

EVALUACIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL ÁREA DE INUNDACIÓN DEL EMBALSE CAMBURITO-CAPARO, ESTADOS TÁCHIRA, MÉRIDA Y BARINAS - VENEZUELA

Juan López, Otto Jurgenson, Ramón Osorio y Elvecio Pernía

Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales,
Laboratorio de Fotogrametría y Sensores Remotos, Mérida-Venezuela. E-mail: jlopez@forest.ula.ve

RESUMEN

En este artículo se presenta el objetivo fundamental, el procedimiento metodológico utilizado y los resultados obtenidos en la evaluación de la vegetación en el área de inundación del embalse Camburito-Caparo, situado en los estados Táchira, Mérida y Barinas, Venezuela. La superficie total estudiada comprende 16.939 ha. Este trabajo fue solicitado por la empresa Desarrollo Uribante-Caparo, C.A.(DESURCA). El producto final principal del estudio es un mapa a escala 1:10.000, aunque también se generaron mapas a escala 1:50.000 y 1:75.000. Para el análisis de la vegetación se utilizaron técnicas de fotointerpretación sobre fotografías aéreas verticales de pequeño formato del año 1990, y se actualizó la información utilizando fotografías aéreas inclinadas tomadas en 1998 y visitas de campo. La información restituida de las fotografías a las cartas básicas fue digitalizada y manejada en un sistema de procesamiento digital de imágenes, en el cual se realizó el proceso de análisis de superficies de los distintos tipos de coberturas, así como la composición y producción cartográfica. Este estudio servirá para que la empresa DESURCA obtenga la información necesaria para: La planificación de la deforestación en la faja de fluctuación de la superficie del agua del embalse, salvamento de la fauna silvestre del área de inundación, evaluación de la biomasa que quedará bajo el agua, evaluación del impacto ambiental generado y la planificación y ejecución de los programas de protección de las áreas inmediatas al embalse. Se presentan, entre otros, los resultados obtenidos del análisis de las superficies cubiertas por los distintos tipos de vegetación, así como de las islas a formarse.

Palabras clave: Impacto ambiental, mapa de vegetación, fotointerpretación, biomasa sumergida, embalse Camburito-Caparo.

ABSTRACT

This article presents the main goal, the methodologic procedure used and the results obtained in the evaluation of the vegetation of the area to be flooded for the Camburito-Caparo dam, located in the states of Táchira, Mérida, and Barinas in Venezuela. The total area under study was 16,939 ha. This project was performed by request of Desarrollo Uribante-Caparo, C.A. (DESURCA). The final main product is a map to the scale of 1:10,000, also maps to the scales of 1:50,000 and 1:75,000 were produced. For the analysis of the vegetation, photointerpretation techniques were used on small format aerial photos taken in 1990. The information was updated using tilted photos taken in 1998 and fieldwork. The restitution of the data from the photos on the basic maps was digitized and treated in a digital image processing system. This system was used to perform the analysis of the areas covered by the different types of vegetation, and the map design and production as well. This study will be helpful for DESURCA in obtaining information for: planning the deforestation of the strip of water surface fluctuation, wildlife rescue, evaluation of underwater biomass, environmental impact assessment and the planning and management of the immediate areas of the flooded area. Among others, results on the analysis of the areas covered by different types of vegetation, and the islands to be formed are shown.

Keywords: Environmental impact, vegetation map, photointerpretation, submerged biomass, Camburito-Caparo dam.

INTRODUCCIÓN

La empresa DESARROLLO URIBANTE-CAPARO C. A. (DESURCA), filial de CADAPE, lleva adelante la construcción y operación del sistema hidroeléctrico interconectado Uribante-Caparo, en la zona limítrofe entre los Estados Táchira, Mérida y Barinas, que al

final de su construcción estará constituido por tres embalses: el primero, ya finalizado sobre el río Uribante, el segundo sobre el río Doradas y el tercero sobre los ríos Camburito y Caparo. Para este último embalse se culminó la construcción de las presas

Borde Seco, sobre el río Camburito, y La Vueltoza, sobre el río Caparo, y para el presente año de 1999 se contempla su llenado, comenzando por el sector correspondiente al río Camburito. Con la finalidad de reunir una base de información que permita tomar decisiones en relación a la planificación y manejo del área a ser inundada, DESURCA planteó al Laboratorio de Fotogrametría y Sensores Remotos de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales la necesidad de dicho estudio, planteamiento que fue acogido y ejecutado a través de un convenio de cooperación firmado entre DESURCA y la Universidad de Los Andes el 14 de mayo de 1998.

El objetivo fundamental del presente estudio fue la elaboración del mapa, a escala 1:10.000, de la vegetación existente en el área que va a ser inundada por el embalse (cota 310 msnm), haciéndolo extensivo a las islas a formarse y a una franja alrededor de él, hasta la cota 350 msnm. Este mapa y las estadísticas generadas a partir del mismo, además de constituir documentos históricos, serán de utilidad para las siguientes actividades y estudios:

- Evaluación de los cambios temporales y el impacto ambiental generados con el embalse.
- Evaluación de la biomasa que quedará bajo el agua y de los procesos de descomposición posterior.
- Planificación y ejecución de las deforestaciones en la faja de fluctuación de la superficie del agua del embalse, es decir, entre las cotas 280 y 310 msnm.
- Planificación y ejecución de las actividades de salvamento de la fauna silvestre del área a inundarse.
- Manejo de las islas a formarse dentro del embalse y de la franja de influencia cercana al mismo, es decir, entre las cotas 310 y 350 msnm.
- Planificación y ejecución de los programas de protección de las áreas inmediatas al embalse.

El mapa fue elaborado usando ampliaciones a escala 1:10.000 de las fotografías aéreas de 70 mm, tomadas en 1990, y cartas básicas a escalas 1:5.000 y 1:25.000, las cuales fueron suministradas por la empresa DESURCA.

Descripción general del área

El área objeto del estudio está ubicada en los Municipios Autónomos Arzobispo Chacón, Padre Noguera y Aricagua del estado Mérida, Libertador del estado Táchira y Ezequiel Zamora del estado

Barinas (Figura 1). Geográficamente está localizada entre las coordenadas 07° 41' 52" y 08° 00' 25" de latitud norte y 71° 09' 43,6" y 71° 37' 34" de longitud oeste. Ocupa una extensión de 16.939 ha y está comprendida dentro de la cuenca de los ríos Camburito-Caparo.

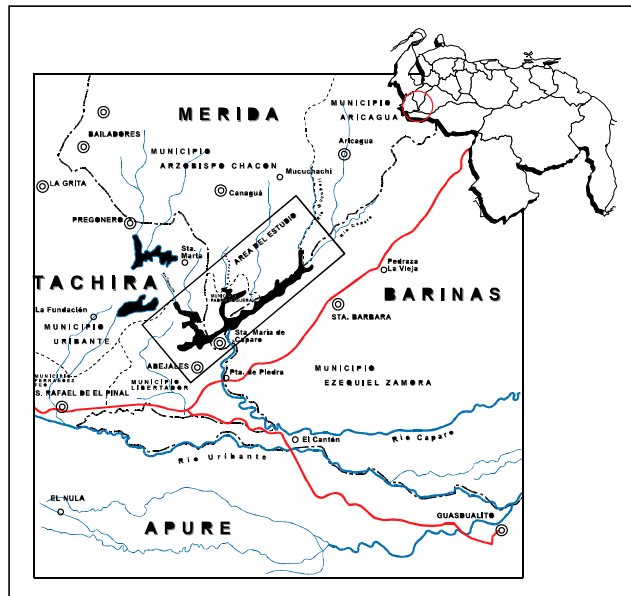


FIGURA 1. Ubicación relativa del área del embalse Camburito-Caparo (Adaptado del Atlas Práctico de Venezuela, Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional, 1998).

La cuenca Camburito-Caparo tiene una extensión de 327.500 ha, desde su cabecera hasta la estación Punta de Piedra (abajo del embalse, en la intersección del río Caparo con la carretera nacional La Pedrera-Barinas), y se encuentra ubicada en la vertiente oriental de la Cordillera de Los Andes (Consorcio Estudios Hidroeléctricos, 1973). La subcuenca del río Camburito, hasta el sitio de la presa Borde Seco, ocupa aproximadamente el 9,6 % de toda la cuenca, y la subcuenca del río Caparo, hasta el sitio de la presa La Vueltoza, ocupa el 90,4 % del área de la cuenca Camburito-Caparo. En la subcuenca Camburito las variaciones altitudinales van desde los 220 msnm, en la presa Borde Seco, hasta los 2.400 msnm. En la subcuenca del río Caparo los desniveles van desde los 220 msnm en la presa La Vueltoza, hasta los 3.400 msnm. Hasta el sitio de la presa Borde Seco, el río Camburito recibe los aportes del río El Caño y las quebradas La Laja, Palia, La Española, La Blanquita, La Blanca y otras menores. El río Caparo, hasta el sitio de la presa La Vueltoza recibe

las aguas de los ríos Guaimaral, Mucuchachí, Aracay y Mucupatí, y de numerosas quebradas, entre ellas la quebrada Batatal, Los Cambures e Inarú. El rendimiento hidrológico medio anual de la cuenca Camburito-Caparo es de 5.800 millones de m³, representando un gasto medio anual de 184 m³/seg (Tecnoconsult, 1982).

Las características climáticas más importantes de esta cuenca son las siguientes: La temperatura media anual es de 20 °C, con variaciones entre 10 °C y 25 °C. La evaporación anual es de 1.400 mm, con variaciones que van de 1.250 a 1.700 mm. La insolación media anual es de 2.000 horas aproximadamente y la humedad relativa media es de 80%. En general, la precipitación media anual está en el orden de los 1.800 mm (hasta la estación Punta de Piedra), con variaciones entre los 500 mm en las partes altas y los 3.000 mm en los sitios cercanos a la presas Borde Seco y La Vueltosa (Consortio Estudios Hidroeléctricos, 1973). Los vientos tienen dirección variable durante el día y a través del año, por efectos del calentamiento diurno y la influencia del relieve. La velocidad media es de 11 km/h (Tecnoconsult, 1982).

Desde el punto de vista geológico estructural la cuenca de los ríos Camburito-Caparo se caracteriza por la presencia de un sistema de fallas regionales paralelas a la serranía de Los Andes, que a su vez se disponen paralelamente a la falla del Boconó. Por lo general el fallamiento regional marca el contacto entre diferentes formaciones geológicas. Las formaciones que presentan mayor plegamiento son de edad Paleozoica a Triásico-Jurásico, caracterizadas por anticlinales y sinclinales. Entre las formaciones presentes en el área tenemos: Caparo, La Quinta, La Carbonera, Navay, La Escandalosa, Aguardiente, Río Negro, Sabaneta, Palmarito, etc. (Consortio Estudios Hidroeléctricos, 1973).

Las características geomorfológicas y edafológicas correspondientes a las subcuencas de los ríos Camburito y Caparo son más o menos similares. En la parte alta, por encima de los 3.000 msnm, que corresponde al piso térmico paramero, encontramos suelos rocosos sometidos en períodos geológicos recientes a la acción de glaciares. Entre los 3.000 y 2.000 msnm, encontramos laderas de mucha pendiente con suelos poco fértiles. También se presentan estos tipos de suelos a alturas comprendidas entre 2.000 y 1.500 msnm, pero poseen vegetación boscosa más densa. Entre 1.500 y 800

msnm existen áreas de declives pronunciados, y laderas y valles de gran extensión sometidos a actividades agrícolas. En la cuenca media podemos encontrar cerros empinados y montañas bajas con relieve muy pronunciado cuya pendiente está entre 30 y 80%, con suelos de moderada fertilidad. Entre 250 y 800 msnm se aprecian colinas de relieve pronunciado, con pendiente de 20 a 50% y muchas quebradas, y algunas mesas y valles (Tecnoconsult, 1982). El piedemonte presenta relieve suavemente inclinado y ondulado, constituido por colinas de pendientes entre 10 y 30%, valles y mesas. Los suelos son mayormente de origen aluvial.

Según la clasificación de Holdridge (Ewel *et al.*, 1967) en esta cuenca se presentan las zonas de vida bosque húmedo montano bajo, bosque húmedo montano, bosque muy húmedo montano y monte muy húmedo o páramo. El 90% de la superficie de esta cuenca estuvo cubierta por bosques naturales tres décadas atrás, los cuales brindaban una buena protección a los suelos. Posteriormente, la colonización agraria fue ocupando la parte baja y media de ella, particularmente las vegas y laderas cercanas a los ríos y quebradas mayores.

En lo que respecta al área específica de este estudio, es decir, las tierras que serán inundadas por el embalse y la franja inmediata, hasta la cota 350 msnm, el tipo de vegetación más extendido es el bosque, que cubre el 53,8 % del área. En segundo lugar está el matorral, que ocupa el 24,8 %. El pastizal (potreros) ocupa el 11,0 %. En el área no hay actividad agrícola actualmente. Las amplias vegas de los ríos Camburito y Caparo son inundables en la parte baja, y en ellas se han desarrollado extensas comunidades casi puras de caña brava (*Ginerium sagittatum*), que cubren el 3,9 % del área de estudio. En estas vegas son también frecuentes las comunidades de *Tessaria integrifolia* y *Bambusa vulgaris* (bambú) y el bosque mixto de vega. El bosque secundario y el bosque de vega ocupan el 8,5 % y el 2,4 % respectivamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales más importantes utilizados en la elaboración del mapa de vegetación del área de inundación del embalse Camburito-Caparo fueron los siguientes:

- Nueve cartas topográficas, a escala 1:25.000, del Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía

Nacional (SAGECAN) y 48 cartas topográficas, a escala 1:5.000, suministradas por DESURCA.

- Copias ampliadas, a escala 1:10.000, de las fotografías aéreas de 70 mm, color normal, tomadas en 1990, a escala original aproximada de 1:40.000. La mayor parte del área de estudio quedó cubierta por un total de 289 de estas fotografías, quedando algunos sectores sin cobertura fotográfica, los cuales totalizaron 725 ha.
- Fotografías aéreas inclinadas, a color, de 35 y 70 mm, tomadas en junio de 1998 para actualizar las fotografías de 1990, así como también para rellenar la mayor parte de las áreas sin cobertura fotográfica de esa misión.

Los equipos utilizados fueron los siguientes:

- Dos computadoras Pentium, uno de 150 MHz y otro de 233 MHz, y un computador 486 de 66 MHz.
- Una cámara Hasselblad ELX/553 de 70 mm, una cámara Nikon de 35 mm y una cámara Samsung, también de 35 mm, para la obtención de fotografías inclinadas durante los recorridos aéreos y terrestres.
- Un receptor GPS marca Magellan, modelo 2000 XL, además de brújulas y binoculares, para el trabajo de campo.
- Estereoscopios de espejos con binoculares 3X para la interpretación en la oficina y estereoscopios de bolsillo para el trabajo de campo.
- Tres reproductores sketch-master para el traspaso de la delineación de las unidades de vegetación hecha sobre las fotografías aéreas, a las cartas básicas a escala 1:5.000.
- Una tabla digitalizadora GTCO para la digitalización de la red de drenaje, la vialidad y las curvas de nivel 260, 280, 310 y 350 msnm, a partir de las cartas básicas a escala 1:5.000, así como también para la digitalización de la delineación de las unidades de vegetación.
- Un graficador HP Designjet 450 C, de 36 pulgadas de ancho (tamaño E), para la producción de los mapas a color.
- Un sistema de procesamiento digital de imágenes con el cual se realizó las conversiones entre formatos raster y vectorial, edición, composición cartográfica, producción de los mapas a color y generación de estadísticas de planimetría.
- Software: Windows 95, Autocad Versión 14, Turbocad Versión 3.0, Freehand Versión 5.5, Word 6, Microsoft Office, TNT-mips versión 5.6 y soportes para el graficador HP Designjet 450C.

Procedimiento metodológico

El procedimiento seguido en la elaboración de este trabajo constó de las fases que a continuación se señalan:

Planificación de actividades. La planificación del estudio se hizo en función de los términos acordados en el convenio DESURCA-ULA y de las especificaciones establecidas con los técnicos de la Gerencia de Cuencas de DESURCA para la elaboración y entrega del trabajo, las más importantes de las cuales se citan a continuación: 1) El área límite del estudio quedó definida por la cota de elevación 350 msnm. El límite anterior incluyó el área que cubrirá el espejo de agua, definida por la cota máxima de inundación de 310 msnm. 2) Los mapas a elaborar deben contener las curvas de nivel correspondientes a las cotas 260, 280, 310 y 350 msnm. La curva 280 corresponde al límite inferior de fluctuación de la superficie del agua y la curva 260 es la altura de unión entre los dos vasos (Camburito y Caparo). 3) La leyenda preliminar fue la siguiente: Bosques, matorrales, pastizales, cultivos y áreas descubiertas. Se convino en dividir las áreas boscosas en cuanto al grado de intervención en: Bosques no intervenidos, bosques secundarios y bosques intervenidos. 4) El área mínima de fotointerpretación se estableció en 1 cm², que representa aproximadamente 1 ha en el terreno, a la escala media de las fotografías aéreas y a la escala de producción de los mapas (1:10.000).

Preparación del material cartográfico y fotográfico. La preparación del material fotográfico y cartográfico consistió en las siguientes actividades: 1) Organización de las cartas de escala 1:25.000 que cubren el área de estudio sobre las cuales fue resaltada en color la cota 310 msnm. 2) Organización del material aerofotográfico, identificación y demarcación de los límites de cada faja fotográfica sobre las cartas a escala 1:25.000. 3) Colocación de láminas de acetato transparente sobre las fotografías y determinación del área útil de delineación en cada una de ellas, siguiendo el método recomendado para terreno montañoso, es decir, restringiendo la delineación al área central de cada una de las fotografías. 5) Organización del mosaico de cartas a escala 1:5.000, utilizadas como mapa base,

resaltándose sobre ellas la cota 310 msnm. Especial atención fue dada a las islas a formarse luego del llenado del embalse Camburito-Caparo.

Interpretación preliminar de las fotografías.

Primeramente los fotointérpretes revisaron la leyenda inicial establecida. Luego se procedió a la fotointerpretación preliminar, la cual fue realizada utilizando estereoscopios de espejos con binoculares 3X. El proceso de fotointerpretación incluyó las siguientes características: 1) Características generales: La red de drenaje, la red vial, obras de infraestructura, cuerpos de agua, bancos de arena y terrenos descubiertos. Estas características sirvieron para la actualización de la información básica y además, fueron utilizadas como referencia en el proceso de restitución de la información temática delineada en las fotografías sobre las cartas básicas. 2) Tipos de vegetación: Pastizal, cultivo, herbazal, matorral, bosque intervenido, bosque secundario y bosque no intervenido.

Visita al área. Fue realizada la primera semana de junio de 1998 por cuatro integrantes del equipo del Laboratorio de Fotogrametría y Sensores Remotos, a cargo de la ejecución del trabajo. Este equipo fue complementado por personal técnico de DESURCA. Durante esta visita se realizaron las siguientes actividades:

- Recorridos terrestres en las áreas circundantes a la presas Borde Seco y La Vueltosa, y hacia el río Camburito. Se visitaron sitios elevados, con amplia visibilidad, que permitieron revisar la fotointerpretación preliminar, evaluar los cambios de la cobertura vegetal de 1990 al presente, y realizar la actualización de la información. Se evaluaron los diferentes tipos de vegetación, realizándose observaciones sobre las especies dominantes y las alturas medias de las formaciones.
- Reconocimiento aéreo de toda el área a través de helicóptero, con un total de 3 horas y 15 minutos de tiempo de vuelo. Durante estos vuelos se tomaron fotografías inclinadas de 35 y 70 mm, para la actualización de las fotografías de la misión de 1990 y para rellenar áreas no cubiertas por esa misión. El helicóptero fue aprovechado también para trasladar al grupo a algunos sitios elevados en la subcuenca del río Caparo, desde donde se continuó con la

revisión de la fotointerpretación y el trabajo de actualización.

- Revisión y modificaciones del contenido de la leyenda para la incorporación de algunos tipos de vegetación no previstos al inicio del trabajo. La leyenda adoptada después del trabajo de campo fue la siguiente: Cuerpo de agua, banco de arena, área descubierta, pastizal, herbazal bajo, herbazal alto, matorral, bosque mixto de vega, bosque secundario, bosque intervenido y bosque no intervenido.

Fotointerpretación definitiva. Con la experiencia del trabajo de campo se hizo una revisión completa de la fotointerpretación preliminar para incorporar las modificaciones hechas a la leyenda. Se completó la actualización de las fotografías de 1960 con las fotografías tomadas durante la visita al área.

Restitución. La delineación contenida en cada fotografía fue restituida sobre las cartas a escala 1:5.000, utilizando instrumentos sketch-master. Durante la restitución se modificó el trazo de los ríos mayores, sobre todo en las vegas inundables de los ríos Camburito, Caparo y Guaimaral, donde estos ríos cambiaron de curso desde el año 1967, cuando fueron tomadas las fotografías con las que se elaboraron las cartas básicas a escala 1:5.000, hasta el año 1990, cuando fueron tomadas las fotografías con las que se está realizando el presente trabajo.

Digitalización. Las cartas restituidas fueron digitalizadas en formato vectorial usando una mesa digitalizadora y el software AUTOCAD versión 14. Los detalles digitalizados fueron los siguientes: la red de drenaje, la vialidad, las curvas de nivel 260, 280, 310 y 350 msnm, las unidades de vegetación, además de algunas obras de infraestructura como las presas Borde Seco y La Vueltosa.

Composición cartográfica e impresión. Los archivos contentivos de las capas digitalizadas (drenaje, vialidad, vegetación, etc.) fueron exportados al sistema TNT-MIPS. Con el sistema de procesamiento digital de imágenes y este software se realizó la composición cartográfica, que condujo a la producción de los mapas a color en las escalas 1:10.000, 1: 50.000 y 1: 75.000.

RESULTADOS

Resultado cartográfico

- Mapa de vegetación a color, a escala 1:10.000, del área a ser inundada por el embalse Camburito-Caparo. Este mapa contiene la siguiente información: 1) El límite del área de estudio, determinado por la cota 350 msnm. 2) La red vial, constituida por las vías más importantes del área. 3) La red de drenaje con los cursos de agua permanentes e intermitentes. 4) Las curvas de nivel correspondientes a las cotas 260, 280 y 310 msnm. 5) Las unidades correspondientes a los tipos de vegetación, que se citan en la leyenda, y 6) Información complementaria: La toponimia más importante del área, la cuadrícula de coordenadas según el sistema de proyección UTM e información marginal (Leyenda, escala gráfica y numérica, mapas de ubicación relativa, índice de cartas, etc). El mapa antes indicado fue presentado en 24 hojas de 66 cm x 96 cm, tal como se muestra en el índice de cartas de la figura 2.
- Mapas de vegetación a color, con información similar al anterior, pero a escala 1: 50.000 y 1:75.000.

Descripción de los tipos de vegetación presentes en el área

Bosque no intervenido: Bosque primario que se presenta en su estado natural. Existe principalmente en las cabeceras de los ríos y quebradas menos accesibles a la influencia humana. La mayor extensión de este tipo de bosque se encontró en las vertientes del río Guaimaral donde alcanza alturas de 20 a 25 m y cobertura mayormente densa, y en menor proporción en la zona denominada Los Encierros, en las colas altas del embalse sobre el río Caparo, donde presenta altura de aproximadamente 20 m y cobertura medianamente densa. En este tipo de bosque son frecuentes las siguientes especies: *Ocotea sp.* (cascarillo), *Jacaranda cf. mimosifolia* (flor azul), *Tabebuia sp.* (flor amarilla), *Hymenea courbarili* (algarrobo), *Pouteria sp.* (caimito), *Terminalia sp.* (almendro), *Cedrela mexicana* (cedro), *Calliandra sp.*, varias especies de la familia Lauraceae, etc.

Bosque intervenido: Bosque primario que ha sido afectado por explotaciones selectivas de diversa

intensidad. Es el tipo de bosque más extendido en el área de estudio. Son frecuentes las siguientes especies: *Ochroma lagopus* (balso), *Triplaris cf. caracasana* (palo maría), *Didimopanax morototoni* (yagrumo macho), *Guazuma ulmifolia* (guácimo), *Hymenea courbarili* (algarrobo), *Luehea ferruginea* (guácimo cimarrón), *Ficus sp.* (matapalo), *Piptadenia sp.*, etc.

Bosque de vega: Bosque establecido en las amplias vegas e islas de los ríos Camburito y Caparo, que están sometidas al efecto de inundaciones periódicas. Es un tipo de bosque mixto, de porte medio a bajo, muy heterogéneo en su composición florística. En el área de estudio este bosque presenta abundancia de *Guadua angustifolia* (guadua), *Bambusa vulgaris* (bambú), *Erythrina poepligiana* (bucare), *Inga sp* (guamo), *Attalea maracaibensis* (palma de agua), *Cecropia sp* (yagrumo), *Ceiba pentandra* (ceiba), etc. y es frecuentemente interrumpido por manchas de *Tessaria integrifolia* (tessaria) y *Gynierium sagittatum* (caña brava).

Bosque secundario: Es el tipo de cobertura que predomina, conjuntamente con los matorrales, en terrenos anteriormente dedicados al uso agropecuario y en los que, una vez abandonados, se inició la sucesión ecológica, que exhiben actualmente un bosque joven, de porte generalmente bajo a mediano, con abundancia de especies secundarias como el *Ochroma lagopus* (balso), *Cecropia sp.* (yagrumo), *Inga sp.* (guamo), *Triplaris cf. caracasana* (palo maría), *Guazuma ulmifolia* (guácimo), *Didimopanax morototoni* (yagrumo macho), *Cochlospermum brazilensis*, *Heliocarpus popayanensis* (majagua), *Bixa orellana*, etc.

Matorral: Dentro de esta categoría se incluyen áreas con vegetación arbustiva tanto natural como antrópica. Los matorrales se desarrollan en las áreas de laderas y cimas de las colinas como respuesta a las condiciones propias de suelos, nutrientes y otros factores del medio ambiente. Los matorrales de origen antrópico han resultado del abandono de áreas agropecuarias adquiridas hace varios años por la empresa DESURCA. También ocurren en tierras afectadas por incendios periódicos. Las especies más frecuentes en los matorrales del área de estudio son las siguientes: *Vismia paccifera* (punta de lanza), *Ochroma lagopus* (balso), *Cecropia sp.* (yagrumo),



FIGURA 2. Ubicación relativa e identificación de las hojas a escala 1:10.000 contentivas del mapa de vegetación del área de inundación del embalse Camburito-Caparo.

Triplaris cf. caracasana (palo maría), *Piper imperiale* (cordoncillo), *Solanum sp.*, etc. En los matorrales se aprecia abundancia de hierbas de hoja ancha y gramíneas.

Herbazal bajo: Este tipo de cobertura está conformado por aquellas áreas dedicadas antes a cultivos y potreros y que han sido abandonadas muy recientemente, y también los herbazales establecidos en las áreas deforestadas totalmente en las adyacencias de los sitios de presa. Estos herbazales están constituidos principalmente por hierbas de hoja ancha, aunque en los potreros abandonados se mezclan con las gramíneas allí establecidas.

Herbazal alto: Fueron clasificados como herbazales altos aquellas unidades conformadas en su mayor proporción por el *Gynerium sagittatum* (caña brava), desarrolladas principalmente en las amplias vegas e islas inundables de los ríos Camburito y Caparo.

Pastizal: Esta unidad se refiere a las áreas cubiertas mayormente por gramíneas y que son dedicadas al

pastoreo del ganado. Están constituidos principalmente por las especies nativas *Panicum maximum* y *Melinis minutiflora*, en las áreas de pastos no manejados, y por las especies *Homolepis aturensis* e *Hyparrhenia rufa* en aquellas áreas donde aún existen pastos mejorados. La mayor parte de los pastizales que se aprecian en las fotografías aéreas de 1990 aún hoy día mantienen su condición y su uso, a pesar de que estas fincas fueron adquiridas por CADAFE hace más de 10 años.

Áreas descubiertas. Sectores sin ningún tipo de vegetación que corresponden a los sitios de préstamo, cortes de taludes y movimientos de tierra para la construcción de las presas, así como también algunas deforestaciones recientes.

Islas a formarse

El completo llenado del embalse Camburito-Caparo, hasta la cota 310 msnm, traerá como resultado la formación de 68 islas, 13 de las cuales serán formadas en la subcuenca del río Camburito y 55 en la subcuenca del río Caparo.

Resultados de la planimetría

Las superficies del terreno correspondientes al sector del río Camburito, al sector del río Caparo y a toda el área de estudio, de acuerdo a los rangos altitudinales de interés para el manejo del embalse (Figura 3), se presentan en el Cuadro 1. Estos rangos son los siguientes: a) el área a ser inundada hasta la cota 260 msnm, es decir, hasta la cota de unión de los dos vasos, el Camburito y el Caparo, b) entre las cotas 260 y 280 msnm, c) el área a ser inundada hasta la cota 280 msnm, d) entre las cotas 280 y 310 msnm, es decir, el área de fluctuación del espejo de agua, e) el área a ser inundada hasta la cota 310 msnm, f) entre las cotas 310 y 350 msnm, g) desde el fondo del vaso hasta la cota 350 msnm, h) por arriba de la cota 350 msnm, en las islas a formarse e i) toda el área de estudio.

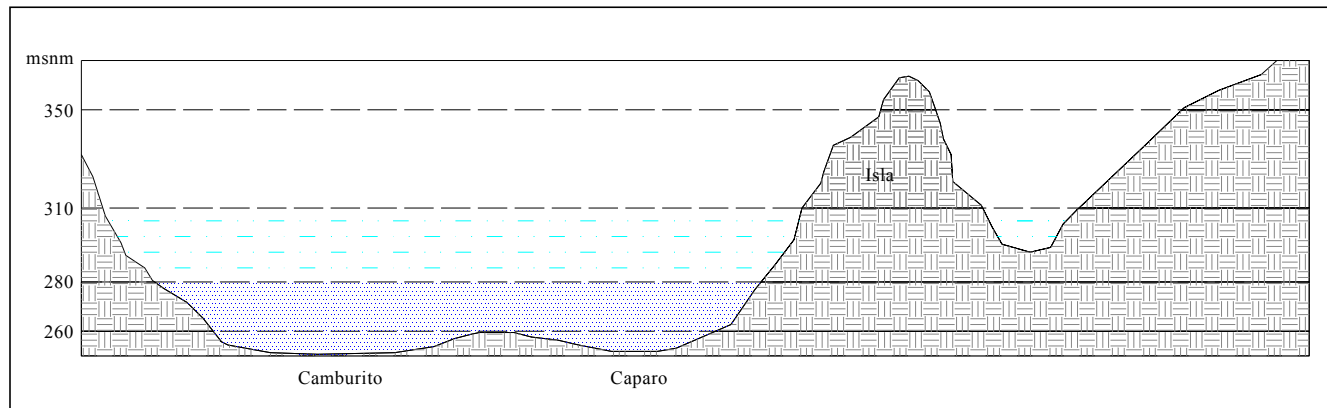


FIGURA 3. Diagrama esquemático de los rangos altitudinales de significancia para el manejo del área de embalse Camburito-Caparo.

Los resultados de la planimetría de los tipos de cobertura vegetal fueron preparados de manera separada para el sector del vaso del río Camburito, para el sector del vaso del río Caparo, para el área total (Camburito y Caparo), y para las islas a formarse. La planimetría de los tipos de cobertura vegetal fue organizada de acuerdo a los rangos altitudinales arriba indicados (Laboratorio de Fotogrametría y Sensores Remotos, 1998). En este artículo se presenta solamente los resultados obtenidos para el área conjunta Camburito-Caparo (Cuadro 2).

CONCLUSIONES

1. El presente estudio comprendió una superficie total de 16.939 ha, que incluye el área a ser

inundada por el embalse Camburito-Caparo, además de la franja inmediata a las orillas del mismo hasta la cota 350 msnm, y las islas a formarse. El 31,4 % de esta área, es decir 5.327 ha corresponden al sector del río Camburito y el 68,6 % (11.612 ha), al sector del río Caparo.

2. El embalse Camburito-Caparo tendrá una extensión de 11.799 ha, hasta la cota máxima de inundación de 310 msnm. De esta superficie, al sector del río Camburito le corresponden 3.551 ha (30 %) y al sector del río Caparo 8.248 ha (70 %).
3. El área por debajo de la cota 280 msnm asciende a 7.836 ha. Tiene gran importancia por albergar la biomasa vegetal que quedará bajo el agua. En esta superficie se encuentran 2.977 ha de bosque (38,0 %), 2.365 ha de matorral (30,2 %) y 1.077 ha de pastizal (13,7 %), que son los tipos más extensos. El herbazal ocupa sólo 655 ha (8,3 %),

principalmente el herbazal alto o de caña brava (628 ha).

4. La franja de fluctuación de la superficie del agua del embalse, ubicada entre las cotas 280 y 310 msnm, tiene una superficie de 3.972 ha. Esta franja y los tipos de vegetación que ella contiene revisten importancia inmediata por las deforestaciones a mata rasa que han de efectuarse antes del llenado de los vasos. 2.459 ha, que representan el 61,9 % de esta banda, están cubiertas de bosque, mayormente de tipo intervenido. El matorral ocupa el 22,6 % del área, es decir, 897 ha. Estos son los dos tipos de vegetación que deben deforestarse. Los pastizales cubren 364 ha de la franja (9,2 %), en los cuales sólo será necesario tratamiento menor, esto es, tala de árboles y arbustos aislados o en manchas.

CUADRO 1. Superficies comprendidas dentro de los rangos altitudinales de interés para el manejo del área de estudio.

Cota (msnm)	Camburito		Caparo		Camburito-Caparo	
	Superf. (ha)	%	Superf. (ha)	%	Superf. (ha)	%
Hasta 260	1.162,1	21,8	4.191,6	36,1	5.353,7	31,6
Entre 260 y 280	919,0	17,3	1.562,9	13,5	2.481,9	14,7
Hasta 280	2.081,1	39,1	5.754,5	4,1	7.835,6	46,3
Entre 280 y 310	1.469,9	27,6	2.502,2	21,5	3.972,3	23,5
Hasta 310	3.551,0	66,7	8.247,9	71,0	11.798,9	69,7
Entre 310 y 350	1.746,5	32,8	3.306,1	28,5	5.052,6	29,8
Hasta 350	5.297,5	99,0	11.563,0	99,6	16.860,5	99,5
Mayor de 350 (en islas)	29,5	0,6	49,4	0,4	78,8	0,5
Superficie Total*	5.327,0	100	11.612,3	100	16.939,3	100

* La superficie total es la suma de la superficie de las filas "Hasta 350" y "Mayor de 350 en islas".

CUADRO 2. Superficies totales en hectáreas ocupadas por los diferentes tipos de cobertura en toda el área de estudio (Camburito y Caparo)

Tipo cobert.	Hasta cota 260		Cotas 260-280		Hasta cota 280		Cotas 280-310		Hasta cota 310		Cotas 310-350		Hasta cota 350		> cota 350		Total	%
	Superf. (ha)	%	Superf. (ha)	%	Superf. (ha)	%	Superf. (ha)	%	Superf. (ha)	%	Superf. (ha)	%	Superf. (ha)	%	Superf. (ha)	%		
Agua	385,2	7,2	177,2	562,4	7,2	160,3	4,0	722,7	6,1	53,2	1,1	775,9	4,6	0,0	0,0	775,9	4,6	
Banco arena	31,6	0,6	34,5	66,1	0,8	51,2	1,3	117,3	1,0	5,6	0,1	122,9	0,7	0,0	0,0	122,9	0,7	
Suelo desc.	115,5	2,2	18,4	133,9	1,7	22,2	0,6	156,1	1,3	16,7	0,3	172,8	1,0	0,0	0,0	172,8	1,0	
Pastizal	758,5	14,2	318,0	1.076,5	13,7	364,0	9,2	1.440,5	12,2	422,6	8,4	1.863,1	11,1	2,4	3,0	1.865,5	11,0	
Herb. bajo	27,1	0,5	0,0	27,1	0,3	1,3	0,0	28,4	0,2	3,9	0,1	32,3	0,2	0,0	0,0	32,3	0,2	
Herb. alto	612,5	11,4	15,0	627,5	8,0	17,9	0,5	645,4	5,5	8,1	0,2	653,5	3,9	0,0	0,0	653,5	3,9	
Matorral	1.679,8	31,4	685,5	2.365,3	30,2	896,9	22,6	3.262,2	27,6	905,9	17,9	4.168,1	24,7	40,0	50,8	4.208,1	24,8	
B. mixto ve.	329,1	6,1	24,1	353,2	4,5	42,8	1,1	396,0	3,4	3,0	0,1	399,0	2,4	0,0	0,0	399,0	2,4	
B. secundar.	347,2	6,5	220,9	568,1	7,3	413,4	10,4	972,5	8,2	450,4	8,9	1.431,9	8,5	3,8	4,8	1.435,7	8,5	
B. interven.	846,5	15,8	677,8	1.524,3	19,5	1.308,6	32,9	2.832,9	24,0	1.863,5	36,9	4.696,4	27,9	26,9	34,1	4.723,3	27,9	
B. no interv.	220,7	4,1	310,5	531,2	6,8	693,7	17,5	1.224,9	10,4	1.319,7	26,1	2.544,6	15,1	5,7	7,2	2.550,3	15,1	
TOTAL	5.353,7	100	2.481,9	7.835,6	100	3.972,3	100	11.798,9	100	5.052,6	100	16.860,5	100	78,8	100	16.939,3	100	

5. La franja aladaña al cuerpo de agua del embalse, es decir entre las cotas 310 y 350 msnm, tiene una superficie de 5.131 ha y es de importancia para el manejo futuro del mismo. En esta franja los bosques predominan, cubriendo el 71,6 % del área (3.673 ha). De estos bosques los más extensos son los intervenidos (1.890 ha) y los no intervenidos (1.325 ha). El siguiente tipo más extendido es el matorral con 946 ha (18,4 %). El pastizal ocupa 425 ha (8,3 %). Los herbazales son escasos cubriendo sólo 12 ha (0,3 %).

6. Al completarse el llenado del embalse, hasta la cota 310 msnm, se formará un total de 68 islas, que suman una extensión de 259 hectáreas. Trece de estas islas estarán localizadas en el sector del río Camburito y 55 en el sector del río Caparo. Más de la mitad (54,7 %) de la superficie de las islas está cubierta por bosque intervenido, y el 11,3 % de bosque secundario. Esto significa que el 66 % de esta área contiene bosque. El otro tipo de vegetación importante en extensión es el matorral que cubre el 27,5 % del área de islas.

RECOMENDACIONES

1. El manejo eficiente del embalse Camburito-Caparo, con miras a mantener la vida útil programada de generación de energía eléctrica, amerita un programa de manejo socio-ambiental de toda la extensión de las dos subcuencas hidrográficas que nutren el embalse, es decir, las de los ríos Camburito y Caparo. La importancia de este embalse, desde el punto de vista de desarrollo socio-económico y estratégico, justifica el programa en referencia. El mismo, debe partir de una evaluación integral del área, para lo cual deben prepararse los mapas temáticos necesarios, a escala 1:50.000 ó 1:100.000.
2. Es conveniente programar un nuevo estudio del área inmediata al embalse, entre las cotas 310 y 350 msnm, dentro de ocho o diez años, con la finalidad de evaluar los cambios temporales que puedan ocurrir en esa área.
3. Tanto el manejo ambiental del embalse y su zona inmediata de influencia como el manejo de toda el área de la cuenca Camburito-Caparo, pueden beneficiarse de la incorporación de un sistema de información geográfica. En uno u otro caso, la gran cantidad de información físico-natural y socioeconómica, puede ser integrada y analizada eficientemente, produciendo la información necesaria para la toma de decisiones técnicas y administrativas.
4. Los estudios de evaluación de la biomasa realizados para el área que fue inundada por el embalse de Guri, Estado Bolívar (Rodríguez, 1985), produjeron abundante información del volumen de biomasa por unidad de área, para una gran cantidad de tipos diferentes de vegetación, boscosa y no boscosa. Aunque las condiciones físico-naturales de Guri son diferentes a las del embalse Camburito-Caparo, la información de Guri podría ser analizada y utilizada para estimar los volúmenes unitarios de biomasa de los tipos de cobertura vegetal de Camburito-Caparo. Los mapas elaborados servirían para extrapolar los valores unitarios y lograr una estimación de los volúmenes totales de biomasa que quedarán bajo el agua en este embalse.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONSORCIO ESTUDIOS HIDROELÉCTRICOS. 1973. Aprovechamiento Integral de los ríos Uribante y Caparo. Estudio preliminar. Tomo 3: Hidrología y Tomo 4: Geotecnia. Caracas-Venezuela.
- EWEL, J. y A. MADRIZ. 1976. Zonas de Vida de Venezuela, 2a. ed., Caracas-Venezuela.
- LABORATORIO DE FOTOGRAMETRÍA Y SENSORES REMOTOS. 1998. Mapa de vegetación del área de inundación del embalse Camburito-Caparo, Estados Táchira, Mérida y Barinas, Memoria descriptiva y 22 cartas a escala 1:10.000, dos cartas a escala 1 :50.000 y una carta a escala 1 :75.000. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.
- RODRÍGUEZ, L. 1985. Informe de las actividades del programa de investigación sobre la biomasa vegetal del área de inundación de la tercera etapa de la presa Raúl Leoni - Guri, Vol. I y II, Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Ingeniería Forestal, Mérida.
- SERVICIO AUTÓNOMO DE GEOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA NACIONAL. 1998. Atlas Práctico de Venezuela, Nos. 6, 15 y 21. Diario El Nacional y MARNR-Cartografía Nacional, Caracas.
- TECNOCONSULT. 1981. Estudios de impacto ambiental del proyecto Camburito-Caparo. Informe Final. Caracas-Venezuela.