

# **Sistema Informático para el manejo y cálculo de ancho de las fajas forestales hidrorreguladoras**

## **Resumen**

En la actualidad la reforestación de los cursos de agua constituye una necesidad porque las fajas forestales son el vínculo entre el espacio terrestre y el acuático en una cuenca. Si no existiera este tipo de protección las aguas perderían su calidad y con el tiempo los cauces y embalses se deteriorarían. Así surge el proyecto FORESTA, cuyo objetivo principal es el cálculo de ancho y manejo de las fajas forestales hidrorreguladoras para las zonas desprotegidas. El mismo consiste en un conjunto de herramientas que a través del uso de las tecnologías que traen consigo gvSIG y SEXTANTE, permiten el estudio y control de las cuencas hidrográficas con el fin de acelerar la toma de decisiones y los procesos de reforestación en las zonas que lo requieran. Actualmente el proyecto se encuentra en fase de despliegue a nivel nacional, poniendo a disposición de las entidades clientes la información necesaria para su desempeño.

## **Palabras clave**

Faja forestal, cauce, cuencas

## **Agradecimientos**

Dirección Nacional Forestal del Ministerio de la Agricultura, Instituto de Investigación Forestal.

## **Autor**

Raisel Castellanos Santiago

Técnico Medio en Informática

Especialista en Informática de la Agencia de Proyectos y Aplicaciones SIG, Empresa GEOCUBA

[rcastellanos@geosi.geocuba.cu](mailto:rcastellanos@geosi.geocuba.cu)

## **1. Introducción**

En la actualidad el reconocimiento mundial sobre la importancia de los bienes y servicios que brindan los bosques es cada día mayor. La protección y conservación de los recursos naturales son funciones indispensables para el equilibrio y mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas forestales en particular. El Sistema de Información Geográfica (SIG) FORESTA constituye un avance en la implantación de las tecnologías geoinformáticas en el sector forestal, ya que facilita de manera ágil el manejo de los datos necesarios para los cálculos, análisis y toma de decisiones en el estudio y representación de cuencas hidrográficas y fajas forestales, contribuyendo al mejoramiento de los procesos de reforestación y por consiguiente al mantenimiento de los suelos, los recursos hídricos y la vida en general que cubren las fajas forestales.

Otro de sus objetivos es utilizar la información de la ordenación forestal con el fin de conocer las áreas controladas por las EFI (Empresas Forestales Integrales) que estén desprotegidas o simplemente calcular el nivel de protección que existe en las mismas.

El sistema como tal consiste en un plugin que se integra a gvSIG en su versión 1.11 y utiliza como base de cálculo para el estudio del terreno a SEXTANTE. Para la implementación de reportes se usaron las librerías de Jasper Report 3.7.6. , y el diseño de interfaces de la aplicación se realizó en NetBeans 6.8. Como gestor de bases de datos se usó postgresql 8.3 junto con postgres 1.3.5. Todas estas tecnologías se integraron adecuadamente para lograr que el sistema funcionara de manera estable y resultara amigable para los usuarios.

## 2. Base cartográfica digital

- Mapa digital catastral 1:10 000
- Relieve 1:25 000 y 1:10 000
- Mapa digital de la red hidrográfica 1:25 000
- Cuencas y sub-cuencas hidrográficas 1:25 000
- Mapa de suelos 1:25000
- Asentamientos poblacionales
- Municipios
- Provincias

## 3. Estudio y análisis del terreno

El estudio del área a reforestar es un proceso de gran importancia para los técnicos e investigadores forestales, ya que en base a la forma y condiciones que existan se tomarán decisiones para la futura faja forestal hidrorreguladora. Para esto, FORESTA brinda una serie de herramientas que se basan en Modelos Digitales del Terreno (MDT) los cuales son obtenidos de a partir de las curvas de nivel existentes, con la particularidad de que el usuario solamente tiene que establecer el tamaño de celdas para la precisión y enmarcar la zona que quiere analizar. El proceso se realiza de forma automática, poniendo como base de entrada para la herramienta seleccionada el MDT obtenido internamente.

### 3.1. Obtener un Modelo Digital del Terreno a partir de curvas de nivel

Los Modelos Digitales del Terreno (MDT) constituyen una guía completa para el estudio de la morfología de una zona cualquiera. FORESTA permite al usuario seleccionar las curvas de nivel de una determinada zona y automáticamente comienza un proceso de generación del modelo haciendo uso interno de los algoritmos de SEXTANTE. El usuario debe haber definido previamente el tamaño de celdas del futuro ráster, lo que caracterizará la precisión del modelo a crear.

Los MDT pueden convertirse en una fuente de datos para el estudio de la hidrografía del terreno, ya que a partir de los mismos se pueden obtener resultados tales como variaciones de la pendiente, redes de drenaje y cuencas hidrográficas.

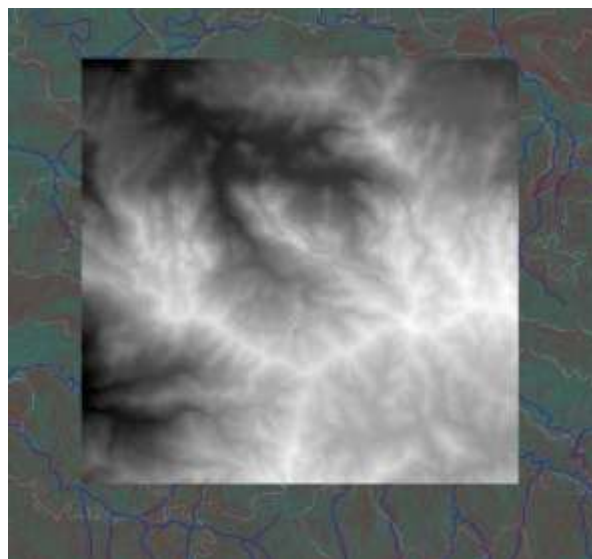


Figura 1. Modelo Digital del Terreno obtenido a partir de curvas de nivel

### 3.2. Obtener mapa de pendientes

Los mapas de pendientes son utilizados para tener una noción del tipo de terreno existente en la zona a reforestar y sus alrededores. Este es uno de los indicadores principales si se requiere de un trabajo preciso, pues la pendiente es uno de los factores que influyen en el nivel de escorrentía de agua que puede fluir hacia un sector determinado. Esto permite determinar el ancho necesario de la faja protectora y las especies de árboles que se deben plantar. El resultado se obtiene reclasificando internamente la pendiente a través de SEXTANTE, luego se vectoriza y se le aplica una leyenda por valores únicos.

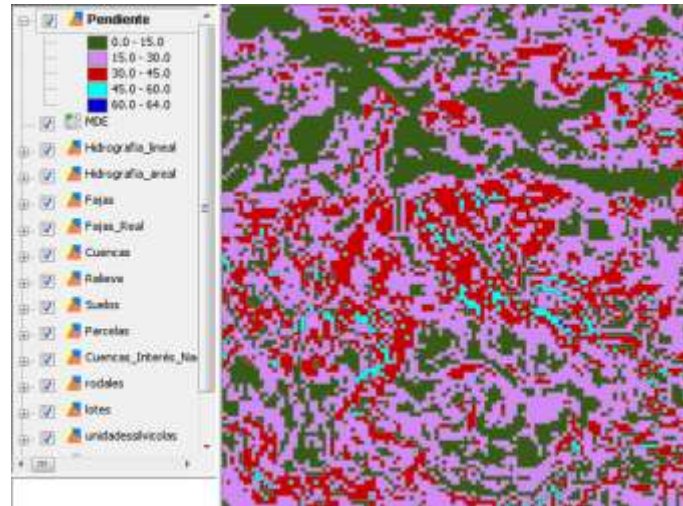


Figura 2. Mapa de pendientes de una zona

### 3.3. Obtener Red de Drenaje de una zona

La red de drenaje es un parámetro esencial en el estudio de una cuenca. El resultado depende del método de SEXTANTE usado para hallar la acumulación de flujo y del umbral establecido para la red de drenaje. El algoritmo de acumulación de flujo de SEXTANTE cuenta con los métodos D8, Rho8, DInfinity y MFD. FORESTA realiza todo el proceso internamente, usando el método MFD para hallar la acumulación del flujo y permite que el usuario establezca el umbral deseado para la red de drenaje. El método usado para hallar la red de drenaje es el de “Por encima” del umbral. Por defecto, el valor del umbral ha sido establecido con el valor de 1E6, pero existen otros valores recomendados para el umbral como 1E7 y 1E8.

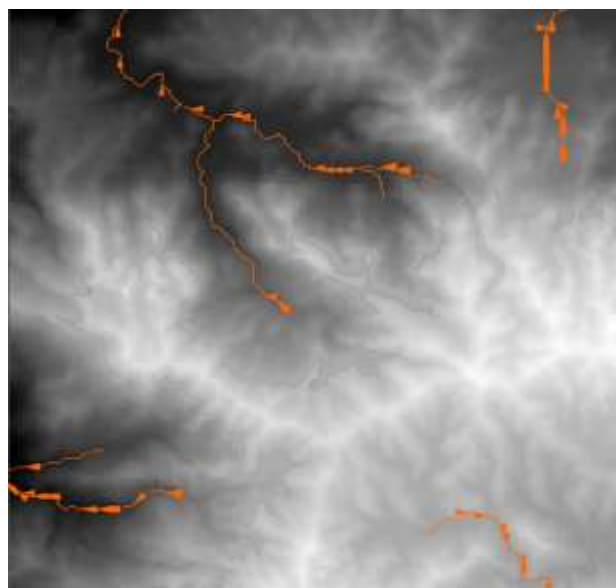


Figura 3. Red de drenaje por el método MDF con umbral 1E6

### 3.4. Obtener un Cuencas en un área

Las cuencas en una zona son las que encierran cada elemento hidrológico que necesita o no de un proceso de reforestación. Constituyen un parámetro de gran importancia en este tema, ya que de su forma depende el resultado de los métodos más precisos para el cálculo de ancho de las fajas forestales. Utilizando SEXTANTE, el sistema realiza un proceso interno de obtención de la red de drenaje y a partir de la misma se crean las cuencas en ráster, que a su vez son vectorizadas y este es el resultado que se muestra al usuario.

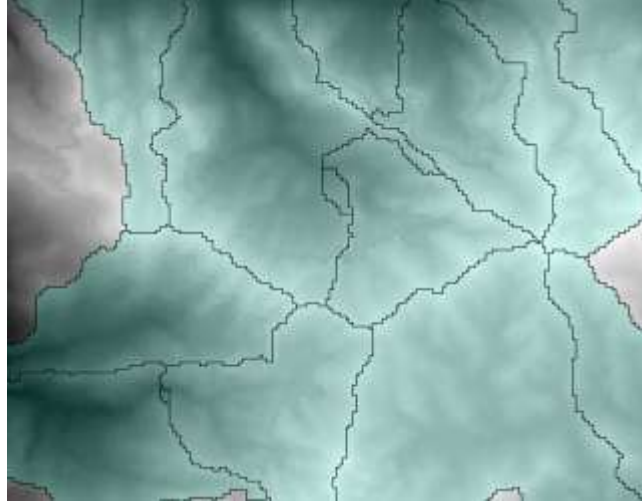


Figura 4. Cuencas en un área

### 3.5. Cuenca vertiente a un punto

La herramienta de cuenca vertiente a un punto de FORESTA muestra al usuario de forma rápida el área aguas arriba en un punto dado de la red de drenaje. El proceso se realiza internamente usando el algoritmo de tiempos de salida de SEXTANTE y luego se vectoriza el resultado.

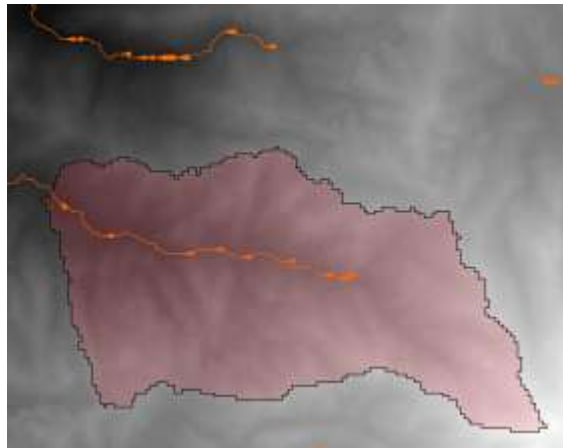


Figura 5. Cuenca vertiente a un punto en la red de drenaje

### 3.6. Representación de relieve

La representación del relieve es una forma para que el usuario conozca la perspectiva de una zona determinada. A través de las curvas de nivel y luego usando el algoritmo de SEXTANTE de relieve Sombreado se obtiene un ráster similar al de la figura 5.

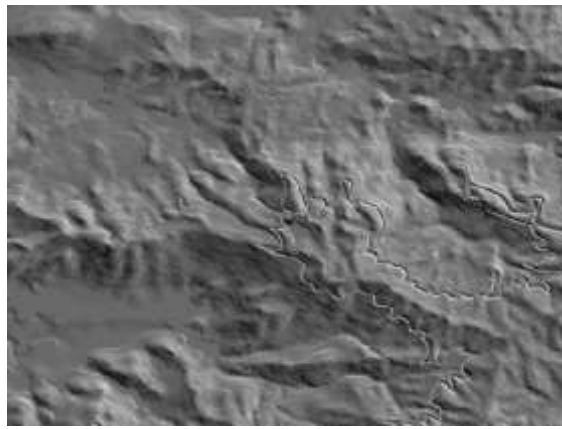


Figura 5. Representación del relieve

#### 4. Representar Fajas Forestales

Para la creación de fajas forestales el sistema cuenta con los métodos de Ancho fijo, Ancho por legislación y Ancho por cálculos. Las fajas se representan en forma de polígonos que rodean los elementos hidrológicos en estudio.

##### 4.1. Representación de Fajas Forestales mediante Ancho fijo

El método de ancho fijo es el más sencillo y común del sistema, ya que consiste simplemente en que el usuario introduce el ancho de faja hacia la izquierda y el ancho hacia la derecha si se tratase de un río o canal, o solamente el ancho de faja alrededor del elemento si se trata de un embalse o represa. Con estos datos se crea la faja forestal alrededor del elemento.

Figura 6. Formulario para la creación de fajas por los métodos de ancho fijo y ancho por legislación

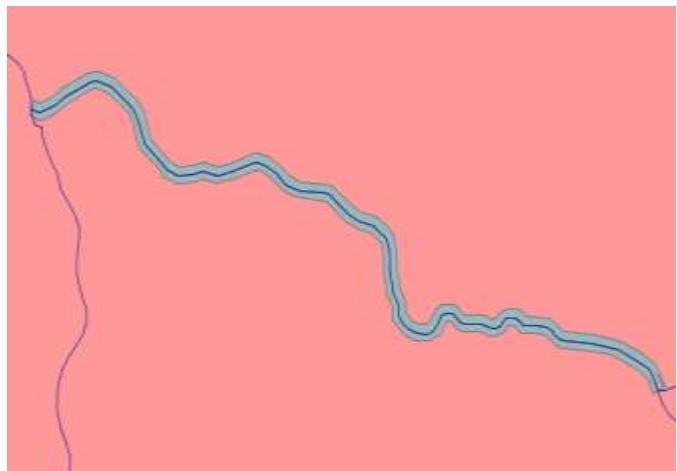


Figura 7. Faja representada por el método de ancho fijo

##### 4.2. Representación de Fajas Forestales mediante Ancho por legislación

El método de ancho legislativo se basa en lo establecido en la Ley Cubana No. 85 (Ley Forestal) sobre la protección de elementos hidrológicos. A través de un riguroso estudio realizado a todo lo largo y ancho del país, se dio como resultado que el ancho mínimo de faja forestal recomendado para los ríos y embalses atendiendo a su clasificación debe ser:

- Para Embalses de abasto a la población: 100 m.
- Para Embalses naturales o artificiales: 30 m.
- Para Ríos principales y canales magistrales: 20 m.
- Para Ríos de primer orden y otros canales: 15 m.
- Para Ríos de segundo orden en adelante: 10 m.

- En áreas que circundan los orígenes de manantiales, ríos y arroyos: 30 m.

Basándose en estos criterios, el sistema captura el tipo de elemento en el que se esté trabajando y representa la faja forestal con el ancho correspondiente a su alrededor.

### 4.3. Representación de Fajas Forestales mediante Ancho por Cálculos

Es el método más complejo del sistema para la representación de fajas, pero devuelve resultados más precisos. Es también conocido como “Método de la Tercera parte de la Longitud de la Ladera” y es aplicable solamente a elementos de hidrografía lineal, ya que establece que se deben trazar perfiles transeptos desde el margen del agua hasta el primer límite de cuenca por cada lado del río. En él se establece que el ancho de uno de los lados de la faja forestal es igual a la tercera parte del promedio de la sumatoria de las longitudes de los perfiles de ese lado.

En dependencia de la longitud del elemento en análisis el usuario debe establecer un paso entre perfiles, o sea, la distancia que habrá entre cada uno de estos, ya que de este parámetro depende la cantidad de perfiles que se crearán.

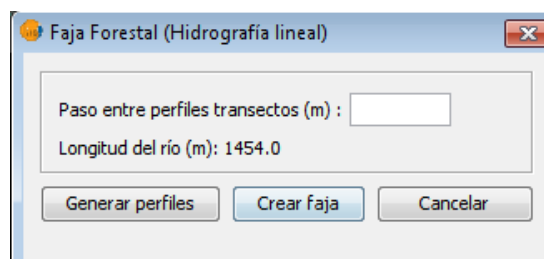


Figura 8. Ventana para la representación de fajas mediante Ancho por Cálculos

Como los perfiles se crean de forma perpendicular a cada punto del río, puede que al comienzo no se generen de la forma más conveniente como se muestra en la figura 9. Esto ocurre porque los perfiles se trazan perpendicularmente a cada punto del río, el cual puede presentar formas y curvaturas impredecibles.

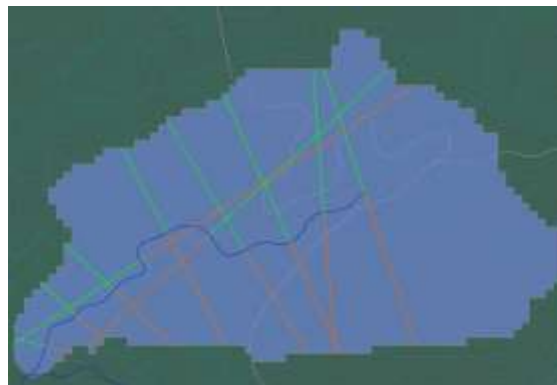


Figura 9. Perfiles transeptos sin editar

Para que los perfiles cumplan su función el usuario debe editarlos y acomodarlos de tal manera que se vean de forma perpendicular desde el río hasta el límite de la cuenca. Para esto es recomendable usar la herramienta “Seleccionar” de gvSIG (ver figura 10), ya que permite mover libremente cada nodo de un perfil.



Figura 10. Icono de la herramienta de edición “Seleccionar” de gvSIG

Una vez que se hayan acomodado los perfiles se puede crear la faja forestal, cuyo ancho por cada lado dependerá de la cantidad de perfiles y sus longitudes.



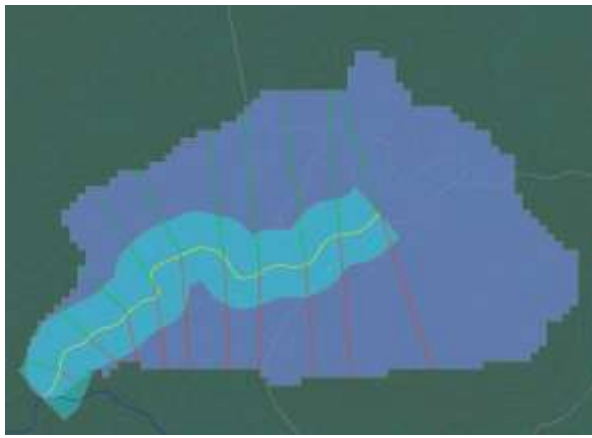


Figura 11. Faja representada por el método de Tercera parte de la longitud de la ladera

## **5. Reportes del sistema**

Los reportes del sistema fueron diseñados siguiendo patrones de información que son de utilidad para los investigadores forestales en esta rama, y funcionan interactivamente con los elementos geográficos.

### **5.1. Informe de potencial de fajas**

Es un informe de la cantidad de hectáreas protegidas que existen y se desglosa por fajas forestales.

### **5.2. Tipos de suelos y especies que existen en las fajas**

Consiste en un informe de los tipos de suelo y especies que se encuentra en cada faja forestal.

### **5.3. Informe de catastro**

Consiste en un informe de los distintos usos de tierra que se les da a las parcelas coincidentes con cada faja representada, desglosando por cada una el poseedor responsable de la tierra.

### **5.4. Informe de usos de suelo**

Es un informe de los distintos usos que presentan los tipos de suelo de la faja forestal representada.

### **5.5. Superficie de protección de las EFI**

Consiste en mostrar el potencial áreas a cargo de las Empresas Forestales Integrales (EFI) que pueden ser protegidas usando el método de Ancho por Legislación en una cuenca de interés nacional.

## Área de la ordenación protegida según método de ancho por legislación

Provincia : Cienfuegos

Page 1 of 2

22/09/11 11.00 AM

	Especie	Área Protegida
<b>Empresa</b> : Cienfuegos		
<b>Unidad Silvícola</b> : Cienfuegos		
	<u>Algarrobo</u>	1.57
	<u>Dagame</u>	3.53
	<u>Júcaro amarillo</u>	0.08
	<u>Majagua</u>	0.48
	<u>Soplillo</u>	26.48
	<b>Subtotal de US</b>	<b>32.14</b>
<b>Unidad Silvícola</b> : Cumanayagua		
	<u>Acana</u>	0.85
	<u>Albizia sp</u>	9.37
	<u>Algarrobo</u>	8.37
	<u>Almácigo</u>	0.41
	<u>Ayúa</u>	3.81
	<u>Boniato. Aguacatillo</u>	47.20

Figura 12. Ejemplo de reporté de la superficie de protección de las EFI

### 6. Proyecto de reforestación

El proyecto de reforestación es el documento oficial que debe ser conformado por el responsable de la protección de un área determinada. El sistema cuenta con una plantilla para facilitar la conformación del mismo, la cual está ligada directamente a una faja forestal representada en el mapa. En la figura 13 pueden apreciarse los parámetros necesarios para la conformación del proyecto.

Figura 13. Interfaz para la construcción del documento de Proyecto de Reforestación



## 7. Mapas temáticos

Los mapas temáticos consisten en leyendas por valores únicos que se le aplican a determinadas capas para brindar una mejor percepción de los datos con los que se trabaja. A conveniencia del usuario, se agregaron funcionalidades que muestran los siguientes mapas temáticos:

- Tipos de suelo
- Textura de los suelos
- Estructura de los suelos
- Materia orgánica existente en los suelos
- Tipos de usos por parcelas

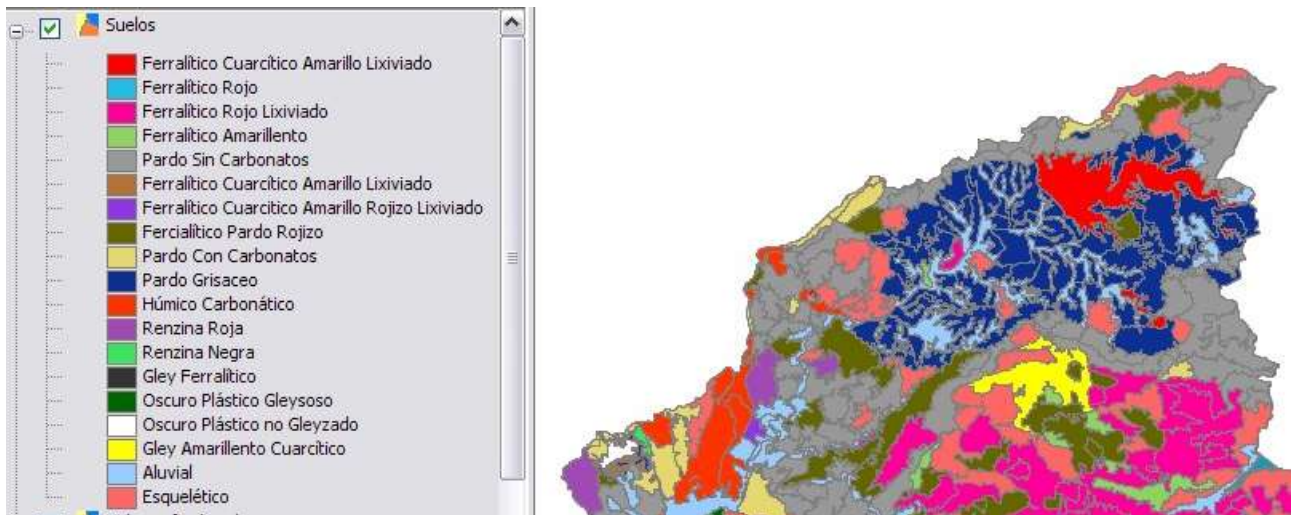


Figura 14. Mapa temático donde se aprecian los distintos tipos de suelo en una cuenca de interés nacional

## Referencias bibliográficas

Herrero Echevarría, (j.a) (2003), *Fajas Forestales Hidrorreguladoras*, Agrinfor, Dirección Nacional Forestal, La Habana, Cuba.