

PARTE I

ASPECTOS GENERALES

DELIMITACIÓN Y CODIFICACIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE BOLIVIA
(APLICANDO LA METODOLOGIA DE PFAFSTETTER)
(Preliminar)

1.1 INTRODUCCION

Bolivia es un país que cuenta con suficientes recursos hídricos, en razón a que por el mismo atraviesa una red muy importante y densa de ríos de diverso orden conformando gran parte de las nacientes de aguas de tres grandes vertientes de Sud América, como es la gran cuenca Amazónica, Altiplánica y Del Plata. Esta condicionante natural de ser distribuidores de aguas que traspasan los límites fronterizos, hacen evidente la necesidad de contar con una serie de políticas a nivel nacional para una gestión integrada de los recursos hídricos a nivel de cuenca. En esta perspectiva existe una necesidad de contar con una delimitación de las cuencas hidrográficas al ser considerada la misma como la unidad básica de planificación y gestión de los recursos hídricos.

1.1.1 Cuenca hidrográfica

Es el área comprendida dentro de una porción de territorio, en la que las aguas fluyen a un mismo lugar, como puede ser la corriente de un río, un lago o el mar

El espacio geográfico, esta definido por:

- Límites ("divortium acuarium")
- Sistema de drenaje
- Dinámica ambiental definida por las interacciones sistémicas entre los recursos agua, suelo y vegetación, y los impactos sobre estos recursos, producidas por las decisiones de uso de los usuarios.

Espacio natural adecuado para manejar racional y armónicamente los recursos, con la finalidad de satisfacer las necesidades de la población civil, a corto, mediano y largo plazo, sin provocar un deterioro de los recursos naturales

1.1.2 Partes de una cuenca

- a) La cuenca alta o sección alta de la cuenca:
Área de recepción y Concentración de precipitaciones, zona montañosa.
- b) La cuenca media o sección media de la cuenca: Zona de transporte y valles interandinos, donde el río mantiene un cauce definido.
- c) La cuenca baja o zona de desagüe, que corresponde a áreas deposicionales y de entrega de aguas a otras cuencas o sistemas.¹
(ver figura N°1).

¹ Eduardo Chillón. "Manejo Integral de Cuencas"

Partes de una cuenca

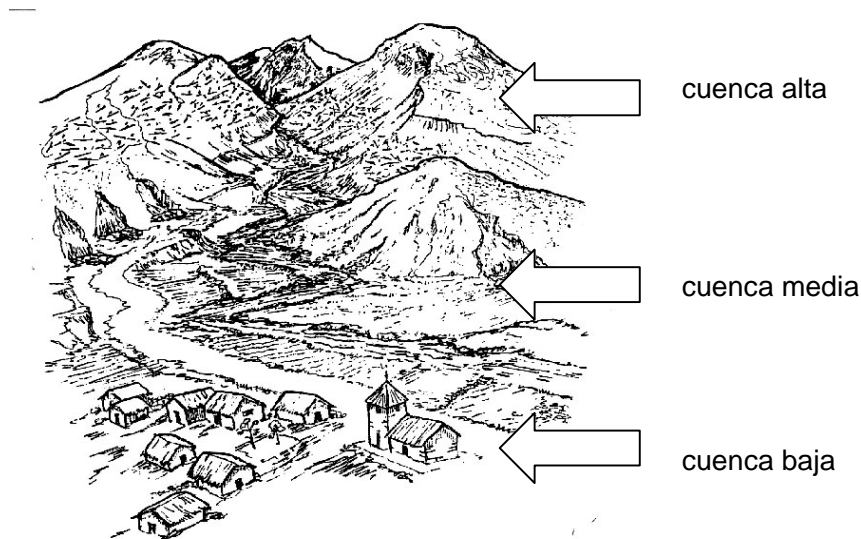


Figura 1

1.2 ANTECEDENTES

Son muy pocas las instituciones que realizaron trabajos de delimitación de cuencas hidrográficas a nivel nacional, así mismo la nomenclatura y los criterios de delimitación utilizados son diversos.

Las instituciones que delimitaron el territorio nacional en cuencas hidrográficas fueron:

- a) El Instituto Geográfico Militar (IGM, 1990), delimitó las tres grandes cuencas del País: Amazónica, Altiplánica y Del Plata.
- b) El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología en convenio con entidades Internacionales (UNESCO y ORSTOM, 1990), delimitó tres grandes cuencas: Amazonas, Altiplánica y Del Plata. En la cuenca Amazónica se delimitaron siete cuencas: Madre de Dios, Beni, Orthon, Mamoré, Itenez, Parapeti-Izozog y Abuna; en la cuenca Altiplánica se delimitaron tres cuencas: Desaguadero-poopó, Titicaca y Coipasa-Uyuni; finalmente en la cuenca Del Plata se delimitaron tres cuencas: Pilcomayo, Bermejo y Paraguay.
- c) La Dirección de Cuencas Hidrográficas (1996), realiza una delimitación en cuencas y subcuencas. La cuenca del Amazonas esta delimitada en ocho subcuencas: Acre, Abuna, Madera, Orthon, Madre de Dios, Beni, Mamoré e Itenez; la cuenca Altiplánica esta delimitada en cinco subcuencas: Titicaca, Desaguadero, Poopó, Coipasa y Salar de Uyuni; la cuenca Del Plata esta

delimitada en tres subcuencas: Pilcomayo, Bermejo y Paraguay y la cuenca del río Parapetí.

- d) El Proyecto TCP/6611, delimitó las cuencas la siguiente información, a escala 1:1'000.000: mapa físico de Bolivia, editado en 1993, mapa político de Bolivia, editado en 1994, y mapas referenciales del SENAMHI y de la Dirección de Cuencas Hidrográficas.
- e) El proyecto TCP/6611 en estrecha colaboración con el SENAMHI, se digitalizaron: el mapa Político de Bolivia, la red hidrológica, división política y capitales de departamento. Por otra parte se definieron los criterios para la delimitación de las cuencas del País, encontrándose puntos de coincidencia:

1.- Delimitar las grandes cuencas en el ámbito Nacional con criterios geopolíticos y de divisoria de aguas.

2.- Asignarle para las grandes cuencas el prefijo de Gran cuenca Internacional: la Amazónica, Altiplánica y la Del Plata (ejemplo Gran Cuenca Internacional Amazónica).

3.- Realizar una primera delimitación de las cuencas Internacionales, utilizando criterios de divisoria de aguas, en el ámbito de cuencas que atraviesan dos o más Departamentos y/o cuando hay contacto con Países vecinos, asignarles el prefijo de Interdepartamental (ejemplo Cuenca Interdepartamental del Río Grande).

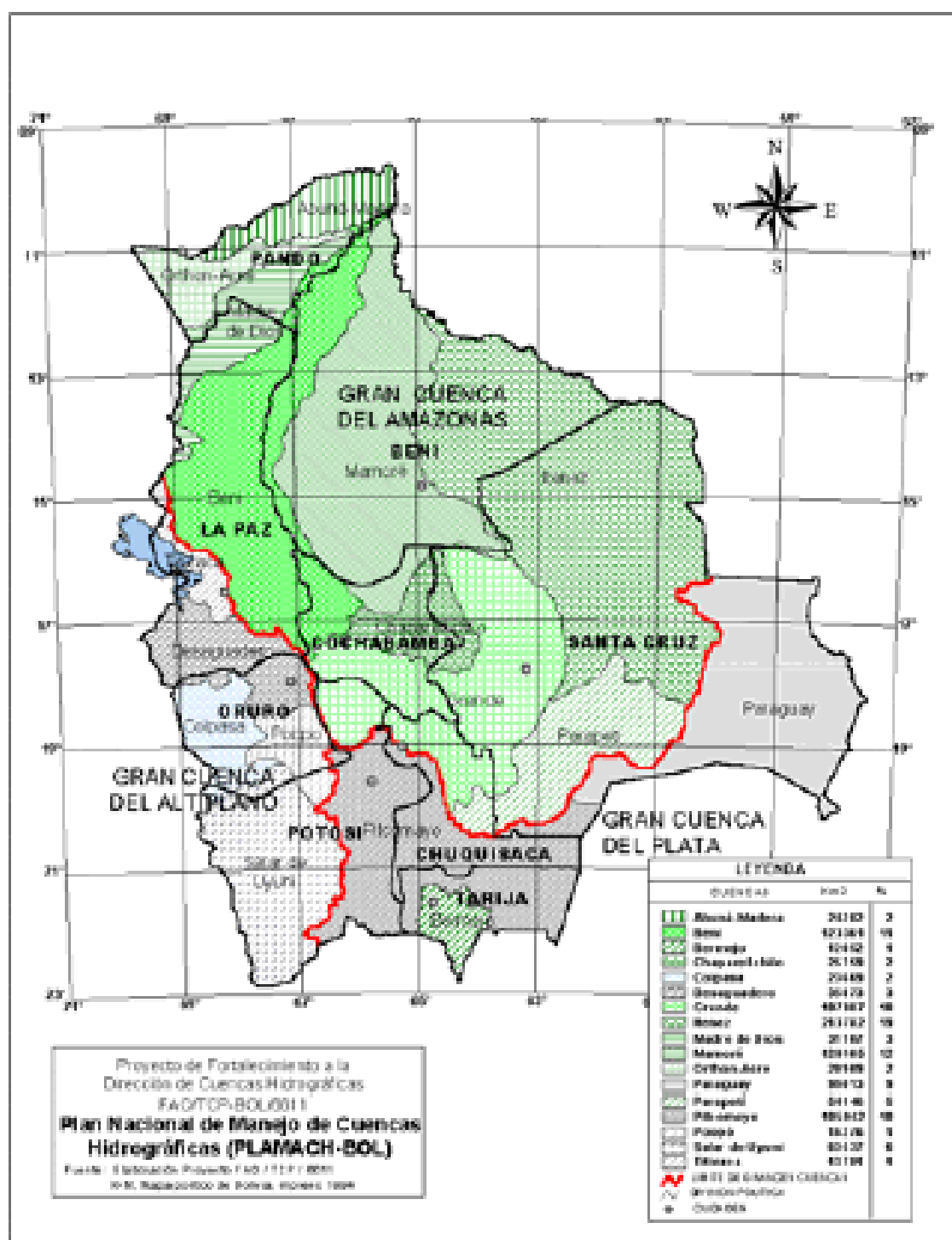
4.- Realizar una primera delimitación de las cuencas Interdepartamentales, también utilizando los criterios de divisoria de aguas en el ámbito de las cuencas que se encuentran dentro de los límites de dos o más municipios con la asignación del prefijo de Intermunicipal (ejemplo Cuenca Intermunicipal del Río Caine).

5.- Las delimitaciones tienen que estar en concordancia con las curvas de nivel de las cartas del IGM.

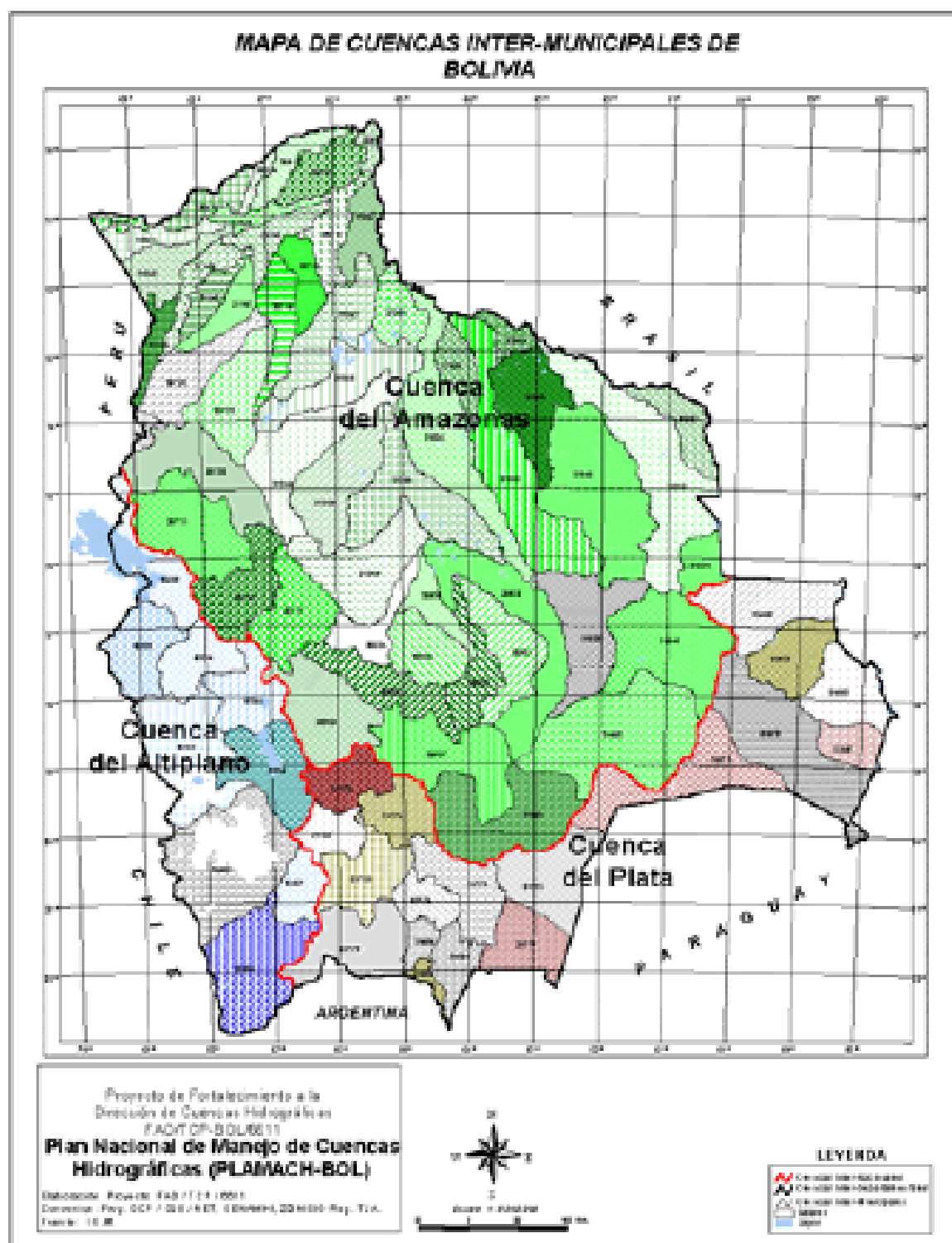
Producto de ese trabajo se obtuvieron tres niveles de delimitaciones:

- Primer nivel: se determinó tres grandes cuencas Internacionales: Amazonas, Altiplano y Del Plata.
- Segundo nivel: se determinó 17 cuencas Interdepartamentales: Coipasa, Desaguadero, Poopó, Salar de Uyuni, Titicaca, Abuna- Madera, Beni, Chapare-Ichilo, Grande, Itenez, Madre de Dios, Mamoré, Orthon-Acre, Parapetí, Bermejo, Paraguay y Pilcomayo. Las cinco primeras corresponden a la cuenca Internacional del Altiplano, las nueve subsiguientes a la Amazónica y las tres últimas a la Del Plata.
- En el tercer nivel: se determinó 81 cuencas Intermunicipales.

MAPAS DE CUENCAS INTERDEPARTAMENTALES – PLAMCH-BOL



MAPAS DE CUENCAS INTERMUNICIPALES – PLAMCH-BOL



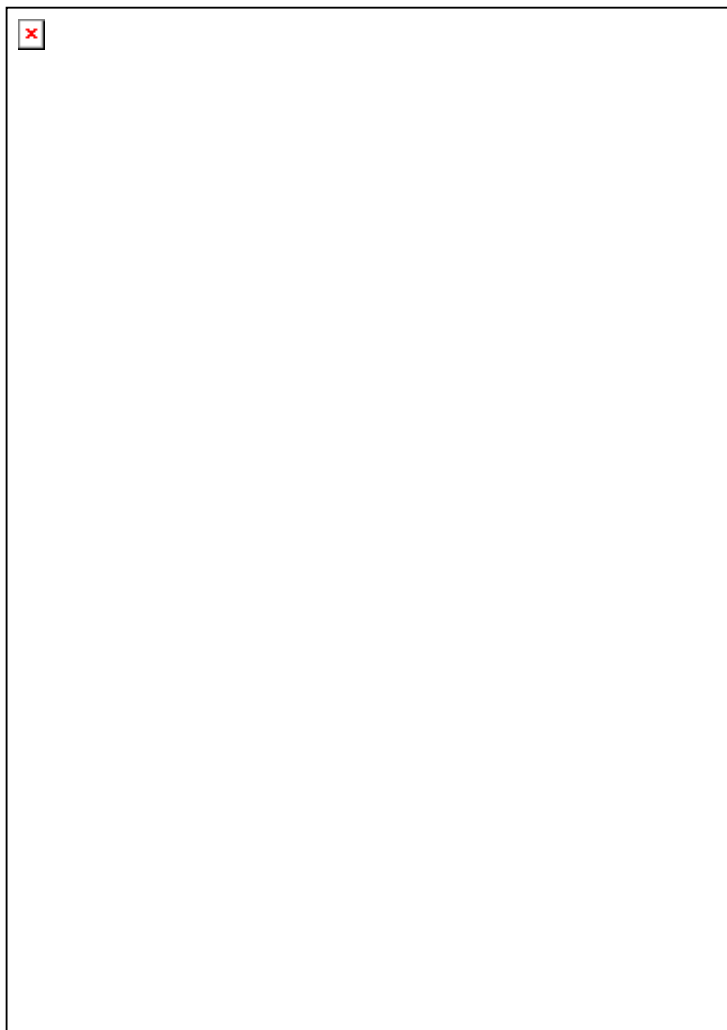
- Finalmente el año 2000 se elaboro el mapa de cuencas hidrográficas de Bolivia a partir de un proyecto coordinado entre el Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Sostenible (SNIDS) y la Dirección General de Cuencas del Ministerio de Desarrollo Sostenible.

Producto de ese trabajo se obtuvieron tres niveles de delimitación:

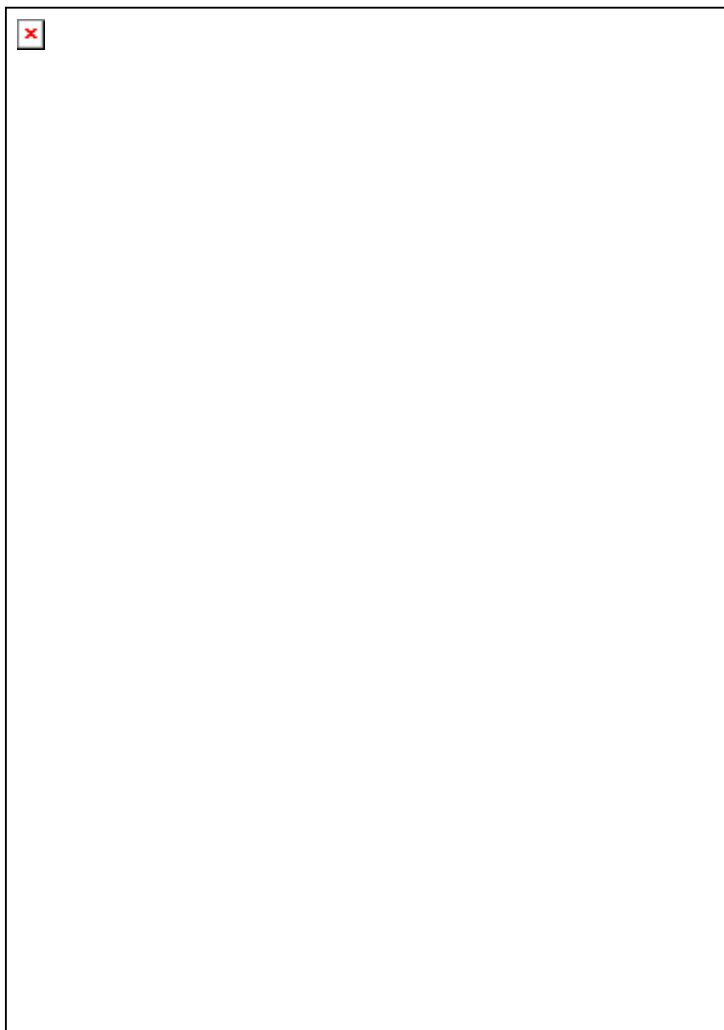
- Primer nivel: se determino tres grandes cuencas Internacionales: Amazonas, Altiplano y Del Plata.
- Segundo nivel: se determino 17 cuencas Interdepartamentales.
- Tercer nivel: se determinaron 89 cuencas Intermunicipales.

MAPAS DE CUENCAS
(SNIDS- DGC-MDS-2000)

Mapa de cuencas interdepartamentales



Mapa de cuencas municipales



1.3 OBJETIVO GENERAL

Obtener la Base Cartográfica de Cuencas Hidrográficas del país.

1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Delimitación de las cuencas de Bolivia a partir de la aplicación de técnicas y metodologías cartográficas.
- Codificación de las cuencas de Bolivia a partir de la aplicación del Sistema Pfafstetter hasta el nivel 5.

PARTE II

METODOLOGIA DE TRABAJO

2.1 SISTEMATIZACION PRELIMINAR

2.1.1 Información empleada

Para delimitación y codificación de las cuencas de Bolivia se utilizó la siguiente información:

- a) Archivo digital HYDRO1K: contiene aspectos hidrográficos derivados del GTOPO30 creado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) con financiamiento de Brasil y de la FAO.

Formato: Vectorial – cauces y unidades hidrográficas de Sudamérica

Formato Digital: ShapeFile ArcView

Organizada por continentes

Sistema de Coordenadas: Lambert Azimuthal Área

- b) Imágenes Radar (Interferométrico Topográfico) con una resolución espacial de 90 m metros por píxel. Dichas imágenes pertenecen a la Misión Topográfica de Radar – SRTM NASA registradas entre el 11 y el 22 de Febrero del año 2000; y fueron adquiridas vía internet de la web del Servicio Geológico – USGS de los Estados Unidos.
- c) Modelo HydroSHEDS (Hydrological data and maps based on Shuttle Elevation Derivatives at multiple Scales) provee información en un formato consistente y comprensivo para uso en aplicaciones de escala regional y global. HydroSHEDS ofrece una serie de data georeferenciada, incluyendo las redes hidrológicas, límites de cuencas, dirección de drenaje, y capas complementarias como la acumulación de flujo.
- d) Imágenes Landsat ETM, con una resolución espacial de 15 m. Combinación de bandas 7, 4, 2 realizadas, del proyecto GeoCover LandSat 2000 – NASA. Las mismas fueron obtenidas de la web del Herat Satellite Corporation – EEUU.
- e) Archivo digital formato shape del “Mapa de Cuencas Hidrográficas” elaborado por el Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Sostenible (SNIDS).
- f) Cartas topográficas escala 1:250.000, 1:100000 del IGM (las que se disponía) e información hidrográfica 50.000 del Instituto Nacional de Estadística INE.

2.2 METODOLOGÍA APLICADA

Para la delimitación y codificación de las cuencas se han aplicado los siguientes procedimientos:

2.2.1 Delimitación de cuencas

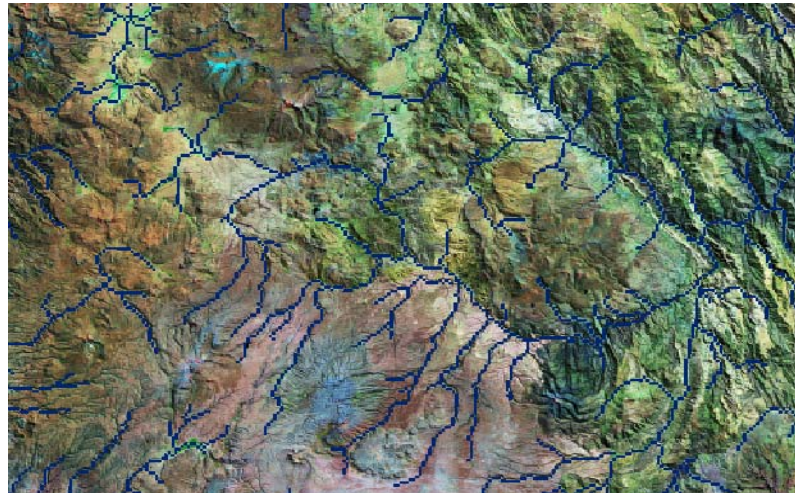
El procedimiento para la delimitación de las cuencas se realizó a partir del modelo digital del terreno, del proyecto [SRTM](#) con una resolución de 90 m, por lo que el resultado obtenido es válido para una escala 1:50.000.

Para ello se utilizó como herramienta informática la extensión Spatial Analyst para ARCGIS 9.2.

El procedimiento utilizado se describe en los siguientes pasos:

- 1.- Eliminación de los “**sinks**”, es decir, las depresiones que pueda haber dentro del MDT.
- 2.- Generación del archivo de dirección del flujo.
- 3.- Generación de la capa de acumulación de flujo **flow accumulation**
- 4.- Obtención de nuevos valores de la capa “**flow accumulation**”. Esto ha permitido tener una idea precisa sobre los cursos de agua de archivo raster. El proceso consiste en editar la leyenda y asignar un color a todas las celdas con valores bajos, mientras que se asigna una tonalidad oscura a valores altos.

Obtención de la capa de acumulación de flujo



5. Posteriormente con la opción **watershed** se realizó la delimitación de las cuencas.

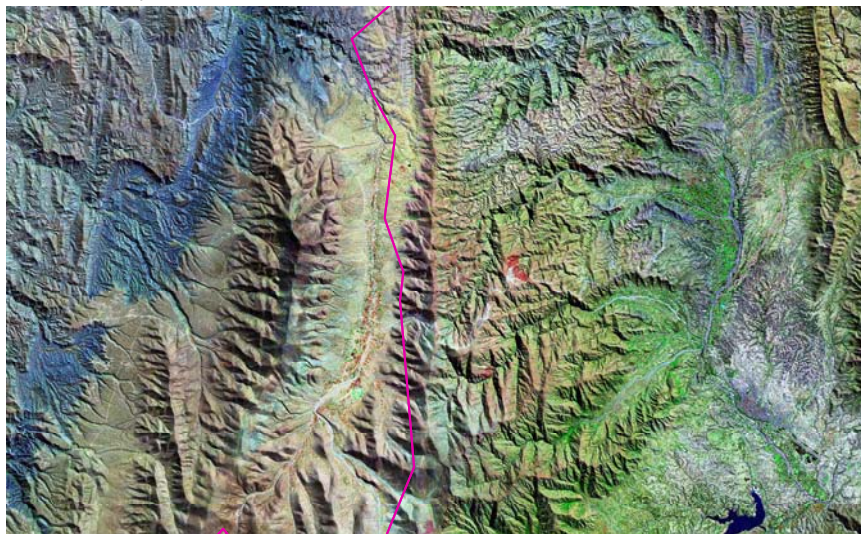
Obtención de las cuencas



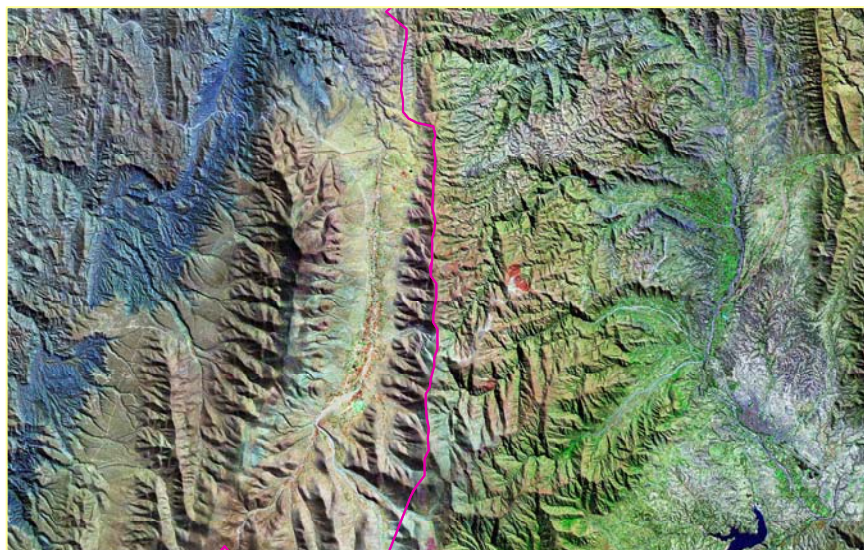
2.2.2 Algunas consideraciones adicionales

- Durante el procedimiento de delimitación de cuencas en aquellos sectores de pendientes escasas o nulas tal es el caso de la región de los llanos orientales, el modelo SRTM presento algunas dificultades en el trazo de los límites en ocasiones trazos rectos, poco “naturales” por lo que se empleo la información con mucha precaución. En estos casos se verificaron los resultados con otras fuentes (cartografía base oficial e imágenes satelitales).
- La escala utilizada para verificar y corregir problemas en los límites de las divisorias de las cuencas sobre la pantalla del ordenador ha sido de 50.000 a 250.000.

Desplazamiento del límite de la línea divisoria de la Cuenca



Corrección del límite de la Cuenca a partir del uso de imágenes de satélite



2.2.3 Codificación de cuencas - Metodología PFASFTETTER

Para la codificación de las cuencas generadas se utilizó el sistema Pfafstetter que fue desarrollado por Otto Pfafstetter en 1989, difundido a partir de 1997 por Verdin y adoptado a partir de entonces por la United State Geological Survey (UGS – Servicio Geológico de los Estados Unidos), como estándar internacional.

Es una metodología para asignar identificadores **lds** a unidades de drenaje basado en la topología de la superficie del terreno; dicho de otro modo asigna un código a una cuenca para relacionarla con sus cuencas vecinas, locales o internas.

Actualmente esta metodología de codificación ha sido adoptada como oficial por los países que conforman la Comunidad Andina de Naciones (CAN).

a) Características de la Metodología

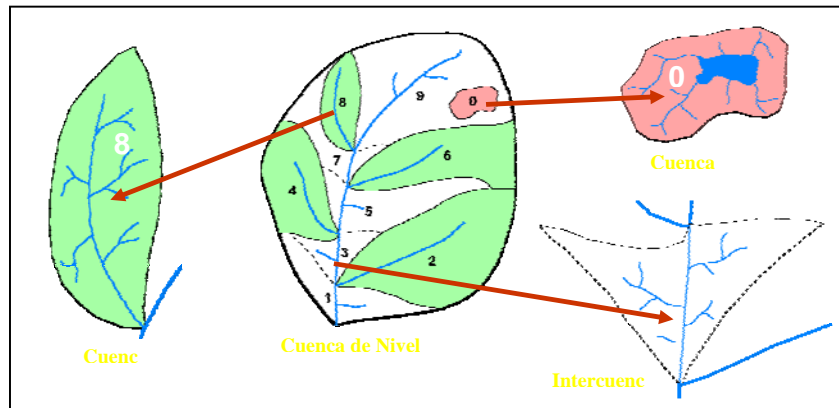
- El sistema es jerárquico y las unidades son delimitadas desde las uniones de los ríos (punto de confluencia de ríos), ó desde el punto de desembocadura de un sistema de drenaje en el océano.
- Asignación a cada cuenca hidrográfica un código específico Pfafstetter, basado en su ubicación dentro del sistema de drenaje que ocupa, de tal forma que éste es único dentro al interior de un continente.
- Uso mínimo de la cantidad de dígitos en los códigos, la longitud del código depende solamente del nivel que se está codificando.
- Eficiente codificación de la **red Hidrográfica**.

b) Consideraciones básicas del Sistema

De acuerdo al sistema de Pfafstetter, existen tres tipos de unidades de drenaje: cuencas, intercuenas y cuencas internas.

- **Cuenca**, es un área que no recibe drenaje de ninguna otra área, pero si contribuye con flujo a otra unidad de drenaje a través del curso del río, considerado como principal, al cual confluye.
- **Intercuenca**, es un área que recibe drenaje de otra unidad aguas arriba, exclusivamente, del curso del río considerado como el principal, y permite el paso de este hacia la unidad de drenaje contigua hacia aguas abajo. En otras palabras, una intercuenca, es una unidad de drenaje de tránsito del río principal.
- **Cuenca Interna**, es un área de drenaje que no recibe flujo de agua de otra unidad ni contribuye con flujo de agua a otra unidad de drenaje o cuerpo de agua.

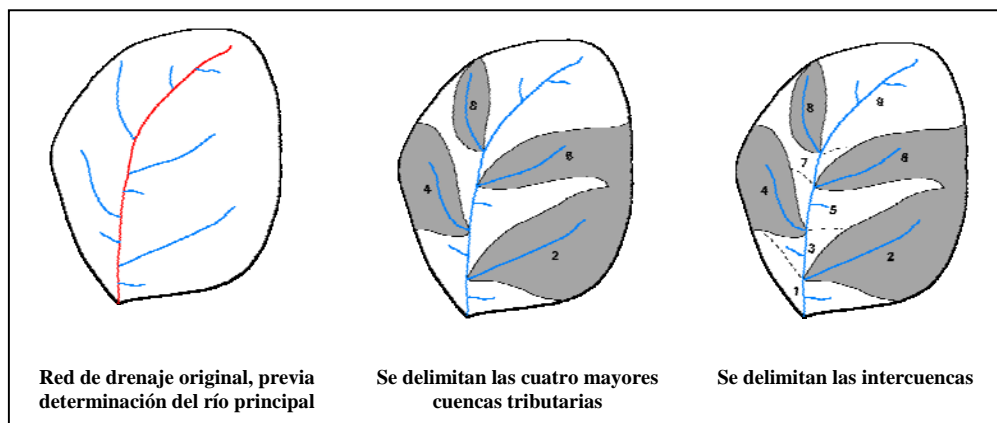
- La distinción entre río principal y tributario, es en función del criterio del área drenada. Así, en cualquier confluencia, **el río principal será siempre aquel que posee la mayor área drenada entre ambos**. Denominándose cuencas, a las áreas drenadas por los tributarios e intercuenas a las áreas restantes drenadas por el río principal.



c) El Proceso de Codificación

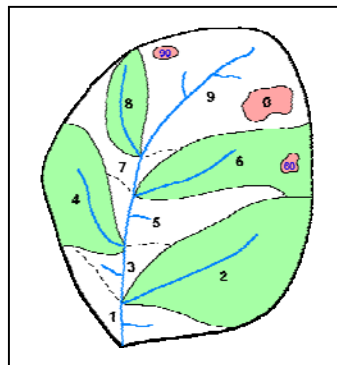
Este proceso consiste en subdividir una cuenca hidrográfica. Cualquiera que sea su tamaño, identificando y delimitando los cuatro mayores afluentes del río principal, en función del área que comprenden su respectivas cuencas hidrográficas. Las cuencas correspondientes a esos tributarios son enumeradas o codificadas con los dígitos pares **2, 4, 6 y 8**, en el sentido de aguas abajo hacia aguas arriba es decir desde la desembocadura hacia la naciente del río principal. Los otros tributarios del río principal son agrupados en las áreas restantes, denominadas intercuenas, que se codifican, en el mismo sentido, con los dígitos impares **1, 3, 5, 7 y 9**.

Cada una de las cuencas e intercuenas, que resultan de la primera subdivisión, pueden a su vez subdivididas de la misma manera, de modo que la subdivisión de la cuenca **8** genera al interior de la misma las cuencas de códigos 82, 84, 86 y 88 y las intercuenas 81, 83, 85, 87 y 89. El mismo proceso se aplica a las intercuenas resultantes de la primera división, de modo que la intercuenca 3, por ejemplo, se divide en las cuencas de códigos 32, 34, 36 y 38 y en las intercuenas 31, 33, 35, 37 y 39. Los dígitos de la subdivisión son simplemente agregados al código de la cuenca (o intercuenca) que está siendo dividida.



d) Algunas consideraciones del Método

- Una complicación puede aparecer en la codificación de las dos más altas del río principal. En este caso a la unidad que presenta **mayor área** de drenaje se le asigna el código **"9"** y a la otra, **más pequeña**, el código **"8"**. Esta particularidad del método permite identificar la cuenca donde se origina el río, que para el caso corresponde al código 9.
- Si un área contiene **cuencas internas o endorreicas**, a la cuenca interna **más grande** se le asigna el código **"0"** y las otras Cuencas internas son incorporadas a las cuencas o intercuenas aledañas.



2.2.4 EDICION CARTOGRAFICA DE LA INFORMACION

2.2.4.1 Edición para la conformación de polígonos.-

Concluido el proceso de delimitación y codificación de las unidades hidrográficas, los resultados se almacenaron en un archivo de entidades lineales, denominadas polilíneas. Esta información ha permitido generar un nuevo archivo de elementos poligonales. Para este resultado se ejecutaron los siguientes procedimientos:

a) Edición de la información lineal

La delimitación de las cuencas hidrográficas, ha permitido generar un importante número de polilíneas consecutivamente acopladas a través de pseudo nodos, y otras no acopladas, detectadas por la presencia de nodos sueltos o colgantes. El objetivo de este proceso ha sido obtener el número posible de elementos lineales, para lo cual se requirió desarrollar los siguientes pasos:

- Empalmado de polilíneas no acopladas, generando pseudo nodos.
- Eliminación de pseudo nodos, con la consiguiente consolidación de las entidades lineales, y por ende, la disminución de estas entidades lineales. Paralelamente a la reducción del número de polilíneas, se fueron subsanando las inconsistencias, dejando la información lista para la siguiente etapa del subproceso.

b) Conformación de Polígonos

Esta etapa ha consistido en la generación de polígonos a partir de polilíneas, es decir es el proceso por el cual las entidades lineales han sido utilizadas para generar entidades de tipo polígonos.

Como resultado final se ha obtenido un archivo de 2348 elementos poligonales cada uno de los cuales representa el ámbito de cada una de las cuencas hidrográficas de los diferentes niveles.

2.2.4.2 Revisión de las Unidades delimitadas.-

Para la estructuración de la Base de Datos ha sido necesario desarrollar la revisión final de las unidades obtenidas realizando la corrección de la línea divisoria de algunas unidades obtenidas, especialmente en áreas donde hubo escasez de datos topográficos, como en la región de la llanura del Beni y Santa Cruz en estos casos se elaboraron Modelos Digitales de Terreno (MDT) para la corrección de los límites.

2.2.4.3 Estructuración de la Base de Datos

La información de las entidades espaciales ha sido almacenada en una base de datos vinculada a estas entidades. Esta colección de información alfanumérica ha sido organizada coherentemente para facilitar su acceso mediante búsquedas o consultas.

Por la complejidad que puede alcanzar una base de datos, es muy importante realizar un eficiente diseño de la misma. Por lo que se ha diseñado una estructura sencilla y precisa.

Una vez obtenida la información geoespacial de las entidades poligonales que representan a las cuencas hidrográficas, se inició el proceso de diseño y estructuración de la base de datos, la cual ha permitido almacenar datos de: código Pfafstetter, nombre de la cuenca y el área o superficie de las mismas.

Para el procedimiento de almacenamiento de datos se requirió que los mismos sean verificados antes de ser ingresados tal es el caso de determinar el nombre de la cuenca el mismo que constituye el mismo nombre del río principal de esa unidad así como los nombres de lagos, lagunas, etc.

La información de referencia utilizada en este proceso proviene de dos fuentes:

1. Mapa Hidrográfico de Bolivia escala 1:1'100.000.
2. Cartografía escala 1:50.000 y 1:100.000 proveniente del IGM.

PARTE III
DELIMITACION Y CODIFICACION DE CUENCAS

3.1 RECOPIACION Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

3.1.1 Recopilación

La recopilación de información sobre la metodología Pfafstetter y su aplicación en otros países, fue la primera fase para evaluar una posible aplicación del método en Bolivia.

Es así, que mediante diversas fuentes se obtuvo la información necesaria para el inicio del trabajo, para la respectiva aplicación del método en territorio nacional Boliviano.

3.1.2 Procesamiento y Resultados Obtenidos

3.1.2.1 Delimitación y Codificación Nivel 1-

Para este proceso, se tomó como base la información de delimitación y codificación de las Cuencas en el nivel 1 – línea divisoria de las aguas continentales – América del Sur, obtenidas del portal de las USGS (ver página 20). A partir de esta información se obtuvieron los subsiguientes niveles: nivel 2, nivel 3, nivel 4 y nivel 5 (Aplicando la metodología de **Pfafstetter**).

Cuencas de Sudamérica
Nivel 1 – Metodología Pfafstetter



Como se muestra en el anterior gráfico, Bolivia se encuentra en tres grandes cuencas o vertientes hidrográficas de Sudamérica que tienen los códigos **0, 4, y 8**.

- Cuenca 0 (Cuenca Cerrada)
- Cuenca 4 (Cuenca del Amazonas) y
- Cuenca 8 (Cuenca del Plata).

3.1.2.2 Delimitación y Codificación Nivel 2.-

Una vez identificadas las cuencas que forman parte de nuestro territorio en el nivel 1, se procedió a la delimitación y codificación de estas unidades hidrográficas para obtener el segundo nivel (ver página 22), identificando las cuencas que ingresan en territorio boliviano, las cuales se detallan en el siguiente cuadro:

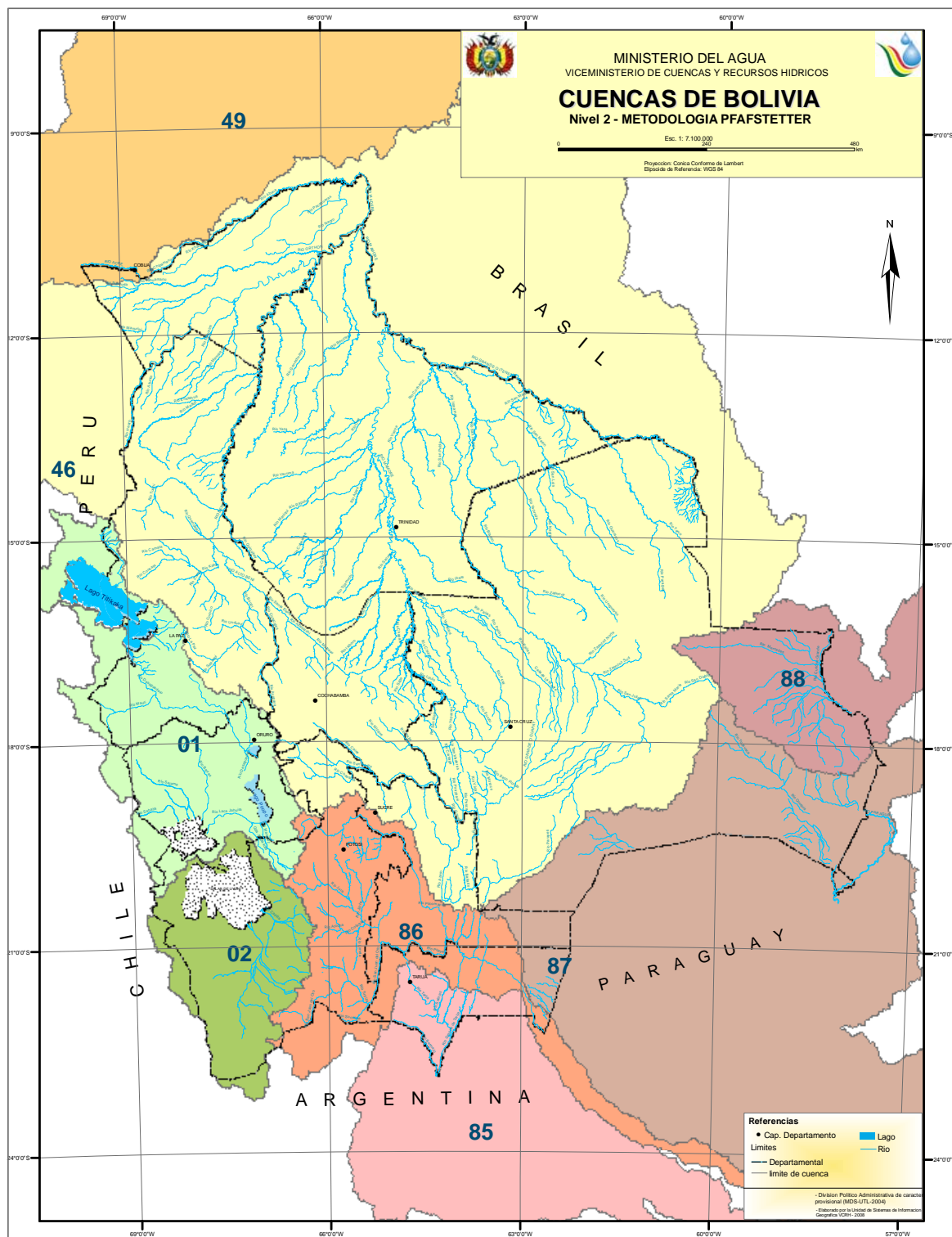
Listado de cuencas de Bolivia nivel 2

cuenca	nombre_cuenca	código cuenca nivel 1	código cuenca nivel 2	Sup_km2
cuenca Cerrada unidad 0	Titikaka-Poopo	0	01	84366,99
	Salar de Uyuni	0	02	61615,26
cuenca del Amazonas unidad 4	Rio Madeira	4	46	706049,01
	Región Hidrográfica 49	4	49	1944,79
cuenca del Plata unidad 8	Rio Grande de Tarija	8	85	15417,39
	Rio Pilcomayo	8	86	83169,81
	Región Hidrográfica 87	8	87	81906,06
	Rio Curiche Grande	8	88	41781,52

Así mismo se identificaron las cuencas transfronterizas, que son aquellas en las cuales los límites de la cuenca no coinciden con circunscripciones políticas internacionales o nacional.²

² Querol (2003)

Cuencas Hidrográficas
Nivel 2 – Sistema Pfafstetter



3.1.2.3 Delimitación y Codificación Nivel 3.-

Obtenidas las cuencas del nivel 2 se procedió a la delimitación y codificación de las cuencas correspondientes al nivel 3 (ver página 25) identificando posteriormente las cuencas que forman parte del territorio boliviano, llegando a los resultados que se detallan en el siguiente cuadro:

Listado de cuencas de Bolivia nivel 3

cuenca	nombre_cuenca	codigocuenca nivel 1	codigo cuenca nivel 2	codigo cuenca nivel 3	Sup_km2
cuenca Cerrada unidad 0	Salar de Coipasa	0	01	011	15547,33
	Rio Sajama	0	01	012	12216,30
	Lago Poopo	0	01	013	23937,99
	Rio Mauri	0	01	014	5921,39
	Rio Desaguadero Medio	0	01	015	10937,37
	Lago Titikaka	0	01	017	16049,88
	Salar de Uyuni	0	02	021	24581,85
	Rio Agua Salada	0	02	022	6822,60
	Salar de Chiguana	0	02	023	6513,57
	Rio Kollpa Mayu	0	02	024	2479,79
	Salar de Empexa	0	02	025	1335,00
	Rio Grande de Lipez	0	02	026	2761,83
	Salar Chalviri	0	02	027	9700,16
	Rio Alota	0	02	028	2034,33
	Rio Quetena	0	02	029	5417,99
cuenca del Amazonas unidad 4	Rio Abuna o Fortaleza	4	46	464	22891,99
	Rio Madera	4	46	465	990,60
	Rio Madre de Dios	4	46	466	171049,04
	Rio Yata	4	46	467	24115,61
	Rio Itenez -Guapore	4	46	468	252125,63
	Rio Mamore	4	46	469	234926,47
	Rio Purus	4	49	492	1927,42
cuenca del Plata unidad 8	Rio Bermejo Tarija	8	85	852	11968,66
	Unidad hidrográfica 858	8	85	858	3369,05
	Rio Pilcomayo Bajo	8	86	863	15684,46
	Rio Pilcomayo Alto	8	86	864	23200,16
	Rio Pilaya	8	86	865	6041,77
	Rio San Juan del Oro	8	86	866	16703,69
	Rio Medio Tumusla	8	86	867	3332,67
	Rio Atocha	8	86	868	6292,52
	Rio Yura	8	86	869	11642,61
	Unidad hidrográfica 871	8	87	871	686,53
	Unidad hidrográfica 873	8	87	873	3325,71
	Unidad hidrográfica 874	8	87	874	69405,52
	Unidad Hidrográfica 875	8	87	875	190,24

	Laguna Cáceres	8	87	878	8425,93
	Laguna La Gaiba	8	88	881	1208,83
	Rio Candelaria	8	88	882	39571,86
	Rio Santo Corazón	8	88	883	965,85
	Laguna Uberaba	8	88	884	31,19

Cuencas Hidrográficas
Nivel 3 – Sistema Pfafstetter

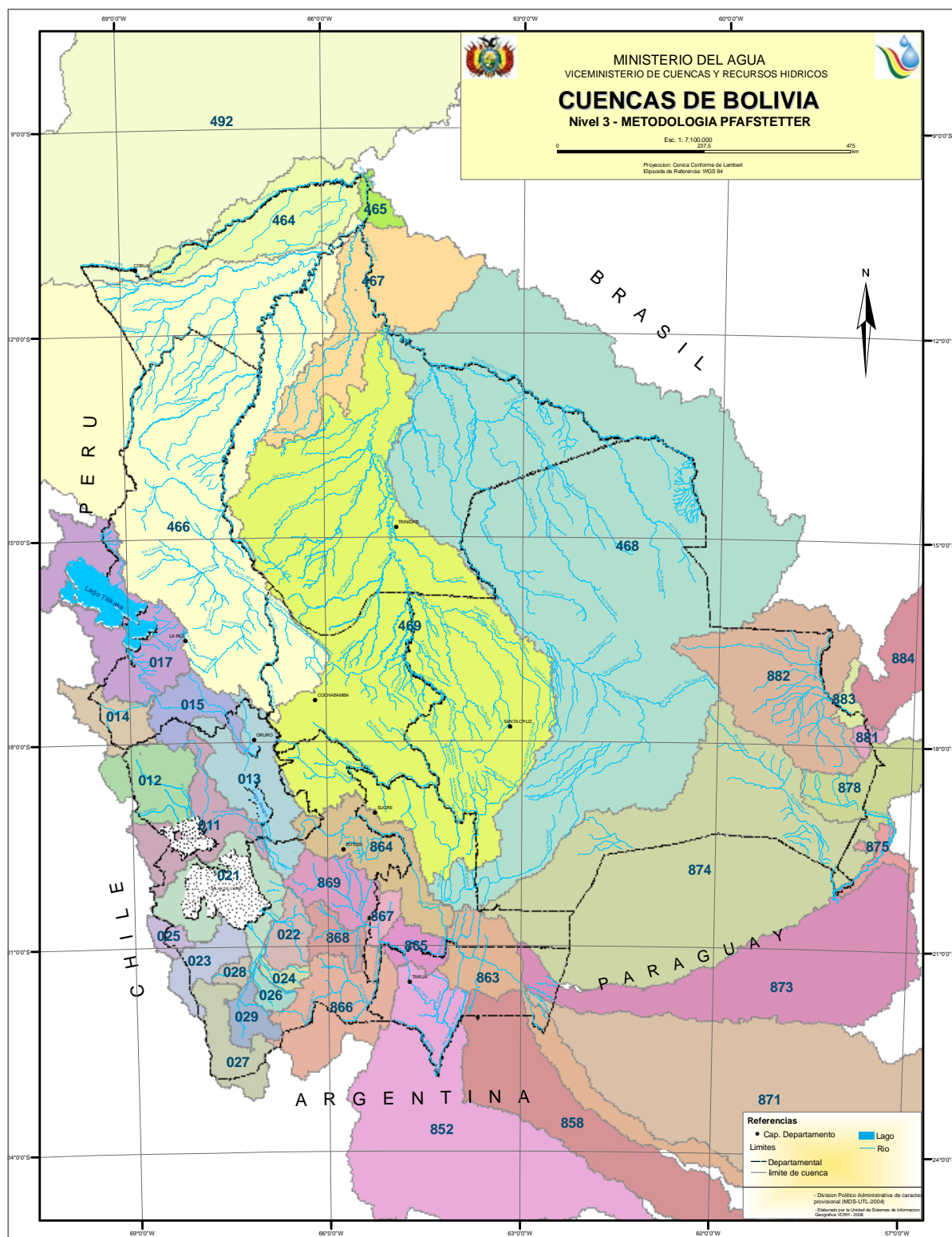


Figura N°4

3.1.2.4 Delimitación y Codificación Nivel 4.-

Delimitadas y Codificadas las cuencas del nivel 3 se procedió a generar las cuencas correspondientes al nivel 4 (ver página 27).

Cuencas Hidrográficas
Nivel 4 – Sistema Pfafstetter

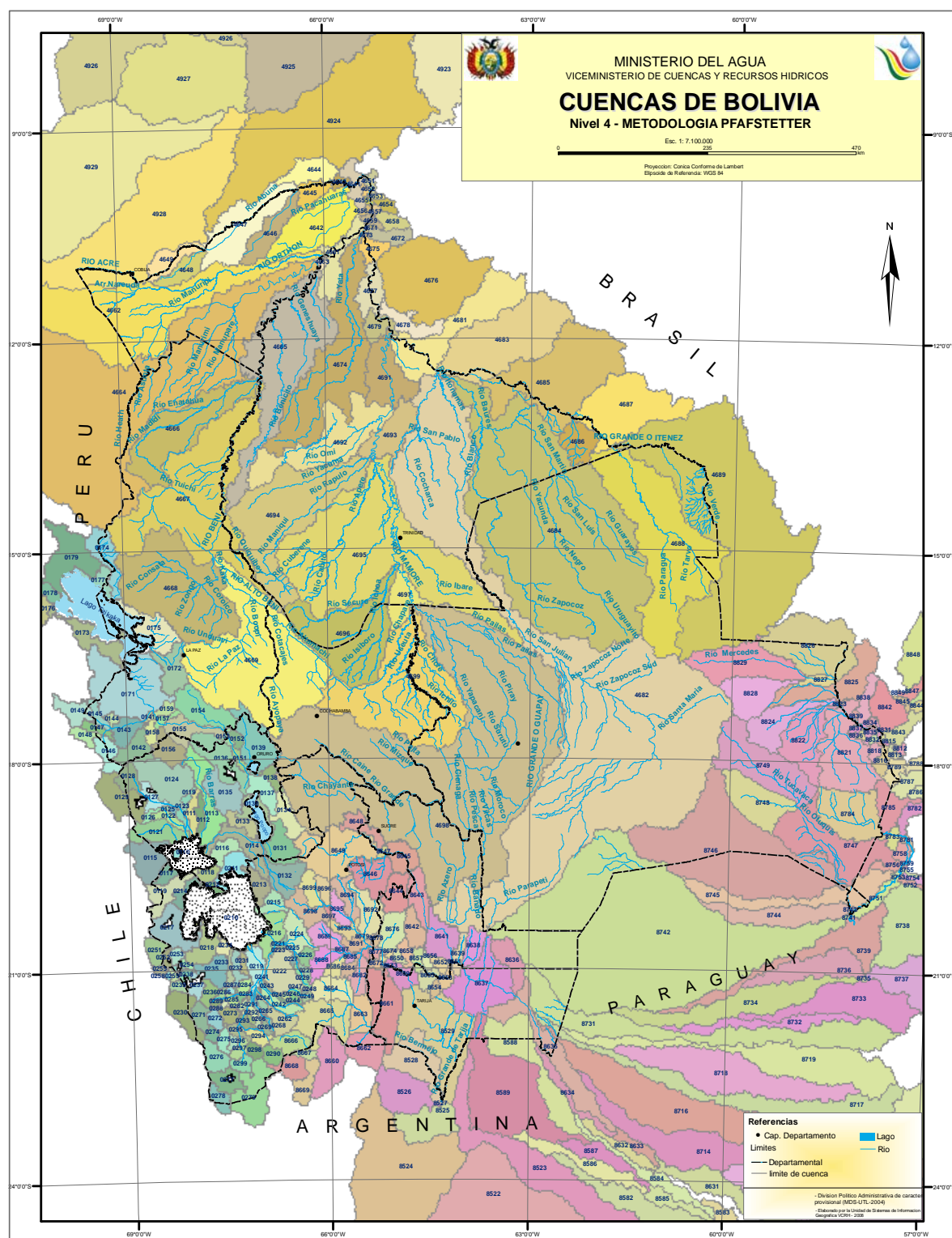


Figura N° 5

3.1.3 RESUMEN DE LAS CUENCAS IDENTIFICADAS POR NIVEL A PARTIR DE LA METODOLOGIA PFAFSTETTER.

A continuación se resume en los siguientes cuadros el número de cuencas identificadas por nivel hasta el nivel 5 según la metodología de PFAFSTETTER.

Numero de cuencas nivel 2

Cuenca nivel 1	Nro. Cuencas	Nro. Cuencas transfronterizas
Cuenca Del Amazonas	2	2
Cuenca Del Plata	4	4
Cuenca Cerrada (Altiplanica)	2	2
Total de cuencas	8	8

Numero de cuencas nivel 3

Cuenca nivel 1	Nro. Cuencas	Nro. Cuencas transfronterizas
Cuenca Del Amazonas	7	6
Cuenca Del Plata	18	13
Cuenca Cerrada (Altiplanica)	15	9
Total de cuencas	40	28

Numero de cuencas nivel 4

Cuenca nivel 1	Nro. Cuencas	Nro. Cuencas transfronterizas
Cuenca Del Amazonas	55	31
Cuenca Del Plata	105	44
Cuenca Cerrada (Altiplanica)	137	31
Total de cuencas	297	106

Numero de cuencas nivel 5

Cuenca nivel 1	Nro. Cuencas	Nro. Cuencas transfronterizas
Cuenca Del Amazonas	412	147
Cuenca Del Plata	793	148
Cuenca Cerrada (Altiplanica)	1143	106
Total de cuencas	2348	401

3.1.4 DESCRIPCION DEL METADATO DEL ARCHIVO DIGITAL

TEMA: DELIMITACION Y CODIFICACION DE CUENCAS HIDROGRAFICAS DE BOLIVIA.

CAPA: CUENCAS HIDROGRAFICAS DE BOLIVIA (Método Pfastetter)

1) CARACTERISTICAS ESPACIALES DE LA COBERTURA

a) DESCRIPCION GENERAL DE LA COBERTURA.

Nombre de la Cobertura en la aplicación: Cuencas_Bol

Descripción: Cuencas de Bolivia: quinto nivel

Topología: Polígonos

Nº de elementos:

Fuente de la información grafica:

Escala de la captura de la información grafica:

1:50.000

- **Tipo de entrada de la información grafica:**
Edición y Digitalización vectorial por pantalla.
- **Organismo ejecutor:** Viceministerio de Cuencas y Recursos Hídricos (VCRH).
Área de Sistemas de Información Geográfica
- **Fecha de creación de la cobertura:** 2008.

b) CARACTERISTICAS DE LA INFORMACION ESPACIAL GENERADA

- **Formato de la Información grafica:** Shape file de ArcGis 9.2
- **Ámbito territorial de la cobertura:** República de Bolivia
- **Sistema de Referencia utilizado:** Elipsoide WGS-84
- **Proyección Cartográfica:** Cónica Conforme de Lambert.
- **Parámetros:**
 - Meridiano Central: -64
 - Latitud de referencia: -24
 - Primer paralelo standart: -11,50
 - Segundo Paralelo standart: -21,50
 - Falso Este: 1'000.000
 - Falso Norte: 0

2) COMPONENTES ALFANUMERICOS DE LA COBERTURA

a) TABLA DE ATRIBUTOS ASOCIADA

- **Nombre de la Tabla:** Cuencas_Bol.
- **Descripción:** Tabla de atributos topológicos y de codificación.
- **Fuente de los datos alfanuméricos:** Mapa hidrográfico de Bolivia 1'100.000
Cartas topográficas escalas 50.000 y 100.000
- **Tipo de entrada de los datos alfanuméricos:** Manual.

b) ESTRUCTURA DE LA TABLA DE ATRIBUTOS ASOCIADA

Nombre de Campo	Tipo	Descripción
Shape	polygon	Tipo de elemento
Macrocuena	caracter	Macrocuena
Nom_Cuenca	caracter	Nombre de la Cuenca
Nivel 1	caracter	Código nivel 1
Nivel 2	caracter	Código nivel 2
Nivel 3	caracter	Código nivel 3
Nivel 4	caracter	Código nivel 3
Nivel 5	caracter	Código nivel 3
Área (km2)	numérico	Área (km2)

CONCLUSIONES

- El método de delimitación y codificación de cuencas Pfafstetter ha permitido establecer una base cartográfica digital de Cuencas hidrográficas única en el país.
- Se han delimitado y codificado con esta metodología, todas las cuencas que ingresan en el territorio nacional hasta el quinto nivel así como las cuencas transfronterizas, esta información servirá de base para la delimitación y codificación a niveles superiores.
- La cartografía digital de cuencas hidrográficas codificadas servirá de base para planificar una gestión adecuada de los recursos hídricos y de los recursos naturales.
- El Mapa servirá de base para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos al ser considerada la cuenca hidrográfica como la unidad más adecuada para la Gestión y Planificación.

RECOMENDACIONES

- Establecer una base cartográfica estandarizada a nivel nacional la misma que sea administrada por el VCRH, con la finalidad que ésta proporcione la información oficial relacionada a la delimitación y codificación de las cuencas en el país.
- Actualizar la toponimia relacionada a los cuerpos de agua superficiales (ríos, lagos, lagunas, etc) a partir de trabajo de verificación en campo lo que permitirá obtener información confiable.
- El presente trabajo es de carácter provisional, puesto que los aportes que se pudieran realizar al respecto serán importantes para la culminación del mapa de cuencas de Bolivia nivel 5.

BIBLIOGRAFIA

- Diagnostico y Priorizacion de Cuencas Hidrográficas en Bolivia.
PROYECTO FAO/TCP-BOL 66/1.
- Delimitación y Codificación de Cuencas del Perú
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES. Septiembre 2007.
- Manual de Delimitacion de Cuencas del Perú
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
- Delimitacion de Cuencas Hidrográficas con el uso de SIG
PORTAL DE CURSOS ABIERTOS DE LA UNED.