de cobertura terrestre.

Las siguientes restricciones deben ser respetadas:

- Representa una superficie con significancia en relación a la escala de trabajo.
- Es perfectamente diferenciable de las unidades que la rodean.
- Es suficientemente estable en el tiempo.
- 

La unidad mínima cartografiable en el CORINE LandCover a escala 1:100.000 es de 25 Ha.

## **II. 3. Escala de trabajo**

En la metodología original para la creación del CORINE LandCover, la interpretación de la imagen se realizó sobre salidas gráficas a escala 1:100.000, sobre las cuales se superpuso transparencias para realizar las minutas y su posterior digitalización.

Actualmente, la metodología sigue una aproximación a técnicas de SIG.

En las últimas décadas del siglo XX, y como consecuencia de la actividad del hombre sobre la superficie de la Tierra, comenzaron a ser patentes procesos de degradación, a escala local, regional y global, los cuales tienen una incidencia directa sobre las condiciones de vida del hombre.

En este sentido, el conocimiento de las características de la superficie del planeta, así como las dinámicas de la evolución del mismo, son un material de vital importancia para el análisis de los factores medioambientales y humanos que interactúan en el paisaje. En este sentido, el desarrollo espectacular que en los últimos 30 años han experimentado los

satélites de observación de la Tierra, permiten en la actualidad abordar trabajos cartográficos de ocupación de la superficie del planeta de mayor precisión y calidad (Chuvieco, E., 1985).

En esta línea, en 1985 surge el programa CORINE (Coordination of Information of the Environment) como un *proyecto experimental para la recopilación de datos, la coordinación y la homogeneización de la información sobre el estado del Medio Ambiente y los recursos naturales*, teniendo como objetivo principal, la creación y actualización permanente de información sobre la cobertura y usos del suelo del territorio europeo, así como la creación de una base de datos numérica y geográfica a escala 1:100.000.

Como información base se tiene principalmente imágenes de satélite multiespectrales. No obstante, se prevé, como apoyo a la interpretación de las imágenes, el empleo de otras fuentes complementarias, tales como: cartografía topográfica y temática, fotografías aéreas, inventarios, trabajos de campo, etc. Como método fundamental para la interpretación de las imágenes, se utilizaron técnicas de análisis visual.

Por otro lado, la nomenclatura para los mapas de ocupación del suelo Corine Land Cover 1990 (CLC, 1990) se estableció para todos los territorios con una leyenda de 44 clases, estructurada jerárquicamente en 3 niveles; no obstante, tomando en cuenta las características paisajísticas y medioambientales, cada país puede desarrollar la nomenclatura desagregando las clases genéricas y estableciendo subclases (Martínez, J. J., 1996).

De esta manera, se obtuvo para España el mapa de ocupación del suelo CLC 1990, el cual tiene las siguientes características:

1. Proyección Universal Transversal de Mercator.
2. Información de 40 imágenes Landsat TM.
3. Escala 1:100.000 con unidad mínima cartografiable de 25 hectáreas.
4. 4 Nomenclatura al nivel 1 con 5 categorías principales y a su vez, subdivididas en 64 clases al nivel 5.

## **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN (METODOLOGÍA, DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN Y PRUEBAS)**

*Proyecto AXILIUM Cambios en la cobertura Del suelo en la cuenca del rio Combeima Tolima-Colombia*

La presente propuesta contempla la interpretación visual del área correspondiente al proyecto del cambios de uso de suelo, con área total de 275 Km<sup>2</sup>, La realización de la interpretación se efectuara bajo la metodología Corine Land Cover ajustada para Colombia (versión 2010), con una área mínima de interpretación de 0,25 ha.

El proceso de interpretación se realizara acorde con los aspectos técnicos relativos al tema contenidos en las normas HTER-1-05.

El producto final a entregar es un archivo tipo shapefile, Geodatabase, salidas gráficas, memorias, registro fotográfico muestras de campo estructurado acorde con las especificaciones técnicas detalladas en los términos de referencia del MAVDT vigentes. El archivo entregado estará debidamente estructurado acorde con las reglas topológicas que aplican para las coberturas tipo polígono, polilinea, punto y línea respectivamente según el mapa interpretado y digitalizado.

El cronograma de trabajo tiene una duración total de 6 meses

## **REQUERIMIENTOS**

El equipo de trabajo está liderado por el coordinador del área SIG (ING CRISTHIAN J RODRIGUEZ) además de 1 Ingeniero Forestal con especialización o en curso de SIG y amplia experiencia en interpretación de imágenes creación de mapas de riesgos catastro y cartografía para la generación de mapas de cobertura vegetal, mapas multitemporales, mapas de riesgos, mapas base, mapa de drenajes y áreas ambientalmente frágiles (AAF) para entidades oficiales y para empresas del sector privado. Además de un grupo de apoyo y reconocimiento de 1 ingeniero Forestales con amplia experiencia en reconocimiento de campo para cuberturas de uso de suelo. Acompañamiento de baqueanos con amplio conocimiento del área de trabajo.

Los insumos requeridos son:

- Imagen satelital de amplia resolución o también imagen Landsat de apoyo, para multitemporales.
- Software GIS necesariamente ArcGis versión 10.1
- 1 Computadoras ASUS con memoria mínima de 8GB de RAM y pantalla mínima de 13 pulg, core i7.
- Insumos de reconocedores de campo (machetes, GPS, bolsas, cámaras, tablas, otros).

Se requieren 1 visita de 15 días por cada profesional de apoyo y reconocimiento para su respectiva labor.

Se requieren 2 visitas cada una de 3 días mínimo mensuales por el coordinador del proyecto sig.

1 visita mensual de los ingenieros de digitalización. El cronograma de trabajo propuesto es de 180 días.

CONCLUSIONES

1. Como resultado de la investigación se pudo demostrar la inviabilidad ecológica y social de los modelos de desarrollo implementados en la cuenca, en una imagen ambiental en la cual se percibe el aumento en las disparidades sociales, la fragmentación ecosistémica y alta tendencia a la homogenización en los procesos económicos productivos.
2. La metodología diseñada es válida para los objetivos marcados. Si se quieren realizar trabajos o estudios de este tipo se debe pensar mejor, el software que se empleará. En este caso la elección y la ventaja de poder alterar una cobertura poligonal rehaciendo la topología, y tener una interface Windows que hace su uso intuitivo y ameno; de otra parte está totalmente desarrollado y no permite realizar operaciones propias de un **SIG**, los pasos entre programas compatibles dan lugar a frecuentes errores y por tanto se debe repetir la operación.
3. Se confirma la utilidad y ventajas de las imágenes satélite en los trabajos medio ambientales. A partir de ellos se puede obtener información muy actual y se puede realizar cartografía temática según necesidades concretas de un proyecto (escala, leyenda,...). No se está limitado a la cartografía temática publicada que puede no ser adecuada en actualidad, leyenda y escala. Contra esto decir que la realización de cartografía de grandes superficies puede resultar muy cara y que la escala de detalle que se puede obtener debe estar de acuerdo con la información que se desea contener en la misma.
4. Por los resultados obtenidos se ve que tanto metodología como herramientas son válidas para trabajos del tipo: análisis de dinámicas de población y ocupación del suelo; introducción e implantación de nuevos cultivos en una zona en definitiva todos aquellos estudios en que la información de la cartografía inicial varía con el paso del tiempo.
5. Se evidencia en lo interpretado la degradación del suelo y es aumentativa al momento de acercarse a un asentamiento urbano.
6. La afectación antrópica es claramente un agente principal en el cambio de uso de cobertura de suelo en la cuenca del río Combeima.
7. La variabilidad climatológica es uno de los agentes de pérdida de biodiversidad debido a que zonas donde no hay una influencia antrópica y si hay una cercanía a suelos nivales se ven afectadas por este agente meteorológico.
8. En el sur de la cuenca se ve una amplia variabilidad de uso de suelo debido a cultivos agrícolas y urbanización del suelo.

## BIBLIOGRAFIA

- universidad politécnica de madrid
- escuela universitaria de ingeniería técnica forestal
- *proyecto lacoast cambios en la cobertura del suelo en las costas europeas*
- *corinelandcovercolombia”*
- convenio interadministrativo n° 4600021476 de 2009
- universidad nacional de colombia, sede medellín -
- municipio de medellín, departamento administrativo de planeación.
- bosque, j. et al. (1994): *sistema.s de información geográfica: prácticas con pc arc-;neo ejdrslseditorial ra-ma.*
- gutiérrez, j. y gould, m. (1994). *sistemas de información geográfica.* editorial síntesis. madrid.
- <https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021759/021759.htm>
- [https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catid=471&conid=647.](https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catid=471&conid=647)
- [http://www.ut.edu.co/academico/images/archivos/fac\\_forestal/documentos/documentos\\_tecnicos/plan%20de%20ordenacion%20forestal%20resumen%20ejecutivo.pdf](http://www.ut.edu.co/academico/images/archivos/fac_forestal/documentos/documentos_tecnicos/plan%20de%20ordenacion%20forestal%20resumen%20ejecutivo.pdf)
- [http://www.franciaenlinea.net/img/pdf/onfencolombiacormaglena.pdf.](http://www.franciaenlinea.net/img/pdf/onfencolombiacormaglena.pdf)

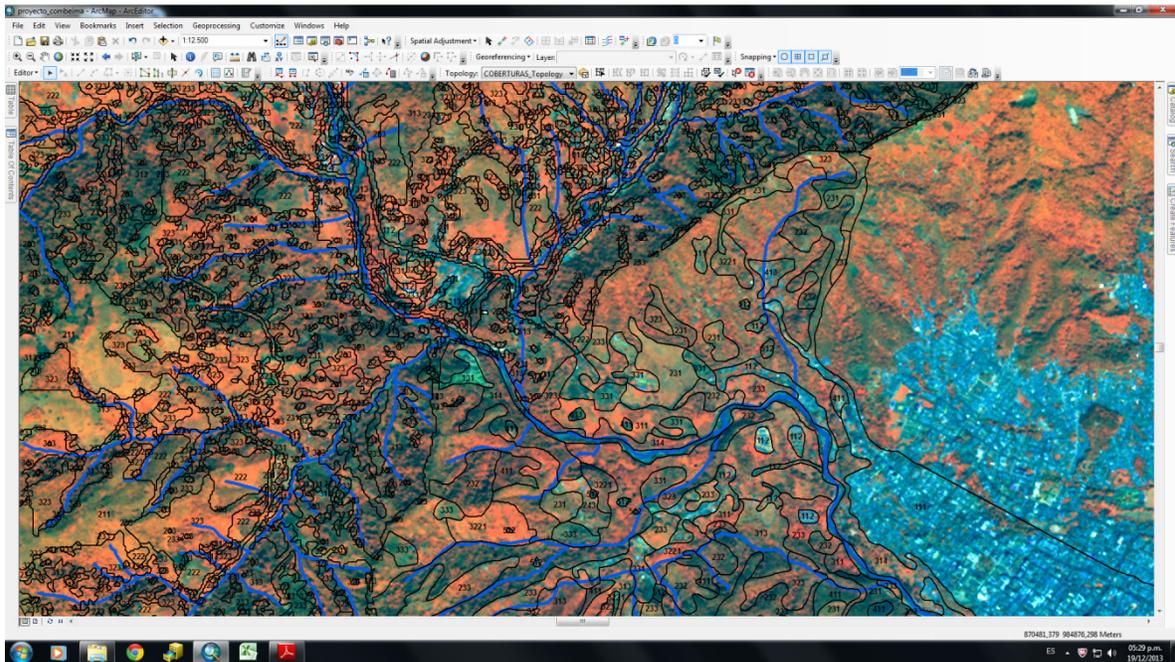
ANEXOS.

En el presente documento se adjuntan los anexos que caben en formato .txt o alguna extensión visualizadora de formatos texto.

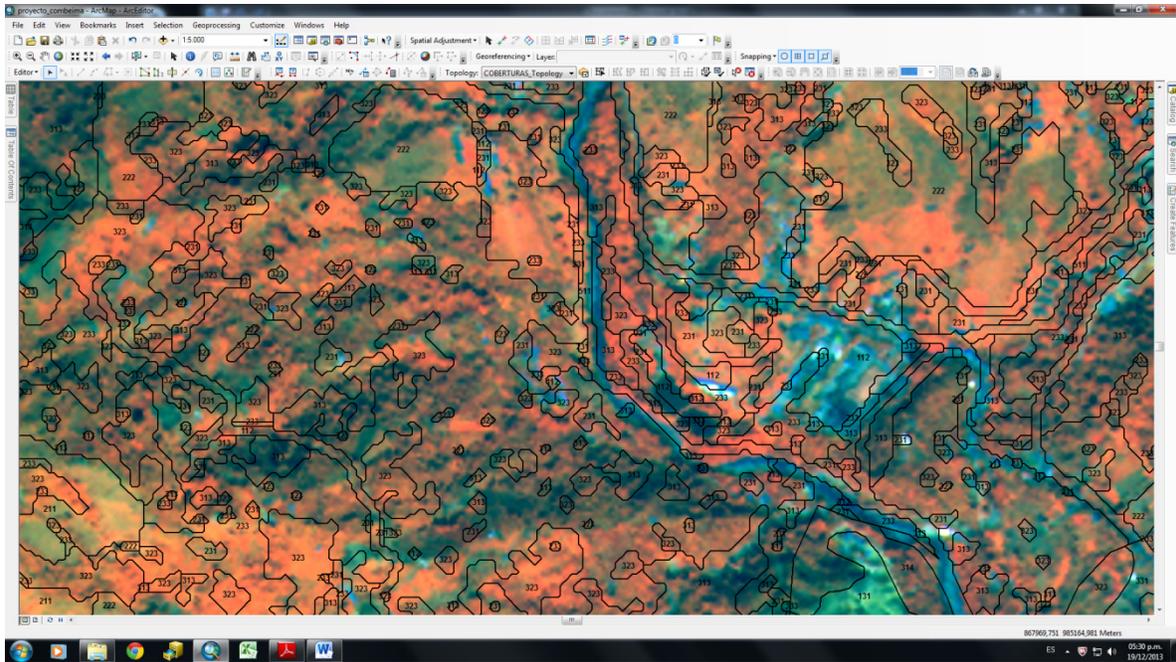
Adjunto al trabajo se anexaran los siguientes archivos

- Geodatabase
- Imagen satelital
- Shapes de coberturas
- Tablas de áreas
- Cruces bióticos

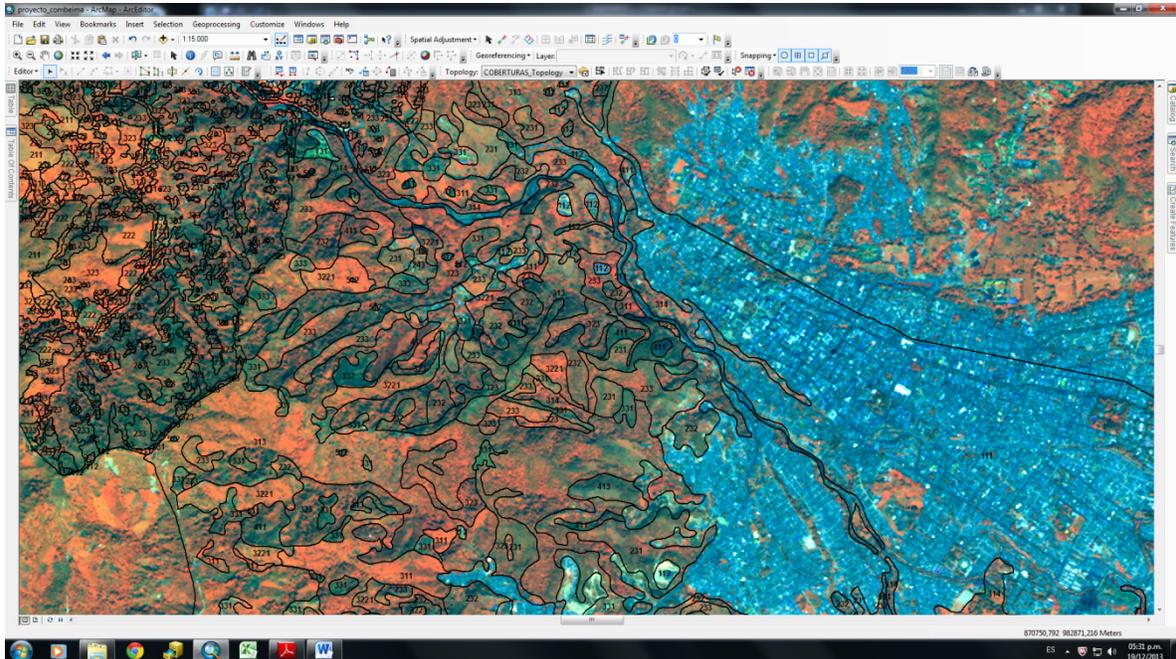
## PANTALLAZO COMBINACION DE LAS 2 DIGITALIZADAS

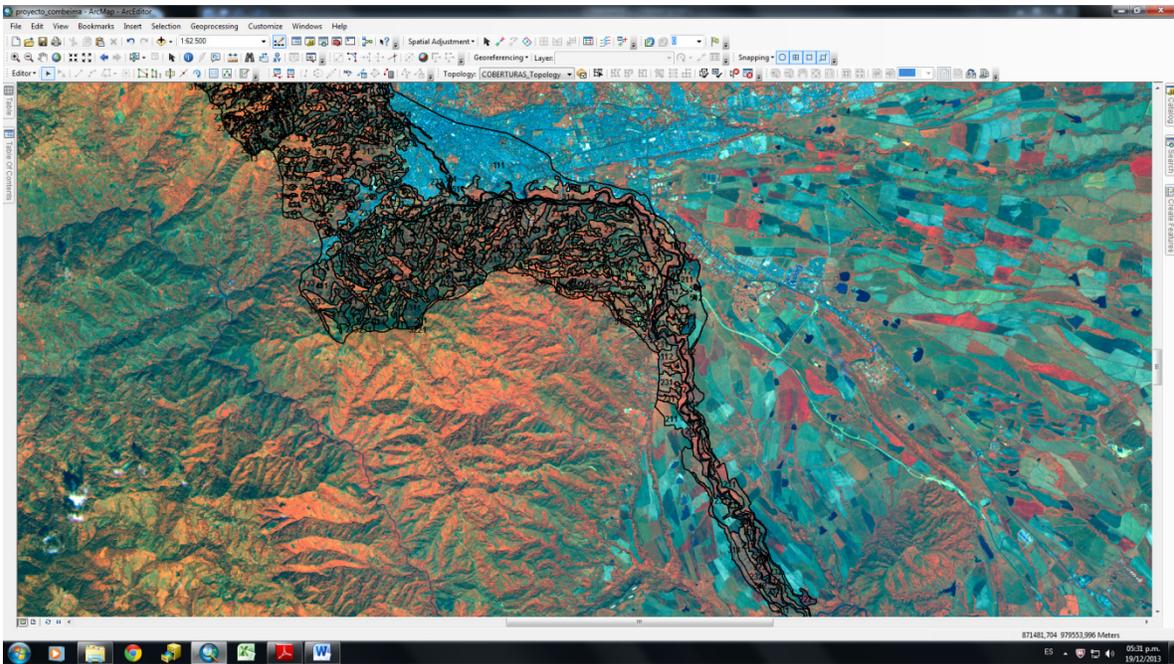
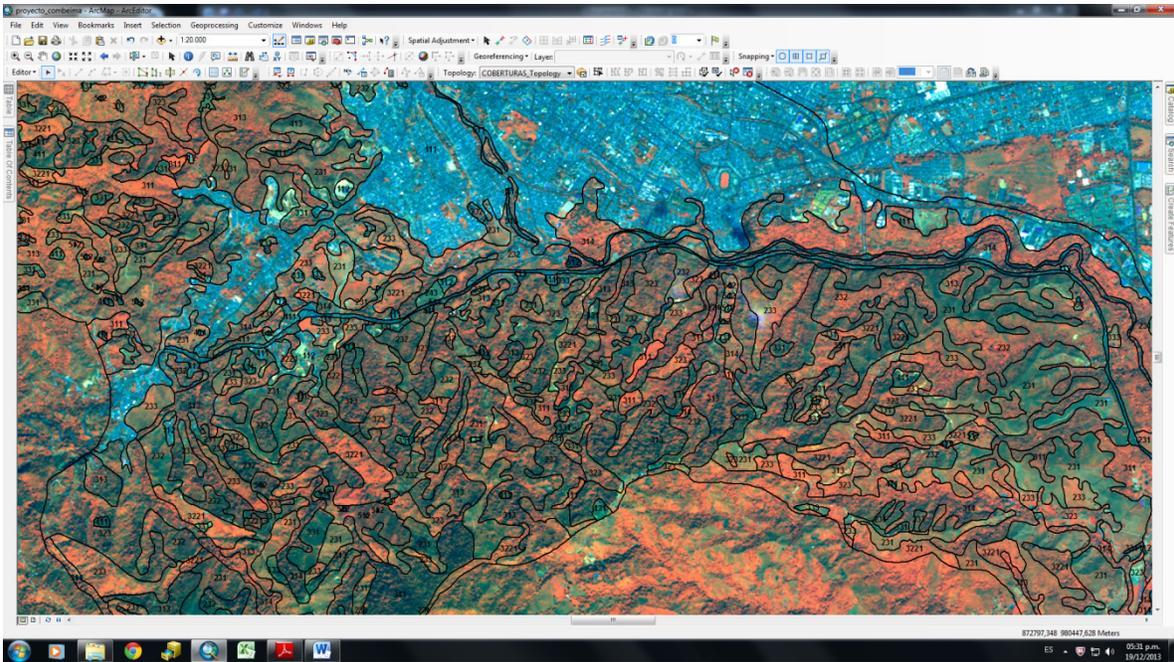


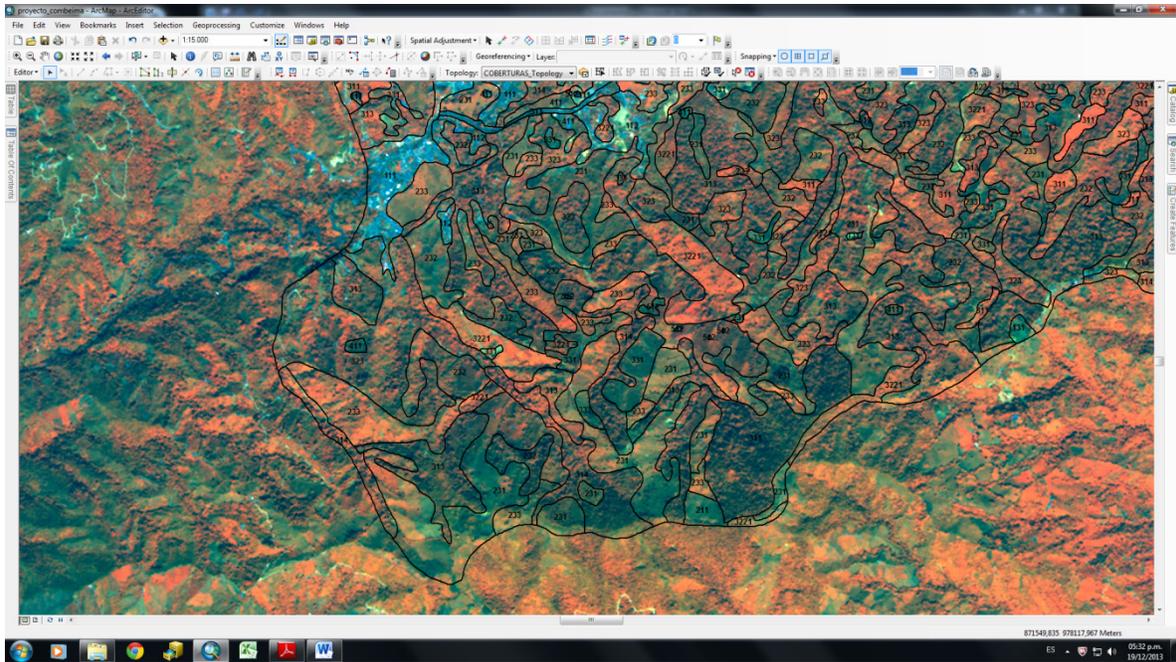
## PANTALLAZO DIGITALIZADA ALCALDIA



## PANTALLAZOS DIGITALIZADA CRISTHIAN







## CRONOGRAMA

### Cronograma de entrega de proyecto SIG interpretada

Entrega (semana)	Área de cobertura (municipios)	ENTREGAS
1	Adquisición de insumos	<b>Entrega 1</b>
2	Digitalización y creación de mapas base, hidrografía, relieve, topografía, prediacion, cartografía	<b>Entrega 1</b>
3	Digitalización y creación de mapas base, hidrografía, relieve, topografía, prediacion, cartografía	<b>Entrega 1</b>
4	Digitalización y creación de mapas base, hidrografía, relieve, topografía,	<b>Entrega 1</b>

	prediacion, cartografía	
5	Digitalización coberturas de suelo	Entrega 2
6	Digitalización coberturas de suelo	Entrega 2
7	Digitalización coberturas de suelo	Entrega 2
8	Digitalización áreas ambientalmente frágiles	Entrega 2
9	Digitalización áreas ambientalmente frágiles	Entrega 2
10	Digitalización áreas ambientalmente frágiles	Entrega 2
18	Creación de geodatabase	Entrega 3
19	Creación de geodatabase	Entrega 3
22	Ediciones y correcciones	Entrega 4
23	Ediciones y correcciones	Entrega 4
24	Ediciones y correcciones	Entrega 4