

PROYECTO: *“Prácticas de manejo sostenible de tierra en una sección de la cuenca hidrográfica del río Chambas, a partir de la integración y actualización de la base cognoscitiva”.*

PROGRAMA: *“USO SOSTENIBLE DE LOS COMPONENTES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN CUBA”.*

INFORME PARCIAL

RESULTADOS OBTENIDOS HASTA SEPTIEMBRE DE 2018

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1 Entidad ejecutora principal: Instituto de Suelos del MINAG (IS).

1.2 Entidades participantes

1.2.1 Instituto de Ingeniería Agrícola (IAGRIC).

1.2.2 Universidad Agraria de La Habana (UNAH).

1.2.3 Dirección Provincial de Suelos (DPS) de Ciego de Ávila.

1.2.4 Servicio Estatal Forestal (SEFOREST) de Ciego de Ávila.

1.2.5 GEOCUBA de Ciego de Ávila.

1.2.6 Instituto Nac. Recursos Hidráulicos (INRH), Delegación Ciego de Ávila.

1.2.7 Empresa de Aprovechamiento Hidráulico (EAH), Ciego de Ávila.

1.2.8 Dirección Provincial de Meteorología (INSMET), Ciego de Ávila.

1.2.9 Delegación Instituto de Planificación Física (IPF), Ciego de Ávila.

1.3 Líder del proyecto: Luis Rivero Ramos (IS)

1.4 Período de ejecución: enero 2016 – diciembre 2018.

1.5 Presupuesto total: 338 300.00 CUP y 4 900.00 CUC.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1 Objetivo general

Integrar a los actores incidentes sobre el área de estudio, así como la información, los conocimientos y la experiencia práctica (base cognoscitiva), delimitar unidades de uso y manejo y vincular las mismas a sistemas de medidas específicos, dirigidos a la conservación y mejoramiento de los recursos naturales y creados por

el hombre, mitigación de los efectos del cambio climático y gradual recuperación de la biodiversidad.

2.2 Objetivos específicos

2.2.1 Crear el Sistema de Información Geoespacial del área de referencia, incluyendo los recursos naturales y creados por el hombre, de acuerdo con la definición de “Tierra” para agro-ecosistemas.

2.2.2 Derivar la distribución espacial de áreas de uso y manejo, a partir del análisis holístico, basado en el Sistema de Información Geoespacial.

2.2.3 Vincular los sistemas de medidas de conservación y mejoramiento, validados para diferentes agro-ecosistemas de Cuba, con las áreas de uso y manejo delimitadas.

2.2.4 Aplicar el sistema de medidas correspondiente, en una de las unidades de uso y manejo delimitadas y evaluar el impacto causado, como ejemplo a extender.

3. RESULTADOS PROPUESTOS

En correspondencia con los objetivos, el proyecto se propuso alcanzar los siguientes resultados:

R1: Implementado sistema integrado para la toma de decisiones en la parte superior de la cuenca hidrográfica del Río Chambas, sobre la base de un Sistema de Información Geoespacial.

R2: Identificadas unidades de uso y manejo (UUM) y su distribución espacial dentro del territorio.

R3: Vinculados los sistemas de medidas de conservación y mejoramiento de los recursos naturales y creados por el hombre en el área de estudio, con las áreas de uso y manejo delimitadas.

R4: Sección de área mejorada: mejorado el suelo, la cobertura vegetal y el aprovechamiento del agua.

4. SALIDAS COMPOROMETIDAS

Los resultados requirieron de un procesamiento de información en el cual se fueron obteniendo salidas, las que aparecen como “**indicadores verificables**” en el marco lógico del proyecto. Estas salidas están implícitas en el análisis de los resultados y en el Sistema de Información creado y contenido en programas del

Sistema de Información Geográfica (SIG) y auxiliares, todo lo cual está disponible en soporte magnético. El estado de las salidas se muestra en el epígrafe 13.2, Tabla 13.2a.

5. RESUMEN DE RESULTADOS

Se creó un Sistema de Información Geoespacial sobre la base de los modelos GeomaTics y SigisPlan, el que facilita la toma de decisiones dirigidas a la conservación y mejoramiento de los recursos de origen natural y creados por el hombre en el dominio geográfico estudiado y puede ser extendido a otros dominios. Del Sistema de Información Geoespacial derivan unidades de uso y manejo (UUM), en correspondencia con la forma en que coinciden las distribuciones geoespaciales de clases de categorías agro-productivas de los suelos, tipos de relieve, comportamiento de los recursos hídricos y de la cobertura vegetal. Las UUM son la base para establecer un modelo de trabajo que guíe las acciones de los actores incidentes sobre el dominio geográfico y establecer un orden de prioridad en la solución de los problemas que afectan a tres grupos de actividades principales: producción agropecuaria y forestal, gestión de la biodiversidad y gestión medioambiental. La aplicación sobre la realidad del terreno de la base cognoscitiva (información, conocimientos y experiencia práctica) se puso de manifiesto en la implementación de la cortina de árboles protectora de los embalses “*Cañada Blanca*” y “*Liberación de Florencia*”, con algunas acciones asociadas aún insuficientes y que es necesario continuar desarrollando.

6. INTRODUCCIÓN

Este proyecto se ejecuta en el entorno de los ecosistemas terrestres, dentro de los cuales se encuentran los agro-ecosistemas. En estos últimos el suelo funciona como el soporte principal de la biodiversidad, en interrelación con los demás componentes, tanto de origen natural como creados por el hombre. La observación del agro-ecosistema bajo un enfoque sistémico, implica tener en cuenta, como mínimo, a los componentes de origen natural suelos, recursos hídricos, cobertura vegetal y clima (Rivero et al, 2013) y la ubicación del conjunto en un relieve determinado, con lo que se aborda uno de los aspectos esenciales del concepto de Tierra y su manejo sostenible (Urquiza, 2011). Dentro de los

componentes creados por el hombre son claves la infraestructura hidráulica, tenencia y uso de la tierra, infraestructura vial y la población humana. Se trata de un problema muy complejo, cuya solución requiere de la integración de información, conocimientos y experiencia práctica (base cognoscitiva). La creación de esa base ha sido el objeto social de diferentes organismos e instituciones, los que la han utilizado para determinados fines, con un nivel muy bajo de integración, lo que se manifiesta en el hecho de que este problema aparece como una de las barreras que dificulta la implementación del manejo sostenible de la *Tierra* (CITMA, 2009). En los últimos años, bajo la incidencia del Proyecto OP- 15 y otros proyectos con apoyo de organizaciones nacionales e internacionales (Basal, 2013), se han logrado importantes avances, pero aún quedan problemas claves por resolver, sobre todo en lo que se refiere a la integración y la concepción acerca de cómo utilizar, en este campo, los avances de las nuevas tecnologías de la información.

7. MÉTODOS UTILIZADOS

Los métodos aplicados en este proyecto se basan en la necesidad de conocer la realidad del terreno bajo una concepción sistémica, para actuar sobre esa realidad y obtener beneficios económicos, medioambientales y sociales de forma sostenible. Esto requiere de la aplicación de modelos de trabajo que conceptualicen el camino a seguir.

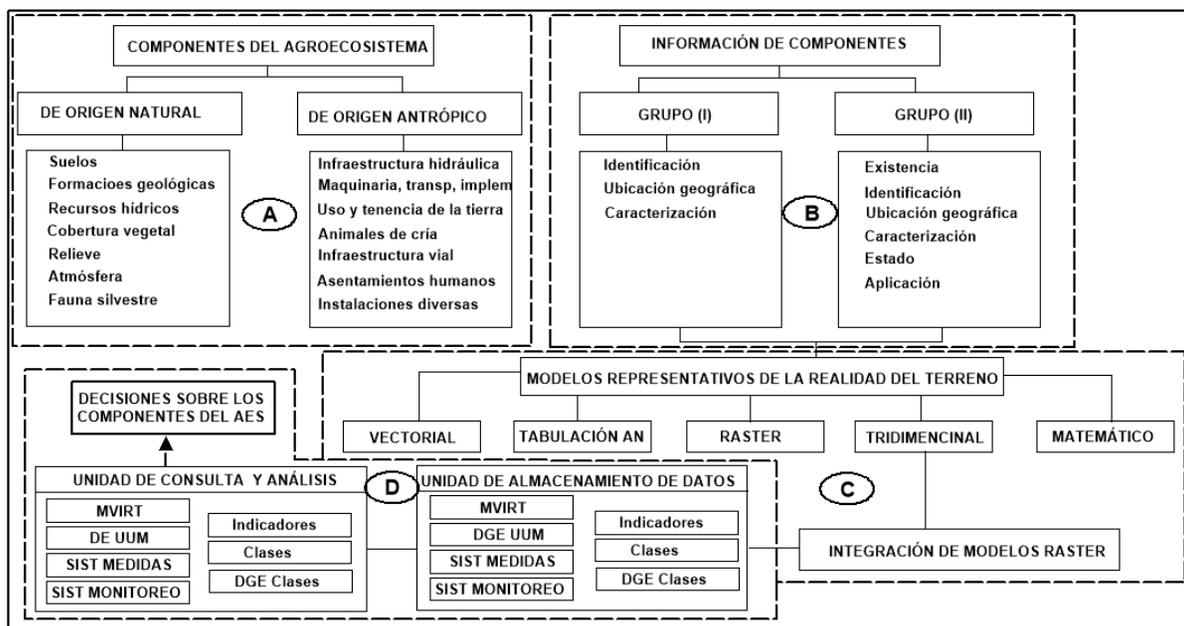
7.1 Modelos conceptuales utilizados en el planteamiento del trabajo

Desde el punto de vista metodológico resulta de gran importancia tener en cuenta que el uso sostenible de agro-ecosistemas, como vía para la conservación y mejoramiento de la biodiversidad, no puede enfrentarse con efectividad si los actores involucrados no parten de **modelos preestablecidos que sintetizan el camino a seguir**; si esto no se comprende en toda su magnitud, seguirán los trabajos aislados y con un nivel muy bajo de integración. Esta concepción nos lleva a la propuesta de los modelos conceptuales que se explican a continuación, los cuales derivan del modelo base incluido en el Anexo 1 del proyecto.

El modelo **GeomaTics** (Figura 7.1a), parte del concepto de **Tierra** y sus componentes en el agro-ecosistema (sección A), seguido de la información a tener

en cuenta para la caracterización de los componentes (sección B); en la generación de esta información se utilizan varios métodos y tecnologías, entre las que figuran el Sistema de Posicionamiento Global por Satélite (GPS) y la Teledetección, cuyos datos se utilizan en la elaboración de las DGEC (sección C) las que también pueden interpretarse como modelos virtuales de la realidad del terreno (MVRT), en los que también se aplican los programas del Sistema de Información Geográfica (SIG). Obtenidos los MVRT para cada componente, se superponen para conformar el modelo virtual integrado (MVIRT), en cuya elaboración se utilizan métodos computacionales, matemáticos, estadísticos y geo-estadísticos, que funcionan como auxiliares de la **Geomática**. A continuación, se aplica lo que se conoce como **tecnología de la informática y las comunicaciones** (sección D), la que se relaciona estrechamente con la **Geomática**.

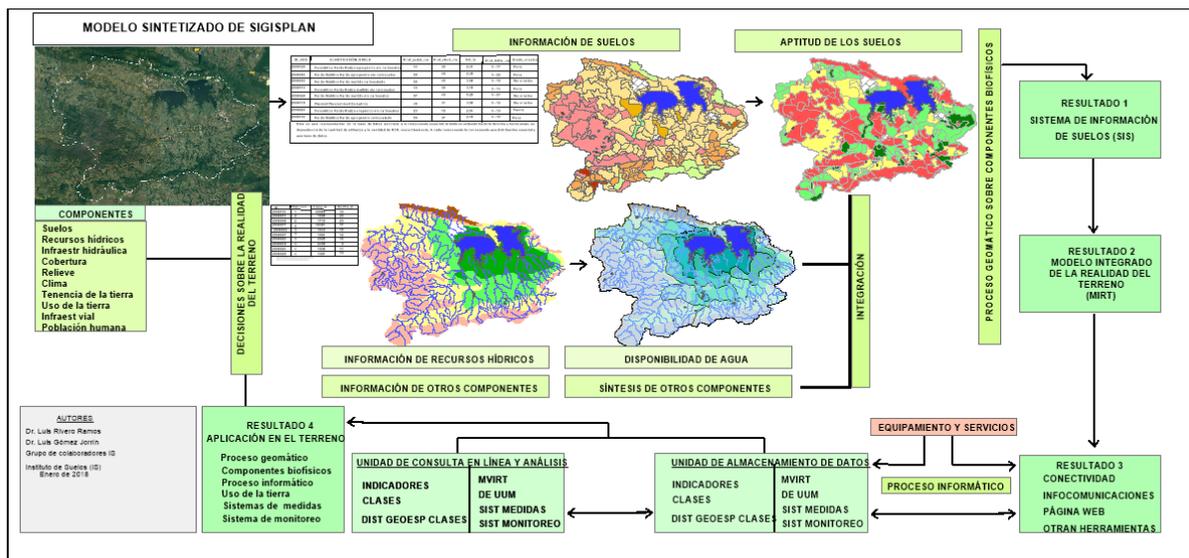
Figura 7.1a: Expresión sintetizada del modelo *GeomaTics*.



El modelo **SigisPlan** (Figura 7.1b) es una ampliación del anterior en lo que se refiere a enfatizar sobre los modelos individuales de los componentes y definir los cuatro resultados básicos a desarrollar. La aplicación sucesiva de ambos modelos persigue la caracterización de los componentes de la tierra en el agro-ecosistema en tres fases principales (Rivero et. al, 2013): en la primera y segunda fase se seleccionan los componentes claves, así como las características y propiedades

de cada uno a tener en cuenta; en la tercera fase se integran variables e indicadores para obtener una síntesis de las condiciones en que se encuentra el componente en cuestión, expresadas estas condiciones como distribuciones geoespaciales de clase (DGEC); a los efectos geomáticos las DGEC son modelos virtuales de la realidad del terreno (MVRT), creados para cada componente en particular (MVRT_componente). Un ejemplo típico de DGEC es el MVRT que representa la aptitud agro-productiva de los suelos (*MVRT_agrop*), con las cuatro categorías determinadas por Mesa y Fuentes (1985): muy productivos, productivos, medianamente productivos y poco productivos.

Figura 7.1b: Expresión sintetizada del Modelo SigisPlan.



7.2 Ubicación y caracterización general del área de estudio

Está ubicada en la parte superior de la cuenca hidrográfica del Río Chambas, en el noroeste de la provincia de Ciego de Ávila, Cuba, entre las coordenadas geográficas 79° 03' 29.28" y 78° 52' 31.05" W y entre 22° 02' 26.59" y 22' 09" 59.25" N, con una superficie total de 17102 ha, de las cuales 1145 ha están ocupadas por embalses, población e infraestructura en general. De acuerdo con Cutié y Lapinel (2013) el tipo de clima es de Llanuras con humedecimiento alterno; el acumulado de lluvia anual es de 1 400 mm, de los cuales 300 mm caen en el llamado período seco (noviembre – abril). En la época lluviosa (mayo-octubre) se producen aguaceros de alta intensidad, los que muchas veces caen sobre áreas desprovistas de vegetación y provocan grandes arrastres de suelos. La

temperatura media del aire es de 24.40 °C, con una mínima de 21.10 °C en enero y una máxima de 26.80 °C en el mes de julio. En el 54 % de la superficie del territorio el relieve está entre llano y ligeramente ondulado, en el 24 % está entre ondulado y fuertemente ondulado, mientras que en el resto (22 %) está entre alomado y fuertemente alomado. Algo más del 60 % del territorio se encuentra sobre una formación geológica en la que predominan rocas ígneas básicas, alrededor del 20 % sobre calizas o con presencia de calizas y el resto sobre roca ígnea ultrabásica. En la mayor parte del área las formaciones vegetales originarias fueron de bosques, que ofrecían una alta protección a la superficie (Álvarez y Mercadet, 2011), a la vez que aportaban gran cantidad de materia orgánica, de donde se deduce que también era alto el aprovechamiento de las aguas de lluvia, todo lo cual condicionó el desarrollo de la biodiversidad.

Desde el punto de vista metodológico el área de referencia tiene gran importancia, porque en ella es posible desarrollar un sistema coherente que involucra a todos los componentes claves del agro-ecosistema, lo que se hace más difícil en grandes extensiones. En este caso el área de referencia juega un papel similar al asumido por los polígonos de conservación y mejoramiento de suelos, bosques y aguas, pero el área es muy superior a la de los polígonos. En estas condiciones es posible realizar un trabajo integrado en el que se cierra el ciclo con la aplicación de los resultados en la realidad del terreno.

7.3 Métodos e información utilizada en la obtención del resultado R1

El componente clave de este resultado es el Sistema de Información Geoespacial (SIGE), formado por un conjunto de distribuciones geoespaciales de clase (DGEC), las cuales se integran para crear el modelo virtual integrado de la realidad del terreno (MVIRT). Esto implica la ejecución de tres pasos principales, cada uno de los cuales tiene una serie de procedimientos.

7.3.1 Acondicionamiento de la información para crear los MVIRT

Se adecúa la información existente de los componentes claves del agro-ecosistema seleccionados (sección **A** del modelo **GeomaTics** en la Figura 7.1a) así como la obtención de nueva información de los mismos y su procesamiento. En el caso del componente **Suelos** se utilizó como base la información contenida

en el mapa a escala 1: 25 k, de la Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes (DNSF, 1989) la cual se sometió a un proceso de corrección y actualización, a partir de la información sobre los principales factores de origen natural que determinan el comportamiento del recurso edáfico en el área de estudio, bajo la incidencia de la actividad humana: relieve, cobertura vegetal y recursos hídricos. Cada uno de esos factores se analizó por separado, para después realizar la integración y elaborar un diseño de muestreo aleatorio dirigido.

Para el caso del suelo se determinaron las categorías taxonómicas hasta nivel de variedad, lo que implica tener en cuenta una serie de indicadores y variables y categorías derivadas de los mismos, lo que se sintetiza a continuación.

- Profundidad pedológica: determinada en perfiles de suelo y puntos de observación con barrena. Por lo general las categorías se establecen de acuerdo con la profundidad del perfil hasta la roca: muy profundo (> 100); profundo (51-100); medianamente profundo (21-50) y poco profundo (< 20).
- Grado de erosión, con cinco categorías o clases (1 sin erosión, 2 débil, 3 media, 4 fuerte y 5 muy fuerte), determinado en perfiles de suelo y sobre la base de patrones establecidos para suelos Cuba, dentro de los que se encuentran los que predominan en el área de estudio (Soca et. al, 1985).
- Contenido en materia orgánica (%): determinada por el método de Wakley y Black en muestras de la capa superior del suelo, a profundidades que varían de acuerdo con las condiciones específicas del sitio de muestreo. Siempre se anotó la profundidad de la muestra para otros posibles usos de los datos. Categorías o clases: muy alto (> 6.0); alto (4.1 – 6.0); medio (2.5 – 4.0); bajo (1.1 – 2.5) y muy bajo (< 1.0).
- Profundidad efectiva (cm): determinada en perfiles de suelo y puntos de observación con barrena, a partir del criterio de la existencia de obstáculos importantes para el crecimiento y desarrollo del sistema radical de las plantas, con énfasis en los principales cultivos de la zona. Categorías o clases: muy profundo (> 150); profundo (91 – 150); medianamente profundo (51 – 90); poco profundo (25 – 50) y muy poco profundo (< 25).

- Velocidad de infiltración del agua en el suelo ($\text{mm} \cdot \text{hora}^{-1}$): método de anillos infiltrómetros. Categorías o clases: muy alta (> 50); alta ($35 - 50$); media ($20 - 35$); baja ($5 - 20$) y muy baja (< 5).
- Densidad aparente o peso volumétrico ($\text{MG} \cdot \text{m}^{-3}$): con cilindros en el campo. Categorías o clases: muy baja (< 1.00); baja ($1.01 - 1.10$); media ($1.11 - 1.20$); alta ($1.21 - 1.30$) y muy alta (> 1.30).
- Humedad del suelo: método gravimétrico.
- Reacción del suelo (pH): método potenciométrico.

En el caso del relieve se utilizaron curvas de nivel cada 2.5 m, con las cuales se elaboró el modelo de elevación digital del terreno (MEDT) o DEM, según sus siglas en inglés. A partir de este modelo se elaboró el raster de pendiente, el que sirvió de base para establecer doce intervalos, de acuerdo con el propósito del trabajo y las características del área: clase 1 ($0 - 3.0\%$), clase 2 ($3.1 - 6.0$), clase 3 ($6.1 - 9.0$) y así hasta clase 12 ($> 33\%$). De la vegetación se tuvo en cuenta el uso actual de los suelos y la cobertura desde el punto de vista de la protección de la superficie. Se definieron ocho clases de uso: 1 forestal conservado, 2 forestal degradado, 3 forestal en galería, 4 cultivos permanentes, 5 pastos naturales, 6 maniguas y herbazal, 7 cultivos de ciclo corto, 8 cortina de árboles protectora de embalses. Se tuvo en cuenta el tiempo que el suelo ha permanecido bajo cada una de esas condiciones, para lo cual se obtuvo información a través de recorridos de campo, estadísticas de órganos locales relacionados con la actividad y consultas con pobladores y usuarios de la tierra. Las clases de cobertura, sus patrones y la distribución espacial, se comprobaron a través del análisis digital de imágenes, las que también se utilizaron para precisar la distribución espacial de las corrientes superficiales de agua y los embalses. Se aplicó el criterio de gasto posible en litros por segundo ($\text{l} \cdot \text{sg}^{-1}$), de acuerdo con la disponibilidad de agua y a partir de aquí se definieron cuatro clases: 1 (> 260), 2 ($195 - 260$), 3 ($130 - 195$) y 4 (< 130); también se utilizaron datos de muestreos periódicos de la humedad del suelo en las épocas de sequía y húmeda entre los años 2005 y 2008 (Rivero et. al, 2010).

BDIV

7.3.2 Muestreo para actualización de indicadores y formación de las clases

7.3.2.1 Integración y planteamiento de un diseño de muestreo.

Se utilizó la información disponible de suelos, relieve, cobertura vegetal, corrientes superficiales de agua, agua embalsada e imágenes para crear un modelo inicial que mostrara áreas de coincidencia de factores determinantes en el comportamiento de los suelos. Sobre la distribución espacial de tipos de coincidencia se creó un grid con espacio de 100 m entre líneas, con lo cual se creó una malla de parcelas de 100 * 100 m, de las cuales se hizo una selección para el muestreo, a partir de la cantidad de ellas que representan a una condición determinada y su distribución espacial. Cada parcela quedó identificada por una letra mayúscula (columna), seguida de un número (fila) y por las coordenadas del centro, las que se utilizaron para la ubicación en el terreno con GPS. Con los resultados del trabajo de campo y laboratorio, unido a la información disponible de otros proyectos y publicaciones, se conformaron las clases y sus distribuciones geoespaciales.

7.3.2.2 Método para la integración de las clases

La clave de este aspecto consiste en determinar las áreas de coincidencia de las clases identificadas y caracterizarlas para los diferentes componentes, lo que se ejecutó en los cinco pasos que se sintetizan a continuación.

Paso 1: separación de las clases de cada componente, para lo cual se utilizaron herramientas del programa del Sistema de Información Geográfica (SIG).

Paso 2: ordenamiento de las clases en un listado, de acuerdo con un criterio determinado. Por ejemplo, se comienza con las clases del componente suelo: 1 muy productivo, 2 productivo, 3 medianamente productivo, 4 poco productivo y se continúa con las clases de relieve: 5 llano a ligeramente ondulado, 6 ondulado y así sucesivamente. Obsérvese que la numeración es continua, aunque sean clases de diferentes componentes (este número indica la posición de la clase en el listado).

Paso 3: cálculo de los valores numéricos que corresponden a cada clase, para lo cual se aplica el Sistema Numérico Base 2 (Binario).

Paso 4: conversión de los archivos vectoriales de las clases a archivos raster, para lo cual se utilizan las herramientas del programa del SIG.

Paso 5: operaciones de álgebra de mapas en programas del SIG para determinar la distribución geoespacial de coincidencia de clases, lo que se corresponde con un modelo virtual integrado de la realidad del terreno (MVIRT).

7.3.2.3 Aplicación de la Geomática

Se utilizaron las tres áreas tecnológicas primarias de la Geomática, que más comúnmente se aplican en las Geo-ciencias: Sistema de Posicionamiento Global (GPS), Teledetección (TD) y Sistema de Información Geográfica (SIG), cada una con el siguiente propósito:

GPS: ubicación de sitios de muestreo y correcciones, en relación con sistemas utilizados con anterioridad.

TD: imagen ALOS con resolución de 10 m para estudio de la cobertura vegetal, definición de patrones de esta y digitalización de las corrientes superficiales de agua y embalses.

SIG: organización, procesamiento, análisis e integración de las información. El programa del SIG utilizado fue el ILWIS 3.4 OPEN.

7.4 Métodos e información utilizada en la obtención del resultado R2

Las unidades de uso y manejo (***UUM***) se obtuvieron a través de un proceso similar al utilizado en las clasificaciones taxonómicas, pero en este caso se utilizaron las DGE de componentes. En primer lugar se integraron las categorías de aptitud agro-productivas de los suelos con las categorías de relieve, por ser el suelo el componente principal y relativamente estable, mientras que el relieve, además de ser determinante en muchos procesos que ocurren en el agro-ecosistema, es estable a los efectos prácticos. El análisis de esta combinación conduce a salidas identificadas como ***UUM de primer orden***, la que se integra con categorías de disponibilidad de agua para formar ***UUM de segundo orden*** y así sucesivamente. Lo esencial reside en determinar la DGE de coincidencia de factores que son claves en los procesos que ocurren en la superficie e interior de los suelos, bajo la incidencia de los componentes relieve, agua, cobertura vegetal, clima, dentro de

un contexto creado por el hombre, en el que coexisten población, infraestructura vial, infraestructura hidráulica y otros.

En el resultado R1 se trabaja con todas las clases definidas para cada uno de los componentes considerados; sin embargo, en este resultado es conveniente reordenar las clases, de modo que se utilicen las que se consideran claves para el uso y manejo del área; por ejemplo, ya vimos que son cuatro las clases de aptitud agro-productivas de los suelos: muy productivos, productivos, medianamente productivos y poco productivos; para la integración se pueden unir las dos primeras en una sola, puesto que en la práctica del uso de la tierra y de los suelos es muy difícil separar esas dos clases, excepto en trabajos muy específicos, no obstante la tercera y la cuarta se distinguen más entre sí a los efectos prácticos, por lo que se dejan separadas. De igual forma se procede con los componentes relieve, la cobertura vegetal y otros.

7.5 Métodos e información utilizada en la obtención del resultado R3

El resultado identificado como *“Vinculados los sistemas de medidas de conservación y mejoramiento de los recursos naturales y creados por el hombre en el área de estudio, con las áreas de uso y manejo delimitadas”*, tiene dos componentes principales: las propias unidades de uso y manejo (**UUM**) y los sistemas de medidas (**SMED**). Estas últimas en la actualidad están en forma de texto (Fuentes y Martínez, 2014); para los objetivos de este proyecto fue necesario llevarlas al Sistema de Información Geográfica (SIG), lo que se realizó en tres pasos principales que se describen a continuación.

Paso 1: ordenamiento y codificación de las medidas, de acuerdo con la actividad principal dentro de la cual se realizan.

Paso 2: análisis de los factores coincidentes que requieren determinadas medidas.

Paso 3: asignación de las medidas como atributos de las UUM en el SIG.

7.6 Métodos e información utilizada en la obtención del resultado R4

La esencia del resultado R4 es la aplicación de medidas en la realidad del terreno y el monitoreo del impacto causado, lo que requiere del análisis de las distribuciones geoespaciales de las UUM, su vínculo con las medidas y las normas

establecidas para la aplicación de las mismas; se definieron los indicadores de impacto para la aplicación en una sección de área, pero esta parte del proyecto no se pudo ejecutar de la forma en que se concibió, lo que fue discutido en Consejo Científico del Instituto de Suelos y comunicado a la Dirección del Programa. De todas formas se aplicó un grupo de medidas que son explicadas en el análisis de los resultados.

8. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

8.1 Análisis del resultado R1

El resultado identificado como “*Sistema integrado para la toma de decisiones en la parte superior de la cuenca hidrográfica del Río Chambas, sobre la base de un Sistema de Información Geoespacial*” (R1) está integrado por una serie de salidas que caracterizan a los componentes ya mencionados; cada salida tiene valor propio y puede ser utilizada con diversos fines; sin embargo, la integración de esas salidas en un modelo integrado de la realidad del terreno (MVIRT) es la que tiene mayor aplicación práctica, porque ofrece la visión de conjunto de toda el área de trabajo, así como de cada una de las secciones en que esta se divide, lo que es la base para la conformación del resultado **R2** referido a las unidades de uso y manejo (**UUM**). A continuación se analizan, de forma sintetizada, las salidas del resultado R1.

8.1.1 Análisis del componente suelo

A los efectos de este proyecto lo más importante de este componente es su aptitud para servir de soporte a la biodiversidad; esa aptitud está determinada por los procesos que dieron lugar a la formación del perfil del suelo, bajo la incidencia de un conjunto de factores de formación, así como por el comportamiento de una serie de variables e indicadores que tienen una determinada variabilidad espacio-temporal, la que se ve seriamente afectada por la actividad antrópica. Un punto de partida para analizar el suelo como soporte de la biodiversidad es el análisis de los procesos que determinan la llegada, penetración, permanencia y circulación de agua, aire, calor y nutrientes dentro del perfil.

En suelos que no hayan sufrido la influencia antrópica se establecen determinados tipos de equilibrio entre los procesos, de donde derivan regímenes hídricos,

aéreos, de nutrientes y térmicos específicos, los que a su vez determinan la aptitud del suelos para soportar una determinada forma de la biodiversidad. En estos casos la aptitud depende, en lo esencial, de los factores y procesos de formación que dieron lugar al suelo; no obstante, en la generalidad de las áreas que necesitan de la mayor atención en nuestro país, una parte importante de los factores que dieron lugar a la formación de los suelos ha sufrido grandes cambios, sobre todo por la influencia negativa de la actividad humana. Los cambios negativos en la superficie e interior del suelo se aprecian en tres direcciones principales: disminución del espacio físico donde se desarrollan los componentes de la biodiversidad; alteración de los regímenes ya mencionados; incremento de obstáculos en la superficie. Todo esto bajo la influencia de factores externos al suelo, principalmente el relieve, la cobertura vegetal y el clima.

Esta altísima complejidad se sintetiza para mostrarla en dos salidas principales: distribución geoespacial (DGE) asociada a una base de datos que muestra la clasificación de los suelos hasta el nivel taxonómico que corresponda, de acuerdo con el nivel de detalle requerido, el que está determinado por el área mínima legible en el formato digital (Mc Bratney et. al, 2003); en este caso 100 * 100 m (1 ha). Esta salida se muestra en la Figura 8.1.1a, en la que puede apreciarse la distribución geoespacial de los subtipos de suelo.

La otra salida es la distribución geoespacial de categorías agro-productivas de los suelos (Figura 8.1.1b), la que depende de las propiedades heredadas de los procesos de formación y del estado de conservación en que se encuentre el suelo; aunque esta forma de categorización está dirigida principalmente al rendimiento de los cultivos, también se relaciona estrechamente con la aptitud de los suelos para soportar la biodiversidad en general; por ejemplo, si un suelos es muy productivo para la mayoría de los cultivos, esto implica que en su superficie y dentro de él se favorezca la existencia y diversidad de la fauna edáfica, al mismo tiempo que se favorece el crecimiento y desarrollo de la cobertura vegetal.

BDIV

BDIV

BDIV

BDIV

Figura 8.1.1a: Distribución geoespacial de los suelos en el área d estudio.

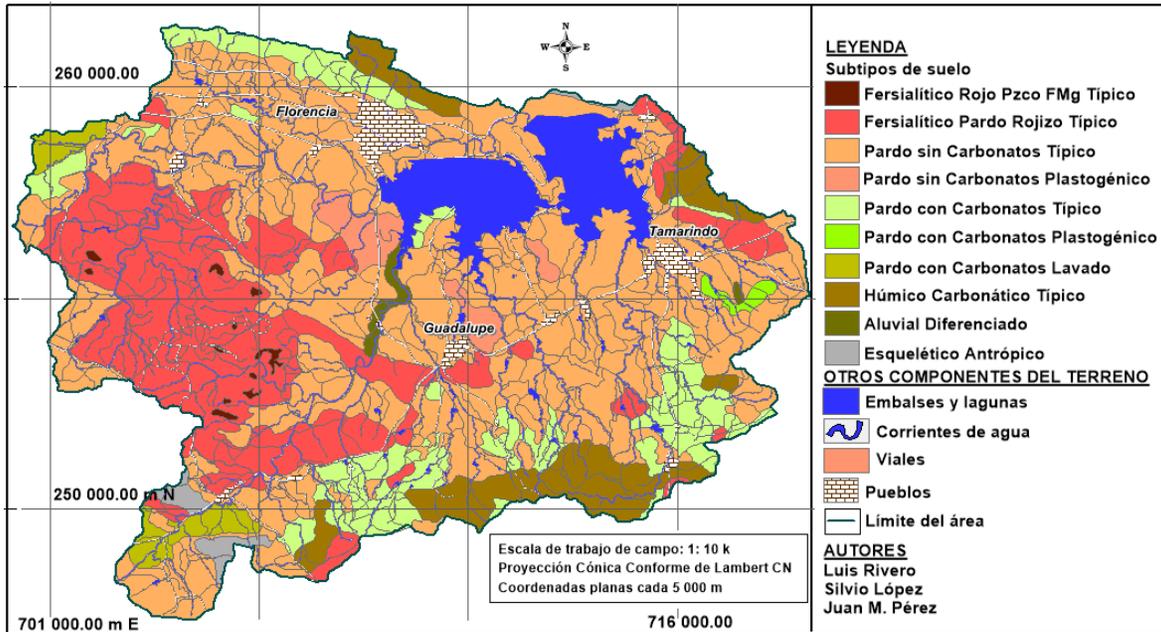
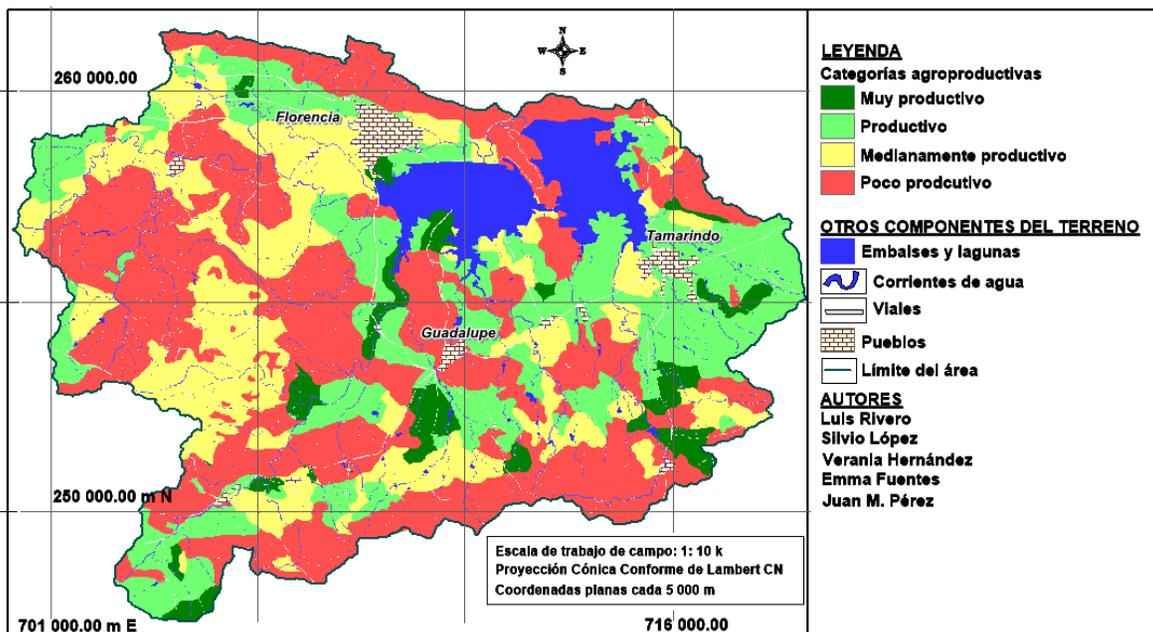


Figura 8.1.1b: Distribución geoespacial de categorías agro-productivas los suelos.



8.1.2 Los recursos hídricos

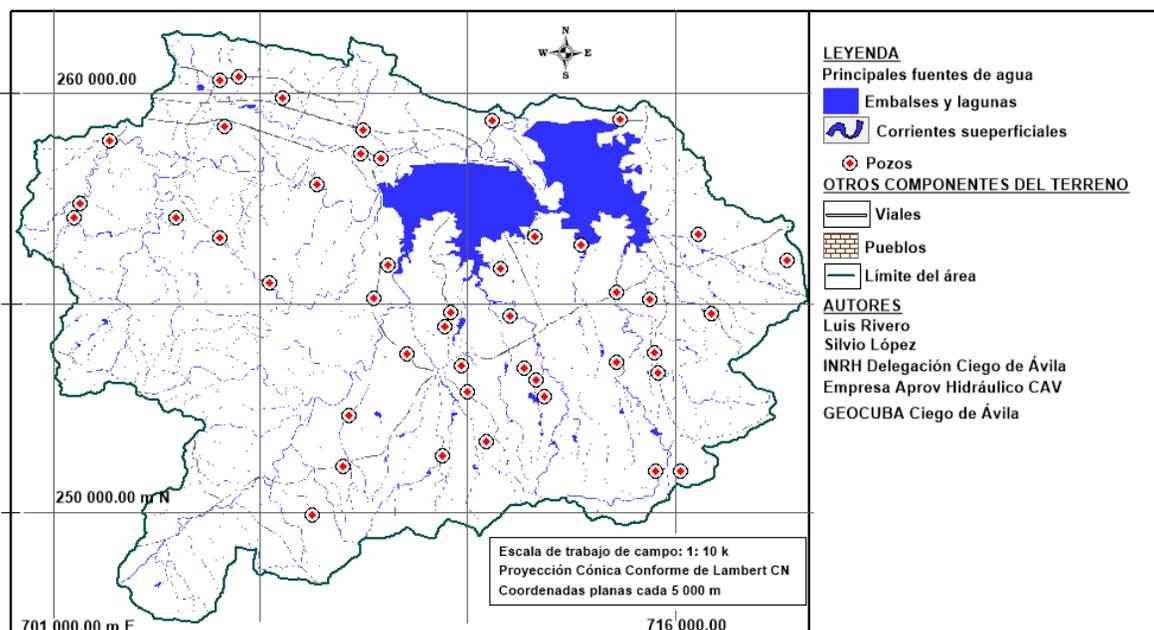
De los recursos hídricos hay tres aspectos que consideramos tienen la mayor importancia, de acuerdo con los objetivos de este proyecto:

- Existencia, distribución geoespacial y estado actual de las fuentes.
- Valoración general de la cantidad de agua disponible en cada sección de área.
- Principales factores que han provocado la degradación de estos recursos.

Las principales fuentes de agua son los embalses y lagunas, las corrientes superficiales de agua y los pozos (Figura 8.1.2a); las aguas subterráneas se encuentran a más de diez metros de profundidad, por lo que no se consideran a los efectos de este proyecto; no obstante, es necesario tener en cuenta su posible utilización futura. A las fuentes anteriores se agrega la lluvia, la que se trata como parte del componente clima en el epígrafe 8.1.6.

La valoración general de la disponibilidad de agua en cada sección de área se muestra en la Figura 8.1.2b; esto implica el planteamiento de una distribución espacial en el uso de la tierra que tenga en cuenta la producción agropecuaria y forestal, al mismo tiempo que se desarrolle la biodiversidad, actividades que no deben contraponerse. A modo de ejemplo negativo veamos el problema de las cortinas protectoras de las corrientes superficiales de agua, cuyo deterioro se observa claramente en la Fotografía 8.1.2a; entre las principales causas de esta degradación se encuentra la utilización de los cauces como área de cultivo, aspecto que pone de manifiesto la contradicción existente entre producción agrícola, reservas de agua y biodiversidad.

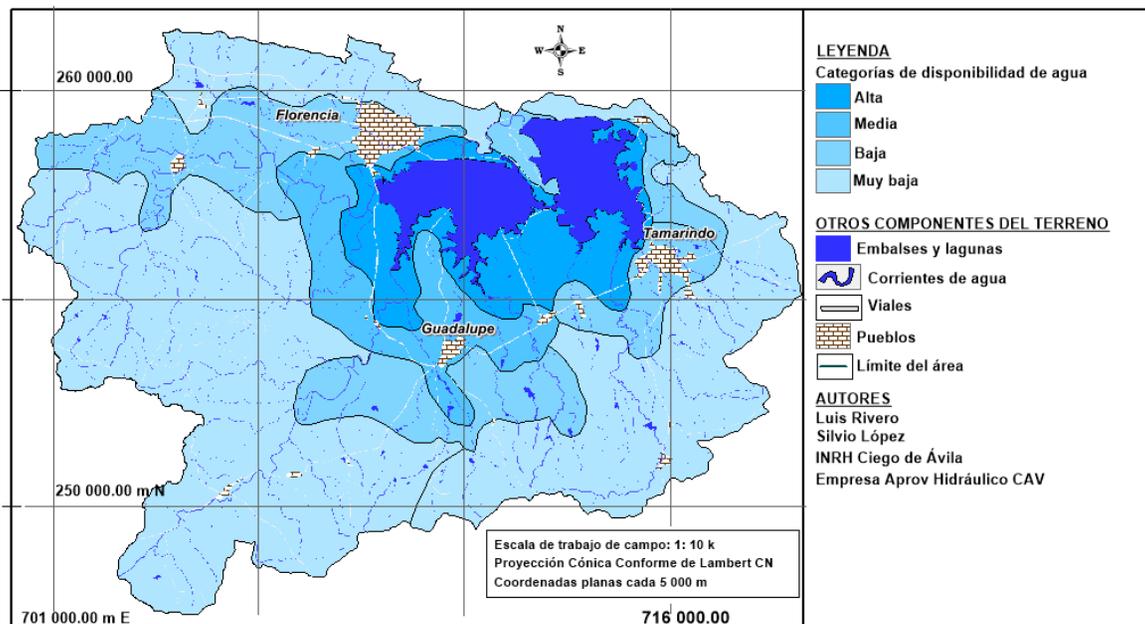
Figura 8.1.2a: Principales fuentes de agua en el área de estudio.



En la misma fotografía se señalan contornos con disponibilidad de agua alta, media, baja y muy baja (a, b, c y d, respectivamente), de acuerdo con la distribución espacial mostrada en la Figura 8.1.2b. En todos los casos se observa

un alto deterioro de las cortinas protectoras de las corrientes superficiales y son frecuentes secciones de esas corrientes con ausencia total de galerías de árboles, lo que, a nuestro entender, constituye uno de los problemas medioambientales más graves de la actualidad, por las consecuencias que esto puede traer a mediano y largo plazo para los agro-ecosistemas, si no se toman medidas adecuadas.

Figura 8.1.2b: Evaluación de la disponibilidad de agua en el área de estudio.

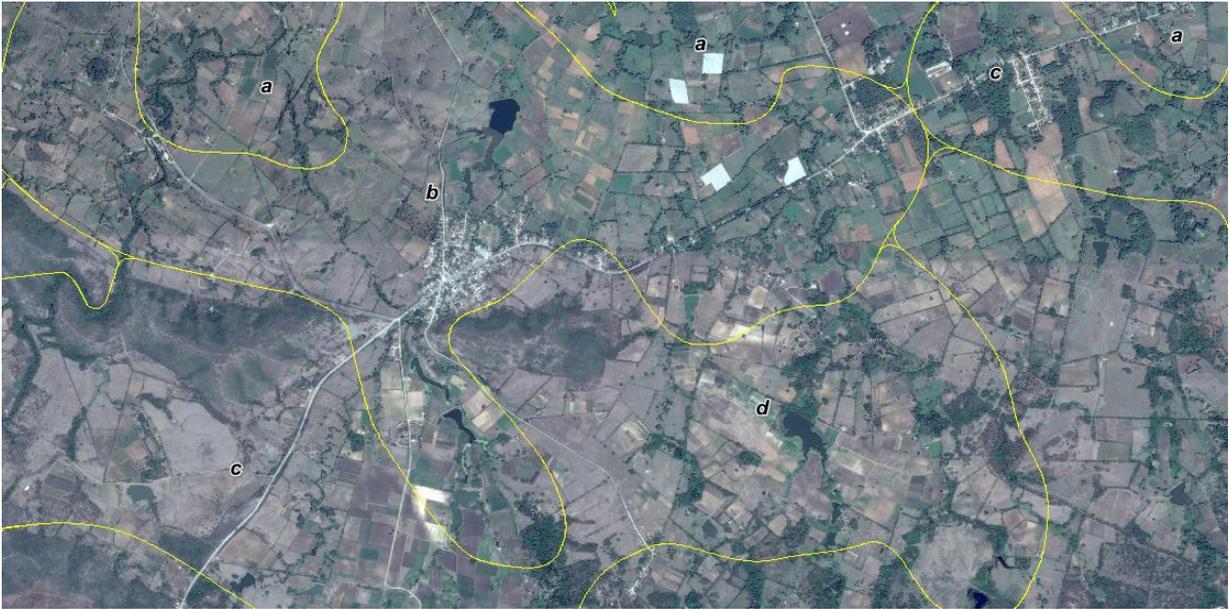


8.1.3 Infraestructura hidráulica

En la actualidad la infraestructura hidráulica tiene muy poco desarrollo en el dominio geográfico que abarca este proyecto, por lo que no se elaboró una distribución geoespacial para la misma; no obstante, se consideró conveniente no pasarla por alto y mantenerla dentro de la relación de componentes claves, con perspectivas de su incorporación cuando alcance un determinado avance.

BDIV
BDIV
BDIV
BDIV
BDIV
BDIV
BDIV
BDIV

Fotografía 8.1.2 a: Vista del deterioro de cortinas protectoras de corrientes de agua.



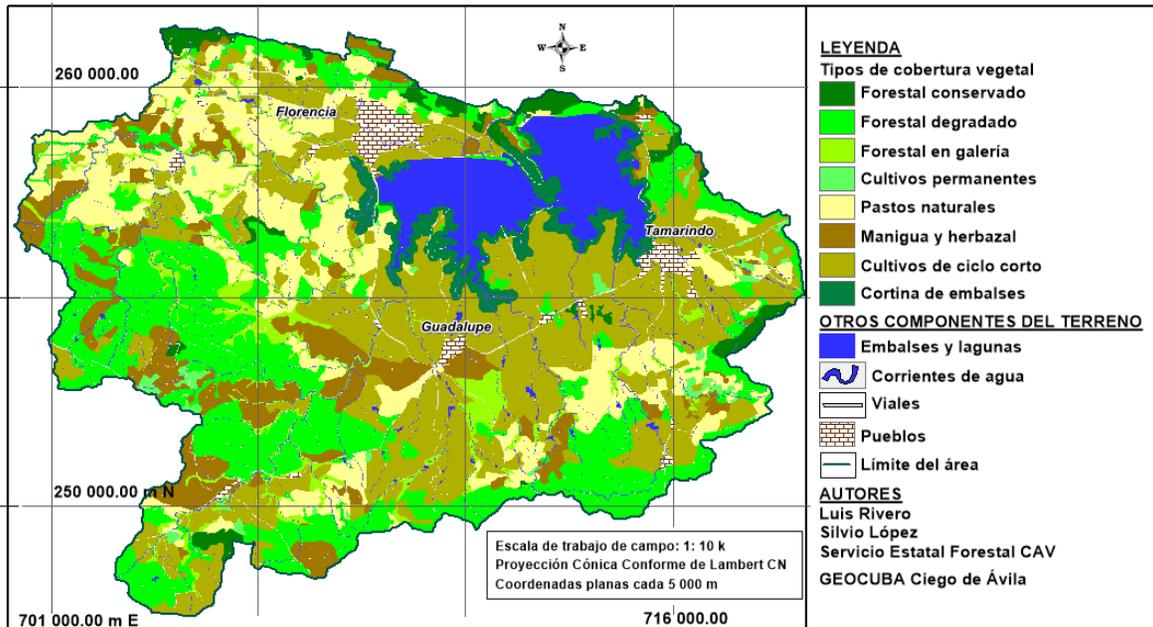
8.1.4 La cobertura vegetal

La cobertura vegetal cumple cinco funciones principales en el agro-ecosistema: constituye una parte importante de la biodiversidad; protege la superficie del suelo del impacto directo del clima; es un factor clave en el funcionamiento del suelo; es fuente de carbono orgánico; es refugio de la fauna silvestre y animales de cría. Este componente es considerado como clave en el trazado de una estrategia de conservación y mejoramiento de los suelos y enfrentamiento al cambio climático; este último es un fenómeno global, lo que implica aspectos que salen de nuestro alcance, mientras que el uso y manejo de la cobertura vegetal se puede realizar a nivel local. El alcance de este proyecto contempla la distribución geoespacial de los principales tipos de cobertura vegetal en el área de estudio (Figura 8.1.4a), desde el punto de vista de la conservación y mejoramiento de los suelos, el agua y otros recursos interrelacionados.

La interrelación de la información de este componente con la información de los suelos, los recursos hídricos y el relieve, es el punto de partida para definir las decisiones que será necesario tomar a corto, mediano y largo plazo, dirigidas al uso y manejo sostenible de los recursos de origen natural y creados por el hombre en el área de estudio, la que puede servir de ejemplo a otros territorios.

BDIV

Figura 8.1.4a: Distribución geoespacial de tipos de cobertura vegetal

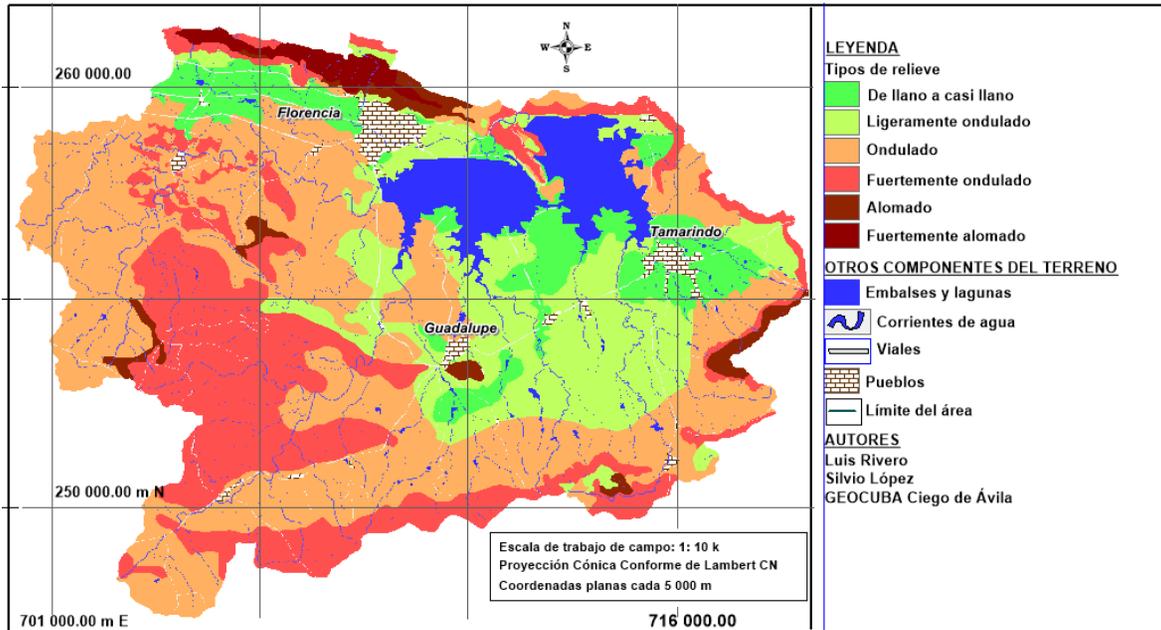


8.1.5 El relieve

El relieve es determinante en una serie de procesos que ocurren en la superficie y el interior del suelo, así como en el entorno en que estos se encuentran. Las principales variables que caracterizan al relieve son la altura sobre el nivel del mar y la pendiente del terreno, cuyas variaciones en el espacio determinan las formas en que se aprecian las diferentes secciones de un dominio geográfico determinado (llano, ondulado, alomado, etc.). La no consideración de este factor en el tratamiento que se le debe dar a las diferentes secciones de área, ha sido y es una de las principales causas de la degradación de los suelos, las aguas y la cobertura vegetal, con toda la gama de problemas a que esto implica para el desarrollo de la biodiversidad. En el área de trabajo este factor adquiere particular importancia, de donde parte la concepción de este proyecto que plantea, en primer lugar, la ubicación de los suelos con relación al tipo de relieve en que estos se encuentran, aspecto que se trata en el epígrafe 8.2.1. En la Figura 8.1.5a se presenta la distribución geoespacial de los tipos de relieve.

BDIV
BDIV
BDIV
BDIV

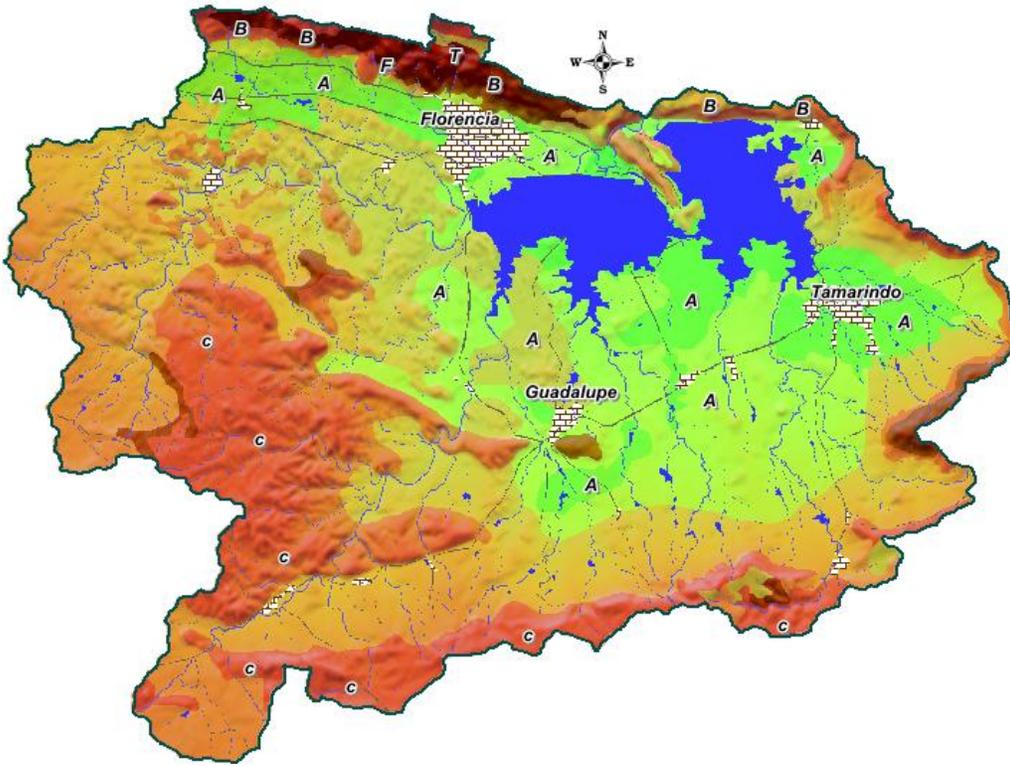
Figura 8.1.5a: Distribución geoespacial de tipos de relieve en el área de estudio.



El modelo de elevación digital del terreno (MEDT) ofrece una visión adecuada del relieve (Figura 8.1.5b), sobre todo cuando este factor se relaciona con otros componentes del sistema, como las fuentes de agua, el suelo y la cobertura vegetal. Por ejemplo, las áreas con relieve más estable señaladas con la letra A son las que más se han dedicado a la agricultura, mientras que las áreas con relieve desde fuertemente ondulado hasta fuertemente alomado del noroeste (B, F, T) se han dedicado principalmente a forestales, sin dejar de tener en cuenta la importancia de fincas y parcelas de campesinos aislados que habitaron esa zona y que en su mayoría migraron hacia las partes más llanas después del triunfo de la Revolución. En las áreas fuertemente onduladas del sur y suroeste (C) predomina una vegetación de matorrales y forestales degradados, con intercalación de parcelas y fincas dedicadas a cultivos de ciclo corto y ganado menor. La Fotografía 8.1.5a sirve de apoyo al panorama mostrado en la Figura 8.1.5b.

BDIV
BDIV
BDIV
BDIV
BDIV
BDIV
BDIV
BDIV

Figura 8.1.5b: Modelo de elevación digital del terreno asociado a otros componentes.



8.1.6 El clima

De acuerdo con los objetivos de este proyecto lo que más nos interesa del clima es la influencia que el mismo puede ejercer sobre la superficie y el interior del suelo, por ser este último el soporte principal de la biodiversidad. Para esto partimos de la caracterización de las lluvias realizada por Cutié y Lapinel (2013) para todas las provincias del país y que incluye, por tanto, la zona donde está enclavada el área de estudio. De acuerdo con la distribución espacial ofrecida por estos autores, esta área se encuentra dentro de una de las zonas de la provincia de Ciego de Ávila más favorecidas por los acumulados anuales de lluvia, tanto en el período lluvioso como en de sequía; sin embargo, la forma en que esa agua sea aprovechada depende de las medidas de conservación y mejoramiento de suelos que se implementen, el estado de la cobertura vegetal, el relieve y otros factores que se tienen en cuenta en este trabajo.

Fotografía 8.1.5a: Vista tomada en el punto T (Figura 8.1.5b) en la dirección norte – sur



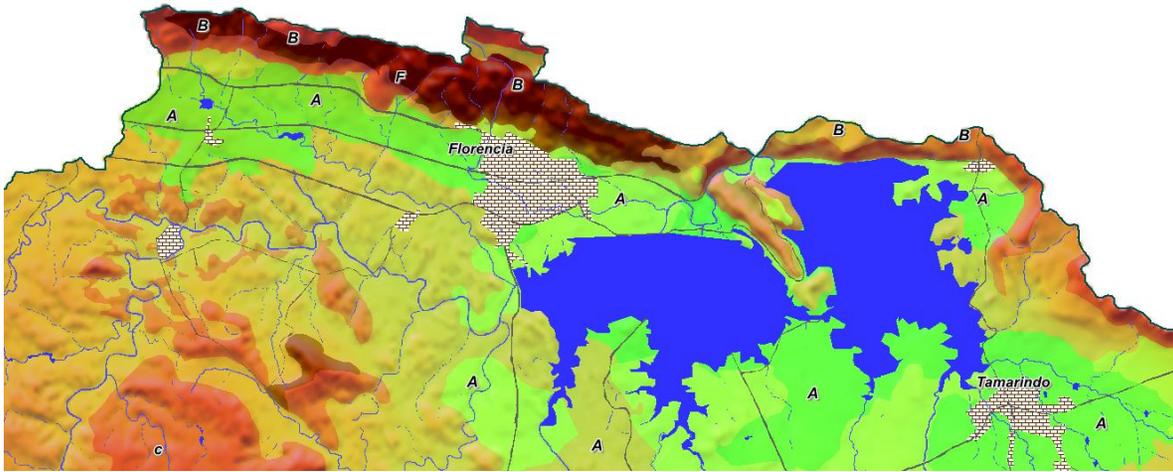
Podríamos definir el concepto **“preparar la superficie de la tierra para los eventos lluviosos”**, con el objetivo de su mejor aprovechamiento y evitar los daños. Resulta evidente que la aplicación de ese concepto ha sido hasta ahora muy limitada, entre otros motivos por el poco uso práctico de la base cognoscitiva (información, conocimientos y experiencia práctica); de otra forma no tendríamos el panorama que se aprecia en la Fotografía 8.1.6a, tomada en el sitio identificado con la letra F en la ampliación del modelo de elevación digital del terreno (Figura 8.1.6a).

BDIV
BDIV

Fotografía 8.1.6a: Vista de la sección de área con centro en el punto de referencia F en la Figura 8.1.6a



Figura 8.1.6a: Ampliación del MEDT y ubicación de la sección de área que aparece en la fotografía 8.1.5 a.



F: punto de referencia para ubicar la Fotografía 8.1.6 a

8.1.7 Tenencia, uso y balance total de la tierra.

Al considerar la tenencia de la tierra nos acercamos a uno de los aspectos que contempla la dimensión político-social del manejo sostenible de los agroecosistemas, pues aquí se aplica el concepto de responsabilidad sobre los

recursos, tanto de origen natural como creados por el hombre, coincidentes en ese contexto. Las directivas del Estado Cubano, dirigidas a la autogestión de los municipios, con énfasis en el autoabastecimiento local (Ministerio de la Agricultura, 2017), pueden potenciar el sentido de pertenencia sobre el suelo, el agua, la cobertura vegetal, el mejor aprovechamiento de los beneficios que aporta el clima y el enfrentamiento a los daños que este puede causar, en estrecha interrelación con el mejoramiento de la biodiversidad, con especial atención al fomento de la cobertura vegetal.

El 88.0 % de la superficie estudiada pertenece a diferentes entidades del Ministerio de la Agricultura, el 1.3 % a AZCUBA y el 10.7 % a organismos como el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), Planificación Física, Energía y Minas y otros. La mayor incidencia, tanto positiva como negativa, sobre los recursos de origen natural y creados por el hombre, la ejercen las actividades directamente relacionadas con la producción agropecuaria y forestal; no obstante, la sostenibilidad del sistema en su conjunto requiere de una atención integrada, la que se puede potenciar con el uso de las nuevas tecnologías de la información.

Un ejemplo ilustrativo es el balance total de la tierra el cual define el uso actual de cada sección de área, dentro del dominio geográfico estudiado. Se distinguen dos grupos de usos principales: el de las áreas sobre las cuales existe cobertura vegetal y el de las áreas sin esta cobertura (embalses y lagunas, corrientes de agua, diversos tipos de viales, centros de población y otras). En la Figura 8.1.7a se muestra la distribución geoespacial de los usos de la tierra y en la Tabla 8.1.7a se dan los valores de las áreas que ocupa cada uso.

El balance total de la tierra es un aspecto al cual, por lo general, se le presta poca atención; sin embargo, los datos muestran el alto significado que puede alcanzar la creciente ocupación de los suelos por usos que impiden su utilización en el fomento de la cobertura vegetal, ya sea por plantaciones de uso económico, como de protección de la superficie. Está claro que las coberturas no vegetales son necesarias; lo esencial del problema radica en una concepción estratégica que regule su uso y establezca una distribución geoespacial lo más adecuada posible, lo que está en estrecha interrelación con el ordenamiento territorial.

Figura 8.1.7a: Distribución geoespacial de los usos de la tierra.

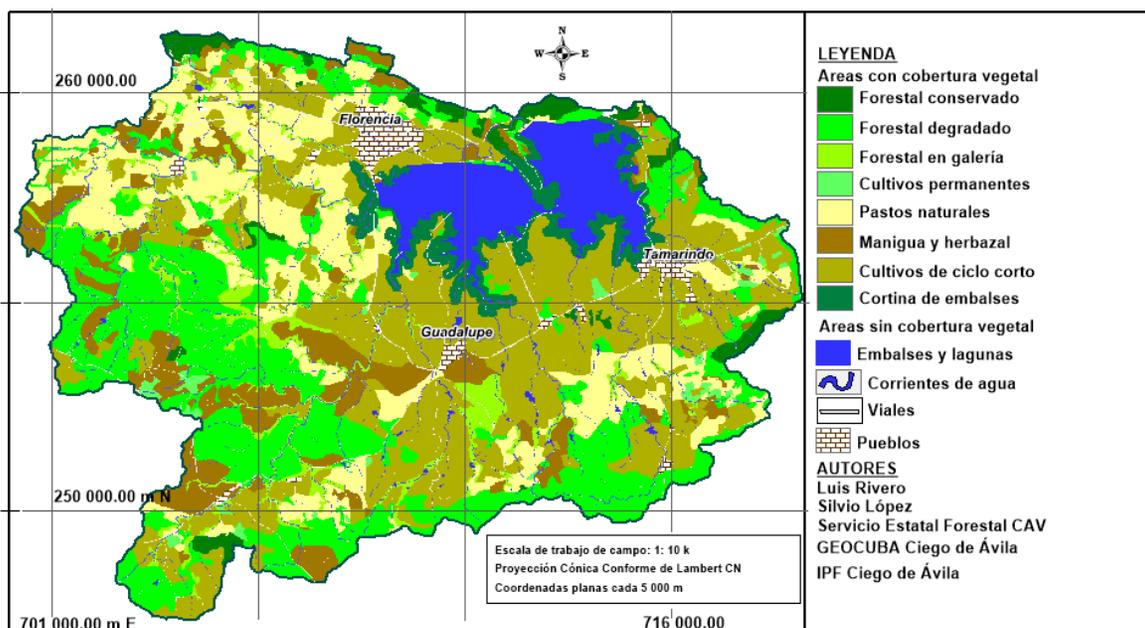


Tabla 8.1.7a: Área ocupada por cada tipo de uso de la tierra.

Grupos de usos principales	Tipo de cobertura vegetal	Área (ha)
Áreas con cobertura vegetal	Forestal conservado	420.66
	Forestal degradado	3932.30
	Forestal en galería	751.37
	Cultivos permanentes	168.30
	Pastizales naturales	2670.88
	Manigua y herbazal	1596.71
	Cultivos de ciclo corto	4845.86
	Cortinas protectoras de embalses	700.50
SUBTOTAL		15086.58
Áreas sin cobertura vegetal	Tipos de cobertura no vegetal	Área (ha)
	Embalses y lagunas	1134.82
	Corrientes superficiales de agua	395.28
	Infraestructura vial	181.93
	Asentamientos humanos	303.70
SUBTOTAL		2015.73

ÁREA TOTAL: 17102.31 ha

BDIV

BDIV

8.1.8 El uso del suelo

Como un aspecto de primer orden dentro del uso de la tierra está el uso del suelo, el cual se realiza en las áreas en las que se puede desarrollar la cobertura vegetal; en las demás áreas también hay suelo, pero este se encuentra por debajo de componentes que excluyen la referida cobertura. El uso del suelo está implícito en la distribución geoespacial mostrada en la Figura 8.1.7a y en los datos de la Tabla 8.1.7a; no obstante, consideramos conveniente agregar algunos aspectos relacionados con este problema.

En primer lugar, a la hora de hacer la distribución espacial de los cultivos, debe tenerse en cuenta la aptitud agro-productiva de los suelos para los mismos, en relación con los requerimientos de agua de las diferentes especies y variedades. Otro aspecto a contemplar se refiere a las áreas que ya están dedicadas a forestales o que se van a dedicar a este uso; por lo general, no se contempla el fomento de especies forestales dentro de las áreas dedicadas a los cultivos y en estas los árboles son muy escasos. Consideramos necesario el establecimiento de normas en este sentido; por ejemplo, una norma podría ser que por cada 100 ha de cultivos existan 5 de forestales, sin incluir aquí las que ya tienen ese uso propiamente, ni las ocupadas por las cortinas de árboles protectoras de las corrientes superficiales de agua y embalses. Aquí hay que tener en cuenta que la mayoría de las especies productoras de frutas comestibles por los humanos y/o que sirven de alimento animal, son árboles y arbustos (mango, aguacate, guayaba, moringa, etc.), con lo cual establecemos de nuevo la interrelación entre producción comercial y biodiversidad.

8.1.9 Infraestructura vial y asentamientos humanos

El manejo sostenible de la tierra en los agro-ecosistemas no puede verse separado de la infraestructura en general y la actividad del hombre; sabemos que este es un aspecto complejo y requiere de estudios en varias direcciones; no obstante, este proyecto llega hasta el planteamiento general del problema, de modo que sirva de base para un grupo de decisiones en primera instancia. Los viales y objetos no vivos que componen los asentamientos poblacionales y sirven para la comunicación entre los mismos, deben ser vistos como patrimonio a cuidar

por todos los actores implicados, sean o no responsables directos de los mismos. De igual forma que sucede con las cortinas de árboles protectoras de corrientes superficiales de agua, sucede con la protección de los viales, a cuyas cunetas corresponden dos tipos principales de cobertura vegetal: una faja de pasto natural a cada lado de la vía, seguida cada faja de una cortina de árboles, con desagües revestidos en lugares de mucha pendiente. Esto ofrece la oportunidad de diversificar especies de plantas e incrementar el número de individuos de las mismas, de modo que se favorezca el medio ambiente y la biodiversidad, al mismo tiempo que se obtengan beneficios económicos, de acuerdo con las características e intereses específicos del dominio geográfico de que se trate. De nuevo se pone de manifiesto la estrecha interrelación entre todos los componentes del agro-ecosistema, tanto de origen natural como creados por el hombre, vivos y no vivos.

De igual forma que para los viales, se presenta el problema para los objetos que conforman la infraestructura habitacional, a cuya protección no siempre se le presta la debida atención. La población como tal puede potenciar su doble condición de actora y beneficiaria del mejoramiento del medio en que vive, lo que implica la necesidad del intercambio con los pobladores, los que deben actuar con sentido de pertenencia sobre los recursos y no como usuarios ajenos a la responsabilidad sobre el cuidado de los mismos. Por ejemplo, el poblado de Guadalupe tiene áreas muy frágiles aledañas que requieren un tratamiento especial, debido al tipo de vegetación y el suelo predominante; el desconocimiento puede conllevar a la realización de prácticas altamente dañinas para ese sistema, como puede ser el uso indiscriminado de las especies vegetales que allí se desarrollan. El sitio identificado como Dg3 (Fotografía 8.1.9a) es una casa de vivienda de una familia y se puede apreciar a su alrededor la falta de árboles y el afloramiento de la roca en superficie; seguramente esas personas no quieren vivir bajo la inclemencia climática que imponen esas condiciones, pero tampoco tienen una respuesta acerca de cómo mejorarlas con recursos del propio medio que están a su alcance.

BIDIV

BIDIV

Fotografía 8.1.9a: Sitio con alta degradación donde habitan personas.



Este proyecto parte de la concepción de que la mejor forma de lograr esos objetivos es conociendo y aplicando la información, los conocimientos y la experiencia práctica existente, en primer lugar por los investigadores y especialistas, en segundo lugar por los decisores y en tercer lugar por todos por actores implicados. La esencia del problema está en cómo hacer realidad esa aplicación.

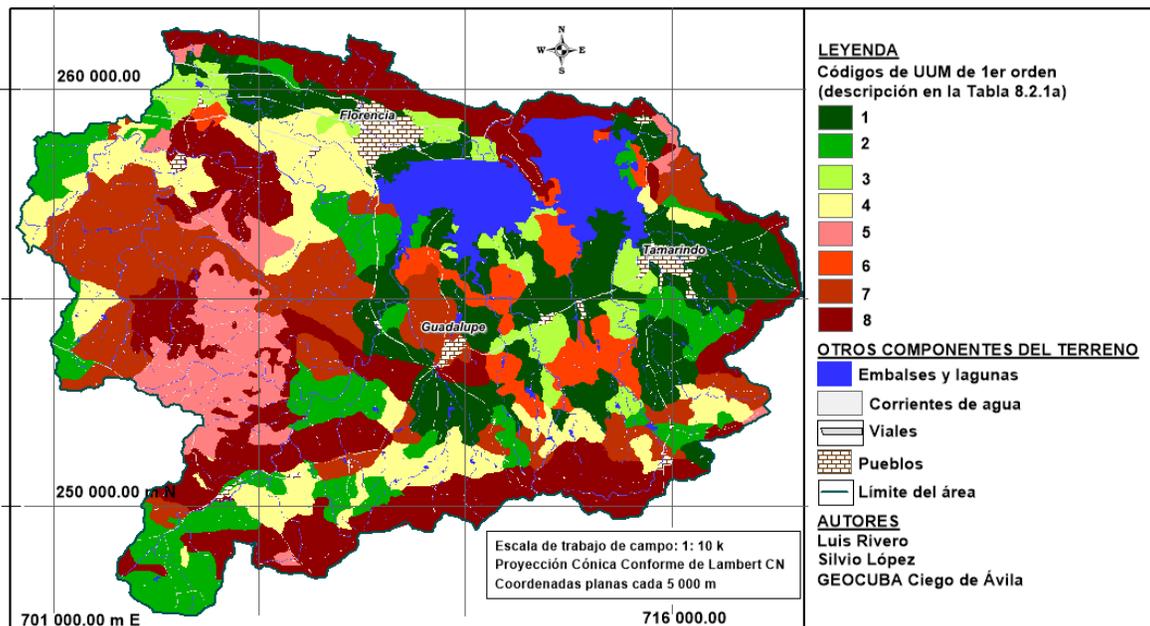
8.2 Análisis del resultado R2

El resultado identificado como *“Unidades de uso y manejo (UUM) y su distribución espacial dentro del territorio”* deriva de la integración de la información de suelos con la información de los demás componentes considerados, de donde se obtiene un modelo virtual integrado de la realidad del terreno, que es la base para conformar las referidas unidades. En el contexto natural, productivo y socio-político de una unidad de análisis (país, provincia, municipio, unidad productiva y otras), tiene mucha importancia para los decisores, así como para todos los demás actores implicados, conocer la forma en que se conforma la coincidencia de factores, lo que facilita el enfrentamiento a los problemas de carácter medioambiental existentes en el territorio, como la degradación de los suelos; disminución de la cantidad y calidad de agua, disminución en cantidad y calidad de la cobertura vegetal, incidencia desfavorable del relieve; comportamiento anormal del clima y procesos.

8.2.1 Secuencia en la conformación de las unidades de uso y manejo (UUM).

La idea principal que se sigue en este proyecto no es la de crear mapas de unidades de uso y manejo a priori, sino tener una base de información que permita crear esas salidas para guiar la solución de los problemas que se identifiquen en un dominio geográfico determinado. No obstante, en la Figura 8.2.1a se muestra la forma en que se distribuyen los suelos en el relieve, mientras que en la Tabla 8.2.1a se hace la descripción de las unidades que se forman por la integración de esos dos componentes. Una vez establecidas esas unidades, se les puede agregar la condición que ellas tienen respecto a la disponibilidad de agua y seguidamente respecto a la cobertura vegetal, con lo que se van formando unidades de primer orden, segundo orden, tercer orden así sucesivamente, de acuerdo con el problema específico de que se trate y las decisiones que se prevé habrá que tomar.

Figura 8.2.1a: Distribución geoespacial de las UUM de primer orden.



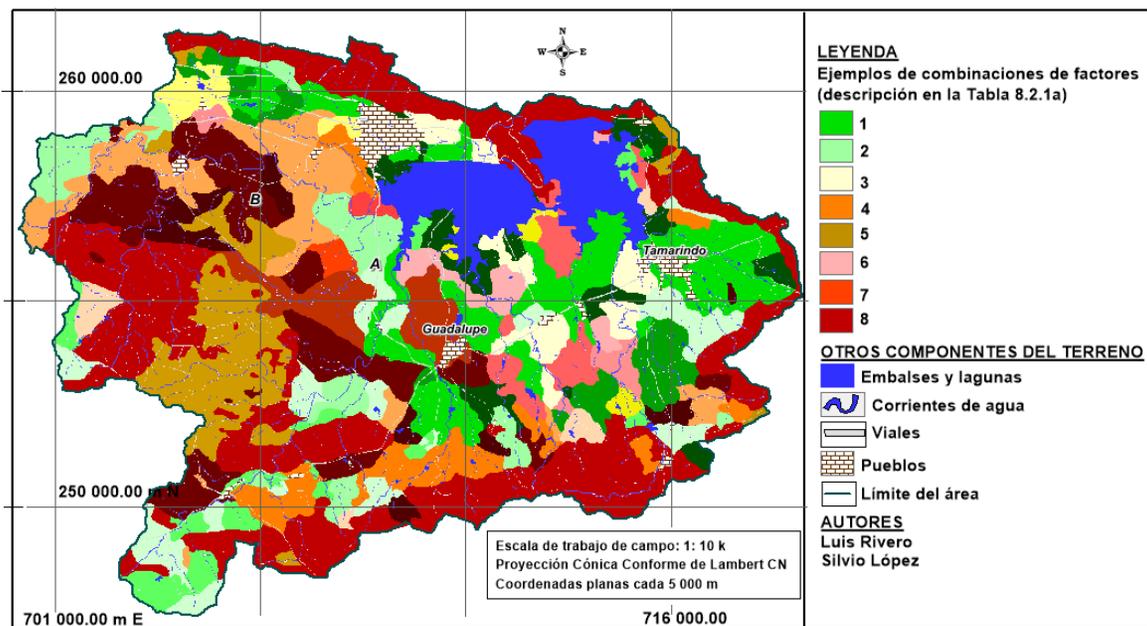
A los efectos del tratamiento que se debe dar a cada sección de área, los factores claves son el suelo, el relieve y la cobertura vegetal, por lo que en la Figura 8.2.1b se presenta una distribución geoespacial de unidades de uso y manejo (*UUM*) que contempla la integración de estos tres componentes (ejemplos de *UUM* formadas se describen en la Tabla 8.2.1a). Este tipo de salida resulta básica para establecer los sistemas de medidas a aplicar, de acuerdo con las condiciones del terreno, así

como el uso específico que se le esté dando y/o se planifique para cada una de las secciones de área; contribuye a preparar las condiciones para establecer una estrategia de conservación y mejoramiento de los suelos y los demás componentes en un orden de prioridad.

Tabla 8.2.1a: Descripción de UUM de primer orden.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	Suelos muy productivos y productivos en relieve de llano a ligeramente ondulado
2	Suelos muy productivos y productivos en relieve ondulado
3	Suelos medianamente productivos en relieve de llano a ligeramente ondulado
4	Suelos medianamente productivos en relieve ondulado
5	Suelos medianamente productivos en relieve fuertemente ondulado a alomado
6	Suelos poco productivos en relieve llano ligeramente ondulado
7	Suelos poco productivos en relieve ondulado
8	Suelos poco productivos en relieve fuertemente ondulado a alomado

Figura 8.2.1b: Distribución geoespacial de UUM para vínculo con sistemas de medidas.



8.3 Análisis del resultado R3

El resultado definido como “vínculo entre unidades de uso y manejo y sistemas de medidas” le sirve a los decisores y demás actores incidentes para plantearse un modelo de acciones a realizar, dirigidas al uso sostenible de los recursos de origen natural y creados por el hombre en su área de acción. Este resultado se conforma a partir de la salida representada en la Figura 8.2.1b y un catálogo de medidas representado en la Tabla 8.3a, el que se crea a partir de las normas establecidas

para la conservación y mejoramiento de suelos, las que también se refieren a la conservación y mejoramiento de los demás componentes interrelacionados, como aguas, cobertura vegetal y otros. La fuente principal de esas normas utilizada en este proyecto es la publicación de Fuentes y Martínez (2014); no obstante pueden utilizarse todas las que existan al respecto y que sean aplicables en nuestras condiciones, como es el caso del trabajo sobre protección, restauración y conservación de suelos forestales (Cuevas et. al, 2006).

Tabla 8.2.1a: Descripción de una parte de las UUM representadas en la Figura 8.2.1b.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	Suelos muy productivos y productivos en relieve llano - ligeramente ondulado, cobertura con predominio de cultivos de ciclo corto.
2	Suelos muy productivos y productivos en relieve ondulado, cobertura con predominio de pastos naturales y herbazales.
3	Suelos medianamente productivos en relieve de llano - ligeramente ondulado, cobertura con predominio de cultivos de ciclo corto.
4	Suelos medianamente productivos en relieve ondulado, cobertura con predominio de cultivos de ciclo corto.
5	Suelos medianamente productivos en relieve fuertemente ondulado- alomado, pastos naturales y herbazales.
6	Suelos poco productivos en relieve llano ligeramente ondulado, cobertura con predominio de forestales.
7	Suelos poco productivos en relieve ondulado, cobertura con predominio de forestales.
8	Suelos poco productivos en relieve fuertemente ondulado- alomado, cobertura con predominio de forestales.

Se debe tener en cuenta que la salida representada en la Figura 8.2.1b incluye al componente *cobertura vegetal*, con una variabilidad temporal mucho más alta que la de los componentes incluidos en la salida representada en la Figura 8.2.1a (suelos y relieve). Esto implica que lo más importante de la salida a utilizar para establecer el vínculo con los sistemas de medida, es tener una base de información adecuada para ese propósito, que permita crear la salida de forma operativa en el momento más adecuado.

Como ya se planteó, los sistemas de medidas a ingresar en el Sistema de Información Geográfica (SIG) se encuentran en forma de texto, por lo que es necesario realizar una adecuación para este fin. En la Tabla 8.3a (dividida en 8.3a1, 8.3a2 y 8.3a3 debido a su extensión) se presenta una forma de organización que permite vincular las medidas a una sección de área georreferenciada en el SIG, de acuerdo con las condiciones en que se encuentre la misma. Para la organización de los sistemas de medidas se tienen en cuenta tres aspectos fundamentales, relacionados con este proyecto.

Aspecto 1: actividades fundamentales que se realizan en un agro-ecosistema

1.1 Producción agropecuaria y forestal (AP1 en la columna 1 de la Tabla 8.3a1).

1.2 Gestión de la biodiversidad (AP2 en la columna 1 de la Tabla 8.3a2).

1.3 Gestión medioambiental (AP3 en la columna 1 de la Tabla 8.3a3).

Aspecto 2: en cada actividad fundamental es necesario aplicar un amplio grupo de medidas de conservación y mejoramiento de suelos y otros componentes. Los enunciados en la columna 2 de la tabla se refieren a los principales grupos de medidas.

Aspecto 3: codificación de las medidas para facilitar su georreferenciación en el SIG. Los códigos de grupos de medidas y medidas específicas, aparecen en las columnas 2 y 3 de la tabla, respectivamente.

Para la mayoría de las medidas específicas existen metodologías que se explican en documentos normativos, por lo que solo es necesario ubicarlas en el espacio que corresponda dentro del dominio geográfico de interés y hacer los ajustes que sean necesarios. A continuación se pone un ejemplo que ilustra esta actividad, para lo cual se hace uso de la distribución geoespacial representada en la Figura 8.2.1b, los datos de la Tabla 8.3a e imágenes para la mejor ubicación dentro del área de estudio; más adelante se hace referencia a la aplicación en la realidad del terreno de un grupo de medidas.

El ejemplo se refiere a dos secciones de área, identificadas con las letras A y B en la distribución geoespacial de clases (DGEC) representada en la Figura 8.2.1b; para una mejor ubicación se agrega una imagen sobre la cual se puso la referida DGEC (Figura 8.3a). En la Tabla 8.3b se da la información relacionada con las principales medidas que se deben aplicar en esas secciones de área y la forma en que se vincula la información de los textos normativos con la DGEC. Antes de la planificación y aplicación de las medidas se realiza una serie de acciones adicionales de apoyo, las que también se explican en los trabajos de referencia. Un aspecto importante a tener en cuenta es el alto grado de interrelación que existe entre todas las medidas de conservación y mejoramiento que se aplican en un agro-ecosistema. Por ejemplo, el objetivo fundamental de la implementación de barreras vivas es evitar la erosión de los suelos (AP1MED2, Tabla 8.3a1); sin embargo, también actúa positivamente sobre la biodiversidad (AP2MED2, Tabla

8.3a2), contribuye al mejoramiento del medio ambiente (AP3MED2 y AP3MED3, Tabla 8.3a3) y otros efectos positivos.

**Tabla 8.3a: Síntesis sobre el ordenamiento de los sistemas de medidas (siglas explicadas al pie de la Tabla)
8.3a1: Actividad principal AP1**

ACTIVIDAD PRINCIPAL	GRUPOS DE MEDIDAS	TIPOS ESPECÍFICOS DE MEDIDAS
AP1 Producción agropecuaria y forestal.	AP1MED1 Grupo de medidas para adecuar el uso del suelo	AP1MED1.1 Decidir DGEA de tipos de uso sobre MVIRT
		AP1MED1.2 Gestionar práctica social de MVIRT
		AP1MED1.3 Reordenar usos de acuerdo con CAS y DGEA
	AP1MED2 Para evitar arrastres de suelo por las aguas	AP1MED2.1 Barreras vivas según normas establecidas
		AP1MED2.2 Labores siguiendo las curvas de nivel
		AP1MED2.3 Prevención y/o rectificación de cárcavas
	AP1MED3 Para evitar la compactación del suelo	AP1MED3.1 No usar equipos e implementos pesados
		AP1MED3.2 Laboreo estrictamente necesario
		AP1MED3.3 Proteger la superficie con coberturas diversas
	AP1MED4 Para evitar acumulación de sales en el suelo.	AP1MED4.1 Controlar la calidad del agua de riego
		AP1MED4.2 Normas de riego estrictamente necesarias
		AP1MED4.3 Controlar cercanía manto freático a superficie
		AP1MED4.4 Control de explotación de pozos
	AP1MED5 Para evitar sobre-humedecimiento prolongado	AP1MED5.1 Construcción y mantenimiento canales dren
		AP1MED5.2 Canales interiores de conducción de agua
		AP1MED5.3 Laboreo estrictamente necesario
	AP1MED6 Para evitar pérdidas excesivas de agua del suelo	AP1MED6.1 Proteger la superficie con coberturas diversas
		AP1MED6.2 Laboreo estrictamente necesario
		AP1MED6.3 Rotación de cultivos con abonos verdes
	AP1MED7 Para mejorar el funcionamiento físico del suelo	AP1MED7.1 Subsolación periódica y ordenada
		AP1MED7.2 Rotación de cultivos con abonos verdes
		AP1MED7.3 Aplicación materiales mejoradores estructura
	AP1MED8 Para mejorar el funcionamiento químico del suelo	AP1MED8.1 Aplicación de productos orgánicos
		AP1MED8.2 Rectificación acidez con productos adecuados
		AP1MED8.3 Controlar la calidad del agua de riego
	AP1MED9 Para mejorar la actividad biológica del suelo	AP1MED9.1 Rotación de cultivos con abonos verdes
		AP1MED9.2 Aplicación de productos orgánicos
AP1MED9.3 Proteger la superficie con coberturas diversas		

La Tabla 8.3b es un ejemplo de la información clave que es necesario utilizar para establecer un modelo de aplicación de medidas de conservación y mejoramiento de suelos y otros componentes asociados al mismo, en un determinado dominio geográfico. La primera columna es la identificación y ubicación geográfica del área de aplicación; en la segunda se definen las principales condiciones del área respecto a suelos, relieve y cobertura vegetal; en la tercera se enuncian las medidas específicas y en la cuarta se pone el código que permite, entre otras cosas, ubicar el documento normativo donde aparecen los detalles para la

planificación y ejecución del trabajo en la realidad del terreno. Para una mejor comprensión de este aspecto, a continuación de la Figura 8.3a se desglosa el referido código.

Tabla 8.3a (continuación).

8.3a2: Actividad principal AP2

ACTIVIDAD PRINCIPAL	GRUPOS DE MEDIDAS	TIPOS ESPECÍFICOS DE MEDIDAS
AP2 Gestión de la Biodiversidad	AP2MED1 Grupo de medidas para adecuar el uso del suelo	AP2MED1.1 Decidir DGEA de tipos de uso sobre MVIRT
		AP2MED1.2 Gestionar práctica social de MVIRT
		AP2MED1.3 Reordenar usos de acuerdo con CAS y DGEA
	AP2MED2 Composición de especies y variedades de plantas	AP2MED2.1 Balance especies y variedades según MVIRT
		AP2MED2.2 Incremento de especies y variedades
		AP2MED2.3 Atención a las plantaciones
	AP2MED3 Composición en especies de animales de cría	AP2MED3.1 Balance especies según MVIRT
		AP2MED3.2 Incremento de especies e individuos
		AP2MED3.3 Adecuada atención a los rebaños
	AP2MED4 Adecuar AES para incremento de fauna silvestre	AP2MED4.1 Uso balance adecuado de especies arbóreas
		AP2MED4.2 Vigilancia y cuerpos de guardabosques
		AP2MED4.3 Monitoreo de la fauna silvestre
	AP2MED5 Adecuación medio edáfico para macro y micro-fauna	AP2MED5.1 Rotación de cultivos con abonos verdes
		AP2MED5.2 Aplicación de productos orgánicos
		AP2MED5.3 Proteger la superficie con coberturas diversas

Tabla 8.3a (continuación).

8.3a3: Actividad fundamental AP3

ACTIVIDAD PRINCIPAL	GRUPOS DE MEDIDAS	TIPOS ESPECÍFICOS DE MEDIDAS
AP3 Gestión Medioambiental	AP3MED1 Valores de referencia referidos a calidad de agua y aire	AP3MED1.1 Definir valores de referencia calidad agua y aire
		AP3MED1.2 Barreras a propagación de contaminantes
		AP3MED1.3 Monitoreo de calidad de agua y aire
	AP3MED2 Medidas para DGEA de incidencia solar y sombra	AP3MED2.1 Balance adecuado cobertura verde de sombra
		AP3MED2.2 Protección de la superficie con coberturas
		AP3MED2.3 Adecuación de horario de trabajo en el campo
	AP3MED3 Adecuación del AES para incremento de fauna silvestre	AP3MED3.1 Balance adecuado de vegetación arbórea
		AP3MED3.2 Monitoreo y cuidado de la fauna silvestre
		AP3MED3.3 Concientización sobre importancia de la fauna
	AP3MED4 Referencia composición especies y variedades de plantas	AP3MED4.1 Definir indicadores de composición
		AP3MED4.2 Ordenamiento de plantaciones según MVIRT
		AP3MED4.3 Monitoreo y cuidado de las plantaciones

BDIV

BDIV

BDIV

BDIV

Figura 8.3a: Ejemplo de ubicación de áreas para la aplicación de medidas.



Desglose del código de medidas

Ejemplo de notación: AP1MED2.1_ref_01p25

AP1: uno de los tipos de actividad principal que se realiza en agro-ecosistemas

MED2: grupo de medidas dentro de AP1 (en este caso es el segundo grupo)

.1: número de orden de la medida específica dentro del grupo MED2

_ref_01p25: se refiere al documento normativo que se toma como referencia y la página donde comienza la explicación. En este trabajo se toman dos publicaciones de referencia, pero se puede utilizar una gran cantidad de trabajos publicados, para lo cual debe tenerse en cuenta la accesibilidad a los mismos por los actores implicados. Los referidos en la Tabla 8.3b son los siguientes:

ref_01p25: Fuentes y Martínez (2014) y de igual forma para las páginas 56 y 59.

ref_02p25: Cuevas et. al (2006): Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), México.

Puede suceder que, en el momento de definir la necesidad de una medida, no se tengan referencias sobre las normas de su ejecución, en cuyo caso se plantea la tarea de buscar los trabajos adecuados; de no existir esos trabajos, hay que crear las normas para la aplicación de que se trate. De igual forma se procederá para nuevas medidas que surjan en el proceso de enfrentamiento a problemas cruciales en los niveles mundial y nacional, como es el caso, por ejemplo, de la tarea **VIDA**.

Tabla 8.3b: Información para aplicación de medidas en secciones de área ejemplos.

ID_área	Factores incidentes	Enunciado de medidas	Código de medidas
A	Suelos muy productivos y productivos en relieve ondulado, cobertura de pasto natural con población de media a baja.	Implementación de barreras vivas siguiendo curvas de nivel	AP1MED2.1_ref_01p25
		Adecuar balance de especies y variedades de plantas en barreras	AP2MED2.1_ref_01p59
		Ordenar usos según la calidad del suelo y otros factores incidentes.	AP2MED1.3_ref_01p56
B	Suelos poco productivos en relieve fuertemente ondulado-alomado, cobertura de pastos naturales, manigua y herbazal con población de baja a muy baja.	Prevención y/o rectificación de cárcavas.	AP1MED2.3_ref_02p37
		Adecuar balance de especies de plantas arbustivas y arbóreas	AP2MED2.1_ref_01p59
		Monitoreo y cuidado de la fauna silvestre.	AP3MED3.2 (referencia no definida).

8.4 Análisis del resultado R4

Este resultado se refiere al mejoramiento de una sección de área y, dentro de esta, específicamente el suelo, la cobertura vegetal y el aprovechamiento del agua, con una serie de indicadores para analizar el mejoramiento, desde el punto de vista de la biodiversidad; en esta dirección no se pudo ejecutar lo que estaba previsto, lo que se analizó en el Consejo Científico del Instituto de Suelos y se comunicó a la Dirección del Programa. No obstante, en el área de estudio se realizó una serie de acciones en el marco del proyecto, con resultados que contribuyen al cumplimiento del objetivo general, en lo que se refiere a la conservación y mejoramiento de los recursos naturales y creados por el hombre, mitigación de los efectos del cambio climático y gradual recuperación de la biodiversidad, lo que está en correspondencia con el estado en que se encuentran esos recursos, aspecto que fue estudiado por Tatiana Geler (21012).

El principal grupo de acciones estuvo dirigido a la solución de uno de los problemas más graves que afecta, de forma directa, a tres de los componentes analizados en este trabajo: suelos, agua y cobertura vegetal, lo que también incide, de forma indirecta, sobre los demás componentes considerados. Como se aprecia en la Figura 8.4a la mayor parte del área de estudio se encuentra en cotas superiores a los embalses señalados con e1 y e2, por lo que estos embalses están afectados, de una u otra forma, por toda esa área; no obstante, la sección más crítica es la que forma el triángulo delimitado por los tramos de carretera Tamarindo – Guadalupe y Guadalupe – Florencia (trazo rojo); esta sección la identificamos como **“área de prioridad 1”**, por dos motivos fundamentales:

- Esa es una de las partes del territorio que más se ha utilizado en la agricultura, lo que está en relación con la incidencia antrópica negativa.
- Los referidos tramos de carretera funcionan como muros de contención, que contribuyen a evitar la llegada de suelo y otros componentes a los embalses, lo que hace que la parte situada por encima de esos muros tenga menor importancia relativa, desde el punto de vista que estamos analizando.

Para evitar la disminución de la capacidad de embalse y afectación de la calidad de las aguas, hay que aplicar una serie de medidas que están incluidas en los tres grupos de actividades principales expresados en la Tabla 8.3a; para este caso las medidas específicas a aplicar con mayor urgencia se relacionan a continuación.

- AP1MED2.1: establecimiento de barreras vivas.
- AP1MED2.2: preparación y laboreo del suelo siguiendo las curvas de nivel.
- AP1MED2.1: prevención y/o rectificación de cárcavas.
- AP2MED1.3: reordenar el uso del suelo.
- AP3MED4.2: ordenamiento de las plantaciones
- AP3MED4.3: monitoreo y cuidado de las plantaciones

BDIV

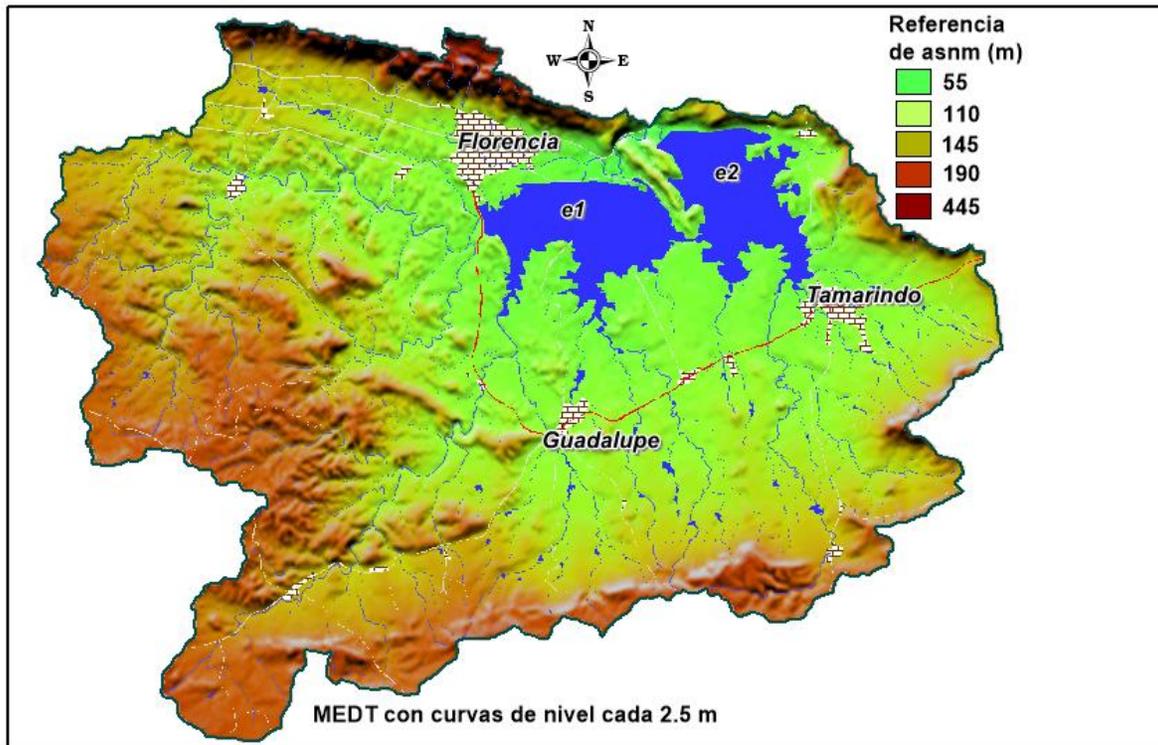
BDIV

BDIV

BDIV

BDIV

Figura 8.4.a: Ubicación de los embalses e1 y e2 en el área de estudio.



La actividad más importante realizada fue la implementación de lo que podemos considerar como una forma específica de barreras vivas, que es la cortina de árboles protectora de los embalses señalados con e1 y e2 en la Figura 8.4a, lo que se logró a través de la colaboración entre las entidades de la provincia Ciego de Ávila, dedicadas a la actividad de suelos, recursos hídricos y cobertura vegetal, con la participación de la entidad GEOCUBA. La ubicación geográfica de esta cortina aparece en la Figura 8.1.7a, epígrafe 8.7.1, pero se muestran más detalles en la Figura 8.4b.

BDIV

BDIV

BDIV

BDIV

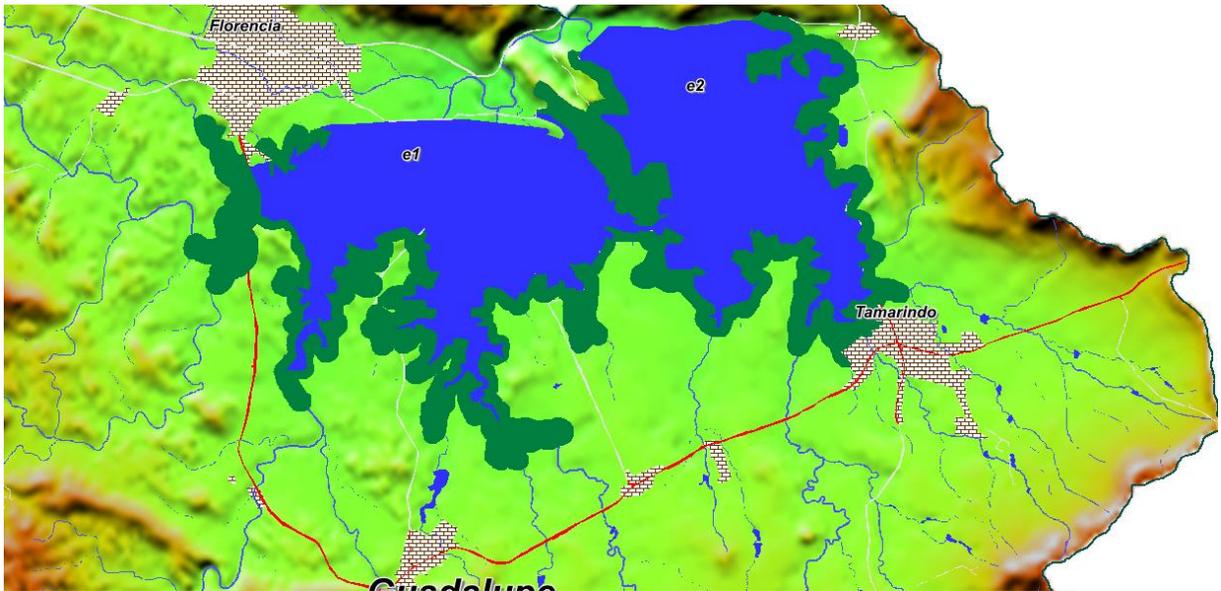
BDIV

BDIV

BDIV

BDIV

Figura 8.4b: Representación espacial de la cortina protectora (franja verde oscuro).



La cortina de árboles protectora de embalses es una medida de gran importancia para el desarrollo de la biodiversidad y la gestión medioambiental en general; sin embargo, su impacto positivo puede disminuir si no se aplica el conjunto de medidas mencionado más arriba. En la Figura 8.4c se señalan las áreas donde se realizó algún tipo de acción relacionado con las mismas (números dentro de límites rojos) y una síntesis del trabajo realizado.

Área 1: laboreo de los suelos siguiendo las curvas de nivel; realizada a modo de ejemplo para propiciar su aplicación progresiva por los usuarios de la tierra.

Área 2: implementación de barreras vivas en áreas de cultivos de ciclo corto.

Área 3: cubrimiento de la superficie con restos de cosecha.

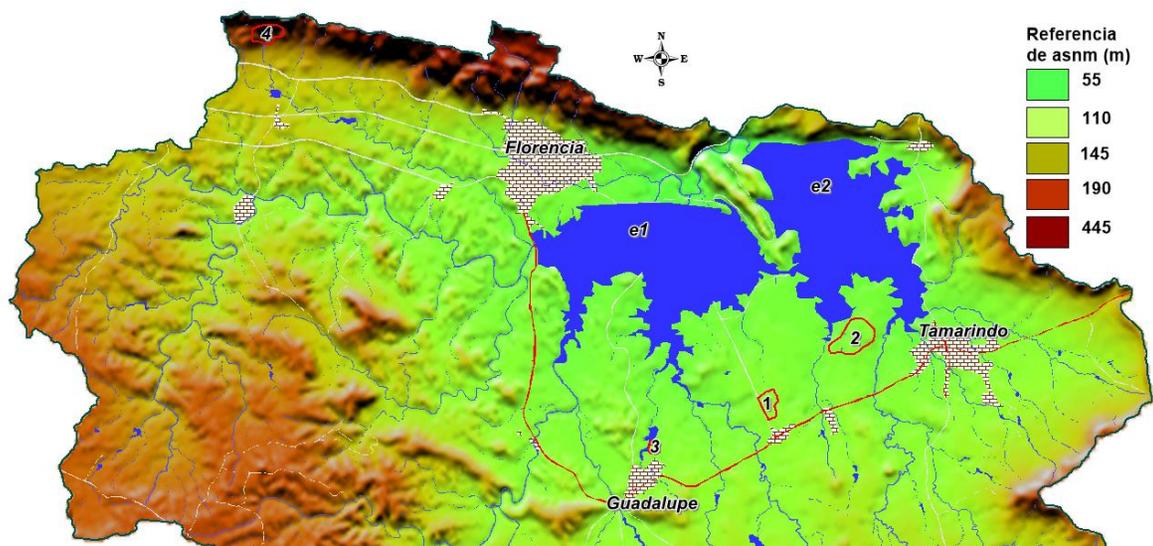
Área 4: tranques de piedra para evitar arrastres de suelos por las aguas

Aún falta mucho por avanzar en el campo de la conservación y mejoramiento de los suelos y recursos asociados a él, pero el alcance de este tipo de proyectos solo puede llegar a demostrar la necesidad de la aplicación y validar modelos de trabajo a seguir; de forma extensiva solo los propios usuarios de la tierra pueden lograrlo, con excepción de algunos casos como el de la cortina de árboles protectora ya explicado.

BDIV

BDIV

Figura 8.4c: Ubicación de sitios en los cuales se aplicaron medidas.



9. CONCLUSIONES

9.1 El Sistema de Información Geoespacial creado, sobre la base de los modelos GeomaTics y SigisPlan, facilita la toma de decisiones dirigidas a la conservación y mejoramiento de los recursos de origen natural y creados por el hombre en el dominio geográfico estudiado y puede ser extendido a otros dominós.

9.2 Del Sistema de Información Geoespacial derivan unidades de uso y manejo (UUM), en correspondencia con la forma en que coinciden las distribuciones geoespaciales de clases de categorías agro-productivas de los suelos, tipos de relieve, comportamiento de los recursos hídricos y de la cobertura vegetal.

9.3. Las UUM son la base para establecer un modelo de trabajo que guíe las acciones de los actores incidentes sobre el dominio geográfico y establecer un orden de prioridad en la solución de los problemas que afectan a tres grupos de actividades principales: producción agropecuaria y forestal, gestión de la biodiversidad y gestión medioambiental.

9.4 La aplicación sobre la realidad del terreno de la base cognoscitiva (información, conocimientos y experiencia práctica) se puso de manifiesto en la implementación de la cortina de árboles protectora de los embalses “Cañada Blanca” y “Liberación de Florencia”, con algunas acciones asociadas aún insuficientes y que es necesario continuar desarrollando.

11. Salidas complementarias

11.1 Artículo para publicación enviado a la Revista “*Cultivos Tropicales*”.

Título: “*Geomática e integración de información para dirigir uso, manejo, conservación y mejoramiento de suelos*”.

Autores: Luis Rivero¹, Silvio López² y Verania Hernández²

11.2 Resumen de cinco páginas publicado en CD del IX Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo, mayo de 2018.

Título: “*Aplicación de los modelos GeomaTics y SigisPlan para orientar el uso sostenible de agro-ecosistemas*”.

Autores: Luis Rivero¹, Luis Gómez¹, Silvio López², Emma Fuentes¹, Juan M. Pérez¹, Yeinier Rivera¹, Mario la O¹ y Ada M. Orbera¹.

1. Instituto de Suelos del Ministerio de la Agricultura, Cuba.

2. Departamento Provincial de Suelos Ciego de Ávila, MINAG, Cuba.

11.3 Tesis de Maestría

Tema: Propuesta de ordenamiento del uso de la tierra en la parte alta de la cuenca hidrográfica del río Chambas.

Autor: Silvio López, Departamento Provincial de Suelos Ciego de Ávila, MINAG, En fase de terminación.

12. Literatura citada

Álvarez, A., Mercadet, A. (2011): El Sector Forestal Cubano y el Cambio Climático. Inst. Investig. Agroforestales, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba. 248 pp.

Basal (2013): Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local. MINAG, Unión Europea, COSUDE, PNUD, JRC.

CITMA (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 2009): Programa de Asociación de País. Proyecto 1 “Fortalecimiento de Capacidades para el Planeamiento, Toma de Decisiones y Sistemas Regulatorios; Sensibilización // Manejo Sostenible de Tierra en Ecosistemas Severamente Degradados”. CITMA, CPP PROYECTO 1, FAO, GAIA, GEF, PNUD, MANEJO SOSTENIBLE DE TIERRA; 201 p. ISBN: 978-959-287-021-5.

Cuevas, L., García, J. S., Guerrero, J. A. y otros (2006): Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. Secretaría de Medio Ambiente y Recurso Naturales, Comisión Nacional Forestal. México, 210 pp.

Cutié, V., Lapinel, B. (2013): La Sequía en Cuba. Un Texto de Referencia. Instituto de Meteorología, Centro del Clima; La Habana; 358 pp.

DNSF (1989): Mapa Nacional de Suelos a escala 1: 25 000. Documentos del Instituto de Suelos, La Habana.

Fuentes, A., Martínez, F. (2014): Aplicaciones prácticas para la conservación, mejoramiento y fertilización de suelos. Agrinfor. Ministerio de la Agricultura; La Habana, Cuba, 180 pp. ISBN: 978-959-246-214-4.

Geler, T. (2012): Dinâmica da produção de sedimentos devido a mudanças no uso da terra: Estudo de caso na bacia de Chambas, província Ciego de Ávila, Cuba. Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências da Unicamp para obtenção do título de Doutor em Geografia na área de análise ambiental e dinâmica territorial. 392 pp.

Mc Bratney, A. B., Mendonca, M. L., Minasny, B. (2003): On digital soil mapping. Geoderma 117: 3 – 52.

Mesa, A., Fuentes, E. (1985): Metodologías para la evaluación de las categorías agro-productivas de los suelos. DNSF. MINAGRI. La Habana.

Ministerio de la Agricultura (2017): Compendio sobre el autoabastecimiento municipal. Imprenta MINAG, 95 p.

Rivero, L., López., Geler, T. (2010): Aplicación de la Geomática en el estudio, uso, conservación y mejoramiento de suelos. Cuenca hidrográfica del Río Chambas. CD-ROM de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo.

Rivero, L., Ruiz, J., Riverol, M., Tamariz, V. (2013): Los suelos, la cobertura vegetal y el relieve en el municipio de Tzicatlacoyan, estado de Puebla, México. Reviste GEOMINAS; Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad de Oriente, Venezuela. No. 61, p. 95 – 105, ISSN: 016-7975.

Técnico Informática, Automática Comunicaciones del MINAG”, 12 de marzo de 2014.

Soca, M., Shepashenko, G., Riverol, M. (1985): Patrones de los principales suelos agrícolas susceptibles a erosión. Cien. Agr. 23: 97 – 103.

Urquiza, M. N. y col. (2011): Manual de Procedimiento “MANEJO SOSTENIBLE DE TIERRA”. Primera Edición, CIGEA, La Habana, 186 pp. ISBN: 978-959-287-027-7.

13. Anexos

13.1 Anexo 1: Ejecución del presupuesto

Tabla 13.1a: Ejecución financiera (miles de CUP).

Entidades Participantes	Plan	Ejecución hasta septiembre 2018
Instituto de Suelos	195.4	181.7
Departamento Provincial de Suelos de Ciego de Ávila	43.5	37.0
Instituto de Ingeniería Agrícola (IAGRIC)	9.0	6.5
Instituto de Meteorología (INSMET) Ciego de Ávila	12.1	7.9
Empresa Aprovechamiento Hidráulica Ciego Ávila	11.3	11.3
Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) C. de Ávila	11.3	11.3
Centro Forestal Ciego de Ávila	11.1	13.7
Instituto de Planificación Física (IPF) Ciego de Ávila	13.4	10.0
GEOCUGA Ciego de Ávila	13.2	16.5
Universidad Agraria de La Habana (UNAH)	18.0	0.0
TOTAL	338.3	295.9

13.2 Anexo 2: Salidas comprometidas

Tabla 13.2a: Estado de las salidas comprometidas (indicadores verificables).

Orden	Tipos de salidas	Número de salidas	Ubicación de las salidas			
			SIG y textos en CD	Texto impreso	Texto digital	Anexos en texto
1	Bases de datos	17	X			
2	Descripción de clases	60	X	X	X	
3	Distribución geoespacial de clases (DGEC)	16	X			
4	Mapa integrado de clases (derivado de 3)	1	X			
5	Relatoría trabajo multidisciplinario.	3	Implícito en 12	X	X	
6	Informes parciales de resultados	5	Implícito en 12			
7	Descripción de indicadores y variables	19	Implícito en 12	X	X	
8	DGE unidades uso - manejo (derivado de 4)	2	X			
9	Catálogo de medidas	1	X	X	X	
10	Artículo para publicación	2			X	
11	Tesis de Maestría	1		X	X	
12	Informe Final del proyecto	1	X	X	X	
13	Imágenes de la realidad del terreno y medidas	11	X	X	X	
14	Análisis del presupuesto					X
15	Aval del trabajo por organismos de provincia	2	X	X	X	

13.3 Avals de organismos de la provincia Ciego de Ávila

A continuación se presentan los avals del CITMA y MINAG de Ciego de Ávila.

BDIV

Imagen 13.3a: Reconocimiento del CITMA.



MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE
DELEGACIÓN TERRITORIAL
CIEGO DE AVILA

A: Dirección Nacional de Ciencia y Técnica y Medio Ambiente del Ministerio de la Agricultura
De: Delegación Territorial del CITMA. Unidad de Medio Ambiente. Ciego de Ávila

Por medio del presente documento se avala el trabajo realizado por **Departamento Provincial de Suelos Ciego de Ávila** y el **Instituto Nacional de Suelos**, en colaboración con varias entidades de esta provincia, dirigido a facilitar la aplicación de la información de suelos y otros recursos en la solución de problemas relacionados con la producción agrícola y la preservación del medio ambiente. Se destacan los resultados obtenidos en la parte superior de la Cuenca Hidrográfica del Río Chambas, pero también ha sido muy útil la información de suelos de los diez municipios de la provincia, la que se ha integrado con los recursos hídricos, cobertura vegetal, clima, relieve, uso y tenencia de la tierra y otros factores. En este trabajo han participado varias entidades de la provincia de Ciego de Ávila: Servicio Estatal Forestal, Recursos Hidráulicos, GEOCUBA, Empresa de Aprovechamiento Hidráulico, Dirección Provincial de Meteorología y Delegación del Instituto de Planificación Física, con el apoyo de la Delegación del CITMA, Consejo de Cuencas, Departamento de Ciencias, Desarrollo, Medio Ambiente y Comunicación Institucional de la Delegación de la Agricultura y el Gobierno. La integración y aplicación de la información, los conocimientos y la experiencia práctica (base cognoscitiva) ha contribuido a preparar las condiciones para lograr el uso sostenible de la **Tierra** y el mejoramiento paulatino de la biodiversidad, la que tiene al suelo como su base fundamental. Un ejemplo a destacar en este sentido, es la realización del trabajo coordinado en el Área Demostrativa de Conservación y Mejoramiento de Suelos, Aguas y Bosques, ubicada en la parte superior de la referida cuenca, complementado con la implantación de la cortina hidrorreguladora de los embalses "Liberación de Florencia" y "Cañada Blanca.


MSc. María del Carmen Olivera Isern
Directora Unidad de Medio Ambiente
CITMA. Ciego de Ávila

María del C. Olivera Isern
C.I: 66092905531
Udad. Medio Ambiente
CITMA Ciego de Ávila

Imagen 13.3b: Reconocimiento del MINAG.



MINISTERIO DE LA AGRICULTURA
DELEGACION PROVINCIAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA, DESARROLLO,
MEDIO AMBIENTE Y COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL
CIEGO DE AVILA

A: Dirección Nacional de Ciencia y Técnica y Medio Ambiente del Ministerio de la Agricultura

De: Departamento de Ciencia, Desarrollo, Medio Ambiente y Comunicación Institucional

Reconocemos el aporte realizado por el **Departamento Provincial de Suelos Ciego de Ávila**, en estrecha colaboración con el **Instituto Nacional de Suelos** y varias entidades de esta provincia, con el objetivo de potenciar la aplicación práctica de la información de suelos y otros recursos estrechamente relacionados con el mismo. Sobresale el trabajo realizado en la parte superior de la Cuenca Hidrográfica del Río Chambas, pero también ha sido muy útil la información de suelos de los diez municipios de la provincia, relacionada con los recursos hídricos, la cobertura vegetal, el clima, relieve y otros factores claves. Este trabajo está coordinado por las referidas entidades de suelo, pero también se destaca la participación de entidades de la provincia Ciego de Ávila como: Servicio Estatal Forestal, Recursos Hidráulicos, GEOCUBA, Empresa de Aprovechamiento Hidráulico, Dirección Provincial de Meteorología y Dirección Provincial de Planificación Física, con el apoyo de la Delegación del CITMA, Consejo de Cuencas, el Departamento de Ciencia, Desarrollo, Medio Ambiente y comunicación Institucional de la Delegación de la Agricultura y el Gobierno.

Entre los resultados más destacados se encuentran el uso de la información digitalizada del mapa de suelos con área mínima legible (AML) de 625 ha, lo que facilita la toma de decisiones en el nivel de provincia, así como el acondicionamiento de la información de productos cartográficos más detallados como el mapa de suelos con AML de 6.25 ha y de 1 ha en la parte superior de la Cuenca Hidrográfica del Río Chambas. En esta última se ha realizado un trabajo coordinado en el Área Demostrativa de Conservación y Mejoramiento de Suelos, Aguas y Bosques que complementa la implantación de la cortina hidrorreguladora de los embalses "Liberación de Florencia" y "Cañada Blanca", todo lo cual contribuye al manejo sostenible de la tierra y a preparar las condiciones para el mejoramiento progresivo de la biodiversidad.

Con la base en lo realizado hasta el momento, se recomienda continuar fortaleciendo la cooperación entre las entidades de la provincia para potenciar la aplicación práctica de la información, los conocimientos y la experiencia práctica (base cognoscitiva) en la materialización de los aspectos claves recogidos en los documentos directivos del Ministerio de la Agricultura, dirigidos a lograr la sostenibilidad de la seguridad alimentaria, con énfasis en el autoabastecimiento municipal, al mismo tiempo que se crean las condiciones para el mejoramiento progresivo de los recursos creados por el hombre en los agro-ecosistemas, así como los recursos de origen natural, incluyendo las diversas formas de la biodiversidad, todo lo cual está en línea con el planteamiento de la máxima dirección del país referido a la necesidad de aplicar la ciencia y la innovación tecnológica en la solución de los problemas, aspecto que también aparece en el Título V, artículo 95, inciso 275 f del proyecto de Constitución de la República de Cuba.

María de los Ángeles Salcedo Pérez

J' Departamento de Ciencia, Desarrollo, Medio Ambiente y Comunicación Institucional

13.4 Cartas de conformidad de entidades participantes

Documento 13.4a: Departamento Provincial de Suelos de Ciego de Ávila.



MINISTERIO DE LA AGRICULTURA

9 de Marzo del 2015
Año 57 de la Revolución.

AVAL DE PARTICIPACIÓN

Conociendo que los cambios en la agricultura y la problemática medioambiental acentúan la necesidad de integrar los actores, la información, los conocimientos y la experiencia práctica y aprovechando el desarrollo de las tecnologías de la información, sobre la base del concepto "Tierras", aplicado a los agroecosistemas, es que nos comprometemos y aceptamos la participación del Proyecto: **"Implementación de prácticas de manejo sostenible de tierra en la parte superior de la cuenca hidrográfica del Río Chambas, a partir de la actualización e integración de la base cognoscitiva, relacionada con los recursos naturales y creados por el hombre en agroecosistemas"**, perteneciente al Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación de Interés Nacional: "Uso Sostenible de los Componentes de la Diversidad Biológica en Cuba", que coordinará el Instituto de Suelos a partir del año 2016. Aceptamos a colaborar con toda la información, conocimiento y el apoyo necesario en la realización de los resultados, que nos facilitaran una herramienta de trabajo encaminada, al manejo sostenibles de tierras en la zona alta de la cuenca hidrográfica del Río Chambas, por ser de interés provincial y los suelos están fuertemente afectados por procesos degradantes, principalmente la erosión hídrica y la cobertura vegetal.

Le saluda cordialmente,

Santo Ruiz Quintero
Director DPS Ciego de Ávila

**Instituto de Suelos
Ciego de Ávila
MINAG**

Carretera Central e/ 7 y 8, Vista Alegre, s/n, Ciego de Ávila
Tel.: +53 (33) 227242, E-mail: suelos@cav.minag.cu

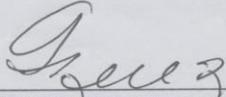
Documento 13.4b: Empresa de aprovechamiento hidráulico Ciego de Ávila.

A: USO SOSTENIBLE DE LOS COMPONENTES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN CUBA
Atte. DrC. Nancy Esther Ricardo Nápoles
Jefa del programa
Instituto de Ecología y Sistemática (IES)

Ref: Participación en proyecto

La Empresa de Aprovechamiento Hidráulico (EAH) de Ciego de Ávila, en su condición de Empresa, garantizará la participación en el proyecto *"Implementación de prácticas de manejo sostenible de tierra en la parte superior de la cuenca hidrográfica del Río Chambas, a partir de la actualización e integración de la base cognoscitiva, relacionada con los recursos naturales y creados por el hombre en agroecosistemas"*, coordinado por el Instituto de Suelos y el que será sometido a su Grupo de Expertos para su valoración y posible comienzo el próximo año 2016. Esta entidad, por sus características, participa en los cuatro resultados que se esperan del proyecto.

Le saluda cordialmente,


Gisela Rodríguez Santana
Director EAH Ciego de Ávila
Firma del Director y cuño



Documento 13.4c: INRH Ciego de Ávila.



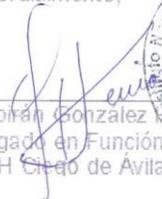
El Delegado,

9 de Marzo del 2015
Año 57 de la Revolución.

AVAL DE PARTICIPACIÓN

Conociendo que los cambios en la agricultura y la problemática medioambiental acentúan la necesidad de integrar los actores, la información, los conocimientos y la experiencia práctica, aprovechando el desarrollo de las tecnologías de la información, sobre la base del concepto de "Tierras", aplicado a los agroecosistemas, es que nos comprometemos y aceptamos la participación en el Proyecto: **"Implementación de prácticas de manejo sostenible de tierra en la parte superior de la cuenca hidrográfica del Río Chambas, a partir de la actualización e integración de la base cognoscitiva, relacionada con los recursos naturales y creados por el hombre en agroecosistemas"**, perteneciente al Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación de Interés Nacional: "Uso Sostenible de los Componentes de la Diversidad Biológica en Cuba", que coordinará el Instituto de Suelos a partir del año 2016. Aceptamos a colaborar con toda la información, conocimiento y el apoyo necesario en la realización de los resultados, que nos facilitaran una herramienta de trabajo encaminada, al manejo sostenibles de tierras en la zona alta de la cuenca hidrográfica del Río Chambas, por ser de interés provincial y los suelos están fuertemente afectados por procesos degradantes, principalmente la erosión hídrica y la cobertura vegetal.

Le saluda cordialmente,


Pablo Florán González
Delegado en Función
DPRH Ciego de Ávila



BDIV
BDIV
BDIV
BDIV
BDIV

Documento 13.4d: INSMET Ciego de Ávila.

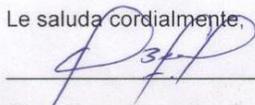
**CENTRO METEOROLÓGICO PROVINCIAL
INSMET-CITMA. CIEGO DE ÁVILA**

9 de Marzo del 2015
"Año 57 de la Revolución".

AVAL DE PARTICIPACIÓN

Conociendo que los cambios en la agricultura y la problemática medioambiental acentúan la necesidad de integrar los actores, la información, los conocimientos y la experiencia práctica y aprovechando el desarrollo de las tecnologías de la información, sobre la base del concepto "Tierras", aplicado a los agroecosistemas, nos comprometemos y aceptamos la incorporación como entidad participante para la ejecución y desarrollo del Proyecto: **"Implementación de prácticas de manejo sostenible de tierra en la parte superior de la cuenca hidrográfica del Río Chambas, a partir de la actualización e integración de la base cognoscitiva, relacionada con los recursos naturales y creados por el hombre en agroecosistemas"**, perteneciente al Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación de Interés Nacional: *"Uso Sostenible de los Componentes de la Diversidad Biológica en Cuba"*, que coordinará el Instituto de Suelos a partir del año 2016. Aceptamos colaborar con toda la información, el conocimiento y el apoyo necesario para la obtención de los resultados comprometidos, los cuales permitirán contar con una herramienta de trabajo para el manejo sostenibles de tierras en la zona alta de la cuenca hidrográfica del Río Chambas, de alto interés provincial con suelos fuertemente afectados por procesos degradantes, principalmente la erosión hídrica y la cobertura vegetal.

Le saluda cordialmente,


MSc. Oscar Benedico Rodríguez
Director CMP Ciego de Ávila



BDIV

BDIV

BDIV



5 de Marzo del 2015
Año 56 de la Revolución.

PLANIFICACION FISICA CIEGO DE AVILA . CUBA

A: USO SOSTENIBLE DE LOS COMPONENTES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN CUBA

Atte. DrC. Nancy Esther Ricardo Nápoles
Jefa del programa
Instituto de Ecología y Sistemática (IES)

Ref: Participación en proyecto

La Dirección Provincial Planificación Física (DPPF) Ciego de Ávila, en su condición de Unidad Presupuestada con tratamiento diferenciado, garantizará la participación en el proyecto *"Implementación de prácticas de manejo sostenible de tierra en la parte superior de la cuenca hidrográfica del Río Chambas, a partir de la actualización e integración de la base cognoscitiva, relacionada con los recursos naturales y creados por el hombre en agroecosistemas"*, coordinado por el Instituto de Suelos y el que será sometido a su Grupo de Expertos para su valoración y posible comienzo el próximo año 2016. Esta entidad, por sus características, participa en los cuatro resultados que se esperan del proyecto.

Le saluda cordialmente,

MSc. Arq. Odalia Aguilera Fleites
Directora DPPF Ciego de Ávila





MINISTERIO DE LA CIENCIA TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE
DELEGACIÓN TERRITORIAL
CIEGO DE ÁVILA

9 de Marzo del 2015
Año 57 de la Revolución.

AVAL DE PARTICIPACIÓN

Conociendo que los cambios en la agricultura y la problemática medioambiental acentúan la necesidad de integrar los actores, la información, los conocimientos y la experiencia práctica y aprovechando el desarrollo de las tecnologías de la información, sobre la base del concepto de "Tierras", aplicado a los agroecosistemas, es que nos comprometemos y aceptamos la participación en el Proyecto: **"Implementación de prácticas de manejo sostenible de tierra en la parte superior de la cuenca hidrográfica del Río Chambas, a partir de la actualización e integración de la base cognoscitiva, relacionada con los recursos naturales y creados por el hombre en agroecosistemas"**, perteneciente al Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación de Interés Nacional: "Uso Sostenible de los Componentes de la Diversidad Biológica en Cuba", que coordinará el Instituto de Suelos a partir del año 2016. Aceptamos a colaborar con toda la información, conocimiento y el apoyo necesario en la realización de los resultados, que nos facilitarán una herramienta de trabajo encaminada, al manejo sostenibles de tierras en la zona alta de la cuenca hidrográfica del Río Chambas, por ser esta de interés provincial y sus suelos estar fuertemente afectados por procesos degradantes, principalmente la erosión hídrica y la cobertura vegetal.

Le saluda cordialmente,

Lic. María del Carmen Olivera Isern
Directora UMA Ciego de Ávila



Documento 13.4g: Universidad Agraria de La Habana (UNAH)



UNIVERSIDAD AGRARIA DE LA HABANA
"Fructuoso Rodríguez Pérez"

San José, La Habana 10 de marzo de 2015

"Año 57 de la Revolución"

A: USO SOSTENIBLE DE LOS COMPONENTES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN CUBA
Atte. DrC. Nancy Esther Ricardo Nápoles
Jefa del programa
Instituto de Ecología y Sistemática (IES)

Ref: Participación en proyecto

La Universidad Agraria de la Habana, en su condición de Unidad Presupuestada, garantizará la participación en el proyecto *"Implementación de prácticas de manejo sostenible de tierra en la parte superior de la cuenca hidrográfica del Río Cambas, a partir de la actualización e integración de la base cognoscitiva, relacionada con los recursos naturales y credos por el hombre en agroecosistemas"*, coordinado por el Instituto de Suelos y el que será sometido a su Grupo de Expertos para su valoración y posible comienzo el próximo año 2016. Esta entidad, por sus características, participa en los cuatro resultados que se esperan del proyecto.

Le saluda cordialmente,



Dr. C. Iván Castro Lizazo
Decano de la Facultad de Agronomía