

USO DE IMÁGENES PARA CARACTERIZAR LA COBERTURA VEGETAL EN LA PRODUCCIÓN DE SEDIMENTOS

Martín Alejandro Irigoyen, Pablo Spalletti y Daniel Brea

Instituto Nacional del Agua (INA), Laboratorio de Hidráulica

E-mail: mirigoyen@ina.gov.ar

Introducción

En el marco del Proyecto de Gestión de Embalses de la República Argentina, realizado a través de un convenio entre la Universidad Nacional de La Plata y la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, se ha estudiado la tasa de producción anual de sedimentos en 6 cuencas de aporte a embalses proyectados del país, utilizando el método de Gavrilovic (Spalletti et al., 2006). Esta formulación ha sido aplicada con éxito para la estimación de la producción de sedimentos en cuencas de montaña de Argentina (Brea et al., 2007).

La tasa anual de producción de sedimentos depende, en gran medida, del tipo de cobertura vegetal del terreno. Esta característica es considerada en la fórmula de dicho autor a través del parámetro "X" de cobertura vegetal y uso del suelo. Este coeficiente se adopta, en general, en función de mapas de cobertura vegetal que muchas veces no han sido trazados específicamente para este propósito o presentan un grado de definición insuficiente.

Por otra parte, es posible disponer fácilmente de imágenes satelitales actualizadas de gran parte del territorio nacional en las que la característica analizada puede distinguirse con cierto detalle.

Objetivos

El objetivo del presente trabajo consiste entonces en desarrollar una metodología de interpretación de imágenes satelitales, que sirva específicamente para distinguir los tipos de cobertura vegetal y de uso del suelo que influyen la producción de sedimentos de las cuencas estudiadas de acuerdo al método de Gavrilovic. Adicionalmente se busca tener en cuenta el efecto de la precipitación en forma de nieve mediante ciertas consideraciones en la aplicación de la metodología.

Materiales y Métodos

Existe una gran variedad de imágenes satelitales que brindan distinto tipo de información, en función de los propósitos específicos con los que fue construido cada satélite.

En particular las imágenes LANDSAT 5 son muy útiles como información de base en el estudio regional de procesos de generación de sedimentos y de uso del suelo.

Las imágenes LANDSAT 5 contienen 7 bandas, cada una de ellas representa un rango determinado de longitudes de onda. Combinando una serie determinada de bandas mediante la utilización de un sistema de información geográfica (GIS) pueden resaltarse distintas propiedades del terreno. A continuación se presenta una lista de combinaciones de banda extraídas de la bibliografía que destacan las características de cobertura vegetal, humedad y densidad del suelo (Petley et al., 2002):

Combinación L5 RGB 3, 2, 1 - 4, 3, 2 - 4, 5, 3 - 7, 4, 2 - 5, 4, 1 - 4, 5, 7 - 5, 4, 2 - 7, 5, 2.

Resulta necesario determinar cuál es la combinación de

bandas más favorable para distinguir los distintos tipos de vegetación y uso del suelo, y en definitiva, el parámetro "X". En este sentido se han evaluado varias de las combinaciones recomendadas para una imagen de prueba del noroeste argentino (path 231 - row 77, del 10/09/2009), que se caracteriza por presentar gran diversidad de vegetación y presencia de zonas de cultivo.

El proceso de selección propuesto constó de dos etapas. En la primera se construyeron todas las combinaciones de bandas a evaluar, en un archivo GIS con un sistema de coordenadas definido. Se obtuvieron así, imágenes de la misma zona con una coloración diferente en cada caso. Por otra parte, se ubicaron sobre la imagen analizada, puntos de vegetación característica, identificando sus posiciones geográficas. Con estos valores, se localizaron los puntos en el programa Google Earth y se capturaron fotografías satelitales de mayor precisión. Las fotografías obtenidas con el Google Earth presentan un grado de detalle, en general muy superior al de las imágenes LANDSAT 5 por lo que en aquellas es más fácil distinguir el tipo de cobertura vegetal con la precisión necesaria a los fines de este estudio.

Luego se verifica que en cada combinación de bandas puedan diferenciarse entre sí, los distintos tipos de coberturas asociados a los puntos de control. Si esto no sucede, es decir, si en la combinación propuesta no se aprecian diferencias de coloración entre dichas porciones del terreno, la combinación se descarta.

De esta forma se encontró que las combinaciones de RGB 753, 321 y 457, en principio, resultaron más adecuadas.

La segunda etapa del proceso de selección tiene que ver con el sistema de clasificación en sí mismo. Consiste en emplear el "módulo de clasificación asistida" del GIS para obtener un archivo raster en el que cada celda tenga como atributo un tipo de cobertura vegetal.

Para ello, en cada combinación evaluada, se identificó una serie de "polígonos de muestra" dentro de los cuales la cobertura vegetal es homogénea. Dicha serie constituye la tabla de tipos de vegetación que empleará el sistema para decidir qué clase corresponde a cada celda (Figura 1).

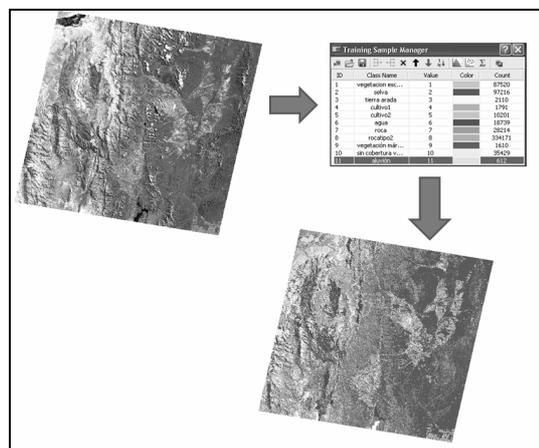


Figura 1.- Proceso de clasificación

La asignación precedente se realizó de acuerdo a la similitud que existe entre la distribución de bandas de los polígonos de muestra y cada porción de la imagen.

La cantidad de polígonos adoptados debe ser suficientemente grande para que todos los tipos de cobertura vegetal de interés estén representados en la clasificación, y por otro lado no debe ser excesiva de manera que no se produzcan errores considerables en la asignación del tipo de vegetación.

Evaluación de Resultados

Finalmente se compararon las clasificaciones realizadas para cada combinación preseleccionada, determinando las diferencias entre ellas y, fundamentalmente, encontrando errores de clasificación.

De dicha comparación surgió la RGB 752 como la combinación de bandas más favorable.

El paso siguiente para obtener la distribución espacial de la cobertura vegetal consiste en adoptar los valores del parámetro "X" para cada clase de la tabla de clasificación.

Una vez más resultan útiles las fotografías de mayor acercamiento obtenidas con Google Earth. En este caso dichas imágenes se localizan en el interior de los polígonos de muestra empleados en la clasificación. Dado que la cobertura vegetal dentro de estas porciones del terreno es homogénea, la fotografía también se considera representativa de la clase correspondiente y, por lo tanto, puede emplearse para adoptar el valor de "X" a partir de los valores recomendados por los autores del método de estimación de la tasa de producción de sedimentos. De esta forma se asigna el valor del parámetro de cobertura vegetal de Gavrilovic como atributo de cada clase.

En la Figura 2 se muestran los resultados obtenidos para la cuenca de la presa de El Bolsón, provincia de Catamarca.

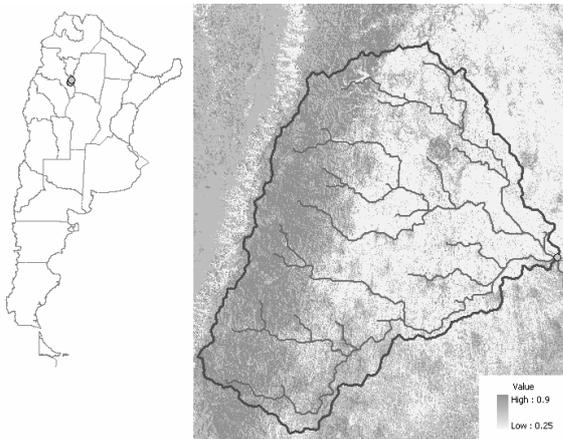


Figura 2.- Distribución espacial del parámetro "X". Cuenca de aporte a El Bolsón - Catamarca

Con esta distribución del parámetro de cobertura vegetal, se ha estimado la tasa de producción anual de sedimentos para la cuenca de El Bolsón en 0,44 millones de toneladas al año.

En las cuencas de aporte a las presas de Condor Cliff, Chihuido, Los Blancos y Caracoles se producen nevadas durante el invierno. Este tipo de precipitación introduce dos variantes que deben ser tenidas en cuenta realizando ciertas consideraciones en el análisis de la tasa de producción de sedimentos. En primer término, las nevadas

no producen el efecto erosivo asociado al impacto de las gotas en el terreno, y por otra parte, la capa de nieve protege al suelo sobre el que se deposita, de la acción erosiva de las precipitaciones que pudieran suceder. Para considerar de alguna forma este efecto, se han adoptado las siguientes medidas en el proceso de cálculo:

- Determinación del parámetro "X" en imágenes de la cuenca en época estival.
- Identificación de las zonas que en general permanecen cubiertas de nieve en época invernal comparando varias imágenes de dicho período del año.
- En base a los registros de precipitaciones en forma de nieve expresados en mm de agua equivalente, construcción de un "mapa de precipitaciones nivales".
- Determinación de la precipitación que efectivamente interviene en el cálculo como la diferencia entre el mapa de precipitaciones totales y el de precipitaciones nivales.

Conclusiones

La utilización de programas GIS para clasificar imágenes satelitales permite diferenciar los diversos tipos de vegetación y uso del suelo del terreno en forma automática.

Dado que la clasificación de la cobertura vegetal se realiza específicamente para estimar la tasa de producción de sedimentos pueden identificarse clases características que resulten de interés.

La combinación RGB 752 es la combinación de bandas más satisfactoria a los efectos de obtener el parámetro "X" de cobertura vegetal y uso del suelo, necesario para aplicar el método de Gavrilovic.

Los resultados que se obtienen mediante la metodología propuesta de clasificación de imágenes permiten obtener una mayor discretización del tipo de vegetación.

Se han realizado consideraciones especiales en el manejo de los datos de precipitación y cobertura vegetal para tener en cuenta la influencia de las precipitaciones de nieve en la producción de sedimentos.

Es necesario aclarar que calidad de los resultados dependerá de la cantidad de clases empleadas, de la calidad de las imágenes satelitales (presencia de nubes, vacíos de información) y, fundamentalmente de la elección del valor de "X" para cada tipo de cobertura vegetal.

Referencias Bibliográficas

- Brea, J.D., Spalletti, P.D. Jaime, P.R., Loschacoff, C.S.** (2007): "Diseminación y Replicación del Proyecto Bermejo en la Cuenca del Plata: Estudio de sedimentos de la cuenca del río Bermejo. Proyecto Cód. PNUMA N°2233", Informe LH 256-04-2007
- Spalletti, P.D, Brea J.D.** (2006): "Influencia del cambio climático en la producción de sedimentos en la Patagonia argentina", XXII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Ciudad Guayana, Venezuela. Octubre 2006.
- Petley D.N, Crick, W.D.O. and Hart, A.B.** (2002). "The Use of Satellite Imagery in Landslide Studies in High Mountain Areas", *The Proceedings of the 23rd Asian Conference on Remote Sensing-ACRS 2002*, Kathmandu, November 2002.